Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Química Bioquímica y Farmacia
Departamento: Quimica
Area: Tecnología Química y Biotecnología

(Programa del año 2025)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 10/03/2025 12:01:01)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
OPERACIONES UNITARIAS I	ING. EN ALIMENTOS	24/01	2025	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
CADUS, LUIS EDUARDO	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
DURAN, FLAVIA GRACIELA DEL	Prof. Colaborador	P.Adj Semi	20 Hs
AGUERO, FABIOLA NERINA	Prof. Co-Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
RINAUDO, MATIAS GASTON	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	30 Hs	75 Hs	15 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2025	24/06/2025	15	120

IV - Fundamentación

Los contenidos de Operaciones Unitarias I se orientan al cálculo y adopción de equipos en lo que interviene fundamentalmente la transferencia de cantidad de movimiento. Para lograr una efectiva adquisición de conocimientos, el alumno deberá principalmente poseer conocimientos de física, termodinámica y fenómenos de transporte. En el desarrollo del curso deberán priorizarse las consideraciones generales respecto al medio ambiente y a la Higiene y seguridad del trabajo.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Lograr que el/la estudiante desarrolle capacidad para el análisis y diseño de equipos de transferencia de cantidad de movimiento. Introducir al estudiante en el uso de la literatura técnica específica para poder comparar, seleccionar y analizar equipos.

VI - Contenidos

CONTENIDOS MÍNIMOS: Flujo de fluidos compresibles e incompresibles. Dispositivos para el movimiento de fluidos. Agitación y mezclado. Flujo a través de lechos de partículas. Aplicación de la mecánica de partículas para las operaciones de separación en fase líquida y gaseosa: sedimentación, flotación, centrifugación, filtración, hidrociclones, cámaras de sedimentación. Operaciones con sólidos: transporte, desintegración mecánica, tamizado. Técnicas de diseño y modelado de las operaciones. Algoritmos.

PROGRAMA ANALÍTICO Y/O DE EXAMEN:

INTRODUCCIÓN: Operaciones Unitarias controladas por el Transporte de Cantidad de Movimiento. Clasificación de las

Operaciones Unitarias controladas por el Transporte de Cantidad de Movimiento. Revisión de conceptos básicos referidos al movimiento de fluidos.

UNIDAD TEMÁTICA I: CIRCULACIÓN INTERNA DE FLUIDOS

Bolilla 1

CONTENIDOS: 1.1 - Ecuaciones básicas del flujo de fluidos. Ecuación de Bernoulli. Correcciones de la ecuación de Bernoulli debido a factores de fricción y bombas. 1.2- Equipos 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. 1.3- Tendidos típicos para el transporte de fluidos incompresibles.

Bolilla 2

CONTENIDOS. 2.1- Medidores de caudal Clasificación. Medidores de caudal de área constante: Tubo Venturi. Brida Orificio. Tubo Pitot. ecuaciones representativas. 2.2- Medidores de caudal de área variable: Rotámetros. Ecuaciones representativas. 2.3-- Impulsión de líquidos: Bombas 2.3.1 - Tipos y principio de funcionamiento. Criterios de Selección del tipo de Bomba. 2.3.2. Bombas en serie y paralelo

UNIDAD TEMÁTICA 2: AGITACIÓN Y MEZCLA DE FLUIDOS

Bolilla 3

CONTENIDOS: 3.1- Introducción. 3.2- Modelo de flujo en tanques agitados. 3.3- Equipo de agitación 3.3.1- Tanque de agitación, 3.3.2- Tipos de agitadores, 3.3.3- Sistema de agitación estándar, 3.4- Consumo de potencia en la agitación de líquidos, 3.4.1- Fluidos newtonianos, 3.4.2- Fluidos no newtonianos, 3.4.3- Suspensiones sólido-líquido y tanques aireados, 3.5- Tiempo de mezclado, 3.6- Cambio de escala de agitación, 3.7- Emulsificación y homogeneización de líquidos, 3.7.1- Fundamento teórico, 3.7.2- Equipos y aplicaciones generales.

Bolilla 4

CONTENIDOS: 4.1- Introducción, 4.2- Mezcladores de sólidos pulverizados y granulados, 4.2.1- Mezcladores de cintas,4.2.2- Mezcladores de volteo, 4.2.3-Mezcladores de tornillo interno, 4.2.4- Criterios de eficacia de una mezcladora, 4.3-Mezcladores de masas y pastas, 4.3.1- Mezcladores de cubetas intercambiables, 4.3.2 Amasadoras, dispersadores ymasticadores, 4.3.3- Mezcladores continuos, 4.3.4- Criterios de eficacia de un mezclador

UNIDAD TEMÁTICA 3: OPERACIONES MECÁNICAS SÓLIDO-FLUIDO

Bolilla 5

CONTENIDOS: 5.1- Filtración, 5.1.1- Fundamento teórico, 5.1.2- Desarrollo práctico de la filtración, 5.1.3- Equipos para la filtración. Aplicaciones a la industria alimentaria

Bolilla 6

CONTENIDOS: 6.1-Sedimentación gravitatoria, 6.1.1- Velocidad terminal de sedimentación, 6.1.2- Sedimentación impedida, 6.3.3- Equipo para la sedimentación, 6.2- Centrifugación, 6.2.1- Teoría de la centrifugación para separación de líquidos inmiscibles, 6.2.2- Teoría de la sedimentación centrífuga para separaciones sólido-líquido, 6.2.3- Aparatos de la sedimentación centrífuga, 6.2.4- Ciclones, 6.3- Fluidización, 6.3.1- Relación entre velocidad del fluido y pérdida de presión en el lecho, 6.3.2- Determinación de la velocidad mínima de fluidización y de la velocidad de arrastre, 6.3.3- Utilización de los lechos fluidizados en la Industria Alimentaria.

UNIDAD TEMÁTICA 4: OPERACIONES CON SÓLIDOS

Bolilla 7

CONTENIDOS: 7.1- Transporte de sólidos: Distintos tipos de transportadores y elevadores.

Consumo estimado de potencia 7.2- Desintegración mecánica de sólidos Quebrantamiento Trituración Molienda Molienda Coloidal Leyes de desintegración mecánica Eficiencia. 7.3- Tamizado: Tamaño de partículas Características de un tamiz Análisis granulométrico por tamizado Representación de los resultados Determinación de la superficie específica de un material granulado Rendimiento de la separación por tamizado Equipos industriales de tamices fijos y móviles

SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO

1) Recomendaciones generales de orden personal

- Trabaje en el laboratorio con al menos otra persona tenga conocimiento de ello.

-Use propipetas o pipetas automáticas para pipetear solventes orgánicos, soluciones tóxicas o ácidos o bases fuertes.

-Emplee guantes y/o gafas para manipular sustancias peligrosas, inflamables o explosivas y hágalo bajo la campana.

- No lleve sus manos sin lavar a la boca u ojos si ha usado productos químicos.

- No ingiera alimentos o bebidas en el laboratorio.

2) Recomendaciones generales con respecto al laboratorio

- Mantenga las mesadas limpias y libres de materiales extraños al trabajo.

- Rotule inmediatamente cualquier reactivo, solución o muestra para el análisis.

-Todas las botellas y recipientes deben estar identificados de la siguiente forma: nombre, concentración, fecha de preparación

y responsable. Cuando se tenga duda sobre un reactivo éste se descartará.
-Mantener limpia la campana de extracción, no usarla como lugar de almacenamiento.
- Limpiar inmediatamente cualquier derrame de productos o reactivos. Protéjase si es necesario para realizar la tarea.
- En caso de derrames de productos inflamables, tóxicos o corrosivos siga los siguientes pasos: interrumpa el trabajo, advierta a las personas próximas sobre lo ocurrido, realice o solicite ayuda para una limpieza inmediata.
- Cuando se utilicen solventes inflamables, asegurarse que no haya fuentes de calor cercanas.
3) Operaciones rutinarias en el Laboratorio
a- Trabajo con material de vidrio: Cuando se insertan partes de vidrio en tubos de goma o tapones se las debe lubricar con agua, glicerina o detergente y deben protegerse las manos con guantes o una tela doblada. Mantener el tapón entre el pulgar y el índice, nunca en la palma de la mano.
b- Encendido de fuego:
Antes de encender una llama asegúrese que lo hace en un lugar permitido donde no haya material inflamable a su alrededor. Pruebe con solución de detergente la tubería, robinete y mechero para evitar pérdida de gas. Encienda el mechero al principio con la menor apertura posible del robinete. No abandone el laboratorio sin haber apagado los mecheros.
c- Trabajo con ácidos y bases fuertes:
Abrir las botellas despacio y bajo la campana. Antes de tocar una botella verificar que no esté húmeda. No la tome del cuello ni del tapón. Si está contenida en un recipiente, verifique el estado del mismo y tómelo sosteniéndolo por la base. Trabaje siempre con guantes. Nunca intente verificar el contenido de una botella o recipiente por su olor. Pipetear con propipeta. No apoyar la pipeta usada sobre la mesada, colocarla sobre un vidrio de reloj. Las propipetas se deben guardar con la ampolla llena de aire (sin aplastar) porque se deforman y pierden su función. Para diluir ácidos concentrados: Agregar el ácido sobre el agua de a poco y agitando y no a la inversa para evitar proyecciones del ácido en todas direcciones. Use envases plásticos para guardar ácido fluorhídrico porque ataca al vidrio. El hidróxido de sodio también se guarda en recipientes plásticos. En todos los casos, tapar con firmeza las botellas de manera de evitar pérdida de concentración por volatilización (HCl, HNO3), dilución (higroscopicidad del H2SO4) o carbonatación del NaOH. 5)
Procedimiento en caso de incendio: si se produce un incendio se debe primero informar a los demás y pedir ayuda. Si el incendio es pequeño puede intentar apagarlo o circunscribir cortando el gas y atacando el incendio con arena, extintor o agua. Con los equipos eléctricos no se puede usar agua. El chorro del extintor se debe dirigir a la base de la llama. Si corre el riesgo de verse atrapado o alcanzado por las llamas o una explosión o sofocarse por el humo abandone el lugar (su vida es más valiosa que cualquier equipo). Retírese del lugar en orden, sin pánico. Si hay humo, arrójese al suelo. El humo va hacia arriba. Si debe pasar por zonas de intenso calor, cúbrase la cabeza con una tela preferentemente mojada. Si se estaba trabajando con materiales peligrosos (tóxicos o corrosivos), antes de alejarse del lugar del incendio informe de esta circunstancia a los que vayan a combatir el
incendio. Se debe conocer antes que nada dónde están ubicados en el Laboratorio, los elementos de lucha contra incendios, las llaves de gas, electricidad, el teléfono y los números de emergencia .
PRIMEROS AUXILIOS
1) Ácidos corrosivos: Sulfúrico, clorhídrico, nítrico, fluorhídrico, etc. Ingesta: Se administrará rápidamente líquidos acuosos adicionados con agentes alcalinos débiles como:
• Mg(OH)2 al 8 %
• Gel de Al(OH)3
• Cal apagada (Ca(OH)2) en forma de solución azucarada.
NO usar bicarbonato de sodio pues da origen a desprendimiento de gas carbónico, lo cual puede provocar perforación en las paredes digestivas ya fuertemente traumatizadas.
Lesiones externas:
En piel: lavar la región atacada con abundante agua y aplicar compresas embebidas en los neutralizantes alcalinos antes indicados
En boca: enjuagar con una solución de bicarbonato de sodio.
En ojos: colocar solución de bicarbonato de sodio al 22,5 % o isotónica con las lágrimas.
Derrames: NO utilizar agua. Utilizar arena, bicarbonato de sodio o mezcla de ambos protegiendo las manos con guantes de goma.
2) Álcalis cáusticos: Hidróxido de sodio o calcio, amoníaco, carbonato de sodio o potasio, etc. Las lesiones son más peligrosas que los ácidos porque actúan a mayor profundidad en los tejidos (saponificación de triglicéridos).
Ingesta: Se puede suministrar abundante agua fría para diluir el álcali y luego soluciones acuosas de ácidos débiles.
• Vinagre al 1 %
• Ácido acético al 1 %o.
• Jugo de limón (ácido cítrico).

Lesiones Externas:
En piel: lavar la región atacada con abundante agua y aplicar compresas embebidas en los neutralizantes antes indicados.
En boca: enjuagar con agua y luego con alguna de las soluciones antes indicadas.
Derrames: Si el álcali es líquido y en poca cantidad, se puede lavar con abundante agua y drenar a la rejilla o pileta. Si es sólido, juntar con pala de plástico y verter poco a poco en la pileta, haciendo correr abundante agua. Siempre protéjase las manos con guantes de goma.
3) Metales pesados: Por ejemplo, Cd, Zn, Pb, Be, Cr, Hg.
Toxicidad: En general los metales pesados y sus sales son tóxicos o cancerígenos si se ingieren en cantidades apreciables o se inhalan en forma permanente. El contacto con la piel puede producir irritación.
Lesiones: El material que entra en contacto con la piel debe ser lavado enseguida con abundante agua, al igual que si se salpican los ojos.
Procedimiento Básico para Utilizar un Extintor Portátil
1.- Asegúrese que el extintor se encuentra en buenas condiciones, el precinto no está roto y la presión es la apropiada. Para los extintores de CO_2, el peso es un indicador de que el mismo está lleno.
2.- Rompa el precinto y quite el anillo de seguridad. Si el extintor es de presión indirecta, percuta el cilindro de gas, empujando la palanca hacia abajo.
3.- Realice una pequeña descarga del extintor frente a Ud., a fin de verificar si no tiene problemas
4.- Dirija la boquilla del extintor hacia la base de la llama, y con el viento a su favor, dispare repetidas veces y de forma que cubra la mayor área del incendio, hasta que controle el mismo.
5.- Luego de terminar y verificar que no existen más focos, ventile el área y recargue los extintores utilizados.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

De laboratorio (cada laboratorio requiere de su respectivo informe escrito)
Trabajo Práctico Nº 1: BOMBAS. Determinación de la curva característica. Operación de bombas en serie y en paralelo.
Trabajo Práctico Nº 2: AGITACIÓN DE FLUIDOS Determinación de la curva de Número de Potencia vs. Número de Reynolds: a) Para un agitador de hélice de 4 palas b) Para un agitador de turbina
Trabajo Práctico Nº 3: SEDIMENTACIÓN Determinación de la curva de altura vs. tiempo para Sedimentación Libre y Sedimentación Impedida
Trabajo Práctico Nº 4: MOLIENDA Estudio de los parámetros del proceso sobre el producto final
Trabajo Práctico Nº 5: TAMIZADO Determinación de superficie específica de una mezcla Determinación de tamaño medio de partículas Determinación del número de partículas de una mezcla.
De aula
1. Resolución de problemas
2. Preparación y exposición oral de monografías sobre temas descriptivos. Utilización de recursos multimedia (Power Point)
De campo
1. Visitas a plantas industriales. Elaboración de informe.

VIII - Regimen de Aprobación

Metodología de enseñanza
Las metodologías de enseñanza aplicadas en esta asignatura en las clases teóricas, prácticos de laboratorio y prácticas de aula promueven una enseñanza participativa, activa, en la que se busca el desarrollo de habilidades y competencias que permitan a los estudiantes enfrentar los desafíos del mundo laboral y social actual.
Los prácticos de laboratorio (4 o 5) refuerzan los conceptos dictados en teoría y ejercitados en prácticos de aula, permitiendo que los alumnos recreen conocimiento obtenido desde los libros u otros materiales didácticos.
Se realiza, al final del curso una visita a plantas industriales que usan intensivamente ingeniería de cantidad de movimiento.
La evaluación final es considerada una instancia más de aprendizaje y a los alumnos se les hace saber que más importante que realizar deducción de algoritmos representativos de las operaciones unitarias estudiadas es la interpretación física de cada operación, el peso de las variables intervinientes y desarrollar la capacidad de plantear un problema frente a un caso determinado.
El curso no tiene el régimen de promoción.
Para aprobar el curso como alumno regular, el alumno deberá:
1. Cumplir con el sistema de correlatividades según el plan de Estudios vigente

2. Asistir al 70% de las clases teórico-prácticas.
3. Aprobar el 100% de los prácticos de laboratorio.
4. Aprobar el 100% de las examinaciones parciales teniendo derecho a tres recuperaciones (ord. 003/86) en las fechas indicadas por la Cátedra. Los alumnos que trabajan y las madres con hijos menores de 6 años tendrán derecho a una recuperación adicional previa presentación de la certificación correspondiente antes de la primera evaluación parcial.
Alcanzadas estas condiciones, el alumno adquirirá la condición de REGULAR. Para lograr la aprobación de este curso deberá rendir un examen final que podrá ser escrito y/u oral en los turnos que estipule la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, según el calendario académico.
Toda la información sobre fechas de examinaciones parciales/promocionales y metodología de examen se informan al alumno por cartelera con, al menos dos semanas de anticipación. Los resultados de las evaluaciones son publicados por el mismo medio antes de transcurridas las 24 horas de la toma de la prueba.
Las examinaciones aprobadas y no aprobadas son mostradas a los alumnos a los efectos que los mismos verifiquen los errores cometidos y el personal docente, en clases de consulta especiales, desarrollan la resolución de las pruebas.

IX - Bibliografía Básica

[1] F. RODRÍGUEZ, J. AGUADO, J. A. CALLES, P. CAÑIZARES, B. LOPEZ, A. SANTOS, D. SERRANO. "Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol I y II, Operaciones de procesado de alimentos", Ed. Síntesis
[2] EARLE, R. L. Ingeniería de los Alimentos (Las operaciones básicas del procesado de los alimentos). Editorial Acribia,S.A.
[3] TOLEDO, R. T. Fundamentals of Food Process Engineering. 2º Edition. Chapman & Hall.
[4] HELDMAN, D. R.; LUND, D. B. Handbook of Food Engineering. Marcel Dekker, Inc.
[5] MCCABE, W. L.; SMITH, J. C. Y HARRIOT, T. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4º edición. Editorial McGraw-Hill. (1994).

X - Bibliografia Complementaria

[1] MC.CABE, W. L.; SMITH, J. C. “Operaciones Básicas de Ingeniería Química.” Editorial REVERTE S.A.
[2] PERRY AND CHILTON, "Chemical Engineer's Handbook", Ed. Mc. Graw Hill
[3] IBARZ, A.; BARBOSA, G.; GARZA, S. Y GIMENO, V. Métodos experimentales en la Ingeniería Alimentaria. Editorial Acribia S.A. Madrid. (2000)
[4] BARBOSA - CANOVAS, G. V.; MA L.; BARLETTA, B. Manual de laboratorio de Ingeniería de Alimentos. Editorial Acribia, S.A.
[5] BRENNAN, J. G.; BUTTERS, J. R.; COWELL, N. D.; LILLY, A. E. V. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia S. A.
[6] BROWN, G. G. Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. Editorial Marín S. A.
[7] SINGH, R. P., HEDMAN, D. R. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A.
[8] FELLOWS, P. Tecnología del procesado de los alimentos: Teoría y práctica. Editorial Acribia, S.A.
[9] LEWIS, M. J. Propiedades Físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado. Editorial Acribia, S.A.
[10] ROUSSEAU, R. W. Principios elementales de los procesos químicos. Editorial Addison Wesley Iberoamericana S. A.
[11] HAYES G. D. Manual de datos para ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. 1992.

XI - Resumen de Objetivos

Dotar al futuro profesional de las herramientas básicas que utilizará en la adopción y eventual diseño de los equipos utilizados en la industria donde se llevan a cabo operaciones basadas en la transferencia de cantidad de movimiento. Se pretende que los alumnos se familiaricen con las herramientas de cálculo y adopción de equipos. Adicionalmente se pretende que el alumno adquiera criterios de discernimiento en la adopción y/o elección de equipos, accesorios, etc.

XII - Resumen del Programa

INTRODUCCIÓN
UNIDAD TEMÁTICA I: CIRCULACIÓN INTERNA DE FLUIDOS
Bolilla 1 Ecuaciones básicas del flujo de fluidos. Ecuación de Bernoulli.
Bolilla 2 Medidores de caudal Clasificación y Bombas
UNIDAD TEMÁTICA 2: AGITACIÓN Y MEZCLA DE FLUIDOS

UNIDAD TEMÁTICA 3: OPERACIONES MECÁNICAS SÓLIDO-FLUIDO
Bolilla 5 Filtración
Bolilla 6 Sedimentación gravitatoria y centrífuga
UNIDAD TEMÁTICA 4: OPERACIONES CON SÓLIDOS

XIII - Imprevistos

Potencialmente la falta de presupuesto puede dificultar la realización de los laboratorios

XIV - Otros

no se prevé

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	