

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G781 - Procesos de Separación

Grado en Ingeniería Química  
Obligatoria. Curso 3

Curso Académico 2023-2024

### 1. DATOS IDENTIFICATIVOS

|                       |  |                  |                   |                      |                      |
|-----------------------|--|------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Título/s              | Grado en Ingeniería Química  |                  |                   | Tipología y Curso    | Obligatoria. Curso 3 |
| Centro                | Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación  |                  |                   |                      |                      |
| Módulo / materia      | MATERIA BALANCES, BIOTECNOLOGÍA, SEPARACIÓN, INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA, DISEÑO DE REACTORES, VALORIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE RECURSOS<br>MÓDULO FORMACIÓN OBLIGATORIA. QUÍMICA INDUSTRIAL |                  |                   |                      |                      |
| Código y denominación | G781 - Procesos de Separación  |                  |                   |                      |                      |
| Créditos ECTS         | 6  | Cuatrimestre     | Cuatrimestral (1) |                      |                      |
| Web                   |  |                  |                   |                      |                      |
| Idioma de impartición | Español  | English friendly | Sí                | Forma de impartición | Presencial           |

|                      |  |
|----------------------|--|
| Departamento         | DPTO. INGENIERIAS QUIMICA Y BIOMOLECULAR   |
| Profesor responsable | MANUEL ALVAREZ GUERRA  |
| E-mail               | manuel.alvarezg@unican.es  |
| Número despacho      | E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Planta: - 2. DESPACHO PROFESORADO (S2011) |
| Otros profesores     | MARIA FRESNEDO SAN ROMAN SAN EMETERIO  |

### 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Se requieren conocimientos básicos de balances de materia y energía en Ingeniería Química, así como de termodinámica y transmisión de calor. También se recomienda que los estudiantes dispongan de los conocimientos básicos de fundamentos matemáticos, física, química e informática del primer curso de la titulación.

### 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

|   |
|---|
| Competencias Genéricas  |
| Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.  |
| Competencias Específicas  |
| Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos. |
| Competencias Transversales  |
| Resolución de problemas.  |
| Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.  |
| Capacidad de análisis y síntesis.   |

### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Que el estudiante conozca los principales tipos de procesos de separación, comprenda sus fundamentos y sea capaz de seleccionar el más adecuado en función de las características y propiedades de la mezcla a separar.
- Que el estudiante identifique las principales características de los equipos utilizados en diferentes procesos de separación de interés en Ingeniería Química.
- Que el estudiante sea capaz de manejar las fuentes de información adecuadas para obtener la información bibliográfica indispensable de propiedades físico-químicas de compuestos y de equilibrio entre fases para la resolución de problemas de procesos de separación.
- Que el estudiante sea capaz de resolver problemas de procesos de separación de interés industrial manejando de forma adecuada métodos gráficos, analíticos y/o software avanzado de simulación de procesos químicos.

### 4. OBJETIVOS

- Adquirir una visión global de los procesos de separación.
- Comprender los fundamentos de diferentes procesos de separación de interés en Ingeniería Química
- Comprender y aplicar métodos de análisis y diseño de procesos de separación basados en etapas de equilibrio y en modelos de transferencia de materia.
- Manejar las herramientas matemáticas requeridas para el cálculo y diseño de procesos de separación y resolver problemas de interés industrial.

**5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES**

| ACTIVIDADES                                   | HORAS DE LA ASIGNATURA |
|---|------------------------|
| <b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>               |                        |
| HORAS DE CLASE (A)                            |                        |
| - Teoría (TE)                                 | 30                     |
| - Prácticas en Aula (PA)                      |                        |
| - Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)  |                        |
| - Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO) | 30                     |
| - Prácticas Clínicas (CL)                     |                        |
| Subtotal horas de clase                       | 60                     |
| <b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>         |                        |
| - Tutorías (TU)                               | 15                     |
| - Evaluación (EV)                             | 8                      |
| Subtotal actividades de seguimiento           | 23                     |
| <b>Total actividades presenciales (A+B)</b>   | <b>83</b>              |
| <b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>            |                        |
| Trabajo en grupo (TG)                         | 37                     |
| Trabajo autónomo (TA)                         | 30                     |
| Tutorías No Presenciales (TU-NP)              |                        |
| Evaluación No Presencial (EV-NP)              |                        |
| <b>Total actividades no presenciales</b>      | <b>67</b>              |
| <b>HORAS TOTALES</b>                          | <b>150</b>             |

| 6. ORGANIZACIÓN DOCENTE |   |      |      |      |       |      |      |      |      |      |           |           |        |
|-------------------------|---|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-----------|-----------|--------|
| CONTENIDOS              |   | TE   | PA   | PLE  | PLO   | CL   | TU   | EV   | TG   | TA   | TU-<br>NP | EV-<br>NP | Semana |
| 1                       | Tema 1: Introducción a los procesos de separación. Presentación, desarrollo del curso y bibliografía. Mecanismos de separación. Modos de operación. Factor de separación. Selección de procesos de separación.  | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 3,00 | 1,00 | 0,00      | 0,00      | 1-2    |
| 2                       | Tema 2: Fundamentos de procesos por etapas de equilibrio. Terminología y generalidades de una etapa de equilibrio. Equilibrio entre fases. Ejemplos.  | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 1,00 | 0,00      | 0,00      | 2-3    |
| 3                       | SEPARACIÓN POR CREACIÓN DE FASE<br>Tema 3: Rectificación en continuo. Definición. Introducción. Rectificación binaria en continuo: método de McCabe-Thiele. Rectificación multicomponente en continuo: método Fenske-Underwood-Gilliland, resolución rigurosa utilizando simuladores de procesos. Tipos de equipos y consideraciones de diseño. Tema 4: Destilación. Definición. Tipos de destilación. Destilación flash. Destilación diferencial.                                | 9,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 2,00 | 1,50 | 6,00 | 5,00 | 0,00      | 0,00      | 4-8    |
| 4                       | SEPARACIÓN POR ADICIÓN DE FASE<br>Tema 5: Absorción. Definición. Equipamiento. Diseño de una columna de absorción. Métodos para determinación del nº de etapas: método McCabe-Thiele. Método de Kremser para absorción y desorción multicomponente. Tema 6: Extracción Líquido-Líquido. Definición. Equipamiento. Consideraciones generales de diseño. Extracción en una etapa. Extracción en sistemas de múltiple etapa: métodos para calcular el nº de etapas.                  | 9,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 2,00 | 1,50 | 5,00 | 4,00 | 0,00      | 0,00      | 8-12   |
| 5                       | Tema 7: Separaciones que involucran una fase sólida. Lixiviación o extracción sólido-líquido. Cristalización. Secado de sólidos.  | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00      | 0,00      | 13     |
| 6                       | Tema 8: Operación en columnas de relleno usando modelos de transferencia de materia. Introducción. Aplicación a absorción/stripping. Aplicación a rectificación.  | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00  | 0,00 | 1,00 | 0,50 | 2,00 | 2,00 | 0,00      | 0,00      | 14-15  |
| 7                       | CASO DE ESTUDIO (I): SEPARACIÓN POR RECTIFICACIÓN EN CONTINUO<br>Tarea 1: Datos de Equilibrio Líquido-Vapor (VLE). Obtención de los datos de equilibrio líquido-vapor: simulados y experimentales.<br>Tarea 2: Resolución mediante método gráfico McCabe-Thiele.<br>Tarea 3: Resolución mediante simulador de procesos. Resolución utilizando ChemSep. Estudio de influencia de variables.<br>Tarea 4: Mejora de la separación: obtención de producto destilado de mayor riqueza. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,00 | 0,00 | 4,00 | 2,00 | 9,00 | 8,00 | 0,00      | 0,00      | 2-8    |

|   |   |              |             |             |              |             |              |             |              |              |             |             |      |
|---|---|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------|
| 8   | CASO DE ESTUDIO (II y III): SEPARACIÓN POR ADICIÓN DE FASE<br>Caso de estudio (II): Absorción de CO <sub>2</sub> .<br>Tarea 5: Resolución mediante métodos gráficos.<br>Tarea 6: Resolución mediante simulador de procesos. Resolución utilizando ChemSep. Estudio de influencia de variables.<br>Caso de estudio (III): Extracción líquido-líquido.<br>Tarea 7: Datos de equilibrio líquido-líquido y extracción de ácido acético en contacto sencillo.<br>Tarea 8: Extracción de ácido acético en contacto múltiple en contracorriente. | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 14,00        | 0,00        | 4,00         | 2,00        | 9,00         | 8,00         | 0,00        | 0,00        | 9-15 |
| <b>TOTAL DE HORAS</b>                         |   | <b>30,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>30,00</b> | <b>0,00</b> | <b>15,00</b> | <b>8,00</b> | <b>37,00</b> | <b>30,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |      |
| Esta organización tiene carácter orientativo. |   |              |             |             |              |             |              |             |              |              |             |             |      |

|       |  |
|-------|--|
| TE    | Horas de teoría                                |
| PA    | Horas de prácticas en aula                     |
| PLE   | Horas de prácticas de laboratorio experimental |
| PLO   | Horas de prácticas de laboratorio en ordenador |
| CL    | Horas de prácticas clínicas                    |
| TU    | Horas de tutoría                               |
| EV    | Horas de evaluación                            |
| TG    | Horas de trabajo en grupo                      |
| TA    | Horas de trabajo autónomo                      |
| TU-NP | Tutorías No Presenciales                       |
| EV-NP | Evaluación No Presencial                       |

## 7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

| Descripción   | Tipología  | Eval. Final | Recuper. | %             |
|---|--|-------------|----------|---------------|
| Prueba 1  | Examen escrito   | No          | Sí       | 40,00         |
| Calif. mínima   | 5,00   |             |          |               |
| Duración  | 2-3 horas  |             |          |               |
| Fecha realización   | Semana 8   |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Examen final en la fecha establecida por el Centro.  |             |          |               |
| Observaciones   | La calificación global de esta prueba será la suma de la nota de Teoría (5 puntos) y Prácticas (5 puntos). |             |          |               |
| Resolución de Casos de Estudio de Procesos de Separación (I)  | Trabajo  | No          | Sí       | 10,00         |
| Calif. mínima   | 0,00   |             |          |               |
| Duración  |  |             |          |               |
| Fecha realización   | Semana 8 entrega y presentación de los casos correspondientes  |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Examen final en la fecha establecida por el Centro.  |             |          |               |
| Observaciones   |  |             |          |               |
| Prueba 2  | Examen escrito   | Sí          | Sí       | 40,00         |
| Calif. mínima   | 5,00   |             |          |               |
| Duración  | 2-3 horas  |             |          |               |
| Fecha realización   | Coincidiendo con el examen final en convocatoria ordinaria   |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Examen final global en convocatoria extraordinaria en la fecha establecida por el Centro.                  |             |          |               |
| Observaciones   | La calificación global de esta prueba será la suma de la nota de Teoría (5 puntos) y Prácticas (5 puntos). |             |          |               |
| Resolución de Casos de Estudio de Procesos de Separación (II)   | Trabajo  | No          | Sí       | 10,00         |
| Calif. mínima   | 0,00   |             |          |               |
| Duración  |  |             |          |               |
| Fecha realización   | Semana 15 entrega y presentación de los casos correspondientes   |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Examen final en la fecha establecida por el Centro.  |             |          |               |
| Observaciones   |  |             |          |               |
| <b>TOTAL</b>  |  |             |          | <b>100,00</b> |
| <b>Observaciones</b>  |  |             |          |               |
| La evaluación continua se basa en la realización de las pruebas 1 y 2, y la presentación de los casos de estudio planteados. Los estudiantes también tendrán la opción de superar la asignatura realizando el examen final en las fechas establecidas por el Centro.  |  |             |          |               |
| En la convocatoria ordinaria la asignatura quedará SUPERADA O SUSPENDIDA EN SU TOTALIDAD. Los estudiantes que tengan suspensa la asignatura en el acta de la convocatoria ordinaria deberán examinarse de toda la asignatura en la convocatoria extraordinaria.   |  |             |          |               |
| <b>Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial</b>  |  |             |          |               |
| En el caso de que el estudiante a tiempo parcial no pueda participar regularmente en las actividades docentes, podría someterse a un único proceso de evaluación consistente en la entrega de los casos de estudio en el periodo ordinario de exámenes (20% de la calificación final) y la realización de la prueba final en la fecha establecida por el Centro (80% restante). |  |             |          |               |

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

| BÁSICA  |
|---|
| SEADER, J.D., HENLEY., E.J., ROPER, D. K. (2016). "Separation Process Principles: with applications using process simulators". 4th edition. Ed. Wiley, Hoboken, New Jersey.   |
| Mc CABE, W.L., SMITH, J.C., HARRIOTT, P. (2007) "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 7ª edición". Ed. McGraw-Hill, Madrid.   |
| MARTÍNEZ DE LA CUESTA, P.J., RUS MARTÍNEZ, E. (2004) "Operaciones de separación en ingeniería química: métodos de cálculo". Ed. Pearson Educación, Madrid.  |
| MARCILLA GOMIS, A. (1998) "Introducción a las Operaciones de Separación: cálculo por etapas de equilibrio". Publicaciones Universidad de Alicante, Alicante.  |
| Complementaria  |
| PERRY, R.H., GREEN, D.W., MALONEY, J.O. (2001). Manual del ingeniero químico (7ª ed., 4ª ed. en español). Ed. McGraw-Hill, Madrid. / Perry's chemical engineers' handbook 8th ed.(2007). Ed. McGraw-Hill, New York. |
| HENLEY, E.J., SEADER, J.D. (1988). Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química. Ed. Reverté. Barcelona.  |
| WANKAT, P.C. (2017). "Separation Process Engineering: Includes Mass Transfer Analysis". 4th edition. Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.   |
| OCÓN, J., TOJO,G. (1986). "Problemas de Ingeniería Química" (2 volúmenes). Ediciones Aguilar, Madrid.   |
| MARCILLA GOMIS, A. (2002) "Introducción a las Operaciones de Separación: contacto continuo". Publicaciones Universidad de Alicante, Alicante.   |
| MONTE SÁNCHEZ, F.J. (2019). Problemas resueltos de operaciones de separación. Ed. Paraninfo, Madrid.  |

## 9. SOFTWARE

| PROGRAMA / APLICACIÓN | CENTRO | PLANTA | SALA | HORARIO |
|-----------------------|--------|--------|------|---------|
| ChemSep               |        |        |      |         |

## 10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Comprensión escrita                 | <input type="checkbox"/> Comprensión oral |
| <input type="checkbox"/> Expresión escrita                              | <input type="checkbox"/> Expresión oral   |
| <input type="checkbox"/> Asignatura íntegramente desarrollada en inglés |   |

### Observaciones

Capacidad de comprender textos técnicos en inglés