

Formulario de Aprobación Curso de Posgrado 2013

**Asignatura: Operaciones Especiales en Ingeniería de Procesos**

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>** : Dra. Amelia Rubiolo (PhD en Ingeniería en Alimentos; Prof. Asoc. D.E. de UNL - Inv. Principal de CONICET; República Argentina)  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>** : Dra. Patricia Gerla (Prof. Titular Gr. 5, Departamento Operaciones Unitarias en Ing. Química e Ing. de Alimentos, Instituto de Ingeniería Química – Fac. de Ingeniería)  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Otros docentes de la Facultad:**  
(título, nombre, grado, Instituto)

Docentes fuera de Facultad: Dr. Oscar Iribarren (PhD en Ingeniería Química; Investigador Principal de CONICET), República Argentina

(título, nombre, cargo, Institución, país)

**Instituto ó Unidad:** Instituto de Ingeniería Química

**Departamento ó Area:** Dpto. Operaciones Unitarias en Ing. Química e Ing. de Alimentos

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

**Fecha de inicio y finalización:** 1 al 5 de julio 2013

**Horario y Salón:** de 9 a 12:30 y de 14:30 a 18 hs, salón azul de la Facultad de Ingeniería

**Horas Presenciales:** 40

(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de créditos:** 7

(de acuerdo a la definición de la Udelar, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem metodología de la enseñanza)

**Público objetivo y Cupos:** Sin cupo

El curso esta dirigido a estudiantes de posgrado de las carreras de maestría en Ing. Química, y de la Maestría en Ing. de Alimentos. Es un curso que puede resultar de interés para los profesionales y técnicos que se desempeñan en las industrias de procesamiento en sus diversas áreas ( producción, control de procesos, etc)

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

**Objetivos:**

- Examinar fundamentos fisicoquímicos y fenómenos de transferencia de calor y/o materia en sistemas de la industria alimenticia. Diseño de los procesos batch y continuos.

- Aprender a utilizar y/o actualizar herramientas matemáticas (métodos analíticos y numéricos) y computacionales para la resolución de los modelos propuestos. Diseño de los procesos batch y continuos.
- Aprender a analizar los resultados obtenidos en función de las propiedades necesarias para completar el modelo matemático, las variables operativas, y la información de la literatura relacionada con el sistema en estudio.

---

**Conocimientos previos exigidos:** formación en física, matemática y fisicoquímica de nivel terciario.

**Conocimientos previos recomendados:** formación en Ingeniería Química o en Ingeniería de Alimentos o equivalentes en la formación básicas en Ingeniería de procesos

---

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura y su distribución en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico): 20
- Horas clase (práctico): 10
- Horas clase (laboratorio): 0
- Horas consulta: 5
- Horas evaluación: 5
  - o Subtotal horas presenciales: 40
- Horas estudio: 45
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 15
- Horas proyecto final/monografía: 0
  - o Total de horas de dedicación del estudiante: 100

---

**Forma de evaluación:** Examen escrito

---

**Temario:**

Características de la industria química y de alimentos. Análisis de las ecuaciones básicas de transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia en estado no estacionario. Parámetros y propiedades empleados para su aplicación. Determinación de los coeficientes de transferencia. Determinación experimental y ecuaciones de predicción. Difusividad y permeabilidad en sólidos. Difusividad térmica, conductividad térmica y calor específico.

Tensor de tensiones. Viscosidad. Clasificación de los fluidos según la respuesta reológica. Modelos constitutivos para fluidos no newtonianos. Medición de funciones reométricas. Ensayos reológicos estacionarios y dinámicos. Caracterización del comportamiento reológico de alimentos. Alimentos viscoelásticos sólidos y fluidos. Suspensiones coloidales. Soluciones macromoleculares. Emulsiones. Estabilidad

Relación de equilibrio entre fases. Actividad de agua en preservación de alimentos. Isotermas de adsorción. Algunas ecuaciones de predicción de actividad de agua en alimentos. Diagramas de fases. Sistemas inestables. Estado vítreo en alimentos. Comportamiento de los alimentos en estado vítreo. Cambios de propiedades térmicas del hielo y agua. Cambio del punto de congelación. Concentración de soluciones. Cambio del punto de evaporación.

Diseño de procesos batch - semicontinuos. Descripción de las etapas mediante factores de tamaño y tiempo. Cronogramación de tareas, políticas de operación. Duplicación de equipos y provisión de almacenamiento intermedio. Optimización de tamaños de equipos y tiempos de operación. Procesos batch vs continuos

Operaciones que involucran cambios de temperatura. Extracción sólido líquido como ejemplo de modelación de etapas batch. Hipótesis simplificadoras para obtener soluciones analíticas. Predicción del factor de tamaño y tiempo de operación en función de las variables de diseño del proceso. Etapas aguas arriba y aguas abajo de la extracción.

Optimización de procesos extractivos como ejemplo de diseño de procesos batch. Variables de optimización: tipo de variables según las relaciones de compromiso que plantean. Optimización simultánea de la estructura y variables operativas: el número de etapas de extracción, relación solvente-sólido y tiempos de operación de las etapas

Operaciones que involucran cambios de temperatura. Enfriamiento y congelamiento. Penetración del calor.

Características del cambio de fase en alimentos. Cálculo del cambio de entalpía. Tiempo de congelación. Temperatura promedio en el sólido. Utilización de las ecuaciones de transferencia de calor en sólidos para calcular el tiempo de congelamiento. Cristalización.

Penetración del calor. Expresión cuantitativa de la destrucción térmica. Influencia de la temperatura. Cálculo del tiempo de procesamiento para temperatura constante y temperatura variable con el tiempo.

Membranas. Micro, ultrafiltración y ósmosis inversa. Diálisis. Pervaporación. Potencial químico. Presión osmótica. Flujo a través de una membrana. Permeabilidad, coeficiente de rechazo. Diferentes procesos de separación por membranas según el arreglo de los módulos.

Diseño conceptual de procesos: Diseño jerárquico guiado por heurísticos y metodologías de integración material de procesos. Ejemplo: inclusión de membranas en procesos, como "separadores" solas o en combinación con otras operaciones (procesos híbridos) o como "intercambiadores de materia".

Liofilización como ejemplo de procesos que involucran más de un fenómeno de transferencia. Velocidad de sublimación. Presión y temperatura de sublimación. Ecuaciones de transferencia de calor y materia, parámetros característicos, temperatura de colapso. Tiempo de sublimación.

Operaciones mecánicas en la industria de alimentos. Mezclado y homogeneización. Agitación. Cálculo de potencia. Polvos. Grado de heterogeneidad y velocidad de mezclado.

Nuevas operaciones aplicadas en alimentos. Métodos combinados en la preservación de los mismos.

---

**Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

- “Dehydration of Foods” - Barbosa Cánovas G. y Vega Mercado H. Chapman & Hall, New York - 1996.
- “Freeze-drying for the Food Industry” - Dalgleish J. - Elsevier Science Publishers Ltd., England. 1990.
- Handbook of Food Engineering - Heldman D.R. y Lund D.B. - Marcel Dekker, Inc. New York - 1992.
- “Food Properties Handbook” - Rahman S. - CRC Press LLC, Boca Raton, Florida - 1995.
- “Engineering Properties of Foods” - Rao M.A. y Rizvi S.S.H. - Marcel Dekker Inc., New York - 1995.
- "Systematic Methods for Chemical Process Design" - Biegler L. T. , I. E. Grossmann and A. W. Westerberg - Prentice Hall - 1997
- “Conceptual Design of Chemical Processes” - Douglas, J. M. - McGraw Hill - 1988
- “Synthesis of a Mass Integrated Biodiesel Process” - Fischer Carlos D. and Oscar A. Iribarren - Industrial and Engineering Chemistry Research 50(11), 6849-6859 (2011).
- "Posynomial Modeling of Batch Plants" - Salomone H. E. and O. A. Iribarren - Computers and Chem Eng 16, 173 -184 (1992)
- “Biotechnology and Food Process Engineering” - Schwartzberg H. y Rao M.A. - Marcel Dekker Inc., New York - 1990
- “Food Process Modelling” - Tijsskens L.M., Hertog M.L. y Nicolai B.M. - CRC Press, Boca Raton, Florida - 2000
- “Handbook of Food Engineering Practice” - Valentas K.J., Rotstein E. y Singh R.P. - CRC Press, Boca Raton, Florida – 1997.