

**DOCENTE RESPONSABLE**

Apellido y Nombre: Laborde, María Fernanda

Cargo del docente (categoría y dedicación): ADJ - EXCLUSIVO

**MARCO DE REFERENCIA**

Asignatura	Procesos Químicos II	Código	Q13.0
Carrera	Ingeniería Química		
Plan de estudios	2004 - Ord.C.S.Nº 2396/04 (1)		
Bloque curricular	Tecnológicas Aplicadas		
Ubicación en el plan de estudios (año y cuatrimestre)	5° Año – Primer Cuatrimestre		
Asignaturas correlativas cursadas	Procesos Químicos I (Q12.0) - Operaciones Unitarias III (Q52.0)		
Asignaturas correlativas aprobadas	Economía (A3.3)		
Requisitos cumplidos	Seminario de Introducción a la Ingeniería Química (X5.4)/Idioma (X1.1)/Curso de Comunicaciones Técnicas (X2.2)		
Duración o Desarrollo (anual/cuatrimstral/bimestral)	Cuatrimstral	Carácter	Obligatorio
Carga horaria presencial semanal (h)	8	Carga horaria total de dedicación del estudiante (h)	--
		Créditos	--

Carga horaria presencial destinada a la formación práctica (h)

Actividad Experimental	0	Problemas de Ingeniería	40	Trabajo de campo	0	Proyecto y diseño	30	Práctica Socio-comunitarias	0
------------------------	---	-------------------------	----	------------------	---	-------------------	----	-----------------------------	---

**CONTENIDOS MÍNIMOS SEGÚN PLAN DE ESTUDIOS**

Introducción a la síntesis de procesos industriales. Simulación estacionaria y dinámica de procesos. Aplicación de la evaluación económica de proyectos a Ingeniería Química. Conceptos básicos de optimización de procesos. Métodos de optimización de procesos.

Departamento al cual está adscripta la carrera

Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos

Área a la cual está asociada la asignatura

Tecnologías Aplicadas a los Procesos Industriales (TAPI)

Número estimado de estudiantes

10

**OBJETIVOS**

La industria química ha tenido cambios importantes en los últimos años debidos en parte a incrementos en los costos energéticos y a fuertes regulaciones ambientales. Esto ha hecho necesario que se realicen modificaciones en el diseño y en las condiciones operativas de las plantas químicas. También se observa que muchas industrias han puesto énfasis en la mejora de la eficiencia en plantas existentes más que en una expansión de las mismas. Para lograr estos objetivos con un mínimo costo se hacen necesarias la optimización y simulación de los procesos conjuntamente con la evaluación económica de los mismos.

En Procesos Químicos II se introduce al alumno en áreas fundamentales para afrontar la tarea del diseño de procesos químicos a través de su simulación, evaluación económica y optimización. En función de lo planteado anteriormente se plantean los siguientes objetivos generales y específicos.

**Objetivo General:**

Los estudiantes deberán ser capaces de Diseñar y Optimizar procesos seleccionando la alternativa tecnológica óptima aplicando criterios profesionales, documentando y comunicando de manera efectiva la/las soluciones seleccionadas.

En post de este objetivo general, se enmarcan los siguientes **objetivos específicos**:

Los estudiantes deberán ser capaces de:

1. Diseñar procesos químicos que satisfagan necesidades de la sociedad utilizando metodologías de síntesis.
2. Identificar, organizar y delimitar la problemática estudiada para simular procesos químicos en un software de uso libre.

3. Analizar el efecto de diferentes variables operativas mediante la simulación para tomar decisiones
4. Realizar la estimación económica del proceso químico estudiado para seleccionar la alternativa más rentable utilizando diferentes criterios de evaluación de proyecto.
5. Optimizar procesos químicos para encontrar la mejor alternativa de diseño mediante el software GAMS.
6. Documentar y comunicar de manera efectiva las soluciones seleccionadas de forma escrita.
7. Expresar y socializar ideas dentro de un equipo de trabajo para promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo de forma oral.

### **APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACIÓN BÁSICA Y/O PROFESIONAL**

En esta era de industrias altamente competitivas, es indispensable que el ingeniero químico, además de dominar las ciencias básicas, tenga capacidad de aplicar estos conocimientos a situaciones reales reconociendo el significado económico implicado en su accionar y proceder en consecuencia.

En la Asignatura Procesos Químicos II se sientan las bases para que los futuros profesionales a partir de una idea inicial ya sea ésta un proceso nuevo, desarrollo de una nueva planta o modificación de una existente, puedan llegar a una realización económicamente conveniente utilizando las herramientas del análisis, simulación y optimización de procesos.

### **DESARROLLO DE LA ASIGNATURA**

#### **Actividades y estrategias didácticas utilizadas para el desarrollo de las capacidades y competencias**

La materia se dicta dos días a la semana siendo cada clase de índole teórico-práctico en las que se propone la utilización de diferente software tanto para el desarrollo de los aspectos teóricos como para la resolución de problemas.

Las actividades de la cátedra se realizarán de manera presencial disponiendo el material de la cátedra en la plataforma Moodle.

Utilizando la herramienta Cuestionario de la plataforma Moodle luego de cada unidad temática los/las alumnos/as realizarán una autoevaluación obligatoria y no evaluativa indispensable para alcanzar la instancia de promoción con el objetivo de realizar un seguimiento del proceso.

#### **Trabajos experimentales (cuando corresponda listarlos e indicar muy brevemente su objetivo)**

#### **Trabajo/s de Proyecto-Diseño (cuando corresponda)**

Los/las alumnos/as deben realizar en forma grupal un proyecto de diseño. Para tal fin se habilitará una sección en la Plataforma Moodle donde tendrán cargada la guía del trabajo. Deberán realizar una simulación (DWSIM) y una optimización (GAMS) sobre un proceso elegido por los integrantes del grupo. Con el fin de contribuir a la articulación horizontal y vertical entre las asignaturas de la carrera, estos proyectos se realizarán de forma coordinada entre las cátedras Procesos Químicos I, Procesos Químicos II, Control de Procesos y Tecnología de los Servicios. El objetivo es lograr una articulación vertical con la asignatura Procesos Químicos I y horizontal entre Procesos Químicos II, Control de Procesos y Tecnología de los Servicios. Esta actividad permite que los estudiantes puedan comenzar una actividad de diseño en Procesos Químicos I y continuarla analizando diferentes aspectos de diseño, económicos y de optimización en Procesos Químicos II, introducirle estrategias de control en Control de Procesos y posteriormente analizar aspectos relacionados con los servicios auxiliares en Tecnología de los Servicios.

Este proyecto es obligatorio y representa una carga horaria de 30 h. Posteriormente deberán elaborar un informe y realizar una presentación oral frente al resto de los estudiantes sobre la problemática elegida. El desarrollo de este trabajo se realiza en forma paralela a la cursada siendo los estudiantes asistidos por los integrantes de la cátedra en el desarrollo de estas actividades. Para la realización de este proyecto se conformarán grupos a fin de fomentar el trabajo en equipo incentivando la participación en los debates socializando ideas y participando en la selección y aplicación de metodologías y herramientas. Simultáneamente, estos proyectos permiten a los estudiantes ejercitar las capacidades de comunicación oral y escrita utilizando lenguaje técnico específico. Se evaluará dicho desempeño del/los/las estudiantes/s en el equipo de trabajo mediante una lista de cotejo.

Este trabajo tendrá una entrega parcial que consiste en la simulación y descripción del problema planteado a mediados del cuatrimestre, que será evaluado mediante una lista de cotejo. Y la entrega final será un informe en formato pdf al cierre del cuatrimestre que se evaluará con una rubrica. Y por último se realiza la defensa oral del trabajo de diseño que será evaluada mediante una lista de cotejo.

#### **Trabajo/s de Campo (cuando corresponda)**

#### **Prácticas socio comunitarias/socioeducativas (cuando corresponda)**

#### **Estrategia de evaluación de los alumnos**

#### **Regularización de la asignatura**

El sistema de cursada adoptado será mediante dos exámenes parciales teórico - prácticos y un proyecto de diseño.

En los exámenes parciales se evaluarán los temas desarrollados en la asignatura, deberán aprobarse con 60/100 contando cada uno con su respectivo recuperatorio más un recuperatorio general al finalizar la cursada de acuerdo al ítem 1.1 de la RES CAFI 227/04.

Los estudiantes agrupados en equipos de trabajo deberán realizar un proyecto de diseño de aplicación concreta a procesos de la industria química. Dicho trabajo tendrá una revisión parcial a mitad del cuatrimestre y una única entrega escrita en formato pdf al final de la cursada, con una posterior defensa oral frente al resto de los estudiantes y docentes de la cátedra. El informe deberá cumplir con las indicaciones presentadas en la guía del Trabajo de Diseño.

Este trabajo se evaluará de forma continua durante su desarrollo en el aula y en la exposición parcial mediante una lista de cotejo con el objetivo de realizar un seguimiento y poder de esta forma detectar debilidades sugiriendo en consecuencia modificaciones para la defensa final y la entrega del informe.

El informe del trabajo de diseño se evaluará mediante una rúbrica y la posterior defensa oral se evaluará mediante una lista de cotejo ambos sistemas elaborados a partir de lo indicado en la guía del Trabajo de Diseño. Se analizará en forma individual su desempeño durante el desarrollo del proyecto y la presentación oral, en tanto, la entrega en tiempo y forma y la presentación escrita se considerará en forma grupal. Esta presentación oral se realizará hacia la finalización de la cursada. Por lo tanto, la nota final del trabajo de diseño estará formada por el desempeño en el aula durante el desarrollo, la exposición oral parcial, el informe escrito y la defensa oral final del proyecto.

#### Promoción de la asignatura

La cátedra acepta el sistema de promoción sin examen final de acuerdo a la siguiente modalidad: Aquellos/as alumnos/as que, habiendo realizado las autoevaluaciones, aprueben ambos exámenes parciales teórico - prácticos en la primera instancia de evaluación o en su primer recuperatorio, que hayan defendido el proyecto de diseño y estén en condiciones académicas de hacerlo promocionarán la asignatura tal lo establecido en los ítems 2 y 4 de la RES CAFI 228/04.

Para aquellos estudiantes que hayan promocionado, la calificación definitiva surgirá de la ponderación entre las evaluaciones parciales (40% cada una) y sus desempeños en el desarrollo/defensa del proyecto de diseño (20%).

#### Examen Final

El examen final para aquellos alumnos/as que no hayan promocionado comprenderá tanto aspectos teóricos como interpretación de resultados.

#### Cronograma

Semana	Unidad Temática	Tema de la clase	Actividades
1	1	Unidad 1: Introducción al Diseño de Procesos.	Teoría - TP 1. Apertura autoevaluación U1
1	2	Unidad 2: Síntesis de Redes de Intercambio de Calor.	Teórico-Práctico. TP 2
2	2	Unidad 2: Simulación Estacionaria. Uso de DWSIM.	Teórico -Práctico. TP3
2	2	<b>Feriado</b>	
3	2	<b>Feriado</b>	
3	2	Unidad 2: Simulación Dinámica. Uso Xcos.	Práctico.TP 4 Inicio. Definición del tema de Trabajo de Diseño (TD). Apertura autoevaluación U2
4	3	Unidad 3: Aplicaciones del análisis económico de procesos a la ingeniería química.	Teoría. TP 5. Apertura autoevaluación U3
4		Trabajo de diseño	Trabajo en aula TD – TPs
5		<b>CONSULTA PRIMER PARCIAL</b>	
5		<b>PRIMER PARCIAL (jueves 18/04)</b>	
6	4	Unidad 4: Introducción a los Métodos Matemáticos de Optimización. Uso GAMS.	Teoría. Entrega Parcial de Diseño.
6	5	Unidad 5. Métodos de optimización no restringida - búsqueda unidimensional -	Teórico-Práctico. TP 6.
7		<b>Recuperatorio Primer Parcial (martes)</b>	
7	5	Búsqueda Multivariable	Practico 7. Apertura autoevaluación U5
8	6	Unidad 6. Métodos de optimización restringidos. Comenzamos Parte a.	Teórico-Práctico. TP 8.
8	6	Continuación Unidad 6 y TP8. Uso de LINDO.	Teórico-Práctico
9	6	Finalizamos Parte a, Unidad 6.	Teórico-Práctico.TP8. Apertura autoevaluación U6-a
9	6	Unidad 6. Parte b.	Teórico-Práctico. TP9: Apertura autoevaluación U6-b

10	7	Unidad 7. Programación dinámica.	Teórico-Práctico.TP10. Apertura autoevaluación U7-a
10	7	Unidad 7: Programación entera y binaria.	Teórico-Práctico. TP11. Apertura autoevaluación U7-b.
11		<b>Sin Clases - Semana de Mayo</b>	
11		<b>Sin Clases - Semana de Mayo</b>	
12		Trabajo de Diseño en el aula	
12		<b>CONSULTA SEGUNDO PARCIAL</b>	
13		<b>SEGUNDO PARCIAL (martes)</b>	
13		Trabajo en aula y consultas TD	
14		<b>ENTREGA TD Y CONSULTA RECUPERATORIO</b>	
14		<b>Feriado</b>	
15		<b>Recuperatorio del Segundo Parcial o defensa Oral del Trabajo de Diseño(martes)</b>	
15		<b>Recuperatorio General</b>	
<b>RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA</b>			
<b>Recursos Docentes de la Asignatura</b>			
<b>Nombre y apellido</b>		<b>Función del docente</b>	
María Fernanda Laborde		Profesor Adjunto	
Alejandra Manzur		JTP (Asignación de Funciones)	
Luciana Mentasti		Ayudante Diplomado	
<b>Recursos didácticos (generales, software, aulas híbridas, plataforma Moodle, etc.)</b>			
<b>Generales:</b> Presentaciones Power Point, proyector, pizarra			
<b>Software:</b> Planillas de cálculos, Scilab, Xcos, GAMS, LINDO			
<b>Aula Moodle</b> ( <a href="https://virtual.fio.unicen.edu.ar/elearning1/course/view.php?id=2799">https://virtual.fio.unicen.edu.ar/elearning1/course/view.php?id=2799</a> ): Material de catedra (teorías, prácticos, guía trabajo de diseño), sistema calificaciones, corrección de los trabajos de diseño mediante rubrica en Moodle y cuestionarios de autoevaluación			
<b>Sitios de Internet:</b> <a href="http://www.che.com">http://www.che.com</a> <a href="http://www.eng-tips.com">http://www.eng-tips.com</a> <a href="http://www.sceaonline.net">http://www.sceaonline.net</a> <a href="http://www.chemicalmarketreporter.com/home/frameset.htm">http://www.chemicalmarketreporter.com/home/frameset.htm</a> <a href="http://www.modeloingenieria.com.ar">http://www.modeloingenieria.com.ar</a> <a href="http://www.gams.com/">http://www.gams.com/</a>			
<b>Principales equipos o instrumentos</b>			
<b>Espacio en el que se desarrollan las actividades</b>			
Aula	No	Laboratorio	No
Gabinete de computación	Si	Campo	No
<b>Otros</b>			
<b>ADEMAS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA:</b>			
<b>Cursada intensiva</b>	No	<b>Cursado cuatrimestre contrapuesto</b>	No
<b>Examen Libre</b>	Si		

Se acepta el examen libre para aquellos estudiantes que hayan realizado y aprobado el proyecto de diseño en una cursada regular.



**Programa Analítico Asignatura**  
**Procesos Químicos II**  
(código: Q13.0)



Departamento responsable	Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos	Área	Tecnologías Aplicadas a los Procesos Industriales (TAPI)
Plan de estudios	2004 - Ord.C.S.Nº 2396/04 (1)		

**Programa Analítico de la Asignatura – Año 2023**

**Unidad 1:** Introducción al diseño de procesos. Principios generales del análisis y simulación de procesos. Etapas de la tarea de diseño. Modelo matemático del sistema, clasificación. Grados de libertad, variables de diseño, variables de estado, mecanismos de selección.

**Unidad 2:** Síntesis de Redes de Intercambio de calor: Concepto de integración energética. Concepto y cálculo del "pinch" de un proceso. Determinación de los requerimientos mínimos de servicios de calentamiento y enfriamiento. Diseño de una red de intercambio de calor. Simulación dinámica y estacionaria de procesos, Aplicación de Software comerciales.

**Unidad 3:** Aplicaciones del análisis económico de procesos a la ingeniería química  
Índices de costos. Factores de costos en las inversiones de capital. Estimaciones de costos de equipos. Ajuste de inversiones debido a la capacidad y a economías de escala. Métodos de estimación de la inversión de capital. Factores de Lang. Método de Guthrie. Comparación de alternativas de inversión

**Unidad 4:** Introducción a los métodos matemáticos de optimización. Características esenciales del problema de optimización. Aplicación del Soft GAMS. Procedimiento general de resolución de problemas de optimización. Obstáculos para la optimización. Continuidad de funciones. Funciones unimodales vs. Funciones multimodales. Funciones cóncavas y convexas. Regiones convexas. Condiciones necesarias y suficientes para la existencia de un óptimo de una función irrestricta.

**Unidad 5:** Métodos de optimización no restringida

a) Búsqueda Unidimensional: Método de Newton, Quasi Newton y Secante. Métodos de eliminación de regiones: preplaneada, secuenciales. Métodos de Aproximación polinomial: Interpolación cuadrática y cúbica. Comparación de los diferentes métodos.

b) Búsqueda Multivariable: Métodos directos, Métodos indirectos de primero y segundo orden, Métodos de la secante. Comparación de los diferentes métodos.

**Unidad 6:** Métodos de optimización restringidos

a) Optimización de modelos lineales: Resolución gráfica de modelos lineales de dos variables. Formato estándar del modelo de programación lineal, Conceptos generales del método Simplex, soluciones básicas factibles, solución óptima. Casos especiales en la aplicación del método simplex: degeneración, infinitas soluciones, solución no acotada y solución infactible. Interpretación de la tabla Simplex, análisis de sensibilidad, precios sombra, costos reducidos, estado de los recursos. Análisis de dualidad. Aplicaciones de programación lineal.

b) Optimización de modelos no lineales: El método de los multiplicadores de Lagrange, método del gradiente reducido.

**Unidad 7:** Optimización de procesos en etapas y discretos

Programación dinámica. Programación entera: mixta, entera y binaria. Técnica de branch and bound para la resolución de problemas.

**Bibliografía Básica**

La bibliografía básica que se propone utilizar por los alumnos de Procesos Químicos II y disponible actualmente en la Facultad de Ingeniería es la siguiente:

"Optimization of Chemical Process"

Edgar T.F. and Himmelblau D.M., McGraw-Hill New York, 1988

"Engineering Optimization - Methods and Applications"

Reklaitis G.V., Ravindran A. and Ragsdell K.M., Wiley, New York, 1983

"Diseño de Procesos en Ingeniería Química"

Arturo Jiménez Gutiérrez, Editorial Reverté, 2003

"Product and Process Design Principles, Synthesis, Analysis and Evaluation"

Seider, Seader y Lewin, John Wiley and Sons, Inc, 2004

**Bibliografía de Consulta**

La bibliografía de consulta utilizada por los alumnos es la siguiente:

- "Análisis y Simulación de Procesos" David Himmelblau & Kenneth Bischoff, Edit Reverté, 1992
- "Diseño de Plantas y su evaluación económica para Ingenieros Químicos" Timmerhaus, M, Mc Graw Hill
- "Modelado, Formulación y Optimización de Procesos Químicos" Nicolas Scenna (Libro virtual) ISBN 950-42-0022-2-1999
- "Conceptual Design for Chemical Process" Douglas, J,
- "Estrategia en Ingeniería de Procesos" Rudd-Watson , Alhambra, 1970
- "Optimization" Converse, A Ed. Holt, Rinehart and Winston
- "Optimization: Theory and Practice" Beveridge and Schechter Mac Graw Hill
- "The Art of Chemical Process Design" Wells G, and Rose L.
- "Process Modeling , Simulation and Control for Chemical Engineering" W. Luyben, Mc Graw Hill, 1989

**Docente Responsable**

Nombre y Apellido **María Fernanda Laborde**

Firma

**Coordinador/es de Carrera**

Carrera

Firma



Ing. Laura I. Orifici  
Coordinadora de Carrera  
Ingeniería Química  
DQTA - FRO - UNCEH

**Director de Departamento**

Departamento

Firma



Dra. Ing. Claudia C. Wagner  
Directora de Departamento Ingeniería Química  
y Tecnología de los Alimentos  
Facultad de Ingeniería - UNCPBA

**Secretaria Académica**

Firma



Ing. Isabel C. Riccardone  
SECRETARIA ACADÉMICA  
Facultad de Ingeniería - UNCPBA