

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Ingeniería Industrial**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Análisis Termoeconómico de Procesos Industriales  
(2022 - 2023)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>Análisis Termoeconómico de Procesos Industriales</b>	Código: <b>335662133</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Sección de Ingeniería Industrial</b></li> <li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Ingeniería Industrial</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2017 (Publicado en 2017-07-31)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Industrial</b></li> <li>- Área/s de conocimiento: <b>Máquinas y Motores Térmicos</b></li> <li>- Curso: <b>2</b></li> <li>- Carácter: <b>Obligatoria especialidad</b></li> <li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>4,5</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (Decreto 168/2008: un 5% será impartido en Inglés)</b></li> </ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

No se han establecido

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

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

**Contacto**

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

**Tutorías primer cuatrimestre:**

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

Observaciones: Las tutorías serán acordadas con el profesor mediante cita previa, solicitadas por email. Las tutorías podrán ser en formato presencial o virtual. Para llevar acabo la tutoría virtual, estará habilitada una sala meet en el aula virtual de la asignatura.

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

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

Observaciones: Las tutorías serán acordadas con el profesor mediante cita previa, solicitadas por email. Las tutorías podrán ser en formato presencial o virtual. Para llevar acabo la tutoría virtual, estará habilitada una sala meet en el aula virtual de la asignatura.

**Profesor/a: EMILIO IVÁN GIMÉNEZ SUÁREZ**

- Grupo: **Único**

<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>EMILIO IVÁN</b></li> <li>- Apellido: <b>GIMÉNEZ SUÁREZ</b></li> <li>- Departamento: <b>Ingeniería Industrial</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Máquinas y Motores Térmicos</b></li> </ul>						
<p><b>Contacto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>690709501</b></li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico: <b>egimenez@ull.es</b></li> <li>- Correo alternativo:</li> <li>- Web: <b><a href="https://www.campusvirtual.ull.es/">https://www.campusvirtual.ull.es/</a></b></li> </ul>						
<p><b>Tutorías primer cuatrimestre:</b></p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:00	17:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Todo el cuatrimestre		Lunes	18:30	20:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Todo el cuatrimestre		Viernes	17:00	18:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
<p>Observaciones:</p>						
<p><b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b></p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	15:00	16:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Todo el cuatrimestre		Martes	17:00	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80

Todo el cuatrimestre		Miércoles	17:00	20:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Observaciones:						

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Electromecánica**  
 Perfil profesional: **Ingeniería Industrial**

#### 5. Competencias

**Específicas: Tecnologías industriales**

**T13** - Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas.

**T15** - Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial.

**Específicas: Tecnología electromecánica**

**TEM3** - Capacidad para realizar el análisis técnico y económico de procesos térmicos en ingeniería.

**Generales**

**CG8** - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.

**Básicas**

**CB9** - 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

**CB10** - 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.

#### 6. Contenidos de la asignatura

**Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura**

- Temas (epígrafes):

Tema 1. Introducción.- Introducción a la termoeconomía. Revisión de conceptos termodinámicos relacionados con la exergía. Revisión de cálculos de exergía y de balances exergéticos.

Tema 2. Análisis exergético.- Representación Recurso-Producto-Residuo (RPI, FPL en siglas inglesas) de un proceso. Coste exergético. Balance de coste exergético. Coste exergético unitario. Bifurcaciones. Determinación de costes exergéticos. Rendimientos.

Tema 3. Análisis termoeconómico.- Definición de coste termoeconómico y coste termoeconómico unitario. Balance termoeconómico. Costes fijos y variables. Determinación de costes termoeconómicos.

Tema 4. Optimización termoeconómica.- Definición de factores útiles para la optimización termoeconómica. Optimización termoeconómica como herramienta para el diseño o para el análisis de un sistema. Optimización paramétrica.

Tema 5. Casos específicos.- Se estudian diversos casos de interés principalmente relacionados con sistemas de generación de energía (motor turbina de gas, centrales térmicas de vapor, centrales térmicas de ciclo combinado) y sistemas de cogeneración o poligeneración.

Desarrollo de casos prácticos:

Caso práctico 1: Análisis termoeconómico de un sistema de cogeneración

Caso práctico 2: Análisis de un artículo de investigación donde se apliquen metodologías relativas a termoeconomía

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

Según normativa autonómica el 5% de las actividades docentes se desarrollan en Inglés.

Lectura de documentación en inglés sobre los contenidos de la asignatura. La evaluación del idioma inglés se realizará en los casos prácticos, a través del informe (abstract, inglés escrito) y de las presentaciones (inglés oral).

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La metodología combinará las clases magistrales, la resolución de problemas para ilustrar los contenidos teóricos y la aplicación de dichos contenidos por parte del alumnado a la resolución de casos prácticos. En la medida de lo posible, se priorizarán las clases de tipo práctico, desarrollando el cuerpo teórico a partir de la resolución de problemas.

Paralelamente al desarrollo de la asignatura por parte del profesor, se planteará al alumnado la resolución de dos casos prácticos (combinando trabajo individual y trabajo en grupo). El primer caso práctico tendrá como principal objetivo aplicar la teoría del análisis de costes exergéticos y exergoeconómicos de un proceso de complejidad media, con el apoyo de herramientas informáticas. El segundo caso práctico consistirá en el análisis de un caso específico presentado en un artículo de investigación. La evaluación del primer caso práctico se realizará a través de un informe y una presentación; la evaluación del segundo caso práctico se realizará a través de una presentación.

Todos los contenidos de la asignatura serán finalmente evaluados en el examen de convocatoria.

El desarrollo de la asignatura se realizará con el apoyo del aula virtual institucional de la ULL.

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

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	20,00	0,00	20,0	[CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	18,00	0,00	18,0	[CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	2,00	0,00	2,0	[CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	15,00	15,0	[CB10], [CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	21,00	21,0	[CB10], [CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	17,50	17,5	[CB10], [CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Preparación de exámenes	0,00	14,00	14,0	[CB10], [CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Realización de exámenes	2,00	0,00	2,0	[CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Asistencia a tutorías	3,00	0,00	3,0	[CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]
Total horas	45,00	67,50	112,50	
		Total ECTS	4,50	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

- Agüera Soriano, José. Termodinámica Lógica y Motores Térmicos. Editorial Ciencia 3. ISBN: 84-86204-98-4
- Bejan, Adrian; Tsatsaroni, George; Moran, Michael. Thermal Design & Optimization. Editorial Wiley. ISBN: 0-471-58467-3
- Moran, Michael J.; Shapiro, Howard N.. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. Editorial Wiley. ISBN: 978-0-471-78735-8

### Bibliografía Complementaria

- Agüera Soriano, José. Análisis exergoeconómico en centrales térmicas. Editorial Ciencia 3. ISBN:84-86204-82-8
- Çengel Yunus; Boles, Michael. Termodinámica. McGraw-Hill. ISBN: 978-607-15-0743-3
- Valero Capilla, Antonio, Valero Delgado, Alicia. Exergy analysis of resources and processes. Prensas Universitarias de Zaragoza. ISBN: 978-84-92774-76-0

#### Otros Recursos

- Torres Cuadra, César; Valero Capilla, Antonio. Curso de Doctorado de Termoeconomía. Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad de Zaragoza
- Querol Aragón, Enrique et al.; OCW Termoeconomía y Optimización Energética. Departamento de Ingeniería Química y Combustibles. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid
- The exergoecology portal: <http://www.exergoecology.com/>

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (Boletín Oficial de la Universidad de La Laguna de 23 de junio de 2022), o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación o Modificación vigente.

La evaluación de la asignatura se realizará mediante examen de convocatoria (50 %) y resolución de dos casos prácticos (50 %). El caso práctico 1 se evaluará mediante un informe escrito (30 %) y una presentación (10 %); en la presentación cada estudiante realizará una exposición oral de una síntesis del trabajo descrito en el informe y defenderá su contribución dentro del grupo de trabajo. El caso práctico 2 se evaluará mediante una presentación (10 %).

El examen de convocatoria evaluará toda la materia de la asignatura. El formato incluirá cuestiones (conceptos o pequeños cálculos) y problemas de desarrollo. En la resolución de estos problemas se valorará el desarrollo de los conceptos y fundamentos relacionados con la resolución, así como la capacidad de análisis de la validez de los resultados obtenidos.

En la resolución de los casos prácticos se evaluarán competencias transversales generales como pueden ser la expresión escrita (realización de informes), expresión oral (presentaciones, exposiciones), trabajo en grupo o autonomía.

La evaluación del idioma inglés se llevará a cabo en el informe del caso práctico 1 (abstract y conclusiones en inglés) y en las presentaciones de los casos prácticos 1 y 2.

**Evaluación continua:** entrega de los dos casos prácticos durante el desarrollo del cuatrimestre (40 % caso práctico 1 y 10 % caso práctico 2) y realización del examen de convocatoria (50 %)

**Evaluación única:** realización del examen de convocatoria (60 %) y del caso práctico 1 (40%) - entrega de informe (30%) y presentación (10 %).

### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
----------------	--------------	-----------	-------------



Pruebas de desarrollo	[CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]	Examen de convocatoria	50,00 %
Trabajos y proyectos	[CB10], [CB9], [CG8], [TEM3], [TI5], [TI3]	Caso práctico 1 (40%). Informe (30%) y presentación (10%) Caso práctico 2 (10%): Presentación (10%)	50,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

Como consecuencia del aprendizaje de la asignatura, el alumnado adquiere los siguientes conocimientos y capacidades:

- Conocimiento del impacto de las irreversibilidades de los procesos termodinámicos sobre la eficiencia y la economía de los mismos
- Capacidad para diagnosticar fuentes de irreversibilidad termodinámica y proponer sugerencias de mejora
- Capacidad para desarrollar cálculos relativos a la distribución de costes exergéticos y económicos a lo largo del proceso productivo de una instalación industrial
- Conocimiento de técnicas útiles para la optimización y el diseño de procesos

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

La distribución de los temas por semana es orientativa, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

En las tres primeras semanas se realizará un repaso sobre análisis exergético mediante la resolución de problemas tipo. Asimismo, se planteará un sistema básico de cogeneración para introducir los conceptos elementales sobre análisis termoeconómico.

En las siguientes siete semanas (semanas 4 a 10) se desarrollará la resolución del caso práctico 1, tanto por parte del profesor (clases magistrales) como por parte del alumnado (trabajo autónomo). En las semanas 11 y 12 se desarrollará un problema relativo a una central térmica de vapor.

En las dos últimas semanas (semanas 13 y 14) se desarrollará el caso práctico 2 y se realizarán las presentaciones de los casos prácticos.

Se realizarán tutorías en las semanas 7, 10 y 14.

### Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1	Problemas de repaso de análisis exergético Formación de grupos de trabajo	3.00	3.00	6.00

Semana 2:	Tema 1 Tema 2 Tema 3	Problemas de repaso de análisis exergetico Resolución de un problema relativo al análisis termoeconómico de un sistema de cogeneración simple	3.00	3.00	6.00
Semana 3:	Tema 2 Tema 3	Resolución de un problema relativo al análisis termoeconómico de un sistema de cogeneración simple	3.00	4.00	7.00
Semana 4:	Tema 1	Inicio de la resolución del caso práctico 1: hipótesis, consideraciones iniciales y parámetros de optimización; determinación de las potencias exergeticas de los flujos del sistema	3.00	4.00	7.00
Semana 5:	Tema 1	Resolución del caso práctico 1: determinación de las potencias exergeticas de los flujos del sistema; destrucción de exergetia en los equipos del sistema	3.00	4.00	7.00
Semana 6:	Tema 2	Resolución del caso práctico 1: análisis de costes exergeticos; definición de coste exergetico y coste exergetico unitario; balance de costes exergeticos; definición FPL; relaciones auxiliares	3.00	4.00	7.00
Semana 7:	Tema 2 Tutoría	Resolución del caso práctico 1: análisis de costes exergeticos; expresiones para los costes exergeticos; análisis de resultados; análisis alternativo de imputación de costes (pérdidas asignadas a la cámara de combustión) Tutoría: revisión de lo realizado hasta el momento en el caso práctico	4.00	4.00	8.00
Semana 8:	Tema 3	Resolución del caso práctico 1: análisis de costes exergoeconómicos; balance de costes exergoeconómicos; costes fijos; costes de adquisición de equipos	3.00	4.00	7.00
Semana 9:	Tema 3 Tema 4	Resolución del caso práctico 1: análisis de resultados y guía para la modificación de los parámetros de optimización	3.00	4.00	7.00
Semana 10:	Tema 3 Tema 4 Tutoría	Resolución del caso práctico 1: análisis de resultados y guía para la modificación de los parámetros de optimización; aspectos relacionados con el modelo económico Tutoría para el cierre del caso práctico 1	4.00	4.00	8.00

Semana 11:	Tema 3 Tema 4	Resolución de un problema relativo a una central térmica de vapor (metodología Agüera-Soriano)	2.00	4.00	6.00
Semana 12:	Tema 3 Tema 4	Resolución de un problema relativo a una central térmica de vapor (metodología alternativa)	2.00	4.00	6.00
Semana 13:	Tema 5	Análisis de casos específicos Resolución caso práctico 2	3.00	4.00	7.00
Semana 14:	Tema 5 Tutoría Presentaciones casos prácticos	Análisis de casos específicos Tutoría (caso práctico 2 y final asignatura)	4.00	8.00	12.00
Semana 15:	Semanas 15 a 16	Evaluación y trabajo autónomo del alumnado	2.00	9.50	11.50
Semana 16 a 18:			0.00	0.00	0.00
Total			45.00	67.50	112.50