

Presidencia Roque Sáenz Peña, 07 de agosto de 2025

RESOLUCIÓN N° 230/2025 - C.D.C.B. y A.

VISTO:

El Expediente N° 01-2025-03169 sobre propuesta de Programa actualizado de la asignatura Operaciones Unitarias II de la carrera Ingeniería Química, iniciado por el Director de Carrera Dr. Dr. Gabriel Alejandro Bedogni; y

CONSIDERANDO:

Que la asignatura 23 – Operaciones Unitarias II corresponde al Área Curricular de Tecnologías Aplicadas y se dicta en 4° año 1er. cuatrimestre de la Carrera Ingeniería Química;

Que el Programa Analítico contempla los contenidos mínimos y carga horaria propuestos en el Plan de Estudios de la Carrera aprobado por Resolución N°010/08-R.;

Que las asignaturas correlativas respetan lo establecido en el Sistema de Correlatividades de la Carrera aprobado por Resolución N°071/13-C.S.;

Que los objetivos planteados guardan coherencia con los contenidos, métodos pedagógicos y de evaluación propuestos y la fundamentación refleja la relevancia de la asignatura en la formación de los futuros profesionales;

Que la forma de evaluación planteada se adecúa a la reglamentación vigente;

Lo aprobado en sesión de la fecha.

POR ELLO:

**EL CONSEJO DEPARTAMENTAL
DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CHACO AUSTRAL**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: APROBAR el Programa de la asignatura Operaciones Unitarias II correspondiente a la carrera de Ingeniería Química, que como Anexo Único forma parte de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2°: Regístrese, comuníquese, y archívese.



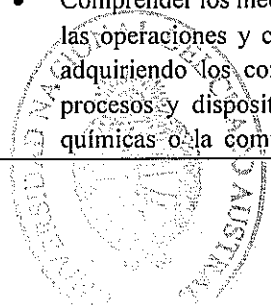
Nora B. Okunik
Dra. Nora B. Okunik
Directora
Dpto. de Cs. Básicas y Aplicadas



ANEXO: PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

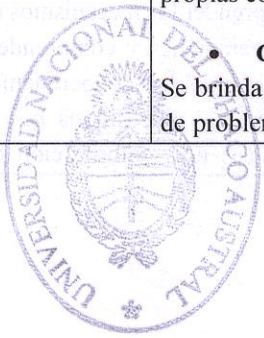
 UNCAUS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CHACO AUSTRAL		23 - OPERACIONES UNITARIAS II Plan de Estudios Resolución N°010/08-R.	
Carga Horaria: 150 horas Teóricas: 60 horas Prácticas: 90 horas		Programa vigente desde: 2025	
Carrera		Año	Cuatrimestre
INGENIERIA QUÍMICA		4to	Primero
CORRELATIVA PRECEDENTE		CORRELATIVA SUBSIGUIENTE	
Asignaturas		Asignaturas	
Para cursar		Para rendir	
Regularizada	Aprobada	Aprobada	IRQUI. Op. Unitarias III. Instrumentación y control. Biotecnología. Industrias de Procesos. Proyecto Industrial.
Físicoquímica Operaciones Unitarias I.	Probabilidad y Estadística. Termodinámica	Físicoquímica Operaciones Unitarias I.	
DOCENTES:		Profesor Adjunto: Ing. Walter Adrián Frank Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Cecilia Alejandra Romero	
FUNDAMENTACIÓN:		<p>La asignatura Operaciones Unitarias 2 se enfatiza en el desarrollo de habilidades que permitan al estudiante identificar, formular y resolver problemas relacionados con el transporte de materia y energía en procesos y/o equipos de ingeniería. Este enfoque prepara a los futuros ingenieros químicos a enfrentar retos tecnológicos, utilizando de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería usándolas en la industria desde una perspectiva integradora y analítica.</p> <p>Por otro lado, el estudio de las operaciones unitarias permite verificar el funcionamiento, las condiciones de uso, estado y aptitud de equipos relacionados, lo cual respalda la importancia de esta disciplina dentro del currículo de formación profesional en Ingeniería Química, que son clave para el dominio de procesos físicos en sistemas industriales.</p> <p>A través de ejercicios de diseño de equipos, el alumno podrá calcular y proyectar la fabricación de equipos basados en el intercambio de energía entre fluidos para distintos fines.</p>	
OBJETIVOS:		Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Comprender los mecanismos de transferencia de calor presentes en las operaciones y comprender los equipos y sistemas utilizados, adquiriendo los conocimientos para el diseño y/o selección de procesos y dispositivos que modifiquen las condiciones físico-químicas o la composición de soluciones y mezclas, utilizando 	

Handwritten signature





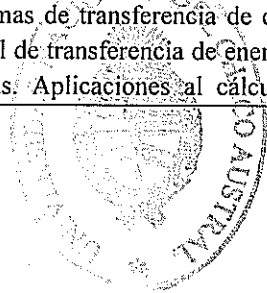
	<p>métodos que no impliquen reacciones químicas, basados principalmente en la transferencia de calor y masa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfatizar al estudiante a que actúe con espíritu emprendedor mediante la experiencia de visitas a pequeñas pymes relacionadas a la industria química. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrar los conocimientos adquiridos en otras asignaturas, incluyendo la aplicación de los conceptos de química, termodinámica y otros campos relacionados para el análisis y diseño de procesos. • Evaluar los factores que influyen en la eficiencia y cómo optimizar el rendimiento de los equipos y sistemas en la ingeniería química. • Aplicar criterios para la elección del medio operacional o conjunto de operaciones más adecuadas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental para un objetivo determinado. • Interpretar la importancia de la conservación del medio ambiente aplicando prácticas de diseño y operación que minimicen el impacto ambiental en los procesos industriales. • Aplicar habilidades para diseñar y seleccionar la capacidad de elegir el tipo de operación, equipo y condiciones operativas más adecuadas para un proceso específico.
<p>CONTENIDOS MÍNIMOS:</p>	<p>Balance integral de energía térmica. Dinámica de sistemas térmicos. Balance local de energía interna. Coeficientes de transferencia del calor. Conducción de calor estacionaria y no estacionaria. Convección forzada interna y externa. Analogías entre cantidad de movimiento y energía. Convección natural. Intercambiadores de calor sin cambio de fase. Intercambiadores de calor de carcasa y tubos, de placas, de doble tubo y otros. Diseño de intercambiadores de calor con cambio de fase. Condensación de vapores. Evaporación. Cálculo de evaporadores. Economía y producción de evaporadores. Radiación Térmica. Emisión y absorción de superficies sólidas. Intercambio de calor entre cuerpos.</p>
<p>MÉTODOS PEDAGÓGICOS:</p>	<p>La enseñanza de Operaciones Unitarias II suele combinar la explicación teórica de los conceptos con la resolución práctica de problemas de aplicación, complementada con trabajos de laboratorio. La metodología se enfoca en la aplicación de los conocimientos teóricos a la resolución de casos, fomentando la discusión grupal para mejorar la comprensión y el aprendizaje.</p> <p>El proceso de enseñanza-aprendizaje se suele estructurar de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas: Desarrollo de clases teóricas sobre conceptos, principios básicos y descripción de equipos con una activa participación de los alumnos, ya sea aportando datos, investigando, respondiendo preguntas, o sacando sus propias conclusiones. • Clases prácticas de gabinete: Se brinda el espacio para que los alumnos puedan desarrollar la resolución de problemas, aplicar conocimientos previos, interpretar el funcionamiento





	<p>de los equipos, diseñar, expresar opiniones y conclusiones grupales e individuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planta Piloto: Se realizan laboratorios referentes a temas como: conducción y convección (ambos se realizará la determinación del coeficiente de transferencia de calor, k y h respectivamente), intercambiadores de calor (mediciones y cálculos), mediciones de fenómenos. etc. • Seminario: Se realiza un trabajo grupal, de carácter abierto, para evaluar las habilidades de trabajo en grupo, la investigación, actualización, presentación y diseño de equipos industriales orientados a aplicaciones específicas dentro del ámbito de la ingeniería química. <p>Se realizan visitas a plantas industriales en función de los recursos obtenidos.</p>
<p>MÉTODOS DE EVALUACIÓN:</p>	<p>La evaluación en la asignatura de Operaciones Unitarias II en la carrera de Ingeniería Química, se rige de acuerdo a la Resolución N° 080/12 – CS. basándose en un examen final obligatorio para alumnos regulares y libres.</p> <p><i>Tipo de Evaluación</i> Alumnos Regulares: Evaluación continua con trabajos prácticos, parciales y examen final.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alumnos Libres: Examen final basado en el programa vigente. <p><i>Criterios de Evaluación</i> Alumnos Regulares:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistencia: Mínimo 75% de clases prácticas. • Trabajos Prácticos: Aprobación del 100%. • Exámenes Parciales: Tres evaluaciones escritas con un mínimo de seis puntos para aprobar y hasta tres recuperatorios. • Entrega de Carpeta: Trabajos prácticos de gabinete y laboratorios individual, y un seminario en grupo. <p>Alumnos Libres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examen Final: Evaluación según el programa vigente, con pautas establecidas en el Artículo 34 de la Resolución N° 080/12 - CS. <p>Los resultados de los exámenes finales estarán disponibles en el sistema SIU Guarani UNCAUS.</p>
<p>PROGRAMA ANALÍTICO DE CONTENIDOS:</p>	<p>TEMA 1: MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA.</p> <p>Mecanismos de transferencia de energía: conducción, convección y radiación. Transferencia y balance integral de energía térmica: conducción, emisión, absorción y generación de calor, y transformaciones de la energía. Condiciones de frontera.</p> <p>TEMA 2: CONDUCCIÓN ESTACIONARIA. LEY DE FOURIER. RESISTENCIAS TÉRMICAS.</p> <p>Conducción del calor. Ecuación de Fourier. Conductividad térmica. Sistemas de transferencia de calor combinados. Coeficientes individual y global de transferencia de energía: Resistencias térmicas de fases sólidas y fluidas. Aplicaciones al cálculo de perfiles de temperatura y de flujos</p>

M





calóricos. Aislamiento térmico. Radio crítico. Resistencia térmica de contacto.

Conducción de calor estacionaria en paredes planas, cilíndricas y esféricas. Casos de paredes simples y compuestas.

TEMA 3: SUPERFICIES EXTENDIDAS. CONDUCCIÓN NO ESTACIONARIA. MULTIDIMENSIONAL.

Intercambio calórico con superficies extendidas. Aletas y su acople con los mecanismos de transferencia. Definición y cálculo de la eficiencia.

Conducción de calor no estacionaria en placas, cilindros y esferas. Soluciones analíticas, gráficas y numéricas para transferencia uni y multidireccional. Aplicaciones en calentamiento y en enfriamiento.

TEMA 4: CONVECCIÓN. INTRODUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN.

Transferencia de energía por convección. Clasificación. Capa Límite. Conservación de masa, cantidad de movimiento y energía. Evaluación de los coeficientes de transferencia de calor por convección.

TEMA 5: CONVECCIÓN FORZADA INTERNA Y EXTERNA.

Convección forzada interna. Flujos laminares en tubos largos. Correlaciones para transferencia de energía en flujo laminar y en flujo turbulento. Flujos en secciones circulares y en secciones no circulares. Convección forzada externa. Flujo alrededor de cuerpos.

TEMA 6: CONVECCIÓN NATURAL.

Convección natural. Parámetros de similitud: análisis dimensional, grupos adimensionales, acoplamiento entre la transferencia de movimiento y de energía. Correlaciones para convección natural alrededor de cuerpos y en el interior de recintos.

TEMA 7: INTERCAMBIADORES DE CALOR.

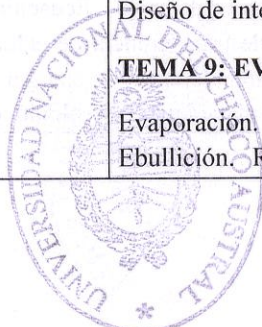
Intercambiadores de calor sin cambio de fase. Intercambiadores de calor de doble tubo, de carcasa y tubos, de placas y otros. Diseño de intercambiadores de calor. Diferencia media de temperatura, coeficiente global de transferencia de calor y factores de ensuciamiento. Factor de corrección. Método del NUT. Transferencia de energía en tanques agitados. Intercambio de calor en lechos fijos y fluidizados. Aplicaciones.

TEMA 8: CONDENSACIÓN.

Condensación exterior e interior. Condensación en películas y en gotas. Coeficientes de transferencia de calor. Condensación de vapores saturados y recalentados. Condensación en superficies verticales e inclinadas, en tubos horizontales y verticales, en bancos de tubos verticales y horizontales. Diseño de intercambiadores con cambio de fase. Aplicaciones.

TEMA 9: EVAPORACIÓN.

Evaporación. Elevación del punto de ebullición con la concentración. Ebullición. Regímenes: convección natural, ebullición nucleada y en





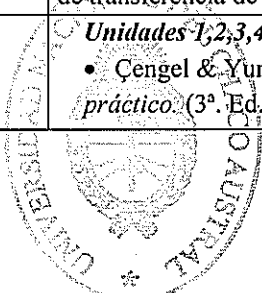
	<p>película. Correlaciones. Ebullición dentro de tubos. Tipo y diseño de evaporadores: Cálculos. Circulación forzada y natural, tubos largos, cortos y de película descendente. Coeficientes de transferencia de calor. Evaporación por múltiples efectos. Economía. Recompresión de vapor. Aplicaciones.</p> <p>TEMA 10: RADIACIÓN.</p> <p>Mecanismos básicos de la energía radiante. Emisión. Ley de Planck. Absorción, transmisión y reflexión. Emisión y absorción de superficies sólidas. Cuerpos opaco, gris y negro. Leyes básicas. Emisión del cuerpo negro y cuerpo real. Superficies reales. Ley de Lambert. Factores de forma-visión. Intercambio de energía radiante entre cuerpos negros y cuerpos grises. Transferencia combinada por radiación y convección. Emisión y absorción de gases. Intercambio de energía radiante entre gases y superficies.</p>
<p>PROGRAMA ANALÍTICO DE TRABAJOS PRÁCTICOS:</p>	<p>TRABAJO PRÁCTICO N° 1: USO DE MATHCAD Uso de software matemático que asistirá a los estudiantes en la resolución de problemas utilizando las unidades adecuadas.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N° 2 CONDUCCIÓN UNIDIMENSIONAL Y ESTACIONARIO Conducción del calor. Ecuación de Fourier. Conductividad térmica. Sistemas de transferencia de calor combinados. Coeficientes individual y global de transferencia de energía: Resistencias térmicas de fases sólidas y fluidas. Aplicaciones al cálculo de perfiles de temperatura y de flujos calóricos. Aislamiento térmico. Radio crítico. Resistencia térmica de contacto. Conducción de calor estacionaria en paredes planas, cilíndricas y esféricas. Casos de paredes simples y compuestas.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N° 3 CONDUCCIÓN ESTACIONARIA EN SUPERFICIES EXTENDIDAS. CONDUCCIÓN BIDIMENSIONAL. Intercambio calórico con superficies extendidas. Aletas y su acople con los mecanismos de transferencia. Definición y cálculo de la eficiencia.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N° 4 CONDUCCIÓN NO ESTACIONARIA. EFECTO MULTIDIMENSIONAL Conducción de calor no estacionaria en placas, cilindros y esferas. Soluciones analíticas y gráficas para transferencia uni y multidireccional. Aplicaciones en calentamiento y en enfriamiento.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N° 5 MÉTODOS NUMÉRICOS Ecuaciones de Diferencias Finitas. Ecuaciones nodales. Resolución.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N°6 CONVECCIÓN FORZADA INTERNA Convección forzada interna. Flujos laminares en tubos largos. Correlaciones para transferencia de energía en flujo laminar y en flujo turbulento. Flujos en secciones circulares y en secciones no circulares.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N°7 CONVECCIÓN FORZADA EXTERNA Convección forzada externa. Flujo alrededor de cuerpos (banco de tubos).</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N°8</p>

[Handwritten signature]



	<p>CONVECCIÓN NATURAL Convección natural. Parámetros de similitud: análisis dimensional, grupos adimensionales, acoplamiento entre la transferencia de movimiento y de energía. Correlaciones para convección natural alrededor de cuerpos y en el interior de recintos.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N°9 INTERCABIADORES DE CALOR Intercambiadores de calor sin cambio de fase. Intercambiadores de calor de doble tubo, de carcasa y tubos, de placas y otros. Diseño de intercambiadores de calor. Diferencia media de temperatura, coeficiente global de transferencia de calor y factores de ensuciamiento. Factor de corrección. Método del NUT.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N°10 CONDENSADORES Condensación exterior e interior. Condensación en películas y en gotas. Coeficientes de transferencia de calor. Condensación de vapores saturados y recalentados. Condensación en superficies verticales e inclinadas, en tubos horizontales y verticales, en bancos de tubos verticales y horizontales. Diseño de intercambiadores con cambio de fase.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N°11 EVAPORADORES Evaporación. Elevación del punto de ebullición con la concentración. Tipo y diseño de evaporadores: Cálculos. Coeficientes de transferencia de calor. Evaporación por múltiples efectos. Economía. Recompresión de vapor. Aplicaciones.</p> <p>TRABAJO PRÁCTICO N°12 RADIACIÓN Mecanismos básicos de la energía radiante. Emisión. Ley de Planck. Absorción, transmisión y reflexión. Emisión y absorción de superficies sólidas. Transferencia combinada por radiación y convección. Emisión y absorción de gases. Intercambio de energía radiante entre gases y superficies.</p> <p>TRABAJO PRACTICO N°13 SEMINARIO Diseño de intercambiadores partiendo de la base de un problema en una industria química.</p> <p style="text-align: center;">PLANTA PILOTO</p> <p>LABORATORIO N°1 Conducción. Conductividad térmica de materiales calculados experimentalmente.</p> <p>LABORATORIO N°2 Convección. Determinación del coeficiente de transferencia de calor por convección experimentalmente.</p> <p>LABORATORIO N°3 Conducción no estacionaria de Calor.</p> <p>LABORATORIO N°4 Intercambiadores de Calor. Flujos equicorriente y contracorriente. Cálculos de transferencia de calor entre fluidos y U experimental.</p>
<p>BIBLIOGRAFÍA</p>	<p><i>Unidades 1,2,3,4,5,6,7,9,10:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Çengel & Yunus (2007). <i>Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico.</i> (3ª. Ed.) McGraw-Hill.

sh



///Res. N° 230/2025-DCByA.

- Incropera, Frank; De Witt, David (1999). *Fundamentos de Transferencia de Calor*. (4ª. Ed.) Pearson Educación.
 - Geakoplis, Christie (2005). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. (3ª. Ed.) Compañía Editorial Continental.
 - McCabe, Warren; Smith, Julian y Harriott, Peter (2002). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. (6ª. Ed.) McGraw-Hill.
 - Kern, Donald (1986). *Procesos de Transferencia de Calor*. Continental.
 - Pedro J. Martínez de la Cuesta y Eloísa Rus Martínez. (2004) *Operaciones de Separación en Ingeniería Química. Métodos de Cálculos*. Editorial Pearson Prentice Hall.
 - Cornwell, Keith (1981). *Transferencia de Calor*. Limusa.
 - Kreith, Frank; Bohn, Mark (2001). *Principios de Transferencia de Calor*. (6ª. Ed.) Thomson-Learning.
 - Coulson, J.; Richardson, James (2003). *Ingeniería química: operaciones básicas*. (3ª. Ed.) Reverté.
 - Foust, Alan S.; Wenzel, Leonard A. ; Clump, Curtis W.; Maus, Louis y Andersen, Bryce L. (2004). *Principios de operaciones unitarias*. (2ª. Ed.) Continental.
- Unidad 8:**
- Eduardo Cao (2004) *Transferencia de Calor en Ingeniería de procesos* (1ª. Ed.) Nueva Librería.



Nodes
Dra. Nora B. Okulik
Directora
Dpto. de Cs. Básicas y Aplicadas