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

(Programa del año 2025)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 21/08/2025 08:52:49)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones Unitarias 2	INGENIERÍA QUÍMICA	OCD Nº 21/2022	2025	2° cuatrimestre
Operaciones Unitarias 2	INGENIERÍA QUÍMICA	Ord 24/12-17/22	2025	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
NUÑEZ, SONIA CAROLINA	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
SOTERAS, EDGAR MARIO	Prof. Colaborador	P.Asoc Exc	40 Hs
AMBROGGIO, MAURICIO NAHUEL	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
ACHAD, MARIA GABRIELA	Auxiliar de Práctico	A.1ra 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	Hs	Hs	Hs	Hs

Tipificación	Periodo

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**

IV - Fundamentación

El conocimiento de las operaciones unitarias en el campo de la ingeniería química es de fundamental importancia. El saber acerca del fenómeno de transferencia de calor entre fluidos en los procesos de la ingeniería química, conduce al diseño y dimensionamiento de equipos tales como intercambiadores de calor, condensadores, evaporadores y hornos. En la ingeniería química es necesario diseñar, analizar y calcular equipos industriales de transferencia de calor, así como también detectar oportunidades de mejora en los procesos preexistentes, haciendo posible proponer soluciones eficaces y prácticas, para situaciones problemáticas de la ingeniería química de procesos.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Se espera que los estudiantes sean capaces de:

RA1: Calcular la cantidad de calor intercambiado entre fluidos de procesos y/o de servicios para reconocer, representar y describir los equipos de procesos que involucren operaciones de transferencia de calor, con sus principales características constructivas y operativas, así como sus accesorios más comunes.
RA2: Comprender y aplicar las ecuaciones y mecanismos de diseño de equipos de transferencia de calor, teniendo en cuenta su interrelación con otros equipos, así como la seguridad, economía de la operación e impacto ambiental.
RA3: Reconocer la literatura útil para los temas de trasferencia de calor, las normas constructivas y de diseño involucradas para especificar y seleccionar adecuadamente los mismos, en base a ventajas y desventajas que ofrecen y a las alternativas viables.

VI - Contenidos

UNIDAD 1: FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR
Concepto de operación unitaria. Sistemas continuos y discontinuos. Mecanismos para la transferencia de calor. Transferencia de calor a través de una pared. Ecuación general de conducción. Aislación térmica. Convección forzada y convección libre. Fundamento de intercambio de calor entre dos fluídos.

UNIDAD 2: INTERCAMBIADORES DE CALOR EN PROCESOS INDUSTRIALES.
Área de transferencia de calor y coeficiente de transferencia de calor. Diferencia de temperatura media entre dos fluidos. Resistencia de ensuciamiento. Coeficiente total de transferencia de calor. Intercambiador de doble tubo: cálculo, pérdida de carga, criterios de optimización y diseño. Arreglos en serie y en paralelo. Intercambiadores de carcaza y tubos: disposición y tipos de diseño, cálculo, pérdida de carga y esquemas de flujo. Selección y verificación de un equipo standard. Mantenimiento y accesorios de intercambiadores. Planillas de especificaciones técnicas.

UNIDAD 3: INTERCAMBIADORES DE CALOR COMPACTOS Y DE SUPERFICIES EXTENDIDAS
Intercambiadores de calor compactos: intercambiadores de placas. Descripción del equipo, materiales, ventajas y desventajas. Cálculo. Arreglos múltiples, pasos.
Superficies Extendidas Eficientes: características y aplicaciones en diversos procesos industriales. Intercambiadores de superficies extendidas. Eficiencia. Algoritmos y técnicas de diseño.

UNIDAD 4: EQUIPOS PARA LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN PROCESOS POR LOTES
Balances de energía en procesos por lotes. Transferencia de calor mediante serpentín, camisa o intercambiador externo-Recipientes con o sin agitación. Algoritmos y Técnicas de diseño. Coeficientes de transferencia por convección natural y con agitación mecánica. Calentamiento y enfriamiento discontinuo. Casos prácticos donde se utiliza.

UNIDAD 5: CONDENSADORES DE VAPORES EN PROCESOS INDUSTRIALES.
Mecanismos de condensación por contacto directo o indirecto. Condensadores de superficie y de mezcla. Condensadores de vapores puros. De sobrecalentamiento. Condensación y subenfriamiento. Cálculo y diseño. Condensadores para vapores mezclados. Cálculo y diseño. Condensadores de mezcla.

UNIDAD 6: EVAPORADORES EN PROCESOS INDUSTRIALES
Evaporación en procesos. Elevación del punto de ebullición. Cálculo de un evaporador simple. Aprovechamiento del vapor desprendido. Múltiples efectos. Ascenso ebulloscopio. Unidades de circulación natural. Unidades de circulación forzada. Unidades de película. Equipos auxiliares. Algoritmos y técnicas de diseño. Equipos de evaporación. Economía de vapor. Termocompresión y eyectores de chorro de vapor.

UNIDAD 7 - HORNOS INDUSTRIALES
Hornos de proceso. Utilización de los hornos. Elementos para el diseño o verificación de la capacidad de un horno. Técnicas y herramientas para el diseño eficiente de hornos en diferentes procesos y aplicaciones. Algoritmos y técnicas de diseño.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los trabajos prácticos tienen como objetivo consolidar las competencias profesionales de los estudiantes y generar

aprendizajes de conocimientos, habilidades y actitudes a través de la experimentación en clases prácticas de laboratorio y planta piloto. En estas prácticas se evaluará el coeficiente global de transferencia de calor en una paila calefaccionada con vapor, las condiciones de operación de un evaporador de película descendente, entre otros experimentos relacionados con la transferencia de calor por conducción en sólidos y el diseño eficiente de intercambiadores de calor en procesos industriales. Además, se promoverá el trabajo en equipo y el desarrollo de la capacidad de expresión escrita mediante informes técnicos escritos por los estudiantes. Es importante destacar la necesidad de cumplir con las normas de seguridad en el laboratorio y planta piloto, y proporcionar charlas previas y material impreso sobre las normas de seguridad antes de comenzar la práctica para garantizar que los estudiantes trabajen de manera segura y eviten accidentes.
Se realizarán las siguientes prácticas de laboratorio y planta piloto: aislamiento térmico, evaluación del coeficiente global de transferencia de calor en paila calefaccionada con vapor, condensación de vapor puro, evaluación de la elevación del punto de ebullición en un alimento líquido: líneas de Duhring y evaluación de las condiciones de operación de un evaporador de película descendente.
Con estas prácticas se espera que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas para resolver problemas y desarrollar su criterio y capacidad de razonamiento, ubicándolos en su futura labor profesional, siempre manteniendo un enfoque en la seguridad en el trabajo en laboratorio y planta piloto.

VIII - Regimen de Aprobación

La evaluación se realiza a través de parciales a lo largo del cuatrimestre planteando situaciones similares a las resueltas en aula y en laboratorios de planta piloto.
Prácticas de planta piloto que promueven el trabajo en equipo, la capacidad de autoaprendizaje, la responsabilidad y la capacidad de comunicación oral y escrita. La evaluación se realiza durante y después de las prácticas mediante informes.
La evaluación se realiza a través de parciales y la entrega de informes.
A - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO
Descripción de los requisitos que los estudiantes deben alcanzar para regularizar el curso: Para alcanzar la regularidad los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos:
Asistir al 80% de las clases de prácticos de aula.
Asistir al 100% de los prácticos de laboratorio y planta piloto con aprobación de los informes correspondientes.
Aprobar dos parciales o las dos recuperaciones previstas en la normativa con 70 puntos sobre 100.
B – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL
La evaluación de la asignatura se compone de dos partes:
Examen escrito de resolución de problemas, el cual se realizará a libro abierto. Este examen está diseñado para evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar los conceptos y técnicas aprendidos en la asignatura a situaciones problemáticas.
Examen sobre los fundamentos teóricos de la asignatura, que cubrirá los conceptos fundamentales de operaciones de transferencia de calor. Este examen evalúa la comprensión de los estudiantes de los fundamentos teóricos de la asignatura.
Los exámenes serán congruentes con el programa analítico y se dividirán en unidades temáticas. Se espera que los estudiantes muestren un dominio completo de los conceptos y técnicas cubiertos en cada unidad.
Aprobar un examen escrito de resolución de problemas “a libro abierto”
Aprobar un examen cuyo contenido son los fundamentos teóricos de la asignatura Las unidades de examen coinciden con el programa analítico
C – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL
Asistir al 80% de las clases de prácticos de aula.
Asistir al 100% de los prácticos de laboratorio y planta piloto con aprobación de los informes correspondientes.
Aprobar dos parciales o alguna de las dos recuperaciones previstas en la normativa con un puntaje mínimo de 80 puntos sobre 100.
Aprobación de dos coloquios orales de teoría luego de aprobar el examen parcial con 80 sobre 100 puntos.
E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES
En caso de que un alumno se encuentre en condición de libre, para aprobar la asignatura deberá cumplir con los siguientes requisitos:
- Aprobar un proyecto propuesto por el docente relacionado con las prácticas experimentales de laboratorio y/o planta piloto.
- Aprobar un examen escrito que constará de un problema de aplicación y de resolución de una problemática.
- Aprobar un examen que cubrirá los fundamentos teóricos de la asignatura, coincidiendo con las unidades temáticas del programa analítico.

Estos exámenes evaluarán la comprensión del alumno en relación a los conceptos y técnicas cubiertos en las distintas unidades temáticas de la asignatura.

IX - Bibliografía Básica

[1] La bibliografía básica de la asignatura está disponible en la Biblioteca VM.
[2] [1] Cao, E. (2006). Transferencia de calor en ingeniería de procesos. Nueva Librería. Libro
[3] [3] Kern, D. Q. (1999). Procesos de transferencia de calor. Compañía Editorial Continental S.A. Libro.
[4] [3] McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (2007). Operaciones unitarias en la ingeniería química (7.a ed.). McGraw
[5] Hill. Libro
[6] [4] Cengel Y., Ghajar A. (2011). Transferencia de calor y masa. Fundamentos y Aplicaciones (4.a ed.). Ed. Mc Graw Hill. Libro.
[7] [5] Geankoplis, C. (2008). Procesos de transporte y principios de procesos de separación. Grupo Editorial Patria. Libro

X - Bibliografia Complementaria

[1] 1] Roberto W. Serth. (2007). Process Heat Transfer. Principles and Applications. Ed. Elsiever. Libro
[2] [2] Kakac S., Liu H. (2002). Heat Exchangers. Selection, Rating and Thermal Designs (2nd ed.). Ed. CRC. Libro.
[3] [3] Incoprera F., Dewitt D. ((2011). Introdution to Heat Trasnfers (6
[4] [4] Hewitt, G. F., Shires, G. L., & Bott, T. R. (1998). Process heat transfer. CRC Press.
[5] [5] Kuppan, T. (2013). Heat Exchanger Design Handbook (2nd ed.). CRC Press.

XI - Resumen de Objetivos

Calcular la cantidad de calor intercambiado entre fluidos de procesos y/o de servicios para reconocer.
Representar y describir los equipos de procesos que involucren operaciones de transferencia de calor
Comprender y aplicar las ecuaciones y mecanismos de diseño de equipos de transferencia de calor.
Reconocer la literatura útil para los temas de trasferencia de calor.

XII - Resumen del Programa

Fundamentos de Transferencia de Calor por Conducción
Intercambiadores de calor en procesos industriales.
Intercambiadores de calor compactos y de superficies extendidas.
Equipos para la transferencia de calor en procesos por lotes.
Condensadores de vapores en procesos industriales.
Evaporadores en procesos industriales.
Hornos industriales.

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:
Se especificarán los conocimientos y competencias que los estudiantes deben haber aprendidos en cursos anteriores para comenzar este curso. Se deberán escribir en formato [Verbo]+ [Objeto de conocimiento]
Dominar los mecanismos de transferencia de calor, el principio termodinámico para la evaluación de entalpías y la mecánica de fluidos.
Poseer los conocimientos básicos de matemáticas y álgebra, así como desarrollar habilidades para solucionar problemas y

diseñar algoritmos y técnicas de diseño.
Comprender los conceptos de transferencia de calor por conducción en sólidos y sus aplicaciones prácticas. Resolver ecuaciones de balance energético para obtener soluciones óptimas.
Calcular el coeficiente de transferencia de calor para diversos materiales y situaciones. Calcular la temperatura media entre dos fluidos para entender mejor su comportamiento.
Adquirir habilidades para obtener y correlacionar datos de las propiedades de transporte para uso en diferentes proyectos e investigaciones.
Solucionar situaciones problemáticas que involucren las ecuaciones de balance de materia y energía y los fenómenos de transporte para conseguir resultados efectivos.
Diseñar hojas de cálculo eficientes para resolver problemas de ingeniería.
Utilizar sistemas de medidas y unidades, así como comprender los órdenes de magnitud para entender los fenómenos involucrados en diferentes procesos.
Plantear y resolver situaciones nuevas a partir de principios generales para desarrollar habilidades en la resolución de problemas complejos.
Reconocer estrategias de lectura comprensiva en inglés para entender mejor la literatura técnica en esta lengua. Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica.
Se deberán discriminar las horas totales con mayor detalle al explicitado en el cuadro inicial (Punto 3). La sumatoria de las horas deberá coincidir con el crédito horario total del curso explicitado en el campo “Cantidad de horas” del punto III.
Cantidad de horas de Teoría: 45 horas
Cantidad de horas de Práctico Aula: 30 horas (Resolución de prácticos en carpeta)
Cantidad de horas de Práctico de Aula con software específico:15 horas (Resolución de prácticos en PC con software específico
propio de la disciplina de la asignatura)
Cantidad de horas de Formación Experimental:30 horas (Laboratorios, Salidas a campo, etc.) Aportes del curso al perfil de egreso:
Especificar las competencias definidas por el plan de estudio, a las cuales aporta el curso, de la siguiente manera: [competencia]+[(Nivel de dominio – (si corresponde)]. Solo se deberán especificar aquellas a las que se realiza algún aporte y en los casos que corresponda con qué nivel de dominio.
Aportes del curso al perfil de egreso:
1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 2)
1.5. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado (Nivel 2)
Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación. (Nivel 1)
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. (Nivel 2)
Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad. (Nivel 3)
Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas. (Nivel 3)
Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados. (Nivel 1)
Evaluar críticamente ordenes de magnitud y significación de resultados numéricos. (Nivel 2)
Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 1)
Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica. (Nivel 2)
Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica. (Nivel 2)
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)
Aprender en forma continua y autónoma. (Nivel 2)
Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo. (Nivel 1)

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