



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Calor y Frío

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Asignatura             | Calor y Frío                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Código                 | V04M141V01335                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Titulación             | Complementos<br>Formativos.<br>Máster<br>Universitario en<br>Ingeniería<br>Industrial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descriptores           | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                        | 4.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | OP         | 2     | 1c           |
| Lengua<br>Impartición  | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Departamento           | Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Coordinador/a          | Santos Navarro, José Manuel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Profesorado            | Santos Navarro, José Manuel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Correo-e               | josanna@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Web                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Descripción<br>general | <p>Los conocimientos asociados a la producción de calor y refrigeración son parte fundamental para la formación de un ingeniero.</p> <p>La presente experiencia educativa tiene la finalidad introducir a los alumnos a las tecnologías modernas de producción de calor y frío con aplicación en los sectores industrial, terciario y sanitario. Adquirir destreza en el uso de las herramientas de modelización y cálculo necesarias para afrontar el diseño, utilización y evaluación de dichas instalaciones. Proporcionarle una formación específica en las tecnologías de producción de calor con bomba de calor, así como en los sistemas frigoríficos capaces de producir bajas temperaturas entre -70°C y +10°C.</p> <p>El ahorro energético y el respeto por el medio ambiente será tenido en cuenta al evaluar el impacto ambiental de estos sistemas. Por esto, también se plantea introducir y desarrollar las fuentes renovables que son susceptibles de ser aprovechadas térmicamente como son la biomasa y el biogás, el sol y la geotermia.</p> |            |       |              |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| A4     | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                          |
| A5     | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                        |
| C1     | CET1. Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.                                                                                                                                                                          |
| C9     | CET9. Saber comunicar las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                          |
| C10    | CET10. Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.                                                                                                                                         |
| C17    | CTI6. Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.                                                                                                                                |
| D1     | ABET-a. La capacidad de aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería.                                                                                                                                                            |
| D3     | ABET-c. La capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro de las limitaciones realistas como económica, ambiental, social, político, ético, de salud y seguridad, fabricación, y la sostenibilidad. |
| D5     | ABET-e. La capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.                                                                                                                                                                        |
| D11    | ABET-k. La capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería.                                                                                                             |

## Resultados de aprendizaje

|                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|------------------------------------|---------------------------------------|

|                                                                                                                                                      |          |                        |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------|-----------------------|
| Conocer los sistemas de producción de calor                                                                                                          | A5       | C9<br>C10              | D1<br>D5<br>D11       |
| Conocer y calcular calderas, quemadores y hornos                                                                                                     | A4       | C1<br>C9<br>C10        | D1<br>D3<br>D5<br>D11 |
| Profundizar en las técnicas de aprovechamiento de combustibles fósiles y combustibles renovables para su uso en calderas                             | A4       | C9<br>C10<br>C17       | D1<br>D3<br>D5<br>D11 |
| Conocer y calcular las propiedades y procesos termodinámicos de refrigerantes                                                                        | A5       | C1<br>C9<br>C10<br>C17 | D1<br>D5<br>D11       |
| Conocer los sistemas de producción de frío y su diseño y cálculo                                                                                     | A5       | C1<br>C9<br>C10        | D1<br>D3<br>D5<br>D11 |
| Comprender los aspectos básicos de una bomba de calor                                                                                                | A5       | C1<br>C9<br>C10        | D1<br>D3<br>D5<br>D11 |
| Comprender los aspectos básicos de la radiación solar y sus aprovechamiento para la producción de energía                                            | A4<br>A5 | C1<br>C9<br>C10        | D1<br>D3<br>D5<br>D11 |
| Estudiar los procesos y equipos de los diversos sistemas utilizados para la conversión o aprovechamiento térmico de las fuentes de energía renovable | A4<br>A5 | C9<br>C17              | D1<br>D3<br>D5<br>D11 |

## Contenidos

| Tema                                                               |                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conceptos generales sobre la transmisión de calor                  | Mecanismos de transmisión de calor<br>Transmisión del calor en superficies extendidas               |
| Análisis de intercambiadores de calor                              | Diseño térmico                                                                                      |
| Tecnología del frío: sistemas de producción de frío                | Ciclo simple de compresión de vapor<br>Ciclos múltiples de refrigeración<br>La máquina de absorción |
| Fluidos Refrigerantes                                              | Propiedades<br>Problemática                                                                         |
| Bombeo de Calor                                                    | La Bomba de calor:sistema                                                                           |
| Tecnología del calor: sistemas de producción de calor              | Calderas, quemadores y hornos                                                                       |
| Combustibles fósiles vs combustibles renovables                    | Combustibles convencionales<br>Combustibles renovables                                              |
| Radiación solar y su aprovechamiento para la producción de energía | La radiación solar<br>Sistema de aprovechamiento: solar termica de baja y media temperatura         |
| Aprovechamiento térmico de fuentes de energía renovables           | Biomasa<br>Geotermia                                                                                |

## Planificación

|                                           | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral                         | 24             | 48                   | 72            |
| Resolución de problemas                   | 6              | 6                    | 12            |
| Resolución de problemas de forma autónoma | 0              | 19.5                 | 19.5          |
| Prácticas de laboratorio                  | 6              | 0                    | 6             |
| Otras                                     | 1              | 0                    | 1             |
| Examen de preguntas de desarrollo         | 2              | 0                    | 2             |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

| Descripción |
|-------------|
|-------------|

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                         | Exposición de los contenidos de la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Resolución de problemas                   | Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de métodos, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral. |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Resolución de problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura que el alumno realizará fuera del horario habitual docente                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Prácticas de laboratorio                  | Experimentación en laboratorio bajo condiciones controladas de procesos reales que complementan los contenidos de la materia                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

### Atención personalizada

| Metodologías             | Descripción                                                                                                                                                       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral        | El alumno planteará las dudas concernientes a los contenidos a desarrollar de la asignatura en el horario habilitado para una sesión de tutorías                  |
| Resolución de problemas  | El alumno planteará las dudas concernientes a los ejercicios o problemas relativos a la aplicación de los contenidos que se desarrollarán a lo largo del curso    |
| Prácticas de laboratorio | El alumno planteará las dudas concernientes a los problemas surgidos durante la realización de la sesión de laboratorio que se desarrollarán a lo largo del curso |

### Evaluación

|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje           |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------|
| Otras                             | Tareas o trabajos individuales y/o en grupo consistentes en la resolución de casos prácticos relacionados con los contenidos de la materia y/o memoria final de las prácticas y otras posibles entregas.<br><br>La realización de estas tareas permitirá al alumno alcanzar un máximo del .... | 40           | A5<br>C9<br>D1<br>C10<br>D3<br>D11              |
| Examen de preguntas de desarrollo | Prueba escrita que podrá constar de: cuestiones teóricas, cuestiones prácticas, resolución de ejercicios/problemas, tema a desarrollar, etc., sobre los contenidos de la asignatura.<br>Puntuación mínima ....                                                                                 | 60           | A4<br>A5<br>C9<br>D1<br>C10<br>D3<br>C17<br>D11 |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Se recomienda al alumno la asistencia activa a las clases, así como un estudio continuado de los contenidos de la asignatura, la preparación de los casos prácticos que puedan ser resueltos en sesiones posteriores, el estudio de los temas y la elaboración continua de los resultados de las prácticas.

El trabajo continuado es fundamental para superar con el máximo aprovechamiento esta asignatura, ya que cada parte se estudia gradualmente con un procedimiento progresivo.

Por ello, cuando surjan dudas, es importante resolverlas cuanto antes para garantizar el progreso correcto en esta materia. Para ayudarle a resolver sus dudas, el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a tal fin.

La prueba escrita, considerara como examen final, se llevará a cabo en las fechas fijadas por la organización docente del centro, y permitirá alcanzar la nota máxima (10 puntos).

Aquellos alumnos que realicen las tareas y/o trabajos que encarga el profesor a lo largo del curso podrán llegar al examen final con una renta de puntos compensable adquiridos por evaluación continua. Estos puntos alcanzados, máximo el 40% de la nota máxima, tendrán validez en las dos convocatorias de examen del curso.

Compromiso ético: Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizado, y otros) se considera que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el actual curso académico será de suspenso (0.0).

### Fuentes de información

### **Bibliografía Básica**

Juan A. de Andrés y Rodríguez-Pomatta. Santiago Aroca Lastra, **Calor y frío industrial Vol1**,  
Juan A. de Andrés y Rodríguez-Pomatta. Manuel García Gándara, **Calor y frío industrial Vol2**,  
E. Torrella Alcaraz, **Frío industrial. Métodos de producción**, AMV ediciones,  
J. Navarro, R. Cabello, E. Torrella, **Fluidos refrigerantes. Tablas y diagramas**, AMV ediciones,

### **Bibliografía Complementaria**

Juan A. de Andrés y Rodríguez-Pomatta. Santiago Aroca Lastra, **Tecnología frigorífica y aire acondicionado**,  
Sadik Kakaç, **Boilers, Evaporators, and Condensers**, Wiley, 1991  
V. Ganapathy, **Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators - Design, Applications, and Calculations**,  
William C. Whitman, William M. Johnson, John A. Tomczyk, Eugene Silberstein, **Refrigeration and Air Conditioning Technology**,  
Varios autores, **La bomba de calor: Fundamentos, tecnología y casos prácticos**,  
Ibrahim Dincer, Mehmet Kanoglu, **Refrigeration Systems and Applications**, Wiley, 2010  
John A. Duffie, William A. Beckman, **Solar Engineering of Thermal Processes**, John Wiley & Sons,  
William E. Glassley, **Geothermal Energy - Renewable Energy and the Environment**,

### **Recomendaciones**

### **Otros comentarios**

Se considera altamente recomendable que el estudiante haya superado la asignatura de Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor e Ingeniería Térmica. Resultará indispensable la soltura con el cálculo y el álgebra básicos, entre los que deben incluirse sus conceptos y operaciones matemáticas básicas como derivación e integración, representaciones gráficas y la resolución de ecuaciones diferenciales sencilla