

		ASIGNATURA Laboratorio Integral II Año: 2023				
DOCENTE RESPONSABLE						
Apellido y Nombre: Verónica Córdoba						
Cargo del docente (categoría y dedicación): Prof. Adjunto Exclusivo						
MARCO DE REFERENCIA						
Asignatura	Laboratorio Integral II			Código	5021	
Carrera	Ingeniería Química					
Plan de estudios	2023					
Bloque curricular	Tecnologías Aplicadas					
Ubicación en el plan de estudios (año y cuatrimestre)	5º año - 1º cuatrimestre					
Asignaturas correlativas cursadas	Laboratorio Integral I Operaciones Unitarias III Gestión y Tecnologías Ambientales Servicios Industriales					
Asignaturas correlativas aprobadas	Química Analítica Reactores Químicos					
Requisitos cumplidos						
Duración o Desarrollo (anual/cuatrimstral/bimestral)	Cuatrimestral			Carácter	Obligatoria	
Carga horaria presencial semanal (h)	8	Carga horaria total de dedicación del estudiante (h)	180	Créditos	6	
Carga horaria presencial destinada a la formación práctica (h)						
Actividad Experimental	80	Problemas de Ingeniería		Trabajo de campo		Práctica Socio-comunitarias
CONTENIDOS MÍNIMOS SEGÚN PLAN DE ESTUDIOS	Operaciones de transferencia de masa, energía y transferencia simultánea de calor y materia. Reactores químicos y biológicos. Normas para la interpretación de planos de equipos y plantas. Planificación experimental. Normas de Seguridad. Análisis de Trabajo Seguro (ATS). Elementos de Protección Personal (EPP). Minimización de Riesgos.					
Departamento al cual está adscripta la carrera	IQyTA					
Área a la cual está asociada la asignatura	Tecnologías Aplicadas a los Procesos Industriales					
Número estimado de estudiantes	10					
OBJETIVOS						
<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes serán capaces de interpretar planos de equipos y plantas, y de generar planos de la industria de procesos utilizando simbología específica de la disciplina relacionados con la transferencia simultánea de calor y materia, y de aquellos donde se efectúen reacciones químicas/biológicas. Los estudiantes deberán ser capaces de utilizar el instrumental de medición de variables de procesos y operar equipos típicos de la industria de procesos a escala piloto. Los estudiantes deberán ser capaces de efectuar análisis de los resultados/datos obtenidos experimentalmente, interpretar críticamente los mismos, justificándolos conceptualmente. Los estudiantes deberán ser capaces de proponer modificaciones o generar actividades experimentales alternativas utilizando criterio ingenieril (costos, tiempos, disponibilidad, ética profesional, seguridad). Los estudiantes serán capaces de realizar trabajos grupales y comunicarlos efectivamente de manera escrita (informes técnicos) y oral. 						
APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACIÓN BÁSICA Y/O PROFESIONAL						
En la asignatura, el estudiante fortalece las siguientes competencias tecnológicas genericas (grado Alto, Medio, Bajo):						
CG1: "Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería química. A						
CG2: "Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería química. M						

CG3: "Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería química. **M**
 CG4: "Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería química. **A**
 CG5: "Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. **M**
 CG6: Desempeño en equipos de trabajo. **A**
 CG7: Comunicación efectiva. **A**
 CG8: "Actuación profesional ética y responsable. **A**
 CG9: Evaluación y actuación en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local. **M**
 CG10: Aprendizaje continuo. **A**
 CG11: Desarrollo de una actitud profesional emprendedora. **M**

DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

Actividades y estrategias didácticas utilizadas para el desarrollo de las capacidades y competencias

Las actividades que se desarrollan son:

1) una clase de conceptualización semanal (3hs) donde se explica el marco conceptual y objetivo de la actividad a desarrollar, se detallan las capacidades existentes en infraestructura de equipamiento e instrumental para el desarrollo del trabajo, se destaca la importancia de un adecuado diseño experimental, y se acompaña a los alumnos en el desarrollo de la experiencia que llevarán a cabo en planta piloto. Se acentúa el uso de bibliografía básica y de publicaciones específicas (español e inglés) como fuente de comparación de datos/resultados.

2) Una clase práctica en planta piloto y laboratorios (5hs). En esta instancia, los alumnos plasman el diseño de la experiencia a escala piloto, que previamente han planificado en grupo acompañados por la cátedra analizando en conjunto el alcance de los objetivos, la organización de los recursos, los posibles riesgos y la capacidad de comprender, explicar y predecir situaciones. Se intenta que, a través del trabajo grupal, el grupo cohesionese, y a su vez promueva la creatividad, la tolerancia y la capacidad argumentativa.

Trabajos experimentales (cuando corresponda listarlos e indicar muy brevemente su objetivo)

- 1) **Simbología y normalización.** Elaboración de diagramas de flujo en base a un proceso descriptos en inglés.
- 2) **Intercambiadores de Calor:** operación de dos intercambiadores de calor. Realizar el diseño de la experiencia para evaluar la transferencia de calor, estimar eficiencias, dispersión térmica, plantear balances de energía, evaluar el desempeño de la unidad de intercambio térmico en su conjunto.
- 3) **Humidificación. Enfriamiento de agua:** estudio de la operación de transferencia simultánea de masa y calor a partir de la operación de una torre rellena a escala piloto. Diseñar la experiencia que permita evaluar pérdidas de carga, plantear balances de masa y energía, estimar coeficientes de transferencia de masa y calor, analizar las fuerzas impulsoras, evaluar el efecto de los flujos de líquido y gas sobre el rendimiento del proceso, analizar resultados, realizar comparaciones con bibliografía, plantear opciones de optimización de la operación y del equipo. Manejo de instrumental de medición y calibración. Operación combinada: intercambiadores de calor + torre de enfriamiento: identificación de aspectos fluidodinámicos y de la transferencia simultánea de masa y calor, evaluación de la eficiencia global del proceso.
- 4) **Absorción gaseosa:** estudio de la operación de transferencia de masa en una torre rellena a escala piloto. Diseñar la experiencia para evaluar pérdidas de carga, efectos de flujos, altura y tipo de empaque sobre la transferencia de masa; selección de técnicas analíticas y muestreo. Estimación de coeficientes de transferencia de masa, determinación y optimización del rendimiento de la operación y del equipo. Manejo de instrumental. Aspectos de seguridad e higiene, uso de EPP.
- 5) **Extracción Líquido-líquido:** estudio de la operación de transferencia de masa a escala laboratorio. Evaluación del efecto de la relación alimentación/solvente, del grado de agitación, del tipo de solvente y del número de etapas sobre el rendimiento de la operación. Construcción de curvas de calibración, uso de instrumental de medición. Análisis de mejoras y selección de criterios para optimizar el proceso.
- 6) **Extracción Sólido-líquido:** operación de una planta piloto de extracción, manejo de las variables de operación de un sistema para la extracción de un soluto a partir de un sólido utilizando un solvente. Estudio del efecto de la temperatura del solvente, de la relación alimentación/solvente y del acondicionamiento del sólido sobre el rendimiento del proceso. Determinación de las características físico-químicas del sólido, construcción de curva de calibración, selección y aplicación de técnicas estándares, uso de instrumental de medición, identificación de los diversos equipos que componen la planta, su rol y uso. Entrenamiento en la operación de la planta de extracción en forma manual, automática y a través de computadora.
- 7) **Control de Procesos:** práctica de programación de un controlador PID, análisis de respuesta, set point, ganancia, constantes del controlador, evaluación de las señales de salida, amortiguamiento. Identificación de lazos de control abierto y cerrado, operación de un lazo de control de temperatura.
- 8) **Reactores biológicos:** estudio de un proceso de fermentación a escala laboratorio. Introducción al concepto de agentes biológicos, sustratos, inóculos (microorganismos), y biomásas. Cinética de crecimiento de biomásas en bioreactores batch. Relación con la formación de productos. Identificación de los factores que influyen en la fermentación de extracto de malta (sustrato), diseño experimental, control de sustratos y evaluación de la calidad y rendimiento del producto; manejo de instrumental de medición.
- 9) **Reactores químicos:** operación de una planta de reacción para sistemas isotérmicos y adiabáticos; operación de un reactor tubular para evaluar el rendimiento de una reacción química y verificar el volumen del reactor. Uso de instrumental para el control del proceso, evaluación del efecto de la concentración sobre el grado de conversión de la reacción. Estudio de la cinética de una reacción química. Comparación de resultados obtenidos entre la reacción batch y el reactor de la unidad piloto de reacción. Estudio de tiempos de residencia a partir de señales estímulo de un trazador. Estudio del comportamiento del reactor (RTAC/FP)
- 10) **Secado:** Operación de un secadero de bandejas. Diseño experimental para identificar el efecto de las principales variables de un sistema de secado convectivo; identificación y determinación experimental de tiempos de secado, tipo de humedades, coeficientes de transferencia de masa y calor, difusividad. Uso de técnicas estándar y de instrumental de medición. Estudio de la cinética de secado de materiales diversos y modelado del proceso. Comparación con resultados publicados en artículos científicos.

11) **Adsorción en lecho fijo:** operación de un filtro comercial aplicado al ablandamiento de agua. Construcción de la curva traspaso de una columna de intercambio iónico aplicado, determinación experimental de parámetros característicos, de la capacidad del lecho y regeneración. Análisis de datos experimentales y sus aplicaciones. Aplicación de modelos específicos a los datos experimentales para la obtención de parámetros característicos del lecho. Comparación con datos bibliográficos.

Trabajo/s de Proyecto-Diseño (cuando corresponda)

Al finalizar los trabajos experimentales, los estudiantes en forma grupal eligen un tema dentro de los desarrollados en planta piloto y lo profundiza en algún aspecto en particular y a elección, para ser presentado y compartido con el resto. Sobre el mismo se evalúan los siguientes criterios que se detallan en la consigna que se entrega a los alumnos:

- 1) Conocimiento específico de la disciplina
- 2) Creatividad
- 3) Innovación
- 4) Capacidad de síntesis
- 5) Prolijidad

Trabajo/s de Campo (cuando corresponda)

Se utilizan explicaciones en pizarrón y en planta piloto frente a equipos, mímicos y planos de procesos, normas y trabajos científicos, un manual elaborado por la cátedra que describe cada uno de las actividades experimentales en planta piloto, con detalle de equipamientos, instrumental, procedimientos y aspectos de seguridad e higiene. Se elaboraron y se comparten con los estudiantes las correspondientes ATS o planillas de Análisis de Trabajo Seguro donde se detallan para cada actividad en planta piloto las etapas básicas de cada tarea, los potenciales riesgos y las medidas de prevención y/o mitigación correspondiente incluyendo un detalle de los elementos y equipos de seguridad y protección personal (EPP) que requiere cada una de las actividades experimentales, con el objetivo de fortalecer en los estudiantes prácticas de Seguridad e Higiene.

Prácticas socio comunitarias/socioeducativas (cuando corresponda)

Estrategia de evaluación de los alumnos

Regularización de la asignatura

El sistema de evaluación se encuadra dentro del Sistema de Cursada por Presentación periódica de informes (punto 1.3 del Anexo de la Res. CAFI 227/04).

Para regularizar la asignatura se requiere:

- aprobar 80% de los informes con un mínimo de 6/10.

Aprobar dos instancias, a mitad y al final del cuatrimestre, de presentación oral de los informes escritos, con un mínimo de 6/10.

Promoción de la asignatura

Se requiere la defensa y aprobación de un Trabajo grupal que será presentado en forma escrita y oral, y se aprueba con un mínimo 4/10. La nota final de la asignatura se conformara como un promedio de la nota de los informes escritos, de las presentaciones orales y del trabajo grupal.

Examen Final

En caso de no aprobar el trabajo grupal de promoción, el estudiante puede presentarse a rendir examen final.

También se pueden presentar a rendir Examen Libre aquellos estudiantes que hayan realizado el 80% de la actividad experimental

Cronograma

Semana	Unidad Temática	Tema de la clase	Actividades
1	1	Simbología – Planos de procesos	Elaboración de diagramas de flujo (Consulta)
2	2	Intercambiadores de calor	Introducción al diseño de experimentos y análisis de datos/ Informes
3	5	Absorción gaseosa	Operación de intercambiadores de calor
4	6	Humidificación	Operación de una torre empacada aplicada al enfriamiento de agua
5		Extracción líquida	Operación de un sistema ternario a escala laboratorio batch
6	5	Semana del Estudiante	

7	5	Revisión de informes (cuestiones a mejorar) / secado	Operación de una torre empacada para separar con agua una corriente de aire con amoníaco.
8	5	Presentación Oral de Trabajos	Operación de un secadero de bandejas
9	5	Extracción sólido-líquido/control de procesos	Operación de una planta de extracción en modo manual/batch
10	4	Reactores biológicos	Operación de una planta de extracción desde computadora (manejo del software Pilot Plant Slab6)
11	3	Reactores químicos	Diseño y seguimiento de un proceso de fermentación a escala laboratorio
12	6	Adsorción en lecho fijo	Operación de una planta de reacción (UPR)
13	5	Revisión de informes	Operación de un filtro de intercambio iónico
14		Presentación Oral de Trabajos	Consulta Trabajo Final
15		Trabajo final (Presentación de Trabajos finales)	

RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

Recursos Docentes de la Asignatura

Nombre y apellido	Función del docente
Verónica Córdoba (Profesor Adjunto)	Responsable teoría y práctica
Manzur Alejandra (JTP)	Responsable práctica
Jorgelina Mussi (Ayudante Diplomado)	Desarrollo de práctica

Recursos didácticos (generales, software, aulas híbridas, plataforma Moodle, etc.)

Principales equipos o instrumentos

- Instrumentos para la medición de caudal, presión diferencial, temperatura, velocidad de gases, conductividad, pH, humedad relativa.
- Espectrofotómetro, estufas, refractómetro, balanzas digitales, campanas de extracción de gases.
- Secadero de bandejas con control de temperatura y de velocidad del aire
- Intercambiadores de calor de carcasa-tubo y de placas con control manual de caudales y temperatura
- Torre empacada con diferentes empaques (ordenados, al azar), con sistema de ingreso y egreso de líquidos y gases, con instrumental para la medición de caudal, presión diferencial y temperatura
- Planta Piloto de Reacción para el estudio de cinéticas en reactor tubular termo-controlado con control manual de caudales y temperatura
- Sistema de extracción líquido-líquido por etapas a escala laboratorio
- Planta Piloto Modular para operaciones de extracción sólido-líquido con lazos de control de temperatura y caudales
- Filtro con resina comercial para el estudio de adsorción en lecho fijo, intercambio iónico
- Digestores con sistema de desplazamiento de volumen para estudio de fermentaciones batch.

Espacio en el que se desarrollan las actividades

Aula	Si	Laboratorio	Si	Gabinete de computación	No	Campo	No
------	----	-------------	----	-------------------------	----	-------	----

Otros

ADEMÁS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA:

Cursada intensiva	No	Cursado cuatrimestre contrapuesto	No
Examen Libre	Si		



Programa Analítico Asignatura Operaciones Unitarias III (código:)



Departamento responsable	Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos	Área	TAPI
Plan de estudios	2023		

Programa Analítico de la Asignatura – Año 2023

Unidad 1: SIMBOLOGIA, DIAGRAMAS DE FLUJO

Diagramas de Procesos. Diagramas P&I. Simbología normalizada para: manejo de fluidos, intercambio de calor, transferencia de masa y de cantidad de movimiento. Simbología de unidades típicas, de condiciones de operación, de instrumental de control. Análisis de planos de plantas industriales. Representaciones de elementos y equipos de una planta.

Unidad 2: TRANSMISIÓN DE CALOR

Operación de intercambiadores de calor. Características. Puesta en marcha: procedimientos. Simulación del estado transitorio. Operación en estado estacionario: efecto de las variables de operación sobre la eficiencia térmica. Determinación del coeficiente global de transmisión de calor, de coeficientes convectivos peliculares y factores de ensuciamiento. Balances de energía.

Unidad 3: REACTORES QUÍMICOS

Operación de un reactor tubular. Determinación de las condiciones de operación. Tiempo de residencia: perfiles de concentración. Medición del grado de conversión. Métodos analíticos. Utilización de reciclo. Determinación experimental de parámetros cinéticos y rendimiento de una reacción. Comparación RTAD-RT.

Unidad 4: INTRODUCCIÓN A LOS REACTORES BIOLÓGICOS. Introducción al concepto de agentes biológicos, sustratos, inóculos (microorganismos), y biomasas. Cinética de crecimiento de biomasas en bioreactores batch. Relación con la formación de productos. Factores que influyen: T, pH, Oxígeno disuelto. Estudio de un proceso de fermentación anaeróbica. Estudio de la cinética y rendimiento.

Unidad 5: OPERACIONES CON TRANSFERENCIA DE MASA - CONTROL DE PROCESOS

Torres rellenas. Circulación de fluidos a través de medios porosos. Fase fluida única. Caída de presión e inundación en torres rellenas. Determinación de coeficientes de transporte, de transferencia de masa. Eficiencia, inundación y recargo. Aplicación a las operaciones de absorción gaseosa y humidificación de aire. Balances de masa y energía. Determinación de eficiencias.

Extracción líquido-líquido: parámetros característicos, condiciones de operación, efecto de la agitación mecánica. Factores que influyen en el grado de separación, composición de refinado y extracto. Eficacia de mezcla. Consumo de potencia.

Extracción sólido-líquido: condiciones de operación, características del sólido, efectos de los caudales de alimentación sobre el rendimiento, tiempo de contacto, velocidad de extracción, métodos analíticos de determinación del grado de recuperación. Puesta en marcha, operación y parada de la planta: operación manual y computarizada.

Experiencias de control: identificación de los parámetros de un controlador, evolución del estado transitorio e identificación del estado estacionario. Perturbaciones. Programación de los parámetros en un controlador PID. Identificación de los diferentes lazos incluidos. Programación de un lazo de control de temperatura en un extractor sólido-líquido. Análisis de la respuesta del controlador frente a modificaciones de los parámetros.

Adsorción, intercambio iónico. Evaluación de la capacidad de lecho y curva de traspaso en filtros comerciales utilizados para el tratamiento de agua.

Unidad 6: OPERACIONES CON TRANSFERENCIA SIMULTÁNEA DE CALOR Y MATERIA

Humidificación, enfriamiento de agua: determinación de parámetros característicos, balances de materia y energía, coeficiente global de transferencia de masa, determinación del número y altura de unidades de transferencia, estudio de performance de una torre empacada, eficiencia térmica. Efecto de las condiciones de operación sobre el coeficiente global de transferencia de masa.

Secado: balances de materia, parámetros característicos, cinética, determinación de etapas, difusividad. Sistemas de monitoreo continuo de temperatura: programación y registro de la información. Efecto de la granulometría del material, de la velocidad y temperatura del aire sobre el tiempo de secado. Determinación de coeficientes de transferencia de masa.

Bibliografía Básica

- Coulson J. y Richardson J. (1988). Ingeniería Química. Reverté. 3° ed..
- Foust A.S., Wenzel, Clump, Maus y Anderson. (1985). Principios de Operaciones Unitarias. CECSA. John Wiley & Sons, New York.
- Geankoplis C. (1985). Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. CECSA.
- Kern D.Q. (1950). Process Heat Transfer. Mc Graw Hill, New York.
- Levenspiel O. (1979). Ingeniería de las Reacciones Químicas. Reverté.
- Mc Cabe W.L. Smith J.C. Harriot P. (1995). Ingeniería Química. 4ed. Mc Graw Hill.
- Mills A.F. (1995). Transferencia de Calor. Ed. Irwin
- Ocon J. y Tojo G. (1984). Ingeniería Química. Aguilar.

- Perry R.H. y Chilton C.H. (1991). Manual del Ingeniero Químico. 5th. Ed. Mc Graw Hill.
- Smith. Ingeniería de la Cinética Química.
- Sherwood T.K., Pigford R.L. and Wilke C.R. Mass Transfer. (1983). Mc Graw Hill, New York.
- Shinsky. Process Control Systems.
- Stephanopoulos. Chemical Process Control.
- Treybal R. (1980). Operaciones de Transferencia de Masa. 2/e. Ed. Mc Graw Hill.

Walas S.M. (1990). Chemical Process Equipment. Selection & Design. Ed. Butterwood.

Bibliografía de Consulta

- Normas Standard (AOAC, ASTM, AOCS, ASAE, IRAM)
- Cap M. y Tonel (2003). Proyecto Final de carrera: Manual de Operación para la Planta Piloto de Reacción. Facultad de Ingeniería UNCPBA.
- Chobadindeguy A.M. (2003). Proyecto Final de carrera. Automatización de un secadero de bandejas experimental. Facultad de Ingeniería UNCPBA.
- Considine D.M. (1993). Process Instrument and Controls Handbook. Mc Graw Hill. New York. 4° ed
- Doran Pauline. Principios de Ingeniería de los bioprocesos. Editorial Acirbia S.A, Zaragoza, España. 1995. (Traducido 1998).
- D.F. Othmer, R.E. White, E. Trueger. Liquid-liquid extraction data. Ind. Eng. Chem., 33 (1941), pp. 1240-1248
- Elettronica Veneta. (1998). Unidad de transferencia de Calor con cambiador de placas y de tubos en U. Mod. UTC-1/EV. Copyright by Elettronica Veneta & Inel Spa. 67 p.
- Elettronica Veneta. (1998). Unidad Piloto de Reacción. Mod. REC-2/EV. REC20-1S.MAN REV 0. Copyright by Elettronica Veneta & Inel Spa. 62 p
- Engineering Teaching and Research Equipment. (1998). Instruction Manual. UOP8. Tray Dryer. ISSUE 12.
- Kammerer, J., Carle, R., & Kammerer, D. R. (2011). Adsorption and ion exchange: basic principles and their application in food processing. Journal of agricultural and food chemistry, 59(1), 22-42.
- Kralj, A. K. (2007). Checking the kinetics of acetic acid production by measuring the conductivity. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 13(4), 631-636.
- Mc Conville Francis X. The Pilot Plant Real Book. A Unique Handbook for the Chemical Process Industry. FXM Engineering and Desing. Worcester Massachusetts. 2002.
- Molyneux F. (1967). Ejercicios de Laboratorio de Ingeniería Química. Ed. Blume.
- Rodríguez, A. S., López, Y. O., Rico, I. R., Carrazan, R. C., & Valdés, B. G. (2016). Evaluación, modelización y optimización de una columna de intercambio iónico empleada en el tratamiento de aguas de procesos. Afinidad, 73(575).
- Schweitzer P. (1979). Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers. Mc Graw Hill.
- Shuler, Michael L., Fikret. Kargi, Bioprocess Engineering. Basic concepts, Prentice Hall Int. Series, 2 Ed. 2002.
- Santalla E.M. (1998). Performance de un equipo piloto para la purificación de aire contaminado con amoniaco, XIII Congreso Chileno de Ingeniería Química, II Encuentro Latinoamericano de Ingeniería Química, 61-66.
- Santalla E.M. (2004). Manual de Laboratorio de Ingeniería Química. 128 pág.
- Santalla E.M. y Riccobene I.C. (1998). Torre de enfriamiento de agua: Performance de una columna empacada, MERCOFRIO'98, Feria y Congreso de Aire Acondicionado, Refrigeración, Calentamiento y Ventilación del Mercosur, Porto Alegre, Brasil.

Docente Responsable

Nombre y Apellido	Verónica Córdoba
Firma	

Coordinador/es de Carrera

Carrera	
Firma	 Ing. Laura I. Orifici Coordinadora de Carrera Ingeniería Química DQQA - FQ - UNCPBA

Director de Departamento

Departamento	
Firma	 Dra. Ing. Claudia C. Wagner Directora de Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos Facultad de Ingeniería - UNCPBA

Secretaria Académica

Firma	 Ing. Isabel C. Riccobene SECRETARIA ACADEMICA Facultad de Ingeniería - UNCPBA
-------	--