

**Adenda al Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Course/ Asignatura	Chemical Processes Optimization / Optimización de Procesos Químicos		
Unit / Materia	Simulation and Optimization / Simulación y optimización		
Module / Módulo	Process & Product Engineering / Ingeniería de procesos y producto		
Degree / Titulación	Master in Chemical Engineering / Master de Ingeniería Química		
Plan Code / Plan	452	Couse code/ Código	53743
Period/ Periodo de impartición	1 st Semester /1er cuatrimestre	Type / Tipo/Carácter	Compulsory / Troncal
Level/Cycle / Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
ECTS credits / Créditos ECTS	4.5 ECTS		
Language / Lengua en que se imparte	ENGLISH / INGLÉS		
Staff / Profesor/es responsable/s	Cesar de Prada / Gloria Gutierrez		
Contact / Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	prada@autom.uva.es 983 423164 gloria@autom.uva.es 983 423566		
Tutoring Schedule / Horario de tutorías	www.uva.es → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Ingenierías Industriales → Tutorías		
Department / Departamento	Ingeniería de Sistemas y Automática		

Note: This addendum to the course teaching guide written in red fontcolor is based on and motivated by the exceptional measures adopted for the operation of the University of Valladolid as a result of the health alert situation caused by the COVID-19 from 16th March 2020. The modifications have been made in accordance with the recommendations contained in the guide "Ayuda para adaptar las guías de docencia presencial a no presencial ", prepared by the Vicerrectorado de Ordenación Académica. However, in accordance with the Resolution of 7 April 2020, of the Rectorado de la Universidad de Valladolid, it will be the Consejo de Gobierno that will approve the academic criteria for the adaptation of face-to-face to non-classroom teaching, and a possible modification of the university regulations. The validity of this addendum to the teaching guide published here will be subject to the agreements of the Consejo de Gobierno that may require subsequent modification if what is set out here contravenes any of the points of the new regulations.

Nota: Esta adenda a la guía docente de la asignatura está fundamentada y motivada por las medidas excepcionales adoptadas para el funcionamiento de la Universidad de Valladolid, como consecuencia de la situación de alerta sanitaria provocada por el COVID-19 desde el 16 de Marzo de 2020. Las modificaciones se han realizado atendiendo a las recomendaciones recogidas en la guía "Ayuda para adaptar las guías de docencia presencial a no presencial", elaborada por el Vicerrectorado de Ordenación Académica. Sin embargo, de acuerdo con la Resolución de 7 de abril de 2020, del Rectorado de la Universidad de Valladolid, será el Consejo de Gobierno quien en su día apruebe los criterios académicos de adaptación de la docencia presencial a no presencial, y una posible modificación de la normativa universitaria. La validez de esta adenda a la guía docente que aquí se publica estará supeditada a los acuerdos de dicho Consejo de Gobierno, pudiéndose requerir una modificación posterior, en el caso de que lo que aquí recogido contravenga alguno de los puntos de la nueva normativa.



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualization / Contextualización

This course is taught in the first semester of the first year of the Master in Chemical Engineering. This course is framed within the training in optimization methods to the students of Chemical Engineering. It provides the basic knowledge, methods and practical experience required to formulate and solve optimization problems of industrial processes

Esta asignatura se enmarca en la formación en optimización de procesos industriales a los estudiantes de Ingeniería Química y proporciona los fundamentos, metodología y experiencia práctica para abordar la formulación y resolución de problemas de optimización en la industria de procesos.

1.2 Relationship with other subjects / Relación con otras materias

The course is related with topics of modelling and simulation with the same module and provide support for other courses of the following semesters, in particular, for topics of process design and advanced control.

La asignatura está relacionada con temas de modelado y simulación dentro de la misma materia así como con otros temas de análisis y diseño de procesos y de control avanzado de procesos.

1.3 Prerequisites / Prerequisitos

A background in processes, math, physic and chemistry and technologies at Bachelor level is required

Se requieren tener conocimientos generales de procesos y haber cursado asignaturas básicas de matemáticas, física y química y tecnologías del grado.



2. Learning outcomes / Competencias

2.1 Basic / Generales

CG01. Ability to apply the scientific method and principles of engineering and economics to formulate and solve complex problems in processes, equipment, facilities and services, where matter changes its composition, state or energy content, characteristic of the Chemical industry and other related sectors, including pharmaceuticals, biotechnology, materials, energy, food and the environment.

Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

CG05. To know how to establish mathematical models and develop them by means of appropriate informatics, as scientific and technological basis for the design of new products, processes, systems and services, and for the optimization of others already developed.

Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.

CG06.

To be able to analyse and synthesize the continuous progress of products, processes, systems and services using criteria of safety, economic viability, quality and environmental management.

Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.

CG11. To possess the abilities of the autonomous learning to maintain and to improve the own competences of the chemical engineering that allow the continuous development of the profession.

Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

2.2 Specific / Específicas

CEP03. Conceptualize engineering models, apply innovative methods in problem solving and use of suitable computer applications for the design, simulation, optimization and control of processes and systems.

Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas.



3. Aims / Objetivos

The course aims that the student is able to:

1. Learn how to formulate decision making problems using optimization methods.
2. Recognize different classes of optimization problems, its basis and the numerical methods and algorithms to solve them using commercial software.
3. Learn to apply optimization methods in practical problems of the process industry.

La asignatura pretende que el alumno:

1. Aprenda a formular problemas de toma de decisiones usando técnicas de optimización,
2. Conozca los distintos tipos de problemas, así como los fundamentos de los algoritmos de resolución numérica y el software comercial que permite aplicarlos
3. Aprenda a aplicarlos en algunos problemas prácticos relacionados con la industria de procesos.





4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloques temáticos

- 1 Conceptos básicos
- 2 optimización sin restricciones / Aplicaciones
- 3 Programación lineal y no lineal / Aplicaciones
- 4 Programación mixta entera /Aplicaciones
- 5 Scheduling de procesos

Bloques

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Esta asignatura se enmarca en la formación en optimización de procesos a los estudiantes de Ingeniería Química. La optimización es un elemento fundamental en una metodología moderna de diseño, control y operación de procesos basada en el uso de modelos que permitan la toma de las mejores decisiones.

b. Objetivos de aprendizaje

Los alumnos que cursen la asignatura con aprovechamiento, partiendo de un conocimiento de los procesos con los que deben operar, deberían ser capaces de aprender a formular problemas de toma de decisiones en la industria de procesos usando técnicas de optimización, a seleccionar los algoritmos de resolución numérica y el software comercial adecuados y a interpretar y aplicar las soluciones obtenidas,

c. Contenidos

-
- Introduction to optimization.
- Basic concepts. Unconstrained optimization
- Linear Programming (LP)
- Non-linear Programming (NLP)
- Mix integer Programming (MINLP)
- Software environments for optimization
- Applications in process design and process operation
- Use of superstructures. Applications to process synthesis
- Batch processes, planning and scheduling

- Conceptos básicos. Optimización sin restricciones.
- Algoritmos LP, NLP, MINLP.
- Software de optimización.
- Aplicaciones: Diseño de procesos con optimización. Optimización de puntos de operación.
- Modelado de superestructuras. Síntesis de redes de intercambiadores.

- Procesos batch, planificación y secuenciamiento.

L1 Introducción. Toma de decisiones óptimas. Modelos, grados de libertad, funciones objetivo.

L2. Formulación de problemas de optimización en diseño y operación en la industria de procesos.

L3. Conceptos matemáticos básicos. Convexidad. Tipos de problemas de optimización. Campos de aplicación.



L4 Optimización sin restricciones. Condiciones de extremo. Problemas de una variable. Método del gradiente más pronunciado. Métodos tipo Newton. Métodos basados en evaluaciones de la función. Formulación de problemas.

L5. Programación Lineal (LP). Método simplex. Teoría de la dualidad. Sensibilidad de las soluciones. Escalabilidad de los métodos. Formulación de problemas.

L6 Optimización con restricciones. Multiplicadores de Lagrange. Ejemplos. Condiciones de KKT. Funciones de penalización. Programación no-lineal (NLP). Métodos SQP y de punto interior. Convexificación. Formulación de problemas. Aplicaciones al diseño óptimo de procesos. Introducción a los métodos evolutivos de optimización.

L7 Problemas mixto enteros (MILP). Algoritmo Branch and Bound. Formulación de condiciones lógicas. Formulación de problemas.

L8 Introducción a la secuenciación y planificación de procesos batch. Cartas de Gantt.

d. Métodos docentes

Clases de teoría y aula

Para conocer los fundamentos

Clases de laboratorio, desarrollo de proyectos prácticos, seminarios

Para aprender practicando

La asignatura se desarrollará tomando como base casos prácticos de optimización de procesos, siguiendo el enfoque de aprender practicando. El alumno se familiarizará con la metodología para abordar dichos casos prácticos, aprenderá a formularlos en entornos de optimización comerciales y a emplear los algoritmos y software para resolverlos así como formas de utilizarlos en otras aplicaciones.

e. Plan de trabajo

La asignatura se organizará en torno a los siguientes temas:

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Seminario (horas)	Laboratorio (horas)
1	Fundamentos de Optimización	3	1	1	4
2	Algoritmos	11	4	4	6
3	Aplicaciones	1	0		10
TOTAL		15	5	5	20

La organización semanal de las actividades presenciales será la siguiente:

Semana	Contenidos	Teoría (h)	Aula (h)	Seminario (h)	Laboratorio (h)
1	L1	1		1	1
2	L2	1	1		1
3	L3	1			2



4	L4	1	1		1
5	L4	1		1	1
6	L5	1	1		1
7	L5	1			2
8	L6	1	1		1
9	L6	1		1	1
10	L6	1	1		1
11	L6	1			2
12	L6	1		1	1
13	L7	1			2
14	L7	1		1	1
15	L8	1			2
TOTAL		15	5	5	20

f. Evaluación

ACTIVIDAD	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Participación en actividades	10%	
Trabajos e informes de laboratorio	60%	
Exámenes	30%	

g. Bibliografía básica

Optimization of Chemical Processes, T.F. Edgar, D.M. Himmelblau, L.S. Lasdon, McGraw Hill, 2ª edic., 2001

Systematic Methods of Chemical Process Design, L.T. Biegler, I.E. Grossmann, A.W. Westerberg, Prentice Hall 1997

Engineering Optimization, G.V. Reklaitis, A. Ravindran, K.M. Ragsdell, J. Wiley 1983

h. Bibliografía complementaria

Biegler, L. T. Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms and Applications to Chemical Processes, SIAM, Philadelphia (2010)

Practical Methods of Optimization, R. Fletcher, J. Wiley, 2ª edición, 1991

Model Building in Mathematical Programming, H.P. Williams, J. Wiley 4ª edic., 2002

Optimization, Foundations and Applications, R. E. Miller, J. Wiley, 2000

Nonlinear Programming, M.S. Barazaa, H.D. Sherali, C.M. Shetty, 2ª edic., Wiley-Interscience, 1993

Non-linear and Mix-Integer Optimization, C. A. Floudas, Edt. Oxford Univ. Press, 1995



Estrategias de Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos, L. Puigjaner, P. Ollero, C. de Prada, L. Jimenez, Editorial Síntesis, 2006

i. Recursos necesarios

Laboratorio de ISA, Sede Mergelina (Alfonso VIII)
Software de optimización

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
4.5	Primer cuatrimestre

Añada tantas páginas como bloques temáticos considere realizar.

5. Métodos docentes y principios metodológicos

TEACHING METHODS / MÉTODOS DOCENTES	COMMENTS / OBSERVACIONES
Theory and examples /Clases de teoría y aula	Knowing the basis / Conocer los fundamentos
Lab sessions, practical projects, seminars /Clases de laboratorio, desarrollo de proyectos prácticos, discusiones	Laerning by practice / Aprender practicando

Lecturing is developed in the computer room in a practical way, following the principle of learning by practice. Besides explaining the fundamentals, the professor guides the class, involving the students in the development of practical cases following a methodology and using commercial software to solve them .

La asignatura se desarrollará tomando como base casos prácticos de optimización de procesos, siguiendo el enfoque de aprender practicando. El alumno se familiarizará con la metodología para abordar dichos casos prácticos, aprenderá a formularlos en entornos de optimización comerciales y a emplear los algoritmos y software para resolverlos así como formas de utilizarlos en otras aplicaciones.

**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ON-SITE ACTIVITIES / ACTIVIDADES PRESENCIALES	HOURS HORAS	OFF-SITE ACTIVITIES / ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HOURS HORAS
Lectures / Clases teórico-prácticas	15	Self-study and individual work / Estudio y trabajo autónomo individual	40
Practical classes / Clases prácticas de aula	5	Study and autonomous group work / Estudio y trabajo autónomo grupal	28
Seminars / Seminarios	5		
Computing room classes /Laboratorios	20		
Total on-site /Total presencial	45	Total off-site /Total no presencial	68

7. Sistema y características de la evaluación

ACTIVITY ACTIVIDAD	WEIGHT ON FINAL MARK / PESO EN LA NOTA FINAL	COMMENTS OBSERVACIONES
Participation in activities / Participación en actividades	10%	
Assignments / Trabajos e informes de laboratorio	60%	
Written exam / Exámen	30%	

ASSESSMENT CRITERIA / CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Ordinary exam / Convocatoria ordinaria:**
 - A minimum mark of 4.0 is required in the written exam to pass./ Se require un mínimo de 4 puntos en el examen final
- **Extraordinary exam / Convocatoria extraordinaria:**
 - A minimum mark of 4.0 is required in the final exam to pass. / Se require un mínimo de 4 puntos en el examen final **The examination will take place by videoconference while the situation created by the coronavirus last, and will be oral / Mientras dure la situación creada por el coronavirus el examen será oral y tendrá lugar por videoconferencia**

8. Consideraciones finales