



Asignatura: Laboratorio de Desarrollo Industrial
Código: 16559
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2017-2018
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1. ASIGNATURA / COURSE

LABORATORIO DE DESARROLLO INDUSTRIAL / PROCESS SCALE-UP

1.1. Código / Course number

16559

1.2. Materia / Content area

Laboratorio Integrado de Ingeniería Química

1.3. Tipo / Type of course

Obligatoria / Compulsory

1.4. Nivel / Level of course

Grado / Bachelor

1.5. Curso / Year of course

4⁰/ 4th

1.6. Semestre / Semester

1^o / 1st (Fall semester)

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also used in teaching material

1.8. Requisitos Previos / Prerequisites

Conocimientos previos recomendados: Balances de materia y energía. Fundamentos de operaciones básicas. Fundamentos de termodinámica y equilibrio de fases. Fundamentos de operaciones de transmisión de calor y de flujo de fluidos. Fundamentos de operaciones de separación. Fundamentos de Ingeniería de la Reacción Química. Fundamentos de Procesos y Producto.



Asignatura: Laboratorio de Desarrollo Industrial
Código: 16559
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2017-2018
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Asignaturas previas recomendadas: Haber superado las asignaturas Fundamentos de Ingeniería Química, Termodinámica de los Procesos Industriales, Ingeniería Energética y Transmisión de Calor, Ingeniería de Fluidos, Experimentación en Ingeniería, Experimentación en Ingeniería Química, Operaciones de Separación, Ingeniería de las Reacciones Homogéneas, Ingeniería de las Reacciones Heterogéneas, Ingeniería de Procesos y Producto, Análisis de Procesos Químico-Industriales e Ingeniería Ambiental.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

Asistencia obligatoria / **Attendance is mandatory**

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty Data**

Docente(s) / **Lecturer(s):** Carmen Belén Molina Caballero (coordinadora)
Departamento de / **Department of:** Química-Física Aplicada
Facultad / **Faculty:** Ciencias
Despacho - Módulo / **Office - Module:** 01.08.AU.602
Teléfono / **Phone:** +34 91 497 2878
Correo electrónico/**Email:** carmenbelen.molina@uam.es
Página web/**Website:** <http://www.uam.es/departamentos/ciencias/ingquim/>
Horario de atención al alumnado/Office hours: Previa petición de hora.

El resto del profesorado implicado en la asignatura puede consultarse en la página web del título:

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671470698/listadoCombo/Profesorado.htm>

1.11. Objetivos del curso / **Course Objectives**

El objetivo de la asignatura es el diseño de una instalación a escala industrial. Para ello se aplicarán los conocimientos adquiridos de Ingeniería Química alcanzados en el Grado a la resolución de un problema práctico de carácter profesional en el ámbito de la Ingeniería Química.



A través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, se busca conseguir que el estudiante, al finalizar el mismo, sea capaz de:

1. Aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas del Grado en Ingeniería Química a la resolución de problemas prácticos de carácter profesional en el ámbito de la Ingeniería Química (principalmente aquéllos referidos a las operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, ingeniería de procesos y producto, control e instrumentación y simulación de procesos).
2. Conocer y aplicar las normas de seguridad para el trabajo en laboratorio, en especial, las directamente relacionadas con el manejo de instalaciones y de sustancias químicas.
3. Elegir y operar los equipos adecuados para realizar una medida experimental directa, predecir el orden de magnitud de la medida y tener conciencia de la precisión de lectura. Integrar los equipos de medida en instalaciones hasta el nivel de planta piloto.
4. Planificar, montar y operar, individualmente o en grupo, una instalación que permita un estudio experimental para obtener información sobre un proceso.
5. Procesar, interpretar y correlacionar datos experimentales utilizando diagramas, gráficos y herramientas informáticas adecuadas de análisis de datos.
6. Analizar los resultados experimentales obtenidos, con especial atención al efecto de las variables de operación sobre la cinética del proceso.
7. Obtener parámetros que permitan el diseño y dimensionado de equipos. Predecir su comportamiento conforme a un modelo propuesto.
8. Saber aplicar los resultados obtenidos de planta piloto al dimensionado de una instalación a escala industrial, siguiendo criterios técnicos y económicos, de forma que el diseño cumpla especificaciones industriales.
9. Aplicar en los procesos estudiados procedimientos de simulación para su modelización así como su implementación en planos, proporcionando diagramas de flujo, control e instrumentación, diseño de equipos y servicios.
10. Elaborar un informe científico-técnico con un lenguaje y estructura adecuados que incluya procedimiento experimental, tratamiento y análisis crítico de resultados adecuadamente soportado en fuentes bibliográficas y las conclusiones del estudio realizado.
11. Presentar, argumentar y defender oralmente el trabajo realizado.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que



incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CG1. Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/351/2009 de 9 de febrero, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, en el campo de la Ingeniería Industrial.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos

CG6. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento

CG10. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar

CT1. Funcionar de forma efectiva, tanto de manera individual como en equipo

CT2. Utilizar distintos métodos para comunicarse de forma efectiva con la comunidad de ingenieros y con la sociedad en general.

CT3. Demostrar conciencia sobre la responsabilidad de la aplicación práctica de la Ingeniería, el impacto social y ambiental, y compromiso con la ética profesional, responsabilidad y normas de la aplicación práctica de la ingeniería.

CE21. Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.

CE22. Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos



Asignatura: Laboratorio de Desarrollo Industrial
Código: 16559
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2017-2018
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1.12. Contenidos del Programa / Course Contents

- Desarrollos prácticos en el laboratorio asociados a las asignaturas del Grado en Ingeniería Química.
- Diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada.
- Modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química: sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, control e instrumentación, operaciones de separación y reactores químicos.
- Empleo de datos experimentales de laboratorio y planta piloto en el diseño y escalado de operaciones industriales en procesos químicos.
- Modelización, evaluación técnico-económica y optimización de los procesos estudiados y su proyección en planos, incluyendo diseño de equipos, control e instrumentación y servicios auxiliares.

1.13 . Referencias de Consulta / Course bibliography.

Operaciones de separación/ Fluidodinámica / Eficacia de columnas:

- COULSON, J.M. y RICHARDSON, J.F.: Ingeniería Química. Operaciones Básicas. Ed. Reverté. Barcelona, 1988.
- McCABE, W.L.; SMITH, J.C. y HARRIOTT, P. Operaciones unitarias en ingeniería Química. Ed. McGraw-Hill. Madrid, 2007.
- SEADER, J.D. y HENLEY, E. J.: Separation Process Principles, Ed. John Wiley & Sons, 2006.

Ingeniería de la reacción química/ Diseño de reactores:

- WOODS, D.R. Rules of Thumb in Engineering Practice. Wiley-VCH, 2007.
- NAUMAN, E.B. Chemical Reactor, Design Optimization and Scaleup. Wiley, 2008.

Diseño de equipos / Escalado / Estimación de costes

- SINNOTT, RAY y TOWLER, G.: Diseño en Ingeniería Química. Ed. Reverté. Barcelona, 2012.
- ULRICH, G. D. y VASUDEVAN, P. T. Chemical Engineering. Process Design and Economics. Ed. Process Publishing, 2004.
- PERRY, R.H., y CHILTON, C.H.: Manual del Ingeniero Químico. Ed. McGraw-Hill, 2001.
- SEIDER, W.R. y SEADER J.D.: Product & Process Design Principles: Synthesis, Analysis And Evaluation. Wiley, 2009.



Asignatura: Laboratorio de Desarrollo Industrial
Código: 16559
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2017-2018
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

2 Métodos Docentes / Teaching methodology

Los estudiantes se dividen en grupos cuyo trabajo es tutorizado por un profesor. Se plantea un problema real que debe resolverse mediante experimentación en uno de los equipos a escala de planta piloto. Se trata de obtener datos experimentales a partir de los cuales proponer el diseño de una instalación a escala industrial. Se trabaja mediante la resolución de objetivos parciales: obtención de ecuaciones de diseño, escalado, costes y selección de equipo. Al comienzo del trabajo sólo se dispone de los manuales de uso de las instalaciones y la información que se proporciona en unas clases introductorias previas a las sesiones experimentales, que tratan diferentes aspectos generales sobre los contenidos propios de la asignatura y el trabajo a realizar. A partir de los conocimientos adquiridos en los años anteriores y las consultas bibliográficas necesarias, se ha de planificar el plan de experimentos, conducentes al diseño del equipo, todo ello supervisado por los profesores mediante las correspondientes tutorías. Una vez aprobado el proyecto de trabajo (que se presenta en un documento escrito), se pasa a realizar la experimentación. Los resultados experimentales obtenidos, así como los resultados más relevantes del diseño, escalado, evaluación técnico-económica y optimización del equipo se tratan en diversas tutorías. Una vez alcanzada la resolución del problema propuesto se prepara y entrega un plano, incluyendo diseño de equipos, control e instrumentación y servicios auxiliares. Finalmente, se realiza una defensa oral del trabajo realizado, para lo que se ha de preparar una exposición de 20 minutos, a la cual sigue un turno de preguntas por parte de dos profesores de la asignatura, uno de los cuales habrá sido su tutor. Finalmente, se realiza un examen escrito individual que tiene por objeto demostrar de manera individual por el alumno y afianzar los conocimientos adquiridos en la asignatura.

Por lo tanto, las actividades formativas desarrolladas en esta asignatura son las siguientes:

Clases prácticas en aula o seminarios: Los estudiantes recibirán información práctica sobre el desarrollo de las diferentes partes de esta asignatura (manejo de las instalaciones experimentales, diseño y escalado de reactores y diseño y escalado de columnas de separación, estimación de costes). Toda la información de las presentaciones estará a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle, con suficiente antelación.

Clases prácticas de laboratorio: Los alumnos se dividen en grupos. El alumno desarrolla y aplica procedimientos experimentales en el laboratorio. Los resultados obtenidos permiten la posterior resolución del problema propuesto en la asignatura. Es necesario el empleo de paquetes informáticos y/o



Asignatura: Laboratorio de Desarrollo Industrial
Código: 16559
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2017-2018
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

programas de simulación para realizar, a partir de resultados experimentales, el diseño, escalado y optimización económica del equipo.

Informes: Redacción de memorias en grupo relativas tanto a la planificación del trabajo experimental a realizar en el laboratorio como de los resultados obtenidos en las distintas etapas fijadas para realizar el diseño y escalado de equipos. En el informe final se presentará, además, un plano detallado de la instalación diseñada que presentará los lazos de control necesarios para su funcionamiento.

Tutorías: el profesor realiza un seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante reuniones periódicas con los diferentes grupos. En estas reuniones los estudiantes exponen los resultados más relevantes obtenidos en la consecución de los objetivos de cada reunión; se analizarán los métodos de cálculo empleados, se discutirán las conclusiones obtenidas y se establecerán las pautas para continuar el trabajo. Asimismo, se resolverán las dudas de los alumnos orientándolos sobre los métodos de trabajo más útiles para superar la asignatura.

Exposiciones orales: Los estudiantes, en grupo, exponen oralmente la planificación de su trabajo, los resultados obtenidos y los cálculos realizados para la resolución del problema propuesto, con el fin de desarrollar su capacidad de comunicación oral, concisión y gestión del tiempo.

Exámenes: Prueba objetiva de evaluación realizada de forma individual, que permiten conocer por parte del estudiante y del profesor el grado de conocimientos adquiridos referentes a los contenidos teórico-prácticos de la materia considerada. Se considera incluido aquí el trabajo no presencial del alumno para la preparación del examen.

3 Tiempo de Trabajo del Estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases prácticas en aula	8 h	49 horas (33%)
	Prácticas de laboratorio	28 h	
	Tutorías	4 h	



Asignatura: Laboratorio de Desarrollo Industrial
Código: 16559
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2017-2018
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

	Exposiciones orales	1 h	
	Exámenes	8 h	
No presencial	Informes	41 h	101 horas (67%)
	Estudio exámenes, preparación clases prácticas en aula y tutorías	60 h	
Carga total de horas de trabajo:		150 h	

4 Métodos de Evaluación y Porcentaje en la Calificación Final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Los resultados de aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso mediante diferentes métodos de evaluación, cuya contribución a la calificación final será la siguiente:

Sistema de Evaluación	Convocatoria Ordinaria	Convocatoria Extraordinaria
Proyecto e informes	30%	30%
Evaluación frecuente (tutorías y trabajo en laboratorio)	30%	30%
Exámenes: escrito y defensa oral	40%	40%

Las actividades formativas evaluadas y las competencias adquiridas con cada una de ellas son las siguientes:

Proyecto e informes: Redacción de informes en grupo, relativos a las prácticas de laboratorio realizadas. En esta actividad se evaluarán fundamentalmente los resultados de aprendizaje relacionados con reunir e interpretar resultados emitiendo juicios, resolver problemas con iniciativa y creatividad, realización de cálculos, manejo de especificaciones y reglamentos y diseñar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación: CB3, CG1, CG4, CG5, CG6, CT2, CT3 y CE22.

Tutorías: Reunión con los estudiantes de forma individual o en grupos reducidos para discusión de los resultados obtenidos y resolución de dudas de los alumnos. En esta actividad se evaluarán fundamentalmente los resultados de aprendizaje relacionados con la capacidad de interpretar resultados, resolver problemas con toma de decisiones y funcionar de forma efectiva en grupo sabiendo comunicarse de forma efectiva: CB3, CG4, CG10, CT1 y CT2.



Defensa oral: Los estudiantes, en grupo, exponen oralmente la planificación previa del trabajo, resultados alcanzados y cálculos realizados para la resolución del problema planteado. En esta actividad se evaluarán fundamentalmente los resultados de aprendizaje relacionados con la capacidad de interpretar resultados, resolver problemas con toma de decisiones y funcionar de forma efectiva en grupo sabiendo comunicarse de forma efectiva: CB3, CG4, CT1 y CT2.

Clases prácticas de laboratorio: Los estudiantes trabajan en grupos con las instalaciones a escala de planta piloto. En esta actividad se evaluarán fundamentalmente los resultados de aprendizaje relacionados con la realización de medidas experimentales, funcionar de forma efectiva en grupo y el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada: CG5, CT1 y CE21.

Examen escrito: se realizará un examen a la finalización del semestre, en la fecha aprobada por la Junta de Facultad y publicada en el horario. Se trata de una prueba objetiva de evaluación realizada de forma individual. En esta actividad se evaluarán los resultados de aprendizaje relacionados con la asimilación de contenidos teóricos y su aplicación a la resolución de problemas concretos, fundamentalmente relacionados con las competencias CB3, CG4, CG5, CT1, CT2 y CE22.

- ⇒ El proyecto de trabajo debe obtener la calificación de apto para poder empezar el trabajo experimental.
- ⇒ Para que las notas obtenidas en cada una de las partes que conforman la nota final de la asignatura sean promediabiles, los estudiantes deberán alcanzar al menos una calificación de 5 en el apartado de exámenes y de 4 en el resto de apartados (Proyecto-informes y Evaluación frecuente).
- ⇒ El estudiante que realice menos del 15% de las actividades de la asignatura será calificado en la convocatoria ordinaria como “No evaluado”.



5. Cronograma* / Course Calendar

Cronograma	3 semanas		2 semanas		3 semanas		2 semanas		2 semanas		1 semana		3 semanas		
	12 h		1 h	4 h	1 h		24 h		1 h		1 h		4 h		
	Actividades Presenciales		Seminarios	Propuesta Ejercicios	Tutoría I	Introducción Planta piloto	Tutoría II	Experimentación Planta piloto	Tutoría III	Tutoría IV	Defensa Oral	Navidades	Examen		
Actividades no presenciales				Preparación Introducción Planta piloto			Preparación Proyecto de trabajo			Tratamiento y análisis de los resultados. Preparación Informe	Preparación defensa oral	Preparación Informe final	Preparación Examen		
				5 h			20 h			30 h	10 h	10 h	25 h		

Otros / Others

SEGURIDAD EN LA PLANTA PILOTO: Cumpliendo la normativa de seguridad en los laboratorios de la UAM, es obligatorio el uso de bata, guantes y gafas de seguridad permanentemente en la planta piloto.