



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

**55000708 - Operaciones De Separacion Ii**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	55000708 - Operaciones de Separacion II
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Santos Galan Casado (Coordinador/a)	Tec. Quím. 205	santos.galan@upm.es	Sin horario. Pedir cita

\* 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

- Operaciones De Separacion I
- Mecanica De Fluidos I
- Transferencia De Calor
- Mecanica De Fluidos Ii

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

- Química física

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE21G - Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valoración y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

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

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

CG8 - Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés-castellano).

CG9 - Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA570 - EUR-ACE RA 2.2 - La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales

RA568 - EUR-ACE RA 1.2 - Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería propias de su especialidad, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos

RA569 - EUR-ACE RA 2.1 - La capacidad de analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente los resultados de dichos análisis.

RA379 - Análisis, diseño y optimización de operaciones industriales de separación por transferencia de materia.

RA380 - Elaboración de documentos técnicos a nivel de ingeniería básica.

RA381 - Uso de programas profesionales de diseño.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura presenta las principales operaciones básicas de separación en ingeniería química habitualmente modeladas y controladas por la transferencia de materia. Para ello, en la primera parte se desarrollan los conocimientos necesarios relativos a la difusión en sistemas multicomponente. La orientación es de tipo práctico, basada en el cálculo y diseño de las unidades, con diferentes grados de profundidad. En función del número de alumnos, se utilizan programas que implementan modelos cinéticos de cálculo.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Difusión molecular
  - 1.1. Definiciones. Formulaciones de Fick y Maxwell-Stefan
  - 1.2. Difusión binaria
  - 1.3. Estimación de difusividades
  - 1.4. Ecuaciones de conservación en sistemas multicomponente
  - 1.5. Difusión en sólidos
2. Transferencia en interfases
  - 2.1. Coeficientes de transferencia de materia y condiciones de determinación
  - 2.2. Teoría de la película
  - 2.3. Transferencia simultánea de materia y energía
  - 2.4. Transferencia en régimen turbulento. Analogías
3. Operaciones de separación controladas por velocidad de transferencia
  - 3.1. Absorción
  - 3.2. Columnas de relleno
  - 3.3. Adsorción
  - 3.4. Separaciones con membranas
  - 3.5. Secado
  - 3.6. Cristalización

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			
2	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			
3	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			<b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
4	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			
5	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			
6	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			<b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
7	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 02:10 AIV: Aula invertida			
8	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			
9	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 02:10 AIV: Aula invertida			
10	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			<b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
11	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			
12	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 02:10 AIV: Aula invertida			

13	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:20 AIV: Aula invertida			
14	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 02:10 AIV: Aula invertida			<b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00  <b>Ejercicio de simulación</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
15				
16				
17				<b>Examen final</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.

## 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
3	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G
6	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G
10	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G
14	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9

							CE21G
14	Ejercicio de simulación	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	5%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G

## 7.2. Criterios de evaluación

1. Los conocimientos adquiridos en la asignatura se evalúan de forma progresiva durante el curso, y de forma global, cuando finaliza, en las convocatorias ordinaria y extraordinaria.
2. La evaluación progresiva consta de cinco exámenes que se desarrollan durante el curso en los días indicados en el calendario de esta guía. Cuatro de ellos son escritos mientras que el último supone el uso de un simulador de procesos en el ordenador:
3. Exámenes escritos:
  - Los cuatro exámenes escritos consisten en ejercicios de cálculo y cuestiones teóricas de respuesta corta o tipo test. Las respuestas \*de test\* incorrectas restan puntos (cerca de una cuarta parte de lo que suman las correctas). Se dispone de un formulario para las numéricas. Las preguntas numéricas serán similares o relacionadas con la colección de fichas, problemas resueltos en clase o en vídeos. Las cuestiones teóricas se referirán al contenido de los apuntes. Se espera que el estudiante tenga la capacidad para interpretar un enunciado técnico y reconocer en él los conocimientos citados.
  - La duración de los exámenes escritos es de una hora y reparten los temas del curso, con una ponderación de 2.5 puntos cada uno:
    1. Difusión molecular y binaria. Ecuaciones de cambio
    2. Transferencia en interfases, régimen turbulento y membranas
    3. Absorción y columnas de relleno
    4. Adsorción, difusión en sólidos, cristalización y secado
  - Los exámenes finales durarán 2 horas.
  - Durante los exámenes, sólo se permitirá el uso de \*calculadoras no programables de una o dos líneas de pantalla\*.
4. Examen de simulación:
  - Este ejercicio consiste en el cálculo de una columna de destilación multicomponente, incluyendo la parte hidráulica, mediante modelos de equilibrio utilizando un simulador de procesos comercial (Aspen Plus).
  - El programa estará disponible a través de la infraestructura de escritorios virtuales de la universidad (escritorio.upm.es).
  - Las clases de simulación se impartirán mediante vídeos que el estudiante debe estudiar. A lo largo del curso se realizarán ejercicios en clase para resolver dudas y consolidar conocimientos, pero que requieren el trabajo previo citado.
  - El ejercicio de simulación se realizará, probablemente, en la última clase del curso y su valoración es 0.5 puntos.
5. La calificación final se obtiene como una suma ponderada de las diversas pruebas, que difiere en función de ser mediante evaluación progresiva o en las pruebas globales. Siendo:

- $E_p$  la nota media (aritmética) de los exámenes parciales escritos,  $E_o$  la obtenida en la prueba global ordinaria y  $E_e$  en la extraordinaria, cuyo máximo valor en todos los casos es 10.
- $E_s$  la nota del ejercicio de simulación, que sólo se puede obtener durante el curso, en función de su carácter suplementario, y cuyo máximo valor es 0,5.

la calificación se obtiene en la convocatoria ordinaria de acuerdo con el cálculo:

- Por evaluación progresiva:  $\max(E_p + E_s, 10)$
- Por prueba global:  $\max(E_p + E_s, E_o, \min(E_o + \min(E_p/2, 2), 5), 10)$

6. Obsérvese que un alumno que supere la asignatura mediante evaluación progresiva puede presentarse al examen final para aumentarla, utilizándose la máxima de las dos obtenidas.
7. La calificación en la convocatoria extraordinaria se obtiene con la siguiente expresión:  
 $\max(E_e, \min(E_o + \min(E_p/2, 2), 5), 10)$ .
8. Los exámenes parciales no son liberatorios. Si no se alcanza la calificación final de 5 tras los exámenes parciales (junto con el trabajo de clase), en los finales se examinará del temario de toda la asignatura. Por otro lado, esto no significa partir de cero, ya que en la calificación se tiene en cuenta el trabajo realizado durante el curso de manera proporcional al resultado de los exámenes.
9. Las calificaciones no se conservan para cursos de años posteriores.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página de la asignatura en Moodle	Recursos web	Apuntes, colección de problemas y exámenes, vídeos educativos y programas profesionales de cálculo
Aspen Plus	Otros	Simulador de procesos