



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Calor e Frío

|                       |                                              |        |       |              |
|-----------------------|----------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Calor e Frío                                 |        |       |              |
| Código                | V04M141V01335                                |        |       |              |
| Titulación            | Máster Universitario en Enxeñaría Industrial |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 4.5                                          | OP     | 2     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán                                     |        |       |              |
| Departamento          |                                              |        |       |              |
| Coordinador/a         | Santos Navarro, José Manuel                  |        |       |              |
| Profesorado           | Santos Navarro, José Manuel                  |        |       |              |
| Correo-e              | josanna@uvigo.es                             |        |       |              |
| Web                   |                                              |        |       |              |

**Descrición xeral** Os coñecementos asociados a a produción de calor e refrixeración son parte fundamental para a formación de un enxeñeiro. A presente experiencia educativa ten a finalidade introducir aos alumnos ás tecnoloxías modernas de produción de calor e frío con aplicación nos sectores industrial, terciario e sanitario. Adquirir destreza no uso das ferramentas de modelización e cálculo necesarias para afrontar o deseño, utilización e avaliación das devanditas instalacións. Proporcionarlle unha formación específica nas tecnoloxías de produción de calor con bomba de calor, así como nos sistemas frigoríficos capaces de producir baixas temperaturas entre  $-70^{\circ}\text{C}$  e  $+10^{\circ}\text{C}$ .

O aforro enerxético e o respecto polo medio ambiente será tido en conta ao avaliar o impacto ambiental destes sistemas. Por isto, tamén se expón introducir e desenvolver as fontes renovables que son susceptibles de ser aproveitadas \*térmicamente como son a biomasa e o \*biogás, o sol e a \*geotermia.

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| A4     | Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións, e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.                                                       |
| A5     | Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.                                                                                   |
| C1     | CET1. Proxectar, calcular e diseñar produtos, procesos, instalacións e plantas.                                                                                                                                                                       |
| C9     | CET9. Saber comunicar as conclusións [y] los conocimientos y razones últimas que las sustentan [a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüidades.                                                                    |
| 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. A capacidade de aplicar coñecementos de matemáticas, ciencia e enxeñaría.                                                                                                                                                                     |
| D3     | ABET-c. A capacidade para proxectar un sistema, compoñente ou proceso para atender ás necesidades deseadas dentro das restricións realistas, como económica, ambiental, social, política, ética, de saúde e seguridade, fabricación e sostibilidade . |
| D5     | ABET-e. A capacidade de identificar, formular e resolver problemas de enxeñaría.                                                                                                                                                                      |
| D11    | ABET-k. A capacidade de utilizar as técnicas, habilidades e ferramentas modernas de enxeñaría necesarias para a práctica da enxeñaría.                                                                                                                |

## Resultados de aprendizaxe

|                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos na materia | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|---------------------------------|---------------------------------------|

|                                                                                                                                            |                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Coñecer os sistemas de produción de calor                                                                                                  | A5<br>C9<br>C10<br>D1<br>D5<br>D11                   |
| Coñecer e calcular caldeiras, quemadores e fornos                                                                                          | A4<br>C1<br>C9<br>C10<br>D1<br>D3<br>D5<br>D11       |
| Profundar nas técnicas de aproveitamento de combustibles fósiles e combustibles renovables para o seu uso en caldeiras                     | A4<br>C9<br>C10<br>C17<br>D1<br>D3<br>D5<br>D11      |
| Coñecer e calcular as propiedades e procesos termodinámicos de refrixerantes                                                               | A5<br>C1<br>C9<br>C10<br>C17<br>D1<br>D5<br>D11      |
| Coñecer os sistemas de produción de frío e o seu deseño e cálculo                                                                          | A5<br>C1<br>C9<br>C10<br>D1<br>D3<br>D5<br>D11       |
| Comprender os aspectos básicos dunha bomba de calor                                                                                        | A5<br>C1<br>C9<br>C10<br>D1<br>D3<br>D5<br>D11       |
| Comprender os aspectos básicos da radiación solar e o seu aproveitamento para a produción de enerxía                                       | A4<br>A5<br>C1<br>C9<br>C10<br>D1<br>D3<br>D5<br>D11 |
| Estudar os procesos e equipos dos diversos sistemas utilizados para a conversión ou aproveitamento térmico das fontes de enerxía renovable | A4<br>A5<br>C9<br>C17<br>D1<br>D3<br>D5<br>D11       |

## Contidos

### Tema

|                                               |                                                                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Conceptos xerais sobre a transmisión de calor | Mecanismos de transmisión de calor<br>Intercambiadores de calor: análise |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

|                                                                    |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Análise de intercambiadores de calor                               | Deseño térmico                                                                                     |
| Tecnoloxía do frío: sistemas de produción de frío                  | Ciclo simple de compresión de vapor<br>Ciclos múltiples de refrixeración<br>A máquina de absorción |
| Fluídos Refrixerantes                                              | Propiedades<br>Problemática                                                                        |
| Bombeo de Calor                                                    | A Bomba de calor:sistema                                                                           |
| Tecnoloxía da calor: sistemas de produción de calor                | Caldeiras, quemadores e fornos                                                                     |
| Combustibles fósiles vs combustibles renovables                    | Combustibles convencionais<br>Combustibles renovables                                              |
| Radiación solar e o seu aproveitamento para a produción de enerxía | A radiación solar<br>Sistema de aproveitamento: solar térmica de baixa e media temperatura         |
| Aproveitamento térmico de fontes de enerxía renovables             | Biomasa<br>Xeotermia                                                                               |

## Planificación

|                                           | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|-------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Lección maxistral                         | 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            |
| Exame de preguntas de desenvolvemento     | 2             | 0                  | 2            |
| Cartafol/dossier                          | 1             | 0                  | 1            |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

|                                           | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral                         | Exposición dos contidos da materia obxecto de estudo, bases teóricas e/ou directrices dun traballo, exercicio ou proxecto a desenvolver polo estudante                                                                                                                                                                                                                                             |
| Resolución de problemas                   | Actividade na que se formulan problema e/ou exercicios relacionados coa materia. O alumno debe desenvolver as solucións adecuadas ou correctas mediante a *ejercitación de métodos, a aplicación de fórmulas ou *algoritmos, a aplicación de procedementos de transformación da información dispoñible e a interpretación dos resultados. Adóitase utilizar como complemento da lección maxistral. |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Resolución de problemas e/ou exercicios relacionados coa materia que o alumno realizará fóra do horario habitual docente                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Prácticas de laboratorio                  | Experimentación en laboratorio baixo condicións controladas de procesos reais que complementan os contidos da materia                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## Atención personalizada

| Metodoloxías             | Descrición                                                                                                                                           |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral        | O alumno exporá as dúbidas concernentes aos contidos a desenvolver da materia no horario habilitado para unha sesión de tutorías                     |
| Resolución de problemas  | O alumno exporá as dúbidas concernentes aos exercicios ou problemas relativos á aplicación dos contidos que se desenvolverán ao longo do curso       |
| Prácticas de laboratorio | O alumno exporá as dúbidas concernentes aos problemas xurdidos durante a realización da sesión de laboratorio que se desenvolverán ao longo do curso |

## Avaliación

|                                       | Descrición                                                                                                                                                                                          | Cualificación  | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Exame de preguntas de desenvolvemento | Proba escrita que poderá constar de: cuestións teóricas, cuestións prácticas, resolución de exercicios/problemas, tema a desenvolver, etc., sobre os contidos da materia.<br>Puntuación mínima .... | 60<br>A4<br>A5 | C9<br>C10<br>C17<br>D1<br>D3<br>D11   |

|                  |                                                                                                                                                                                                |    |    |           |                 |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----------|-----------------|
| Cartafol/dossier | Tarefas ou traballos individuais e/ou en grupo consistentes na resolución de casos prácticos relacionados cos contidos da materia e/ou memoria final das prácticas e outras posibles entregas. | 40 | A5 | C9<br>C10 | D1<br>D3<br>D11 |
|                  | A realización destas tarefas permitirá ao alumno alcanzar un máximo do ...                                                                                                                     |    |    |           |                 |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Recoméndase ao alumno a asistencia activa ás clases, así como un estudo continuado dos contidos da materia, a preparación dos casos prácticos que poidan ser resoltos en sesións posteriores, o estudo dos temas e a elaboración continua dos resultados de as prácticas.

O traballo continuado é fundamental para superar co máximo aproveitamento esta materia, xa que cada parte estúdase gradualmente cun procedemento progresivo.

Por iso, cando xurdan dúbidas, é importante resolvelas canto antes para garantir o progreso correcto nesta materia. Para axudarlle a resolver as súas dúbidas, o estudante conta coa asesoría do profesor, tanto durante as clases como nas horas de titoría destinadas a tal fin.

A proba escrita, considerase como exame final, levará a cabo nas datas fixadas pola organización docente do centro, e permitirá alcanzar a nota máxima (10 puntos).

Aqueles alumnos que realicen as tarefas e/ou traballos que encarga o profesor ao longo do curso poderán chegar ao exame final cunha renda de puntos compensable adquiridos por avaliación continua. Estps puntos alcanzados, máximo o 40% da nota máxima, terán validez nas dúas convocatorias de exame do curso.

Compromiso ético: Espérase que o alumno presente un comportamento ético adecuado. No caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizado, e outros) considérase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso a cualificación global no actual curso académico será de suspenso (0.0).

### Bibliografía. Fontes 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,**

### Recomendacións

#### Outros comentarios

Considérase altamente recomendable que o estudante superase a materia de Termodinámica Técnica e Fundamentos de Transferencia de Calor e Enxeñaría Térmica. Resultará indispensable a soltura co cálculo e a álgebra básicos, entre os que deben incluírse os seus conceptos e operacións matemáticas básicas como derivación e integración, representacións gráficas e a resolución de ecuacións diferenciais sinxela