



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales



# ANX-PR/CL/001-01 GUÍA DE APRENDIZAJE

**ASIGNATURA**

**53002033 - Termoeconomía**

**PLAN DE ESTUDIOS**

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

**CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE**

2022/23 - Segundo semestre

## **Índice**

---

### **Guía de Aprendizaje**

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53002033 - Termoeconomía
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Cristina Montalvo Martin (Coordinador/a)		cristina.montalvo@upm.es	- -

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Máster Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Termodinámica

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

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

CE17 - Comprender los procesos que integran el ciclo de vida de los procesos energéticos, desde la obtención del recurso primario, hasta su desmantelamiento, y su integración en la economía circular.

CE18 - Entender la optimización de costes en una empresa: coste marginal, coste medio, coste hundido, coste de oportunidad, aplicados al sector de la energía. Analizar costes en el sector de la energía.

CE2 - Analizar y establecer criterios de mejora energética y económica en instalaciones de generación y de consumo, incluyendo el sector transportes, conducente al diseño de alternativas más eficientes y con menor impacto ambiental.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas.

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

CT13 - Planifica. Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

CT14 - Idea. Creatividad.

CT3 - Diseña. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.

CT5 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CT7 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente.

CT9 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA34 - Analizar y evaluar un sistema energético desde una dimensión energética, exergética, medio ambiental y económica.

RA53 - Modelizar y simular un sistema energético complejos

RA35 - Comprender e identificar las conexiones entre los parámetros de diseño y operación de los sistemas energéticos con sus dimensiones energética, exergética, medio ambiental y económica.

RA62 - Analizar y evaluar un sistema energético desde una dimensión energética y económica.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El alumno aprende con esta asignatura a realizar un análisis exergético y termoeconómico de un proceso industrial, a identificar desde el punto de vista termodinámico y de coste económico las contribuciones de los distintos equipos y corrientes al coste de los productos generados, pudiendo así tomar decisiones sobre la conveniencia, o no, de modificaciones del proceso para su optimización energética y/o económica.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema1. Simulación de procesos industriales con ASPEN Plus
2. Tema 2. Cálculo de exergia, energía y materia de corrientes. Balances de materia, energía y exergía.
3. Tema 3. Análisis Recurso, producto y residuos. Cálculo rendimiento exergético.
4. Tema 4. Cálculo de costes exergéticos.
5. Tema 5. Cálculo de costes fijos y costes termoeconómicos
6. Tema 6. Cálculo de sobrecostes.

## 6. Cronograma

---

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
2		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
3		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
4		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
5		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
6		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
8		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
9		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
10		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
11		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
12		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Ejercicios de clase a entregar por Moodle. Habrá más o menos un ejercicio por tema</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00

13		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
14		<b>Clases teórico-prácticas con PCs</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Trabajo. Cálculos e Informe</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 30:00
15				<b>Trabajo. Presentación oral</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
16				
17				<b>Examen Final práctico. Se realiza con ordenador y consiste en aplicar el temario a una instalación / proceso.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Ejercicios de clase a entregar por Moodle. Habrá más o menos un ejercicio por tema	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	25%	/ 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CT1 CT3 CT5 CT9 CT11 CT14 CE2 CE17
14	Trabajo. Cálculos e Informe	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	30:00	50%	/ 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CB9 CT1 CT3 CT5 CT7 CT9 CT11 CT14 CE2 CE17
15	Trabajo. Presentación oral	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	25%	/ 10	CB9 CT7 CT14

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final práctico. Se realiza con ordenador y consiste en aplicar el temario a una instalación / proceso.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CB9 CT1 CT3 CT5 CT7 CT9 CT11 CT14 CE2 CE17

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final práctico. Se realiza con ordenador y consiste en aplicar el temario a una instalación / proceso.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CB9 CT1 CT3 CT5 CT7 CT9 CT11 CT14 CE2 CE17

## 7.2. Criterios de evaluación

El método de **evaluación continua** consta de:

- **Ejercicios de clase: 25 %** de la calificación. La teoría que se va explicando en clase se va aplicando por medio de ejercicios o simulaciones que se realizan con el PC. Al finalizar la clases, los estudiantes entregarán esos ejercicios por Moodle. Habrá que entregar un ejercicio al finalizar cada tema.
- **Proyecto grupal - Informe: 50 %** de la calificación. Proyecto a realizar por equipos que incluirá la entrega de un archivo excel, una simulación en ASPEN y un informe breve del trabajo realizado.
- **Proyecto grupal - Exposición oral: 25 %** Exposición del trabajo realizado

La evaluación continua consta de 3 partes: los ejercicios de clase, el trabajo en grupo y la exposición oral del trabajo.

El método de **evaluación final (Convocatoria ordinaria y extraordinaria)**, consiste en un examen 100% de la nota. En el examen se aplican los conceptos vistos en clase al análisis de un proceso, utilizando el ordenador, de manera similar a los ejercicios realizados durante el curso. Se pueden utilizar apuntes escritos, pero no se puede utilizar ningún archivo, ni contacto con el exterior. El examen final también tendrá una parte oral.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Diapositivas	Recursos web	
Aula de informática	Equipamiento	
Libro de la asignatura.	Bibliografía	Termoeconomía y optimización energética. Fundación Gómez Pardo. ETSIME.
Artículos	Recursos web	www.sciencedirect.com

escritorio remoto upm	Equipamiento	<a href="https://escritorio.upm.es">https://escritorio.upm.es</a> . Conexión en remoto a las aulas de informática de la UPM para poder acceder al software utilizado en clase
Moodle de la asignatura	Recursos web	En la moodle de la asignatura está todo el material necesario para seguir las clases

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura es eminentemente práctica. Todas las sesiones se realizan en aula de informática.

Se aplica el temario del libro al análisis de dos procesos: uno que será el analizado por toda la clase de manera presencial para aplicar los conceptos teóricos explicados al inicio de cada sesión, y otro que será analizado como trabajo grupal.

El trabajo grupal lo eligen los alumnos a partir de un artículo de [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) o información de un TFE o aceptan las propuestas que realiza el profesor.

Las clases comienzan realizando una simulación del proceso utilizando Aspen Plus.

En el resto de clases, se utiliza Microsoft Excel y álgebra matricial. De esta manera, las ecuaciones utilizadas pueden aplicarse a un sistema de cualquier complejidad..

Con los datos termodinámicos obtenidos del simulador, se realiza el cálculo de las exergías de las corrientes, y posteriormente los balances de materia, energía y exergía.

A partir de la exergía se realiza el balance de coste exergético.

Posteriormente se realiza una estimación de costes de equipos y con toda la información recopilada hasta este momento se realiza el análisis termoeconómico, obteniendo los costes de todas las corrientes del proceso.

Finalmente se indica cómo realizar un análisis de los resultados, haciendo uso de indicadores termoeconómicos.

La penúltima sesión se deja para que los alumnos puedan trabajar en equipo en clase y así preguntar las dudas al profesor en el aula.

La última sesión se deja para hacer la presentación oral del trabajo.

Respecto al software utilizado en clase:

- Aspen Plus : Para simular el proceso y obtener los datos termodinámicos requeridos.
- Microsoft Excel: para realizar los cálculos matriciales. Resto de sesiones.