



Universidad Nacional de Salta  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

"2024 - 30 años de la consagración de la  
autonomía universitaria y 75 años de la  
gratuidad de la Universidad"

SALTA, 14 MAY 2024

Nº. 127

Expediente Nº 14.326/2006

VISTO las actuaciones contenidas en el Expte. Nº 14.326/2006, en el cual se gestiona la aprobación de Programas de asignaturas que componen la Carrera de Ingeniería Química; y

CONSIDERANDO:

Que mediante Nota Nº 3188/23, el Dr. Ing. Orlando José DOMÍNGUEZ, en su carácter de Responsable de Cátedra en "Diseño de Procesos", eleva para su consideración la Planificación/Programa Analítico de la asignatura.

Que la Escuela de Ingeniería Química recomienda la aprobación de la propuesta presentada.

Que el Artículo 117 del Estatuto de la Universidad, al enumerar los deberes y atribuciones del Consejo Directivo, en su Inciso 8. incluye el de *"aprobar los programas analíticos y la reglamentación sobre régimen de regularidad y promoción propuesta por los módulos académicos"*.

Por ello y de acuerdo con lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho Nº 68/2024,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su IV Sesión Ordinaria, celebrada 10 de abril de 2024)

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar los Objetivos de la asignatura "Diseño de Procesos", del Plan de Estudios vigente de la carrera de Ingeniería Química, sus Contenidos Curriculares, Formación Práctica, Cronograma Orientativo, Bibliografía, Ejes de Formación, Enunciados



Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

"2024 - 30 años de la consagración de la  
autonomía universitaria y 75 años de la  
gratuidad de la Universidad"

Expediente N° 14.326/2006

Multidimensionales y Transversales, Metodología de la Enseñanza y el Aprendizaje y sus Formas de Evaluación, todo lo cual -como Anexo- forma parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Hacer saber, comunicar a las Secretarías Académica y de Planificación y Gestión Institucional de la Facultad; al Dr. Ing. Orlando José DOMÍNGUEZ, en su carácter de Profesor Responsable de la Cátedra; a la Escuela de Ingeniería Química; al Centro de Estudiantes de Ingeniería; a la Dirección General Administrativa Académica; a la Dirección de Alumnos; al Departamento Docencia y girar los obrados a la Comisión de Asuntos Académicos del Consejo Directivo para la consideración de las restantes propuestas incorporadas en autos.

EMP

RESOLUCIÓN FI N° 127 -CD- 2024

  
Ing. JORGE ROMUALDO BERKIN  
SECRETARIO ACADEMICO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

  
Ing. HECTOR RAUL CASADO  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

  <p>Universidad Nacional de Salta <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b></p> <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA FACULTAD DE INGENIERÍA</b></p>	<p>Programa Analítico</p> <p><b>DISEÑO DE PROCESOS</b></p> <p>Escuela: <b>Ingeniería Química</b> Carrera: <b>Ingeniería Química</b></p>												
<p><b>PLAN DE ESTUDIO</b></p> <p>Plan: 1999 Mod. 2005 Código de Asignatura: 19 Año de cursado: Cuarto Cuatrimestre: Primero Bloque de Conocimiento: Tecnologías Aplicadas</p>	<p>Carácter: Obligatoria Duración: Cuatrimestral Régimen: Promocional Modalidad: Presencial</p>												
<p><b>ASIGNATURAS CORRELATIVAS</b></p> <p>13. Química Orgánica                      16. Cinética Química 18. Operaciones Unitarias I              Requisito Curricular: Inglés II</p>													
<p><b>CONTENIDOS MÍNIMOS</b></p> <p>El problema de diseño. Distintas subclases de problemas. Grados de Libertad. Relaciones de Vínculo. Diseño óptimo. Extremo de funciones y funcionales. Diseño con incertidumbre en las variables.</p>													
<p><b>DOCENTE RESPONSABLE</b></p> <p>Dr. Ing. Orlando José DOMINGUEZ</p>													
<p><b>CARGA HORARIA</b></p> <p>Carga Horaria Total de la Asignatura: 120</p>													
<p><b>Formación Teórica:</b></p> <p>Carga Horaria Semanal: 4 Carga Horaria Total: 60</p>													
<p><b>Formación Práctica:</b></p> <p>Carga Horaria Semanal: 4 Carga Horaria Total: 60</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th data-bbox="261 1751 363 1778">Actividad</th> <th data-bbox="1050 1751 1262 1778">Carga Horaria Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1783 798 1809">1 Instancias Supervisadas de Formación Práctica:</td> <td data-bbox="1142 1783 1171 1809">60</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1814 606 1841">    a Formación Experimental:</td> <td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1845 753 1872">    b Resolución de Problemas de Ingeniería:</td> <td data-bbox="1142 1845 1171 1872">60</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1877 692 1904">    c Resolución de Problemas Clásicos</td> <td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1908 405 1935">    d Otras:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Actividad	Carga Horaria Total	1 Instancias Supervisadas de Formación Práctica:	60	a Formación Experimental:		b Resolución de Problemas de Ingeniería:	60	c Resolución de Problemas Clásicos		d Otras:	
Actividad	Carga Horaria Total												
1 Instancias Supervisadas de Formación Práctica:	60												
a Formación Experimental:													
b Resolución de Problemas de Ingeniería:	60												
c Resolución de Problemas Clásicos													
d Otras:													

## 1 OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

La materia Diseño de Procesos tiene por objetivo principal, a partir de una materia prima determinada, crear el mejor diseño de proceso que involucre fenómenos de transferencia y/o transformación, con el propósito de realizar un producto determinado, con un fin útil económico, tendiente a mejorar la calidad de vida del hombre y cuidado el ambiente. Para ello, aprender a aplicar las diferentes técnicas para lograr el mejor diseño, con el sentido del mejor, como el de menor costo total de inversión, el de menor uso de energía, menor eliminación de efluentes y menor contenido de contaminación, como así también el de más fácil operación y control de procesos.

Son objetivos particulares de esta materia:

- a.- Determinar las posibles acciones unitarias del proceso en cuestión, y las variables de operación de procesos.
- b.- Establecer todas las acciones unitarias involucradas en el proceso, que comprende desde la materia prima hasta el producto.
- c.- Realizar y bosquejar el diagrama de flujo del proceso, generando diferentes alternativas de diseño de procesos. Encontrar la mejor de todas las alternativas generadas.
- d.- Elegir el adecuado tren de reactores y tren de separación.
- e.- Realizar diseños de redes de máxima recuperación de energía y de mínimo costo total de inversión.
- f.- Realizar diseños de experimentos, para la búsqueda de información y búsqueda de los mejores parámetros para la operación de planta en línea.
- g.- Establecer los posibles eventos relevantes del proceso seleccionado y aplicar las técnicas de análisis de confiabilidad, árbol de fallas, etc., para mejorar el diseño del proceso y establecer las acciones de mitigación y contingencia del proceso.
- h.- Establecer las mejores condiciones de operación para el proceso.

## 2 CONTENIDOS CURRICULARES

### TEMA 1

#### PROCESOS

Etapas del proceso de diseño: búsqueda de información, síntesis, análisis, evaluación y decisión. El diseño desde el punto de vista del cuidado del medio ambiente, de los efluentes, de la energía y los recursos. El problema de diseño. Variables de procesos. Relaciones de vínculo. Grados de Libertad.

El concepto de acción unitaria. Distintas clases de acciones unitarias: calentamiento, enfriamiento, condensación, separaciones de sustancias por diferencia de temperaturas, separación por cambio en las presiones, mezclado y separación de corrientes, separación de sustancias por cambio de solubilidades, generación de sustancias por reacción química ó proceso biológico. El uso de los conceptos de acciones unitarias y grado de libertad en la síntesis y análisis de procesos.

Bases de diseño y criterios de diseño. Etapas para el diseño preliminar de procesos químicos. Etapas básicas de la síntesis de diagramas de procesos. Diferentes tipos de Códigos y Normas Diferentes tipos de diagramas de procesos: diagrama entrada-salida (in-out), diagrama de flujo en bloque (BFD), diagrama de flujo de procesos (PFD), diagrama de instrumentación y cañerías (P&ID).

### TEMA 2

#### DISEÑO de PROCESOS

Objetivos del diseño de proceso. Diseño de proceso conceptual. Creación del proceso de producción. Procedimiento de decisión de la síntesis de procesos. Reglas heurísticas. La jerarquía del diseño e integración de procesos químicos.

**TEMA 3****DISEÑO ÓPTIMO DE PROCESOS**

Introducción a la optimización. Definición del problema. Función objetivo, variables y restricciones. Alternativas. Formulación Matemática. Programación matemática. Clasificación de modelos de optimización. Programación Lineal, método simplex. Problemas del tipo de Programación No Lineal, Programación Mixta Entera y Programación No Lineal Mixta Entera.

Planteo y resolución de problemas con diferentes softwares. Aplicaciones en ingeniería química. Diseño óptimo de equipo de proceso: dimensionamiento, operación y control. Costo de inversión en equipos. Problemas de: mezcla, transporte, asignación, transporte, variables enteras. Planteo metodológico del problema de diseño óptimo.

**TEMA 4****DISEÑO INTEGRADO DE PROCESOS**

RECUPERACIÓN DE ENERGÍA: Determinación de los requerimientos mínimos de energía de un proceso. Curva compuesta fría, caliente y balanceadas. Diseño con Máxima Recuperación de Energía: Diseño MER. Reglas de diseño: Algoritmos.

DISEÑO DE MÍNIMO COSTO TOTAL: Cálculo de metas de mínimo: número de unidades, área, requerimiento energético. Estimación del área de intercambio. Estimación de costos totales de intercambio. Diseño de Red de mínimo costo total. Selección de servicios auxiliares. Concepto de diseño integrado de procesos

**TEMA 5****BUSQUEDA DE LA INFORMACION**

Diferentes fuentes de búsqueda de información. Diseño de experimentos. Diseño factorial de dos niveles. Diseño factorial centralizado. Diseño generalizado compuesto.

Operación Evolucionaria (EvOp). Operación de planta, siguiendo el óptimo en el proceso producto.

**TEMA 6****DISEÑO BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE EN LA INFORMACION**

Concepto de probabilidades, operaciones. Diseño en condiciones de incertidumbre en las variables. Criterios de diseño, escenarios, alternativas y resultados. Confiabilidad. Árbol de Fallas. Sensibilidad. Análisis de Riesgos. Planes de contingencia.

**3 FORMACIÓN PRÁCTICA**

Las actividades de formación prácticas se desarrollan en la sala de cómputos de la facultad, con una capacidad para 38 estudiantes para trabajar con 19 computadora (Considerando que pueden trabajar dos estudiantes por computadora).

**3.1 TRABAJOS PRÁCTICOS**

La cátedra tiene una carga horaria de 4 horas semanales de clases teóricas y 4 horas semanales para el desarrollo de clases de trabajos prácticos.

Las clases de trabajos prácticos se encuentran en conexión con las clases teóricas. En los trabajos prácticos se motiva a los estudiantes a la discusión y análisis para la correcta resolución de los problemas y casos de estudio.

Los Trabajos Prácticos que se dictan durante el cuatrimestre son:

TP Nº1: Búsqueda de Información (1 clase).

TP Nº2: Grados de Libertad (1 y ½ clase).

TP Nº3: Diagramas de Flujo (½ clase).

TP Nº4: Síntesis de Procesos (1 clase).

- TP Nº5: Recuperación de Energía (1 clase).
- TP Nº6: Integración Energética (1 clase).
- TP Nº7: Optimización: programas, programación y métodos. (1 clase).
- TP Nº8: Optimización: aplicaciones en ingeniería química (1 clases).
- TP Nº9: Diseño de Experimentos (2 clases).
- TP Nº10: Diseño bajo condiciones de Incertidumbre – Confiabilidad (1 clase).

**3.2 LABORATORIOS**

No se realizan trabajos de laboratorio o de planta piloto en la asignatura.

**3.3 OTRAS ACTIVIDADES**

**Actividades de Trabajo Integrador** Se propone la creación-de un diseño de proceso productivo, que tenga fenómenos de transformación y/o fenómenos de transferencia, a resolver en grupo, durante el cuatrimestre. Se espera del estudiante: la resolución en el sentido de determinar la mejor de todas las alternativas de diseño y la presentación del diseño del proceso, mediante exposición oral apoyada con material audiovisual al finalizar el cuatrimestre. En conjunto con la presentación de un informe detallado del mismo.

**4 CRONOGRAMA ORIENTATIVO**

Sem.	Temas/Actividades
1	TEORIA: Introducción al Diseño de Proceso TPN°1: Búsqueda de Información TEORIA: Grados de Libertad - Fenómeno de Transferencia
2	TEORIA: Grados de Libertad - Fenómenos de Transformaciones TPN°2: Grados de Libertad TEORIA: Diagramas de Flujo
3	TEORIA: Introducción a la Síntesis de Procesos TPN°2 (cont.): Grados de Libertad TPN°3: Diagramas de Flujos TEORIA: Síntesis - Análisis de Procesos
4	TEORIA: Síntesis de Sistema de Separación TPN°4: Síntesis de Procesos TEORIA: Síntesis de Sistema de Separación
5	TEORIA: Recuperación de Energía PRIMER PARCIAL TEORIA: Integración de Energía
6	TEORIA: Mínimo Costo Total de Inversión para DeltaTmin TPN°5: Recuperación de Energía TEORIA: Diseño de redes de Intercambio
7	TEORIA: Diseño MER RECUPERACION PRIMER PARCIAL TEORIA: Diseño Evolucionario
8	TEORIA: Introducción Optimización TPN°6: Integración Energética TEORIA: Métodos Numérico de Optimización
9	TEORIA: Ejemplos de Aplicación de Optimización (diferentes métodos) TPN°7: Optimización: programas, programación y métodos.

Sem.	Temas/Actividades
	TEORIA: Diseño de Experimentos
10	TEORIA: Diseño Factorial TPN°8: Optimización: aplicaciones en ingeniería química TEORIA: Diseño Fraccionario
11	TEORIA: Exploración de la Superficie de Respuesta TPN°9: Diseño de Experimentos TEORIA: Exploración de la Superficie de Respuesta
12	TEORIA: Diseño con incertidumbre TPN°9 (cont): Diseño de Experimentos TEORIA: Diseño en Condiciones de incertidumbre. Confiabilidad.
13	TEORIA: Confiabilidad. Arbol de falla. SEGUNDO PARCIAL TEORIA: Disponibilidad. Mantenimiento.
14	TPN°10: Diseño bajo condiciones de Incertidumbre – Confiabilidad INTEGRADOR
15	RECUPERACION SEGUNDO PARCIAL RECUPERACION DEL INTEGRADOR

## 5 BIBLIOGRAFÍA

Considerando el perfil de la materia, no hay un texto que abarque todos los temas del programa, por lo que se deben utilizar varios libros simultáneamente y además revistas especializadas, lográndose así una complementación y actualización de la información disponible.

### Bibliografía Especializada

- Alger, J. R. M. y Hays, C. V. Creative Synthesis in Design. Fundamentals of Engineering Design. Prentice Hall, Inc. 1964.
- Biegler, L. T.; Grossmann, I. E. y Westerberg, A. W. Systematic Methods of Chemical Process Design. Pearson Education. 1997.
- Coker, A. K. Fortran programs for chemical process design, analysis, and simulation. Ed. Gulf Publishing. 1995.
- Douglas, J. M. Conceptual design of chemical processes. Ed. McGraw-Hill. 1988.
- Harriot, P. Chemical reactor design. Ed. Marcel Dekker. 2003.
- Greenwood, D. C. Product engineering design manual. Ed. Robert E. Krieger. 1982.
- Kramers, H. y Westerterp, K. R. Elements of chemical reactor design and operation. Ed. Chapman & Hall o Academic Press Inc. 1963.
- Ludwig, E. E. Applied project management for the process industries. Ed. Gulf Publishing. 1974.
- Luyben, W. L. Process modeling, simulation and control for chemical engineers. Ed. McGraw-Hill. 1989.
- Luyben, W. L. Solutions manual to accompany process modeling, simulation and control for chemical engineers. Ed. McGraw-Hill. 1990.
- Peters, M. S. y Timmerhaus, K. D. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. Ed. McGraw Hill. 1968.
- Peters, M. S. y Timmerhaus, K. D. Diseño de plantas y su evaluación económica para ingenieros químicos. Ed. Géminis. 1978.
- Peters, M. S. Elementary chemical engineering. Ed. McGraw-Hill. 1954.
- Rase, H. F. Chemical reactor design for process plants: principles and techniques. Ed. Wiley. 1977.

- Seider, W. D.; Seader, J. D. y Lewin, D. R. Product and process design principles: synthesis, analysis, and evaluation. Ed. Wiley. 2003.
- Smith, J. M. Mathematical modeling and digital simulation for engineers and scientists. Ed. Wiley. 1977
- Speight, J. G. Chemical and process design handbook. Ed. McGraw-Hill. 2002
- Turton, R.; Bailie, R. C.; Whiting, W. B. y Shaeiwitz, J. A. Analysis, synthesis, and design of chemical processes. Ed. Prentice Hall. 1998.
- Walas, S. M. Chemical process equipment selection and design. Ed. Butterworth-Heinemann. 1990.
- Wells, G. L. y Rose, L. M. The art of chemical process design. Ed. Elsevier. 1986.

#### Bibliografía Complementaria según el tema:

##### DISEÑO DE EXPERIMENTO - ESTADÍSTICA PARA INVESTIGADORES

- Biles, W. E. y Swain, J. J. Optimization and industrial experimentation. Ed. Wiley. 1980
- Box, G. E. P.; Hunter, W. G. y Hunter, J. S. Statistics for experimenters: an introduction to design, data analysis and model building. Ed. Wiley. 1978.
- Box, G. E. P.; Hunter, W. G. y Hunter, J. S. Estadística para investigadores: introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos. Ed. Reverté. 2005.
- Box, G. E. P. [et. all]. The design and analysis of industrial experiments. Ed. Imperial Chemical Industries. 1979.
- Cochran, W. G. y Cox, G. M. Diseños experimentales. Ed. Trillas. 1980.
- Daniel, C. Applications of statistics to industrial experimentation. Ed. Wiley. 1976.
- Kuehl, R. O. Diseño de experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Ed. Thomson. 2001.
- Gutiérrez Pulido, H. y Vara Salazar, R. de la Análisis y diseño de experimentos. Ed. McGraw-Hill Interamericana. 2003.

##### OPTIMIZACION

- Beveridge, G. S. G. y Schechter, R. S. Optimization: Theory and Practice. Ed McGraw-Hill. 1970.
- Converse, A. O. Optimization. Ed. Rinehart and Winston. 1970.
- Dahlquist, G. y Björck, A. Numerical methods. Ed. Prentice-Hall. 1974.
- Edgar, T. F. y Himmelblau, D. M. Optimization of Chemical Processes. McGraw-Hill. 1988.
- Edgar, T. F. y Himmelblau, D. M. Solutions manual to accompany optimization of chemical processes. Ed. McGraw-Hill. 1988.
- Fox, R. L. Optimization methods for engineering design. Ed. Addison-Wesley. 1971.

#### Bibliografía disponible en eBook:

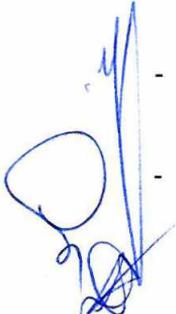
- Aguilar Rodríguez, E. (2010). *Diseño de procesos en ingeniería química*. Instituto Politécnico Nacional. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/72430>
- Aguirre González, F. J. (2010). *Análisis de riesgo por exposición a arsénico procedente de procesos industriales ubicados en la Bahía de Quinteros, mediante un modelo de dispersión*. D - Universidad de Chile. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/108296>
- Arata Andreani, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales: aplicación de la plataforma R-MES*. RIL editores. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/68060>
- Bernal de Lázaro, J. M. (2016). *Diagnóstico de fallos en procesos industriales empleando técnicas de aprendizaje basadas en métodos kernel*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/86721>
- Claver Gil, J. (2017). *El proceso analítico jerárquico: aplicación al estudio del patrimonio industrial inmueble*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/48886>

- Creus Solé, A. (2009). *Fiabilidad y seguridad de procesos industriales*. Marcombo. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/45872>
- Cruz Rodríguez, S. (2009). *Proceso de fabricación, calidad y análisis empleado en una fábrica de enlatados del mar*. El Cid Editor | apuntes. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/29357>
- García Suárez, J. (2015). *Diseño del proceso fermentativo del polipéptido antitumoral recombinante P25 expresado en Escherichia coli*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/86686>
- León Revelo, G. G. (2017). *Diseño del proceso de fermentación sólida a escala piloto para la producción de celulasas con residuos agroindustriales*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/91306>
- Méndez Delgado, F. (2014). *Los procesos industriales y el medio ambiente: un nuevo paradigma. Tomo II (2a. ed.)*. Universidad de Ibagué. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/70160>
- Miranda Carreño, R. (II.). (2020). *Ingeniería de procesos: diseño e integración de procesos químicos*. Dextra Editorial. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/133352>
- Montalvo Soberón, L. A. (2007). *Plásticos industriales y su procesamiento*. El Cid Editor. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/34450>
- Olgún Tizado, J. E. (2011). *Algoritmo de aproximaciones estocásticas para la optimización de procesos industriales*. *Ingeniería e Investigación*, 31 (3), 100-111. D - Ingeniería e Investigación. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/96324>
- Pellicer Durán, R. G. Rodríguez Betancourt, R. (Dir.) & Castellanos Pallerols, G. M. (Dir.). (2018). *Planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/122214>
- Pineda, A. (2010). *Equipo industrial para el procesamiento de todo tipo de desperdicios alimenticios*. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 1(1), 1994. Instituto de Investigaciones Porcinas. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/14030>
- Ramírez Amador, K. (2012). *Obtención de xilosa a partir de desechos lignocelulósicos de la producción y proceso industrial de la piña (Ananascomusus)*. *Uniciencia*. 26, 2012. Red Universidad Nacional de Costa Rica. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/13588>
- Recasens Baxarias, F. (2018). *Procesos de separación de biotecnología industrial*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/106566>
- Sánchez Silva, E. M. (2010). *Introducción a la confiabilidad y evaluación de riesgos: teoría y aplicaciones en Ingeniería*. Universidad de Los Andes. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/69351>
- Vargas Amaya, P. E. (2010). *Propuesta de programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad para el sistema de almacenamiento y bombeo*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. CUJAE. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/86046>
- Villalobos Ordaz, G. (2006). *Medición y control de procesos industriales*. Instituto Politécnico Nacional. <https://elibro.net/es/lc/bibingeelibro/titulos/101703>

#### Bibliografía Digital de Acceso Abierto [Consultadas al 20 de octubre 2023]

- Javier García de Jalón, José Ignacio Rodríguez, Alfonso Brazález (2001). "Aprenda Matlab 6.1 como si estuviera en primero". Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. <https://www.mundomanuales.com/manuales/4832.pdf>
- Arturo Jiménez Gutiérrez (2003). "Diseño de Proceso en Ingeniería". España: Reverte. ISBN: 84-291-7277-7. <https://thunderbooks.files.wordpress.com/2009/05/disenodprocesos-en-ing-quimica-arturojimenez.pdf>
- Lindo (2015). "Optimization Modeling with LINGO". LINDO Systems Inc. ISBN: 1-893355-00-4. <http://www.lindo.com>

- Linnhoff March (1998) Introduction to Pinch Technology. Targeting House. Gadbrook Park. <https://www.ou.edu/class/che-design/a-design/Introduction%20to%20Pinch%20Technology-LinnhoffMarch.pdf>
- MATLAB Getting Started Guide (2012). The MathWorks, Inc. [www.mathworks.com/trademarks](http://www.mathworks.com/trademarks)
- V. M. Nadgir; Y. A. Liu (1983). "Studies in Chemical Process Design and Synthesis: Part V: A Simple Heuristic Method for Systematic Synthesis of Initial Sequences for Multicomponent Separations". November. AIChE Journal (Vol. 29, No. 6). [https://www.academia.edu/36401790/Studies\\_in\\_Chemical\\_Process\\_Design\\_and\\_Synthesis\\_Part\\_V\\_A\\_Simple\\_Heuristic\\_Method\\_for\\_Systematic\\_Synthesis\\_of\\_Initial\\_Sequences\\_for\\_Multicomponent\\_Separations](https://www.academia.edu/36401790/Studies_in_Chemical_Process_Design_and_Synthesis_Part_V_A_Simple_Heuristic_Method_for_Systematic_Synthesis_of_Initial_Sequences_for_Multicomponent_Separations)
- Andres Ramos; Pedro Sanchez; José María Ferrer; Julian Barquin; Pedro Linares (2010). "Modelos Matemáticos de Optimización". Madrid, Comillas. [http://www.iit.comillas.edu/aramos/presentaciones/t\\_mmo\\_M.pdf](http://www.iit.comillas.edu/aramos/presentaciones/t_mmo_M.pdf)
- Nicolás José Scenna y col. (1999). "Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos". ISBN: 950-42-0022-2. <http://www.modeloingenieria.edu.ar/mei/repositorio/descargas/modelado/indice.pdf>, <http://www.edutecne.utn.edu.ar/modelado-proc-quim/modelado-proc-quim.pdf>
- Robin Smith (2005). "Chemical Process Design and Integration". John Wiley & Sons, Ltd. ISBNs: 0-471-48680-9 (HB); 0-471-48681-7 (PB). <https://nitsri.ac.in/Department/Chemical%20Engineering/PEDB1.pdf>
- Enrique Villamil García; Miguel J. García Hernández (2003). "INTRODUCCION AL PROYECTO DE INGENIERIA". Universidad Nacional de Buenos Aires - Instituto Tecnológico de Buenos Aires (UBA - ITBA) [http://materias.fi.uba.ar/6612/archives/Libro\\_materia.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6612/archives/Libro_materia.pdf)
- Bahram Ghorbani; Gholam Reza Salehi; Pooya Esnaashary; Majid Amidpour. Design and Optimization of Heat Integrated Distillation. Energy Science and Technology Vol. 3, No. 2, 2012, pp. 29-37 DOI:10.3968/j.est.1923847920120302.324 <http://cscanada.net/index.php/est/article/view/j.est.1923847920120302.324/pdf>
- Tibasiima, N. and Okullo, A. (2017) Energy Targeting for a Brewing Process Using Pinch Analysis. Energy and Power Engineering, 9, 11-21. <http://dx.doi.org/10.4236/epe.2017.91002> [https://www.scirp.org/pdf/EPE\\_2017011315455977.pdf](https://www.scirp.org/pdf/EPE_2017011315455977.pdf)
- Pemii, L.L., Dagde, K.K. and Goodhead, T.O. (2020) Gas Flare Design Debottlenecking Using Pinch Analysis. Advances in Chemical Engineering and Science, 10, 297-321. <https://doi.org/10.4236/aces.2020.104019> [https://www.scirp.org/pdf/aces\\_2020090314392643.pdf](https://www.scirp.org/pdf/aces_2020090314392643.pdf)



**6 EJES DE FORMACIÓN (Anexo I, Res. ME 1566-2021)**

En la asignatura se desarrolla la formación de los estudiantes en relación a los ejes identificados a continuación:

<i>Identificación, formulación y resolución de problemas de Ingeniería Química</i>	Medio
<i>Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de Ingeniería Química</i>	Medio
<i>Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de Ingeniería Química</i>	Bajo
<i>Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería Química</i>	Medio
<i>Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas</i>	Medio
<i>Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo</i>	Medio
<i>Fundamentos para una comunicación efectiva</i>	Medio
<i>Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable</i>	Alto
<i>Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.</i>	Medio
<i>Fundamentos para el aprendizaje continuo</i>	Medio
<i>Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora</i>	Medio

**Diseño de Procesos** tributa al Primer y Segundo Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería básicos y para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería, considerando que al ser una materia de cuarto año primer cuatrimestre de la carrera (donde se inician las materias del área de Tecnologías Aplicadas) faltan los conocimientos de todas las operaciones unitarias, servicios auxiliares, entre otros, como para implementar problemas ingenieriles con mayor profundidad. Los contenidos de la asignatura son: Diseño de Procesos. Diseño Óptimo de Procesos. Diseño con incertidumbre en la información.

**Diseño de Procesos** tributa al Tercer Eje de Formación en el Nivel Bajo (1) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, ...) esto se evidencia en el desarrollo del Trabajo Integrador al finalizar el cuatrimestre, pero se debe considerar que en esta asignatura los estudiantes adquieren las herramientas para desarrollar proyectos de ingeniería y se plantean casos de estudios generales, pero al ser materia de cuarto año, primer cuatrimestre, los estudiantes tienen la desventaja de no contar con los saberes previos para desarrollar proyectos de ingeniería con mayor profundidad.

**Diseño de Procesos** tributa al Cuarto Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería tanto en el desarrollo de prácticos, parciales, estudios de casos y finalmente en el trabajo integrador al finalizar el cuatrimestre.

**Diseño de Procesos** tributa al Quinto Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas en el desarrollo de trabajo integrador al finalizar el cuatrimestre.

**Diseño de Procesos** tributa al Sexto Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, tanto en el desarrollo de trabajo prácticos, en presentaciones orales de estudios de casos y en el trabajo integrador al finalizar el cuatrimestre. En cada actividad se dan pautas para organizarse y trabajar en equipo.

**Diseño de Procesos** tributa al Séptimo Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para comunicarse con efectividad, tanto en el desarrollo de presentaciones orales e informes escritos, uso referencias bibliográficas y publicaciones científicas y específicas, las que permitirán adoptar criterios para argumentar las decisiones tomadas. Uso de la plataforma Moodle (blogs, chats, foros).

**Diseño de Procesos** tributa al Octavo Eje de Formación en el Nivel Alto (3) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso

social, tanto en el desarrollo de trabajos prácticos y parciales, como así también en el desarrollo de trabajo integrador al finalizar el cuatrimestre.

**Diseño de Procesos** tributa al Noveno Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local, lo que se implemente mediante la responsabilidad social en el diseño de procesos, lo que radica en la comprensión de que las decisiones y acciones tomadas en el proceso de diseño pueden tener un impacto significativo tanto en la sociedad como en el medio ambiente. Los estudiantes de Diseño de Procesos deben considerar el bienestar de la Sociedad, de las comunidades y las personas afectadas por sus diseños, buscando minimizar los impactos negativos y maximizar los beneficios sociales.

**Diseño de Procesos** tributa al Décimo Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para aprender en forma continua y autónoma, tanto en el desarrollo de parciales, trabajo integrador, exposiciones orales, preparación para cada una de estas actividades, clases de consulta y en los informes impresos.

**Diseño de Procesos** tributa al Onceavo Eje de Formación en el Nivel Medio (2) porque busca desarrollar en sus estudiantes la formación para actuar con espíritu emprendedor. Tanto en el desarrollo de Trabajo Integrador - Proyecto final - Trabajo en equipo para la realización de prácticos y casos de estudio.

### 7 ENUNCIADOS MULTIDIMENSIONALES Y TRANSVERSALES (Anexo I, Res. ME 1566-2021)

En la asignatura se desarrollan los siguientes enunciados multidimensionales y transversales:

<i>Identificación, formulación y resolución de problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Estrategias de abordaje, diseños experimentales, definición de modelos y métodos para establecer relaciones y síntesis</i>	Medio
<i>Diseño, cálculo y proyecto de productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para la valorización y optimización</i>	Medio
<i>Planificación y supervisión de la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Utilización de recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios y sistemas de medición y aplicación de normas y reglamentaciones</i>	Bajo
<i>Verificación del funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas</i>	Bajo
<i>Proyecto y dirección de la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios referido a la higiene y seguridad en el trabajo y al control y minimización del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional</i>	Bajo

Uno de los objetivos de las materias del área de Tecnologías Aplicadas (Profesional Específica y Profesional General) es el de aplicar todos los conocimientos de las áreas básicas para desarrollar métodos de diseño de equipos y plantas de producción. Esto comprende el problema del dimensionamiento, seguido por los métodos de optimización y estudio de la dinámica de equipos y plantas. Es también importante dar al estudiante criterios para la selección de equipos que habitualmente no se diseñan, pero que deben especificarse adecuadamente para su compra. Los

objetivos de este grupo de materias dentro del plan de estudios tienen en cuenta el medio en el que el egresado desarrollará su actividad profesional, en el que deberá desempeñarse eficientemente integrando equipos interdisciplinarios de trabajo.

La asignatura **Diseño de Procesos** aporta al perfil de egreso en la generación del mejor diseño de proceso que involucra fenómenos de transferencia y/o transformación, con la finalidad de realizar un producto determinado, con un fin útil económico, tendiente a mejorar la calidad de vida del hombre y cuidado el ambiente. Para ello se proponen diversas alternativas y se aplican las diferentes técnicas para lograr el mejor diseño, con el sentido de mejor, como, por ejemplo: el de menor costo total de inversión, el de menor uso de energía, el de menor eliminación de efluentes o el de menor contenido de contaminación.

**Diseño de Procesos** tributa al Primer y Segundo Enunciado Multidimensional y Transversal en el Nivel Medio (2), en esta asignatura se plantea:

- Diseñar una estrategia de búsqueda de información para obtener datos técnicos y económicos del proceso considerando fuentes adecuadas.
- Construir el diagrama de flujo básico que presenta la secuencia de operaciones unitarias necesarias para transformar las materias primas en los productos deseados considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales; y múltiples alternativas posibles.
- Desarrollar métodos matemáticos en la resolución de problemas de la ingeniería química para el diseño y optimización de procesos químicos con el fin de encontrar soluciones viables económicamente.
- Aplicar diseño de experimentos en las distintas áreas para interpretar situaciones propias de la ingeniería química logrando una gestión de la calidad orientada a la mejora.

**Diseño de Procesos** tributa al Tercero, Cuarto y Quinto Enunciado Multidimensional y Transversal en el Nivel Bajo (1), en esta asignatura se plantea:

- Diseñar redes de máxima energía recuperada (MER) para obtener procesos eficientes en el consumo de energía teniendo en cuenta la sostenibilidad industrial.
- Valorar los riesgos en fase de diseño o en un proceso existentes para la seguridad, la salud y la higiene industrial aplicando las medidas pertinentes asumiendo los valores de responsabilidad y ética profesional propios de la ingeniería química.
- Integrar conocimientos para tomar decisiones con criterio ingenieril, a partir de información incompleta o limitada de los procesos químicos reflexionando sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional.

**Diseño de Proceso** es una materia de cuarto año primer cuatrimestre de la carrera (donde se inician las materias del área de Tecnologías Aplicadas) tiene cursado paralelo con una de las Operaciones Unitarias y Gestión de la Empresa, por lo que los estudiantes carecen del conocimiento de la mayoría de las operaciones unitarias, servicios auxiliares e instrumentación y control como para implementar problemas ingenieriles con mayor profundidad, por ello su aporte a los enunciados multidimensionales y transversales no son altos.

## 8 METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La metodología de trabajo que se aplica durante el cursado de la materia es la siguiente:

**Dictado de Clases Teóricas (lección magistral participativa)** fomentar el aprendizaje participativo y cooperativo de los estudiantes, facilitando la comprensión de los contenidos y aumentando la implicación de los estudiantes en las clases teóricas, de modo que con todo ello los estudiantes logren alcanzar sus objetivos de aprendizaje. Se alternan las clases expositivas con actividades concretas que potencian la participación durante la clase de los estudiantes.

**Dictado de Clases de Trabajos Prácticos:** Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatiza el trabajo en el planteamiento de los métodos de resolución. Se proponen problemas y/o casos prácticos similares para que los estudiantes los resuelvan individualmente o en grupo, siendo guiados por el jefe de trabajos prácticos.

Se espera del estudiante: Participación activa. Resolución de problemas y casos prácticos. Planteamiento de dudas.

**Realización de coloquios antes de iniciar el trabajo práctico:** Se realiza una prueba escrita de tipo individual sobre los contenidos teóricos-prácticos abordados en el práctico, con el fin de comprobar el grado de comprensión de las competencias específicas.

**Consultas Individuales y Grupales:** tienen el objeto de proporcionar al estudiante un apoyo en la resolución de los problemas surgidos durante la clase práctica. Se aprovechan para realizar un seguimiento personal y/o grupal del aprendizaje. La cátedra dispone de horarios de consultas para aclarar dudas, también se pueden realizar mediante correo electrónico y/o mediante el uso de la plataforma Moodle.

**Uso de la plataforma Moodle** (Module Object-Oriented Dynamic Learning Environment- Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos) la que genera una continua interacción y comunicación con los alumnos. Esta herramienta permite a los estudiantes obtener los apuntes teóricos, trabajos prácticos, publicaciones, etc. en formato digital. Se utiliza este medio para mantener la comunicación entre la cátedra y los estudiantes y para informar las notas de los parciales y evaluaciones. También se incorpora una sala de chat continuo para consultas.

Los Recursos Didácticos empleados son:

Pizarra para los desarrollos teóricos y dibujos esquemáticos.

Computadora para presentar la clase mediante software adecuado (diapositivas, diagramas de flujo, grilla de cálculos y balances, simulaciones, etc.).

Computadoras en sala de cómputos de la facultad para el trabajo individual de los estudiantes

Plataforma Moodle: es un Ambiente Educativo Virtual, sistema de gestión de cursos, de distribución libre, que ayuda a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en línea

## 9 FORMAS DE EVALUACIÓN

Las condiciones de evaluación están establecidas en el Reglamento Interno vigente de la Cátedra.

RESOLUCIÓN FI N° 127-CD- 2024



Ing. JORGE ROMUALDO BERKHAN  
SECRETARIO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa



Ing. HECTOR RAUL CASADO  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa