



Universidad
de Huelva

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

GUIA DOCENTE

CURSO 2024-25

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre:

OPERACIONES BÁSICAS DE INGENIERÍA QUÍMICA I

Denominación en Inglés:

Unit Operations in Chemical Engineering I

Código:

606210211

Tipo Docencia:

Presencial

Carácter:

Obligatoria

Horas:

	Totales	Presenciales	No Presenciales
Trabajo Estimado	150	60	90

Créditos:

Grupos Grandes	Grupos Reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	1.86	0	0	0

Departamentos:

ING. QUIM., Q. FISICA Y C. MATERIALES

Áreas de Conocimiento:

INGENIERIA QUIMICA

Curso:

3º - Tercero

Cuatrimestre

Primer cuatrimestre

DATOS DEL PROFESORADO (*Profesorado coordinador de la asignatura)

Nombre:	E-mail:	Teléfono:
* Miguel Angel Delgado Canto	miguel.delgado@diq.uhu.es	

Datos adicionales del profesorado (Tutorías, Horarios, Despachos, etc...)

Despacho ETSI-P032

E-mail: miguel.dlgado@diq.uhu.es

Tutorías (ver información pública disponible en web ETSI
(<http://www.uhu.es/etsi/informacion-academica/informacion-comun-todos-los-titulos/horarios-2/>))

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

1. Descripción de Contenidos:

1.1 Breve descripción (en Castellano):

En esta asignatura se introduce el concepto de operación unitaria en los procesos químico-industriales y se repasan los aspectos más fundamentales de todas las operaciones básicas de la Ingeniería Química: propósito, mecanismo controlante, métodos de contacto, etc. Además, mediante esta asignatura el estudiante adquiere conocimientos sobre balances de materia y energía, y se profundizará en el estudio y diseño de las operaciones básicas basadas en la transferencia de calor.

En concreto, deben contemplarse los siguientes bloques temáticos aunque relacionados entre sí:

- Introducción a las Operaciones Básicas de la Ingeniería Química.
- Leyes fundamentales de conservación y transporte de las propiedades extensivas aplicadas a la resolución de balances de materia y energía de procesos industriales.
- Análisis, selección, diseño, cálculo y optimización de operaciones de acondicionamiento y separación basados en la transferencia de calor (evaporación, cristalización y secado).

1.2 Breve descripción (en Inglés):

The Unit Operation concept is going to be treated in this subject. We will studied in deep the most important unit operation

based on heat transfer, i.e., theories, control mechanisms, design methods, industrial equipments, etc. Moreover, students are going to develop skills about both mass and energy balances.

Particullary, this subject includes next topics:

- An introduction of Unit Operation in Chemical Engineering.
- Fundamental laws of extensive properties conservation aplied basically on resolution of mass and energy balances.
- Analysys, selection design, calculation and optimization of unit operation based on heat transfer.

2. Situación de la asignatura:

2.1 Contexto dentro de la titulación:

Es una asignatura de tercer curso, que engloba el estudio de las leyes fundamentales de conservación de materia y energía para el tratamiento macroscópico y microscópico de las transformaciones físico-químicas, y de operaciones unitarias de especial interés industrial basadas en la transferencia de calor. En ella se estudiarán los fundamentos básicos y ecuaciones de diseño, y se aplicarán las metodologías de cálculo necesarias para el diseño de operaciones básicas de Ingeniería Química basadas en la transferencia de calor.

Con el objeto de enmarcar de forma adecuada los contenidos de esta asignatura dentro del

contexto general de la titulación, debe considerarse, al menos de forma somera, las materias que guardan relación directa con las Operaciones Básicas de Ingeniería Química basadas en la transferencia de calor. En este sentido, es muy conveniente que el alumnado sepa, comprenda y sea capaz de aplicar las ecuaciones que gobiernan el flujo estacionario y transitorio de calor (contemplado en la asignatura Transmisión de Calor), así como las leyes fundamentales que rigen los fenómenos de transporte de cantidad de movimiento (tratado en la asignatura Flujo de Fluidos), lo que le va a permitir entender de una manera lógica los mecanismos que intervienen en las Operaciones Básicas que son objeto de esta asignatura.

2.2 Recomendaciones

Ésta es una asignatura que pretende avanzar en la aplicación práctica de los mecanismos de transferencia de calor y flujo de fluidos estudiados en las asignaturas de segundo curso. Por tanto, para asimilar convenientemente los contenidos y competencias de esta asignatura, el estudiante debe poseer conocimientos sobre el flujo de fluidos y fundamentalmente de transmisión de calor, que se adquieren en las asignaturas de "Flujo de Fluidos" y "Transmisión de Calor", respectivamente. Además, es recomendable que el estudiante se haya matriculado también de la asignatura de "Experimentación en Ingeniería Química" del tercer curso, donde se pondrán en evidencia a escala laboratorio los fundamentos teóricos de diversas operaciones unitarias estudiadas en esta asignatura.

Por otro lado, se recomienda cursar con posterioridad la asignatura optativa de 4º curso "Simulación de Operaciones Básicas", que consiste en una herramienta para el diseño y simulación, en modo estacionario o dinámico, de las operaciones unitarias integradas en los procesos de la industria química. La simulación de estas operaciones permite al alumno trabajar los modos de operación y comprobar cómo afectan las variables de proceso en la operación, muy útil como complemento de formación en la materia "Operaciones Básicas de Ingeniería Química".

3. Objetivos (resultado del aprendizaje, y/o habilidades o destrezas y conocimientos):

La asignatura "Operaciones Básicas de Ingeniería Química I" posibilita al alumno su primer contacto con las Operaciones Unitarias. En consecuencia, los objetivos docentes que se proponen alcanzar en esta asignatura y sobre los que va a versar el desarrollo de las competencias, son los siguientes:

- Adquirir una visión general de la Ingeniería Química con respecto a su significado, objetivos, fundamentos, métodos, herramientas y campos de aplicación.
- Aplicar los conocimientos fundamentales del transporte de las propiedades extensivas, de forma particularizada a los casos del transporte calor y cantidad de movimiento, para el cálculo y diseño de operaciones de separación.
- Aplicar los principios de conservación de las propiedades extensivas a la resolución de balances de materia y energía en los procesos industriales
- Evaluar y aplicar diferentes métodos de cálculo (numéricos y gráficos) para el dimensionado y optimización de las condiciones de operación de las unidades de separación basadas en la transferencia de calor, principalmente evaporación, cristalización y secado.

4. Competencias a adquirir por los estudiantes

4.1 Competencias específicas:

E01: 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

4.2 Competencias básicas, generales o transversales:

CB2: Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

G01: Capacidad para la resolución de problemas.

G03: Capacidad de organización y planificación.

G04: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

G14: Capacidad de gestión de la información en la solución de situaciones problemáticas.

CT2: Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.

CT4: Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2) en la práctica profesional.

CT3: Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.

5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

5.1 Actividades formativas:

- Sesiones de teoría sobre los contenidos del programa
- Sesiones de resolución de problemas
- Actividades Académicamente Dirigidas por el profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación....

5.2 Metodologías Docentes:

- Clase magistral participativa

- Resolución de problemas y ejercicios prácticos
- Tutorías individuales o colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes
- Evaluaciones y Exámenes

5.3 Desarrollo y Justificación:

Las actividades formativas que se realizarán para fomentar la adquisición de competencias y su evaluación serán:

- Sesiones académicas de teoría (2,9 créditos ECTS): Sesiones para todo el grupo de estudiantes en las que el profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia para ir construyendo el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma secuenciada y facilitar la interiorización de los aspectos conceptuales y metodológicos. En estas sesiones se fomentará la adquisición de las competencias E01, G03, G04, CB2, CB4 y CT3.
- Sesiones académicas de problemas (2,5 créditos ECTS): Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor resolverá ejercicios y problemas sobre los contenidos teóricos trabajados en cada tema y propondrá, igualmente, problemas para que sean resueltos por los alumnos. Estas sesiones están relacionadas con la adquisición de las competencias E01, G01, G04, G14, CT4.
- Resolución y entrega de problemas (0,6 créditos ECTS): Sesiones para grupos reducidos de estudiantes donde resolverán problemas y aplicarán de forma autónoma o en pequeños grupos los contenidos teóricos de la asignatura a casos prácticos de interés industrial. Se podrá hacer uso de las TICs y software especializado. Se propondrán turnos de discusión y análisis de los problemas, así como de las dudas planteadas con dicha actividad. Estas actividades estarían relacionadas con la adquisición de las competencias E01, G04, G14, CB2, CB4, CT1, CT2 y CT3.

6. Temario Desarrollado

BLOQUE I: BALANCES ESTACIONARIOS DE MATERIA Y ENERGÍA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

Tema I.1. INTRODUCCIÓN A LA CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES EXTENSIVAS FUNDAMENTALES Y A LAS OPERACIONES BÁSICAS

- 1.1. Principio de conservación de las propiedades extensivas fundamentales
- 1.2. Concepto de operación unitaria
- 1.3. Métodos de trabajo
- 1.4. Clasificación y descripción de las operaciones unitarias

Tema I.2. BALANCES ESTACIONARIOS DE MATERIA SIN REACCIÓN QUÍMICA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

- 2.1. Ecuación de conservación de la materia para procesos en régimen estacionario.

2.2. Problemas de balances estacionarios de materia en procesos industriales.

Tema I.3. BALANCES DE MATERIA CON REACCIÓN QUÍMICA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

3.1. Conceptos intrínsecos a las reacciones químicas utilizados en los balances de materia

3.2. Problemas de balances estacionarios de materia en procesos industriales que implican reacción química.

3.3. Problemas de balances de materia en procesos estacionarios con corrientes de derivación, recirculación y recirculación + purga.

Tema I.4. BALANCES ENTÁLPICOS EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

4.1. Ecuación general de balance de energía para sistemas abiertos en régimen estacionario.

4.2. Problemas de balances entálpicos en procesos industriales en régimen estacionario.

BLOQUE II. EVAPORACIÓN

Tema II.1. ASPECTOS BÁSICOS DE LA EVAPORACIÓN

1.1. Introducción

1.2. Objetivos de la evaporación.

1.3. Factores de proceso en la operación de evaporación

1.4. Coeficiente global de transmisión de calor.

1.5. La diferencia de temperatura disponible en evaporadores.

1.5.1. La elevación del punto de ebullición en disoluciones. El diagrama de Dühring.

1.5.2. El efecto de la carga hidrostática.

1.5. El diagrama entalpía-concentración de disoluciones.

1.6. Características de funcionamiento de un evaporador.

Tema II.2. MÉTODOS DE CÁLCULO DE EVAPORADORES

2.1. Modos de operación con evaporadores.

2.2. Evaporadores de efecto simple.

2.3. Evaporadores de efecto simple con compresión del vapor.

2.4. Evaporadores de múltiple efecto.

2.5. Variables de proceso en la operación de evaporación.

Tema II:3. TIPO Y SELECCIÓN DE EVAPORADORES INDUSTRIALES

3.1. Tipos de evaporadores.

3.2. Criterios de selección de evaporadores.

3.3. Equipos auxiliares.

BLOQUE III. CRISTALIZACIÓN

Tema III.1. ASPECTOS BÁSICOS DE LA CRISTALIZACIÓN

1.1. Introducción.

1.2. Objetivo de la cristalización.

1.3. Equilibrio y curvas de solubilidad.

1.4. Saturación y sobresaturación.

1.5. Teoría de la cristalización: Nucleación y Crecimiento de cristales.

Tema III.2 MÉTODOS DE CÁLCULO EN CRISTALIZACIÓN

2.1. Rendimiento: Balances de materia y energía en la cristalización.

2.2. Tratamiento matemático de la cristalización: Diseño de un cristalizador ideal MSMPR.

Tema III.3.. TIPO Y SELECCIÓN DE CRISTALIZADORES INDUSTRIALES

3.1. Cristalizadores industriales.

3.2. Efecto de las impurezas en la cristalización.

3.3. Consideraciones de diseño.

BLOQUE IV.SECADO

Tema IV.1. ASPECTOS BÁSICOS DEL SECADO DE SÓLIDOS

1.1. Introducción.

1.2. Objetivos del secado de sólidos.

1.3. Modos de operación con secaderos

1.4. Datos de equilibrio y termodinámicos.

Tema IV.2. MÉTODOS DE CÁLCULO DE SECADEROS DE SÓLIDO

2.1. Modos de operación con secaderos.

2.2. Balances de materia y entalpía en secaderos.

2.3. Etapas del proceso de secado: Curvas de velocidad de secado.

2.4. Ecuaciones de secado para diferentes secadores.

Tema IV.3. TIPO Y SELECCIÓN DE SECADEROS INDUSTRIALES

- 3.1. Tipos de secaderos de sólidos.
- 3.2. Criterios de selección de secaderos.
- 3.3. Consideraciones de diseño.

7. Bibliografía

7.1 Bibliografía básica:

Bibliografía básica:

- HIMMELBLAU D. (1984) "Principios y cálculos básicos de la Ingeniería Química". Editorial CECSA. México.
- FELDER R.H., ROUSSEAU, R.W., Bullard L.G.(2018). "Elementary Principles of Chemical Processes" (4ª Ed.). Editorial Wiley. México.
- CALLEJA G., GARCÍA F., DE LUCAS A., PRATS D., RODRÍGUEZ J.M. (1999) "Introducción a la Ingeniería Química". Editorial Síntesis. Madrid.
- COULSON, J.M., RICHARDSON, J.F. (2002) "Chemical Engineering (Vol. 2), Particle Technology and Separation Process". 5ª Edición. Butterworth Heinemann, Oxford.
- GEANKOPLIS C.J. (2003). "Transport Processes and Unit Operations". 4ª Edición. Prentice Hall, Boston.
- MARTÍNEZ P.J., RUS, E. (2004). "Operaciones de Separación en Ingeniería Química". Pearson Prentice Hall, Madrid.
- McCABE, W.L., SMITH, J.C., HARRIOT, P. (2007). "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química". 7ª Edición. McGraw Hill, México.
- HIPPLE, J. (2017). Chemical Engineering for Non-Chemical Engineers. AIChE, Wiley.
- COSTA LÓPEZ, J.C. (2007). Curso de Ingeniería Química. Editorial Reverte. Madrid.

Bibliografía más especializada:

- MINTON, P.E. (1986). "Handbook of Evaporation Technology". Noyes Publications, Nueva Jersey.
- MULLIN, J.W. (2001) "Crystallization", 4ª edición. Butterworth Heinemann, Oxford.
- MYERSON, A.S. (2002) "Handbook of Industrial Crystallization". Butterworth Heinemann, Boston.
- PERRY, R.H., GREEN, D.W., MALONEY, J.O. (Eds.). (2002). "Perry, Manual Del Ingeniero Químico". 6ª edición. McGraw Hill, México.
- KUDRA, T. Y MUJUMDAR, A.S. (2010). "Advanced Drying Technologies". 2ª edición, CRC/Taylor & Francis, Inglaterra.
- MUJUMDAR, A.S. (2015). "Handbook of Industrial Drying". 4ª edición, CRC/Taylor & Francis, Inglaterra

7.2 Bibliografía complementaria:

De forma complementaria a las referencias básicas especificadas anteriormente, se recomiendan al alumnado del tercer curso especialmente las referencias Costa López y col. (2007) y Calleja y col. (1999) como primer material de referencia sobre Ingeniería Química. En estas referencias se

expone una buena visión general e introductoria de los conceptos básicos de la Ingeniería Química, la Industria Química y las Operaciones Básicas, así como de los sistemas de magnitudes y unidades y la conversión de unidades. Por otro lado, Felder y Rousseau (1991), aportan una excelente visión del papel del Ingeniero Químico, de especial interés para entender las competencias que un Ingeniero Químico debe desarrollar durante su formación académica y desarrollo profesional.

Especialmente, se recomiendan las referencias Himmelblau (1984) y Felder y Rousseau (1991) para el estudio de los balances de materia y energía, ya que presentan de forma particular y detallada la resolución de multitud de casos particulares característicos de la industria química, y las referencias Coulson y Richardson (2002), Geankoplis (2003) y McCabe, Smith y Harriot (2007) para el estudio de las operaciones básicas de evaporación, cristalización y secado. También se recomienda por ser la más actualizada Hipple (2017). Otras referencias bibliográficas más específica de estas operaciones se han propuesto en el apartado anterior.

8. Sistemas y criterios de evaluación

8.1 Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento individual del estudiante

8.2 Criterios de evaluación relativos a cada convocatoria:

8.2.1 Convocatoria I:

Se realizará una evaluación continua con sistema de evaluación de la adquisición de las competencias (de tipo conocimientos, destrezas y habilidades) de la siguiente forma:

- Participación activa en las sesiones académicas (seguimiento individual del estudiante). Se valorará la actitud y trabajo diario en clase y en las actividades demandadas para trabajo no presencial. Se puntuará la realización de las lecturas recomendadas (metodología "flipped classroom") y los correspondientes cuestionarios de evaluación previos a la primera sesión presencial de cada unidad temática. Dichos cuestionarios se activarán automáticamente en Moodle y se realizarán presencialmente en cada sesión de inicio de una nueva unidad temática. Se evaluará la adquisición de las competencias G03, CB2, CB4, CT2, CT3. La calificación global de las actividades representará un 10% de la nota final de la asignatura.
- Seguimiento del trabajo desarrollado por los estudiantes en las Actividades Académicas Dirigidas (Defensa de Trabajos e Informes Escritos). Se valorará, la base conceptual adquirida, así como la metodología empleada, los resultados alcanzados y las conclusiones que se pongan de manifiesto en los trabajos autónomos o en pequeños grupos desarrollados. Igualmente, se valorará la aplicación de los conocimientos teóricos desarrollados en las clases y seminarios y la adecuación de la bibliografía consultada. Se evaluará la adquisición de las competencias E01, G01, G04, G14, CB2, CB4, CT2, CT3, CT4. La calificación global de las actividades representará un 20% de la nota final de la asignatura.
- Realización de pruebas parciales evaluables, donde el alumno expone la adquisición secuencial de las competencias de carácter teórico-práctico. Se fomentarán especialmente la adquisición de las competencias E01, G01, G04, G14, CB2, CB3. Se realizarán cuatro exámenes escritos teórico-prácticos, uno por cada bloque temático, con los siguientes porcentajes respecto al valor total de este criterio de evaluación: 40, 20, 20 y 20%. Ambos constarán de cuestiones teórico-prácticas y de problemas. La calificación global de los exámenes representará un 70 % de la calificación global de la asignatura.

IMPORTANTE: La obtención de una calificación inferior a 3,5 sobre 10 como promedio entre las pruebas parciales evaluables, inhabilitará la realización de media con el resto de criterios de evaluación y supondrá el suspenso de la asignatura en la convocatoria I.

8.2.2 Convocatoria II:

Para las convocatorias de septiembre se realizará un examen completo de la asignatura, independientemente que se hubiera aprobado alguna parte en la convocatoria I, que constará de cuestiones teórico-prácticas y de problemas, y se aprobará con una puntuación superior a 5 sobre

10.

8.2.3 Convocatoria III:

Para las convocatorias de diciembre se realizará un examen completo de la asignatura, independientemente que se hubiera aprobado alguna parte en la convocatoria I, que constará de cuestiones teórico-prácticas y de problemas, y se aprobará con una puntuación superior a 5 sobre 10.

8.2.4 Convocatoria extraordinaria:

Para las convocatorias de noviembre se realizará un examen completo de la asignatura, independientemente que se hubiera aprobado alguna parte en la convocatoria I, que constará de cuestiones teórico-prácticas y de problemas, y se aprobará con una puntuación superior a 5 sobre 10.

8.3 Evaluación única final:

8.3.1 Convocatoria I:

Aquellos estudiantes que no puedan realizar la evaluación continua y esté suficientemente justificado, podrán acogerse a una evaluación final. Para ello, deberá de notificarlo debidamente en las dos primeras semanas de clases al coordinador de la asignatura, de acuerdo con la normativa de evaluación vigente (artículo 8). En este caso, se realizará un único examen final que constará de cuestiones teórico-prácticas y de problemas que engloben toda la asignatura. El examen se aprobará con una puntuación superior a 5 sobre 10.

8.3.2 Convocatoria II:

se realizará un único examen final que constará de cuestiones teórico-prácticas y de problemas que engloben toda la asignatura. El examen se aprobará con una puntuación superior a 5 sobre 10.

8.3.3 Convocatoria III:

Mismo criterio que par ala convocatoria II

8.3.4 Convocatoria Extraordinaria:

Mismo criterio que par ala convocatoria II

9. Organización docente semanal orientativa:							
Fecha	Grupos Grandes	G. Reducidos				Pruebas y/o act. evaluables	Contenido desarrollado
		Aul. Est.	Lab.	P. Camp	Aul. Inf.		
11-09-2024	3	0	0	0	0		Tema I.1 y Tema I.2
16-09-2024	3	2	0	0	0		Tema I.2
23-09-2024	3	2	0	0	0		Tema I.2 y Tema I.3
30-09-2024	3	2	0	0	0		Tema I.3 y Tema I.4
07-10-2024	1.5	2.5	0	0	0	Ex.Parcial Bloque I y cuestionario previo TII.1	Tema I.4 y Tema II.1
14-10-2024	3	0	0	0	0	cuestionario previo TII.2	Tema II.2
21-10-2024	3	0	0	0	0		Tema II.2
28-10-2024	3	2	0	0	0	AAD Bloque II y cuestionario previo TII.3	Tema II.2 y Tema II.3
04-11-2024	3	2	0	0	0	Ex.Parcial Bloque II y cuestionario previo TIII.1 y TIII. 2	Tema III.1 y Tema III.2
11-11-2024	3	0	0	0	0		Tema III.2
18-11-2024	3	2	0	0	0	AAD Bloque III y cuestionario previo TIII.3	Tema III.2 y III.3
25-11-2024	3	2	0	0	0	Ex.Parcial Bloque III	
02-12-2024	1	0	0	0	0	cuestionario previo TIV.1 y TIV.2	Tema IV.1 y Tema IV.2
09-12-2024	3	0	0	0	0		Tema IV.2
16-12-2024	3	2	0	0	0	AAD Bloque IV y cuestionario previo TIV.3	Tema IV.2 y IIV.3
TOTAL	41.5	18.5	0	0	0		