



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 2023)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 12/10/2023 16:29:29)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones de Transporte de Cantidad de Movimiento	ING.EN ALIMENTOS	OCD	2023	1° cuatrimestre
		N°		
		22/20 22		

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MONTENEGRO, MARIA MARGARITA	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
TOBAREZ, Gabriela Belen	Responsable de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs
AMBROGGIO, MAURICIO NAHUEL	Auxiliar 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	4 Hs	1 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2023	23/06/2023	15	120

### IV - Fundamentación

Los contenidos de esta asignatura se orientan a proporcionar al estudiante de Ingeniería en Alimentos las herramientas básicas y aplicadas para comprender y usar con sentido práctico las ecuaciones de balances integrales de las propiedades intensivas y extensivas que definen los sistemas asociados a las operaciones unitarias, y los balances locales e integrales de materia y cantidad de movimiento de los fluidos newtonianos y no newtonianos. Los mismos serán usados para estudiar, diseñar, adoptar, operar y optimizar sistemas y procesos industriales con sentido práctico y económico donde existe transferencia de cantidad de movimiento y flujo de fluidos tales como: distribución de fluidos en redes, impulsión de fluidos, agitación, mezclado, centrifugación, filtración, fluidización, entre otros.

El Ingeniero en alimentos deberá incorporar estos conocimientos para lograr capacidad en el desarrollo de nuevos procesos y poder modificar los existentes, como también le permitirán hacerse entender por los diseñadores de equipos y los proveedores de los mismos.

En el desarrollo de la asignatura deberán introducirse las consideraciones generales respecto al Medio Ambiente y a la Higiene y Seguridad en el Trabajo, y criterios económicos de adopción y selección.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje:

RA1: Calcular pérdidas de carga en cañerías para optimizar sistemas de transporte de fluidos, con fluidos newtonianos y no newtonianos.

Aprendizajes previos: Plantear balances de masa y energía mecánica para un sistema continuo y discontinuo. Escribir en lenguaje matemático problemas de ingeniería.

RA2: Calcular tiempos, volúmenes y superficie de filtración para determinar variables de diseño y adopción de equipos de filtración.

Aprendizajes previos: Reconocer las variables de proceso para la resolución.

RA3: Diseñar equipos clarificadores y clasificadores, para separar partículas sólidas en suspensión.

Aprendizajes previos: Plantear balances, diagramas de flujo.

RA4: Adoptar y dimensionar equipos de transferencia de cantidad de movimiento para el diseño de procesos de la industria alimentaria.

Aprendizajes previos: Reconocer las variables de proceso, plantear balances de energía mecánica, interpretación de curvas del fabricante.

RA5: Planificar y realizar ensayos y experimentos de laboratorio analizando e interpretando resultados y utilizando de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación

Aprendizajes previos: Cumplir las normas de buenas prácticas de higiene y seguridad en los laboratorios. Interpretar datos experimentales. Trabajar en grupos.

## VI - Contenidos

### **UNIDAD TEMÁTICA I: Introducción a las Operaciones Unitarias de Transporte de Cantidad de Movimiento**

#### **Bolilla 1**

Operaciones Unitarias de Transporte de Cantidad de Movimiento. Sistemas de unidades. Análisis dimensional y semejanza. Introducción a transporte molecular de cantidad de movimiento. Ley de Newton de la viscosidad. Balances macroscópicos de masa y energía. Reología de productos alimenticios: Introducción, Esfuerzo y deformación, sólidos elásticos y fluidos newtonianos, funciones viscosimétricas, Clasificación reológica de alimentos fluidos, Modelos mecánicos.

### **UNIDAD TEMÁTICA II: CIRCULACIÓN INTERNA DE FLUIDOS**

#### **Bolilla 2**

Equipo para el flujo de fluidos: Conducciones y Accesorios. Construcción, materiales. Criterios de selección. Pérdida de carga en conducciones y accesorios. Concepto de longitud equivalente. Circuitos ramificados y en paralelo. Diámetro óptimo. Tendidos típicos para el transporte de fluidos incompresibles. Medidores de caudal, Clasificación. Medidores de caudal de área constante: Tubo Venturi. Brida Orificio. Tubo Pitot. Ecuaciones representativas. Medidores de caudal de área variable: Rotámetros. Ecuaciones representativas.

#### **Bolilla 3**

Impulsión de líquidos: Bombas. Bombas centrífugas. Principio de funcionamiento. Influencia del ángulo de los alabes. Altura Neta de Aspiración Positiva. Curvas características. Comportamiento en operación. Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas. Principio de funcionamiento.

### **UNIDAD TEMÁTICA III: AGITACIÓN Y MEZCLA DE FLUIDOS**

#### **Bolilla 4**

Objeto de la operación de mezclado: Generalidades sobre tipos básicos de mezcladores. Agitadores de alta velocidad y paletas pequeñas, Agitadores de baja velocidad y paletas grandes, Influencia de los patrones hidrodinámicos sobre las características de los agitadores. Criterios para la selección: Grupos adimensionales para mezclado. Consumo de potencia en fluidos Newtonianos y no Newtonianos. Criterios de efectividad en el mezclado. Mezclado de sólidos y pastas.

#### **UNIDAD TEMÁTICA IV: FLUJO DE FLUIDOS a TRAVÉS de LECHO de SÓLIDOS.**

##### **Bolilla 5**

Caracterización de partículas, Determinación de la porosidad del lecho, Caída de presión a través de lecho de partículas: Ecuaciones de Kozeny-Karman; Burke-Plummer y Ergun.

Filtración. Generalidades. Expresión General matemática de filtración. Integración de la ecuación de filtración: casos de tortas incompresibles y compresibles. Filtración a presión constante y a velocidad constante. Régimen mixto. Lavado y secado. Determinación de las constantes de filtración, Criterios para la selección de un filtro. Velocidad y tiempo de lavado, Tiempo óptimo de filtración, Superficie de filtración de un filtro continuo, Equipos para la filtración. Ventajas y desventajas de su utilización.

##### **Bolilla 6**

Fluidización. Mecanismo de fluidización, Fluidización homogénea y agregativa, Caída de presión en lecho fluidizado, Velocidad mínima de fluidización, Diseño de una columna de fluidización, Eficiencia. Aplicación de la fluidización en la industria de los alimentos.

#### **UNIDAD TEMÁTICA V: MOVIMIENTO DE SÓLIDOS EN EL SENO DE FLUIDOS.**

##### **Bolilla 7**

Flujo alrededor de objetos sumergidos, Variación del coeficiente de fricción con la velocidad. Movimiento de partículas en el seno de un fluido. Velocidad límite de sedimentación. Métodos para determinar la velocidad límite ó terminal de sedimentación. Efecto de la concentración de partículas.

Clasificación. Generalidades. Estudio de los casos de separación total y de mezcla. Métodos analítico y gráfico. Diseño de cámara de clasificación. Otros equipos de clasificación.

##### **Bolilla 8**

Sedimentación gravitacional: Generalidades, Ensayo de sedimentación discontinua. Espesadores: discontinuos y continuos. Descripción de un espesador continuo (tipo Dorr) Área y profundidad. Flotación, generalidades, tensión interfacial, reactivos.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VI: SEPARACIÓN CENTRIFUGA**

##### **Bolilla 9**

Centrifugación: Generalidades, Centrífuga tubular, Diámetro de partícula mínimo y de corte. Línea neutra, Ubicación de derrames. Centrífuga de disco. Centrífuga de rotor macizo, Factor sigma.

Clasificación Centrífuga(Ciclones): Generalidades. Caída de presión, Diámetro de partícula mínimo y de corte, Rendimiento individual y total de la operación. Diseño y mantenimiento, Multiciclones. Hidrociclones.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VII: OPERACIONES CON SÓLIDOS**

##### **Bolilla 10**

Transporte de sólidos: Almacenamiento y Manipulación. Distintos tipos de transportadores y elevadores. Consumo estimado de potencia. Desintegración mecánica de sólidos. Quebrantamiento. Trituración. Molienda. Molienda Coloidal. Leyes de desintegración mecánica. Eficiencia.

Tamizado: Tamaño de partículas. Características de un tamiz. Análisis granulométrico por tamizado.

### **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Se desarrollarán guía de problemas. Se emplearán dos clases prácticas (4 horas totales) por tema para la resolución en clase. Los problemas que queden sin resolver serán resueltos con la ayuda de clase de consulta.

Los prácticos de laboratorio a realizar serán: Determinación de la pérdida de carga en cañerías, Agitación y Mezcla, Filtración, Sedimentación y Tamizado. Se entregará una guía con una introducción teórica y el desarrollo de la parte experimental. Los estudiantes deberán presentar un informe individual o en grupo de no más de tres estudiantes, dependiendo del práctico, con un tiempo límite de 7 días.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

### **A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:**

El dictado se realizará con 3 horas semanales de clases teóricas, 4 horas de clases de resolución de problemas ingenieriles y prácticos de laboratorio y de planta piloto.

Los prácticos de aula se llevan a cabo en presencia y apoyo de docentes para atender las consultas, y los problemas podrán ser resueltos usando programas en computadora y material bibliográfico.

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.

Se evaluará el desempeño de clases invertidas en temas propuestos por el profesor.

La preparación del alumno para la resolución de problemas será evaluada mediante parcialitos, que constarán en 2 o 3 preguntas de conceptos o situaciones prácticas claves para la resolución de los problemas.

La parte de Resolución de Problemas de la asignatura se puede promocionar aprobando dos exámenes parciales escritos durante el cursado y aprobarlos con un puntaje mínimo de 80 puntos sobre 100, de primera instancia o en su recuperación.

Todas las instancias son de resolución individual por parte del alumno.

La promoción es opcional.

La aprobación de la resolución de problemas es de 60 puntos sobre 100.

Los alumnos que no alcancen la promoción de problemas o no opten por esta modalidad, deberán rendir un Examen Práctico, resolviendo un problema y Aprobada esa instancia, serán evaluados individualmente en examen oral (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).

Los alumnos que hayan alcanzado la Promoción de los Problemas, sólo rendirán la instancia de Examen de Teoría.

### **B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO**

a) Asistir como mínimo al 80 % de las clases teóricas, al 80 % de las clases de resolución de problemas y al 100 % de los trabajos prácticos que se realizan en la Planta Piloto.

b) Aprobar el 100% de los informes escritos de los trabajos prácticos de laboratorio y planta piloto.

c) Aprobar dos exámenes parciales de resolución de problemas con un porcentaje del 60%. La resolución es individual por parte del alumno.

d) Aprobar el 80% de los parcialitos antes de cada práctico.

### **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, pudiendo consultar sus apuntes personales y el material que provee la asignatura.

Quienes hayan alcanzado la promoción de los Problemas (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**

“El curso no contempla régimen de promoción”

### **E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES**

“El curso no contempla régimen de aprobación para estudiantes libres”.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] Operaciones Unitarias en la Ingeniería de alimentos. A. Ibarz, G. V. Barbosa-Canovas. Ediciones Mundi-Prensa (2005).
- [2] Procesos de transporte y Principios de procesos de separación. Christie J. Geankoplis.(2008)
- [3] Mc.Cabe- Smith. Operaciones unitarias en ingeniería química. 7a. ed. / México:-McGRaw-Hill/Interamericana, 2007.
- [4] Principios de Operaciones Unitarias.” Foust, Editorial Mc. Graw- Hill, 01 ed., 1980.
- [5] Heldman, Singh, Introducción a la Ingeniería de los alimentos, Editorial Acribia S.A.- 1998
- [6] Tecnología del procesado de alimentos. Principios y práctica. Fellows. 2da. Edición. Editorial Acribia (2007).
- [7] Fundamentals of food process engineering. R. Toledo. Aspen publishers (1992).
- [8] Ingeniería de los Alimentos: Las operaciones básicas aplicadas a la tecnología de los alimentos, R.L.Earle, Editorial Acribia, 01 ed., 1968.

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] Manual del Ingeniero Químico.” Editorial Mc. Graw- Perry 3º , 5º , y 6º Edición.Hill.Editorial Cecsca.03 ed., 1997-1998.
- [2] Ingeniería Química.Editorial Pergamon, Coulson And Richardson 01 ed., 1984.
- [3] Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. G.J.Brennan, J.R.Butters, N.D.Cowell y A. Lilley. Editorial Aspen Publisher (1998).

## XI - Resumen de Objetivos

- RA1: Calcular pérdidas de carga en cañerías para optimizar sistemas de transporte de fluidos.
- RA2: Calcular tiempos, volúmenes y superficie de filtración para determinar variables de diseño y adopción de equipos de filtración.
- RA3: Diseñar equipos clarificadores y clasificadores, para separar partículas sólidas en suspensión.
- RA4: Adoptar y dimensionar equipos de transferencia de cantidad de movimiento para el diseño de procesos de la industria alimentaria.
- RA5: Planificar y realizar ensayos y experimentos de laboratorio analizando e interpretando resultados y utilizando de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación

## XII - Resumen del Programa

- UNIDAD TEMÁTICA I: Introducción a las Operaciones Unitarias de Transporte de Cantidad de Movimiento
- UNIDAD TEMÁTICA 2: Agitación y Mezcla de fluidos
- UNIDAD TEMÁTICA 4: Flujo de fluidos a través de lecho de sólidos.
- UNIDAD TEMÁTICA 5: Movimiento de sólidos en el seno de fluidos.
- UNIDAD TEMÁTICA 6: Separación centrifuga
- UNIDAD TEMÁTICA 7: Operaciones con sólidos

## XIII - Imprevistos

Los imprevistos que se tienen en cuenta son clases que no puedan dictarse en el día y horario correspondiente por alguna situación particular. En ese caso, se entregará material de estudio y su dictado se reprogramará.

## XIV - Otros

Aprendizajes Previos:

- Plantear balances de masa y energía para un sistema continuo y discontinuo.
- Escribir en lenguaje matemático problemas de ingeniería.
- Reconocer las variables de proceso para usarlas en la resolución.
- Plantear balances esquematizando mediante diagramas de flujo.
- Reconocer las variables de proceso para análisis crítico.
- Cumplir las normas de buenas prácticas de higiene y seguridad en los laboratorios.
- Interpretar datos experimentales.

-Trabajar en grupos.

Detalles de horas de la Intensidad

Cantidad de horas de Teoría: 3

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):4

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

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.

1.6. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene, seguridad, impacto ambiental (Nivel 2)

1.7. Gestionar y auditar sistemas de calidad

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

2.3. Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad. (Nivel 1)

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

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

3.1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 2)

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

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 3)

3.6. Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo. (Nivel 3)

### ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: