



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería de Procesos
Area: Procesos Físicos

(Programa del año 2025)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 11/12/2025 15:26:55)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones de Transferencia de Energía	ING.EN ALIMENTOS	OCD N° 22/20 22	2025	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
GRZONA, LILIANA MYRIAM	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
MIRO, SILVIA MARCELA	Prof. Colaborador	P.Adj Simp	10 Hs
CANGIANO, MARIA CORINA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	3 Hs	3 Hs	1 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
04/08/2025	14/11/2025	15	120

IV - Fundamentación

La mayor parte de los procesos en la industria alimentaria involucran la transferencia de energía en forma de calor. A fin de cubrir las demandas de los consumidores de productos alimenticios, resulta importante considerar la utilización del calor ya sea como un mecanismo de conservación (envasado, UHT, congelado, etc.) o como una herramienta que produce cambios de textura y estructura de los productos (fritura, horneado, etc.).

Los contenidos de la asignatura Operaciones de Transferencia de Energía incluyen el estudio de sistemas en los que se produce la transferencia de energía térmica con y sin cambio de fase y su aplicación al diseño de equipos utilizados en la industria de alimentos. Por lo tanto en esta asignatura se aplican los conocimientos de Ciencias y Tecnologías Básicas en el diseño y cálculo de equipos en los cuales se realice la transferencia de calor con y sin cambio de fase.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

RA1 Identificar mecanismos de transferencia de calor en los sistemas de procesamiento de alimentos a efectos de seleccionar las herramientas apropiadas para el cálculo y diseño de equipos.

RA2 Analizar condiciones de operación de equipos de transferencia de calor con y sin cambio de fase para optimizar el

proceso al menor costo y bajo condiciones de cuidado del medio ambiente.

RA3 Evaluar equipos de transferencia de calor con y sin cambio de fase a efectos seleccionar el adecuado para una aplicación particular

RA4 Diseñar equipos de transferencia de calor con y sin cambio de fase a fin de establecer los requerimientos energéticos, tamaño del equipo y condiciones de operación

VI - Contenidos

Unidad 1: Fenómenos de transporte: definición. Mecanismos de transferencia de energía. Balance macroscópico de energía. Propiedades térmicas de los alimentos

Unidad 2.- Transmisión de calor por Conducción.

Introducción a las Operaciones de Transferencia de calor. Ecuación general de conducción en sólidos. Transferencia de calor a través de una pared. Aislación térmica. Conducción de calor en régimen no estacionario.

Unidad 3: Transmisión de calor por convección

Coefficientes de transferencia de calor. Ecuaciones de balances entálpicos. Área de transferencia de calor y coeficiente de transferencia de calor. Diferencia de temperatura media entre dos fluidos. Intercambiadores de doble tubo. Intercambiadores de carcasa y tubos. Intercambiadores de placa. Diseño térmico. Intercambiadores de superficie rascada. Intercambiadores de superficies extendidas. Eficiencia.

Unidad 4.- Condensación

Mecanismos de la condensación. Condensación de vapores puros. Equipos. Condensación de mezclas de vapores. El vapor de agua como medio de calefacción de procesos.

Unidad 5.- Evaporación

Evaporación en procesos de la industria de alimentos. Elevación del punto de ebullición. Cálculo de un evaporador simple. Aprovechamiento del vapor desprendido. Múltiples efectos. Algoritmos y técnicas de diseño. Equipos de evaporación.

Unidades de circulación natural. Unidades de circulación forzada. Unidades de película. Equipos auxiliares. Efecto sobre los alimentos.

Unidad 6.- Congelado y Refrigeración

Termodinámica del congelado de alimentos. Propiedades de los alimentos congelados. Cálculo del tiempo de congelamiento. Algoritmos y técnicas de diseño. Sistemas de congelado. Efecto sobre los alimentos. Refrigeración. Sistemas mecánicos de refrigeración. Refrigerantes. Efecto sobre los alimentos.

Unidad 7.- Hornos para la industria alimentaria

Horneo y asado. Teoría. Equipos. Efecto sobre los alimentos. Calentamiento por irradiación. Teoría. Equipos.

Unidad 8.- Extrusión.

Transferencia de calor en extrusores. Instalaciones. Aplicaciones. Selección. Efecto sobre los alimentos.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los Trabajos Prácticos de la asignatura consistirán:

- En la resolución de problemas, aplicando los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Con estas clases se pretende desarrollar criterio, ejercitar la capacidad de razonamiento resolviendo situaciones en cierta forma reales, tratando de ubicar al alumno en su futura labor profesional. Las clases se desarrollan bajo la guía de un docente que atiende dudas e inquietudes e incentiva al análisis de conclusiones.
- Clases de Prácticos de laboratorio y planta piloto. Con estas actividades experimentales se pretende consolidar las competencias profesionales y generar aprendizajes de conocimiento, habilidades y actitudes a través del trabajo metodológico de la experimentación. Asimismo se pretende propiciar el trabajo en equipo y la capacidad de expresión escrita a través de informes.

En los prácticos de laboratorio y planta piloto se entrega una guía que permite al alumno conocer previamente las actividades a desarrollar. En el caso de planta piloto, las prácticas se realizan en equipos de trabajo que requieren de una organización y asignación de roles y tareas antes de comenzar la práctica.

En todos los casos se explicitan las normas de seguridad para trabajo a través de charlas previas.

Se realizarán los siguientes prácticos de laboratorio y Planta piloto:

1. Aislamiento térmico: proyecto del aislamiento en la línea de vapor de la planta piloto.
 2. Conducción de calor en régimen no estacionario
 3. Evaluación del coeficiente global de transferencia de calor en paila calefaccionada con vapor a nivel planta piloto.
 4. Condensación de vapor puro.
 5. Evaluación de la elevación del punto de ebullición en un alimento líquido: líneas de Dühring.
 6. Evaluación de las condiciones de operación de un evaporador de película descendente a nivel planta piloto.
- Realización de visitas a plantas industriales (de existir disponibilidad económica).

VIII - Régimen de Aprobación

A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:

El dictado de la asignatura comprende actividades de dictado de teoría, resolución de problemas de ingeniería y actividades experimentales de laboratorio y planta piloto.

Las clases teóricas (3 horas semanales), consisten en exposición de los conceptos teóricos y discusión sobre los puntos principales del tema. Esta discusión se genera a partir de preguntas disparadoras o trabajos publicados.

resuelven con apoyo de computadora y material bibliográfico. La parte de Resolución de Problemas de la asignatura se puede promocionar aprobando tres exámenes parciales escritos durante el cursado. La promoción parcial es opcional. Los exámenes parciales involucran problemas y/o preguntas con aspectos conceptuales y/o resolución numérica. Todas las instancias son de resolución individual por parte del alumno

Los prácticos de laboratorio y planta piloto se llevan a cabo siguiendo una guía que el estudiante debe leer previamente. Estas actividades se evalúan mediante los informes y son 100% obligatorias

B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO

- Asistir al 80% de las clases de resolución de problemas
- Asistir al 100% de prácticos de laboratorio y planta piloto. Aprobar los informes correspondientes.
- La parte de Resolución de Problemas de la asignatura se puede promocionar aprobando tres exámenes parciales escritos durante el cursado (o las recuperaciones que considera la normativa). La promoción parcial es opcional. Los exámenes parciales involucran problemas y/o preguntas con aspectos conceptuales y/o resolución numérica. Todas las instancias son de resolución individual por parte del alumno.

C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL

Para alumnos regulares. Consiste en dos instancias de evaluación. Un examen escrito (Examen de Problemas) de tres horas (3 h) de duración donde deben resolver en forma individual problemas o preguntas, pudiendo consultar sus apuntes personales y el material que provee la asignatura.

Quienes hayan optado por el sistema de Evaluación Continua de la asignatura y promocionado (promoción parcial), no deben rendir este examen. Aprobada esa instancia, los alumnos deben rendir una evaluación oral individual (Examen de Teoría) ante el tribunal examinador sobre contenidos de la asignatura.

La calificación final surge de la evaluación del alumno en las dos instancias (Examen de Problemas y Examen de Teoría)..

D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL

Deben cumplir con la aprobación de los tres parciales o sus respectivas recuperaciones. En la última semana se resolverá un proyecto de ingeniería o con pautas marcadas, aplicando técnicas y herramientas de la ingeniería.

E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES

Para aquellos alumnos que se encuentren en condición de libre, para aprobar la asignatura el alumno debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Aprobar un examen escrito que consistirá en un problema de aplicación y una actividad relacionada con los prácticos experimentales de laboratorio y/o planta piloto.
- Aprobar un examen cuyo contenido son los fundamentos teóricos de la asignatura. Las unidades de examen coinciden con el programa analítico

IX - Bibliografía Básica

- [1] Operaciones Unitarias en la Ingeniería de alimentos. A. Ibarz, G. V. Barbosa-Canovas. Ediciones Mundi-Prensa (2005)
- [2] Transferencia de calor en ingeniería de procesos. E. Cao. Nueva Librería. (2006).
- [3] Procesos de transferencia de calor. D. Q. Kern. Compañía Editorial Continental S.A.(1999).
- [4] Ingeniería Industrial alimentaria. Vol. I. P. Mafart, E. Beliard. Ed.Acribia.(1994).
- [5] Handbook of food engineering. D. Heldman y D. B. Lund. Marcel Dekker Inc. (1992)

- [6] Tecnología del procesamiento de alimentos. Principios y práctica. P. Fellows. 2da. Edición. Editorial Acribia (2007)
- [7] Tecnologías térmicas para el procesamiento de alimentos. Editor: P. Richardson. Ed. Acribia (2005).
- [8] Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación. C. Geankoplis. Grupo Editorial Patria. (2008)

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Fundamentals of food process engineering. R. Toledo. Aspen publishers (1992).
- [2] The fundamentals of food engineering. S. Charm. The AVI publishing company inc. (1971).
- [3] Handbook of food processing equipment. G. D. Saravacos, A. K. Kostaropoulos. Kluwer Academic/Plenum publishers (2002).
- [4] Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. A. Madrid, J. Gomez Pastrana, F. Santiago y J.M. Madrid. MundiPrensa (1994)
- [5] Tecnología de la congelación de alimentos. Z. Gruda, J. Postolski. Editorial Acribia.
- [6] Process heat transfer. G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott. CRC Press (1998).
- [7] Heat exchanger design. A. Fraas. 2da. Edición. J. Wiley. (1989)
- [8] Industrial refrigeration handbook. W.F. Stoeker. Mc Graw Hill (2000)
- [9] Extrusión de alimentos. Tecnología y aplicaciones. G. Robin. Ed. Acribia (2002)
- [10] Heat Exchangers. Selection, rating and thermal design. S. Jajac, H. Liu. CRC Press (1998).
- [11] Handbook of Food Processing- Food Preservation. Editado por Theodoro Varzakas y Constantina Tzia (2016) Taylor & Francis Group, LLC.

XI - Resumen de Objetivos

- Identificar los mecanismos de transferencia de calor en los sistemas de procesamiento de alimentos
- Diseñar equipos para el calentamiento o enfriamiento de alimentos en la Industria Alimentaria
- Analizar condiciones de operación de equipos de Transferencia de Calor en la Industria de Alimentos
- Evaluar equipos de transferencia de calor con y sin cambio de fase

XII - Resumen del Programa

Unidad 1: Mecanismos de transferencia de energía

Unidad 2.- Transmisión de calor por Conducción.

Unidad 3: Transmisión de calor por convección

Unidad 4.- Condensación.

Unidad 5.- Evaporación

Unidad 6.- Congelado y Refrigeración

Unidad 7.- Hornos para la industria alimentaria

Unidad 8.- Extrusión

XIII - Imprevistos

En caso de imprevistos que alteren el normal desarrollo del curso se priorizará el dictado de las unidades 2 a 6 con sus respectivos prácticos

XIV - Otros

Aprendizajes Previos:

- RA1 Identificar mecanismos de transferencia de calor en los sistemas de procesamiento de alimentos a efectos de seleccionar las herramientas apropiadas para el cálculo y diseño de equipos Conocer primera y segunda ley de la termodinámica
- RA2 Analizar condiciones de operación de equipos de transferencia de calor con y sin cambio de fase para optimizar el proceso al menor costo y bajo condiciones de cuidado del medio ambiente Comprender los mecanismos de transferencia de calor y su aplicación
- RA3 Evaluar equipos de transferencia de calor con y sin cambio de fase a efectos seleccionar el adecuado para una aplicación particular Conocer el funcionamiento de equipos y sus aplicaciones
- RA4 Diseñar equipos de transferencia de calor con y sin cambio de fase a fin de establecer los requerimientos energéticos, tamaño del equipo y condiciones de operación Aplicar balances de masa y energía, evaluación de coeficientes de transferencia de calor

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica.

Cantidad de horas de Teoría: 3

Cantidad de horas de Práctico Aula: (Resolución de prácticos en carpeta)

Cantidad de horas de Práctico de Aula con software específico: (Resolución de prácticos en PC con software específico propio de la disciplina de la asignatura):

Cantidad de horas de Formación Experimental: (Laboratorios, Salidas a campo, etc.): 1

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería con utilización de software específico: (Resolución de Problemas de ingeniería con utilización de software específico propio de la disciplina de la asignatura): 4

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería sin utilización de software específico: (Resolución de Problemas de ingeniería SIN utilización de software específico)

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería con utilización de software específico: (Horas dedicadas a diseño o proyecto con utilización de software específico propio de la disciplina de la asignatura)

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería sin utilización de software específico: (Horas dedicadas a diseño o proyecto SIN utilización de software específico)

Aportes del curso al perfil de egreso:

1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 3)

1.2. Concebir, diseñar, calcular, analizar y desarrollar proyectos (Nivel 2)

1.5. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado (Nivel 2)

2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación (Nivel 1)

2.2. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. (Nivel 2)

2.3. Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad.(Nivel 3)

2.4. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas.(Nivel 3)

2.5. Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados.(Nivel 2)

2.6. Evaluar críticamente órdenes de magnitud y significación de resultados numéricos. (Nivel 2)

3.1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 1)

3.2. Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica.(Nivel 2)

3.3. Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica.(Nivel 1)

3.4. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. (Nivel 2)

3.5. Aprender en forma continua y autónoma.(Nivel 2)

3.6. Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo.(Nivel 2)

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA

Profesor Responsable

Firma:

Aclaración:

Fecha: