

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY



PLANIFICACIÓN DE CÁTEDRA

PERÍODO LECTIVO	2023	
CARRERA Y PLAN DE ESTUDIO	Ingeniería Química	2022
BLOQUE DE CONOCIMIENTOS	Tecnologías Aplicadas	
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	Ingeniería de Procesos	
RESPONSABLE DE CÁTEDRA	Demetrio Humana	
EQUIPO DE CÁTEDRA	Romina G. Huaranca / Demetrio Humana	
MODALIDAD DE CURSADO	Cuatrimestral	
CARÁCTER	Obligatoria	
CARGA HORARIA SEMANAL	6	
CARGA HORARIA TOTAL	90	
AÑO EN EL PLAN DE ESTUDIO	5°	

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA (Encuadre académico y epistemológico-conceptual de la Asignatura)

Ingeniería de procesos es la disciplina que aplica e integra los conocimientos de Termodinámica, Físicoquímica, Simulación y Optimización de Procesos, Ingeniería de las Reacciones Químicas, Operaciones Unitarias, Control de Procesos, Servicios Auxiliares, Economía, entre otras para estudiar y evaluar la factibilidad técnica del diseño y desarrollo de procesos de producción.

Ingeniería de Procesos se ocupa del planteamiento de las alternativas factibles de análisis, diseño y síntesis de procesos químicos, de la optimización y de la previsión de las probables repercusiones por variaciones futuras de los factores en juego. La complejidad vinculada al crecimiento de problemas relacionados con el diseño de plantas de proceso requiere de métodos sistemáticos para diseño de procesos. El diseño de un proceso es una tarea interdisciplinaria que abarca diferentes campos de la ingeniería que se sintetizan en tres etapas principales: 1) Diseño conceptual, 2) Diseño básico y 3) Diseño detallado. En esta materia para la disciplina de procesos se abordarán las etapas 1 y 2.

De los diversos enfoques para el desarrollo de procesos químicos, la etapa más importante es el diseño conceptual. Suponiendo que un producto es necesario y que se producirá, la manera en que se genera determina muchos aspectos de su sostenibilidad, y la estructura del proceso se establece a menudo durante el diseño conceptual.

1.1. Relación de la asignatura con el Perfil de Egreso (Describir la relación y los aportes de la asignatura al perfil de egreso.)

Ingeniería de Procesos aporta a desarrollar la capacidad de resolver problemas de diseño, síntesis y análisis de proceso, sustentándose en su formación en las ciencias, operaciones unitarias, ingeniería de las reacciones químicas, materiales, control de procesos y servicios auxiliares y usando a la vez su criterio económico, social y ambiental. El desarrollo de la capacidad de resolución de problemas de ingeniería esta basado en situaciones reales de trabajo profesional mediante el desarrollo de un proyecto integrador.

1.2. Relación de la Asignatura con los Alcances del Título. (Describir la relación y los aportes de la asignatura a los Alcances del Título.)

La asignatura aporta en la formación profesional en el área de la síntesis y optimización de procesos, considerando la naturaleza compleja de los problemas de ingeniería que se plantean. Además, abordar en particular, el uso y la utilidad de las herramientas informáticas de última generación para el diseño del proceso para su desempeño profesional, con conocimiento de las limitaciones, los estándares de diseño de proceso, las mejores técnicas de proceso y las mejores prácticas de ingeniería.

1.3. Competencias (Relación de la Asignatura con las Competencias de Egreso Específicas y Genéricas, así como las Asociadas al Título)

Genéricas (Ej: CG6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. Agregar además un comentario general de justificación)

En la tabla siguiente se presentan las competencias genéricas y su aporte a la formación de Ingeniero Químico.

Competencias Tecnológicas	Nivel aporte
CT1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Alto
CT2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	Alto
CT3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	Bajo
CT4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Medio
CT5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Bajo
Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales	Nivel aporte
CS6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Medio
CS7. Comunicarse con efectividad	Medio
CS8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	Bajo
CS9. Aprender en forma continua y autónoma.	Medio
CS10. Actuar con espíritu emprendedor.	Baja

Específicas (Ej. CE-1.3. Especificar, proyectar y desarrollar software.)

Competencias Específicas	Nivel aporte
CE1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas , de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos,	Medio

definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	
CE2. Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar , con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	Alto
CE3. Planificar y supervisar la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas utilizando de manera efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios, sistemas de medición y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes, atendiendo los requerimientos profesionales prácticos.	Medio
CE4. Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento , de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.	Medio
CE5. Proyectar y dirigir acciones, desarrollos tecnológicos e innovaciones tendientes a la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios referido a la higiene y seguridad en el trabajo y al control y minimización del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional seleccionando y utilizando técnicas y herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las normativas vigentes nacionales e internacionales.	Bajo

1.4. Resultados de Aprendizaje (RA) (Establecer la Meta general de la asignatura y desglosarla en Resultados de Aprendizaje. Argumentar la cantidad, así como cada uno de los componentes de los Resultados de Aprendizaje)

RA1: Identificar y resolver problemas de ingeniería teniendo en cuenta situaciones reales de trabajo a partir del desarrollo de las bases de diseño y los criterios de diseño.

RA2: Distingue la naturaleza temporal de los procesos químicos (continuos o discontinuos) para la correcta representación conceptual (modelado) de los mismos, seleccionando adecuadamente la estrategia y paquete de propiedades fisicoquímicas para la adecuada simulación del proceso.

RA3: Desarrolla el estudio de performance evaluando condiciones de operación de unidades de proceso, su regulación y control, sus cambios en caudales respecto al valor nominal con identificación de cuellos de botella y su estrategia para desarrollar una solución.

RA4: Realiza la clasificación, definición de áreas y su representación en un plot plan y layout.

RA5: Desarrolla la Síntesis de proceso para obtener el producto especificado desarrollando la documentación de la disciplina Procesos a nivel de Ingeniería Conceptual, cumpliendo con las practicas recomendadas y normas aplicables.

RA6: Aplica correcta y eficazmente las herramientas informáticas típicas de la ingeniería conceptual de procesos.

RA7: Realiza estudio de riesgo y confiabilidad del diseño de un proceso.

1.5 Resultados de Aprendizaje / Competencias / Unidades Analíticas

RA	COMPETENCIAS		UNIDADES DEL PROGRAMA ANALÍTICO
	Genéricas	Específicas	
RA01	X	X	Unidad 1 y Unidad 2.
RA02		X	Unidad 2, Unidad 3 y Unidad 5.
RA03		X	Unidad 3 y Unidad 4.
RA04		X	Unidad 2 y Unidad 6
RA05		X	Unidad 1, Unidad 7 y Unidad 8.
RA06	X		Unidad 3 y Unidad 4.
RA07		X	Unidad 2 y Unidad 8.

2. CONTENIDOS (Establecer la Meta general de la asignatura)

2.1. Contenidos Mínimos (según figuran en el plan de estudios, indicando resolución de aprobación-)

Problemas de Ingeniería química y de Ingeniería de Procesos. Resolución de problemas. Análisis, diseño y síntesis de procesos. Bases de diseño y criterios de diseño de Procesos.

Diagramas de flujo (BFD, PFD y P&ID) para el estudio de los procesos químicos.

Plot Plant, footprint, Layout y plant view. Códigos (ANSI/ASME) y Normas (API, ASTM, TEMA, ISO 50001, ISA, IEC 61511) de diseño.

Diseño conceptual de procesos batch, semicontinuos y continuos. Flexibilidad en el diseño de procesos. Niveles de seguridad en el diseño de plantas químicas. Confiabilidad y análisis de riesgo.

Control de plantas de procesos. Determinación Óptima de políticas de control.

Integración energética e integración de procesos y sustentabilidad.

Estudio y evaluación de performance de procesos.

Estrategia de diseño de nuevos procesos.

2.2. Programa Analítico

Unidad	Descripción
U1	Introducción al diseño de procesos
	Fases de Ingeniería
	Bases de Diseño
	Los problemas de ingeniería
	Diagramas de proceso
	Síntesis de procesos
U2	Análisis técnico de procesos
	Condiciones de proceso
	Balances de materia y energía
	Heurísticos
U3	Análisis de performance de procesos
	Herramientas para evaluar performance
	Scale up y Scale-down
	Diagnóstico de fallas y cuello de botella
U4	Control y regulación de procesos en plantas químicas
	Estrategias de definición de estructura de control de procesos
	Niveles de seguridad
	Heurísticos aplicados al control de plantas
	Determinación Óptima de políticas de control de plantas.
U5	Procesos Batch
	Procesos batch vs continuos
	Plantas multipropósito y multiproducto
	Síntesis de procesos batch
U6	Layout
	Plot plan, Layout y footprint y Plan View
	Clasificación de áreas (NFPA 497 y IEC 60079-10-1)
	Distribución típica de áreas y distribución de equipos
U7	Integración de procesos
	Pinch technology y Pinch análisis

	Redes de intercambio de calor, masa y presión
	Síntesis de redes de intercambio de calor y masa
U8	Síntesis de diagramas de flujo de proceso
	Seguridad de procesos. Confiabilidad y análisis de riesgo
	Nuevos métodos de análisis, síntesis y diseño centrada en procesos químicos sostenibles
	Optimización estructural de flowsheets de procesos

3. ACTIVIDADES PRÁCTICAS (Estructuración de la práctica y Diseño del Cronograma de Clases por Unidad Temática)

3.1. Indicar la carga horaria semanal dedicada al dictado de la actividad curricular y, en particular, a las actividades de formación práctica. Si la actividad curricular no incluye actividades de formación práctica todas las semanas, estimar el promedio. Las cargas horarias se deben indicar en horas reloj (no usar horas cátedra).

La modalidad de desarrollo de Ingeniería de Procesos es teórico-Práctica. La estimación es 1/3 de teoría, 1/3 de formación práctica y el resto corresponde a identificación, planteo de alternativas, selección de la alternativa, desarrollo de la alternativa, evaluación de la alternativa de un caso de diseño elegido por un equipo de trabajo integrado por tres estudiantes.

Carga horaria semanal destinada a la formación práctica: 35 h

3.2. Especifique los ámbitos donde se desarrollan las actividades de formación práctica a las que se hace referencia en el punto anterior (Ejemplo: Laboratorio de Química Analítica, LUTI, ...).

Las clases prácticas se llevan a cabo en Sala V. Esta sala tiene computadoras para cada estudiante.

También durante las clases de consulta sobre el desarrollo del proyecto integrador. Dado que cada proyecto es específico de cada grupo requieren consultas dedicadas.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Para el logro de los objetivos presentados la cátedra propone la realización de actividades concretas de situaciones reales de resolución de problemas de ingeniería. Para la resolución de problemas de ingeniería se utilizarán herramientas, estándares y procedimientos resultantes de las mejores prácticas de ingeniería.

La metodología a desarrollar se apoya en evaluaciones de distintas alternativas de procesos, permitiendo que los alumnos las realicen en forma más minuciosa y detallada, evitando o reduciendo errores humanos. Además, esto facilitaría la documentación y permitirá posteriormente realizar estudios y validación de los resultados obtenidos.-

5. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

5.1. Requisitos para Promocionar la Asignatura

Para poder promocionar se deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Cumplir con un 80 % mínimo de asistencia a las clases presenciales por (un máximo de 6 faltas). Las faltas se computan con 10 min de tolerancia desde el inicio de la clase, y el estudiante no podrá retirarse de antes de la finalización de la misma.
- Aprobación de dos parciales o su examen integral con una aprobación del 70%.
- Realización de un trabajo integrador que deberá ser presentado como un informe técnico. El informe será evaluado primero por sus pares y luego por los docentes de la cátedra. Una vez aprobado el informe deberá realizar una presentación de informe técnico y discusión de las conclusiones que puede ser realizado en forma presencial o por videoconferencia.

5.2. Requisitos para Regularizar la Asignatura

Un estudiante podrá regularizar la materia cuando cumpla con las siguientes condiciones:

- Aprobación de dos parciales o el examen integral con más del 60% de cada punto.

Para poder rendir los parciales deberá tener un 80 % mínimo de asistencia a las clases presenciales (un máximo de 6 faltas). Las faltas se computan con 10 min de tolerancia desde el inicio de la clase, y el estudiante no podrá retirarse de antes de la finalización de la misma.

5.3. Evaluación de Actividades Prácticas (Indicar Técnicas e Instrumentos para evaluar el aprendizaje. Se debe recordar que estas evaluaciones son previas a las evaluaciones de Resultados de Aprendizaje que incluyen Situaciones de Integración)

ID	ACTIVIDAD	AE	CE	HE
A	Trabajos prácticos			SI
B	Desarrollo de entregables.		SI	SI
C	Desarrollo de bases y criterios de diseño		SI	SI
D	Resolución de Cuestionarios	SI		SI
E	Desarrollo de diagramas de procesos		SI	SI
F	Estudio de riesgo y confiabilidad		SI	SI
G	Desarrollo de la síntesis de procesos	SI	SI	SI
H	Trabajo integrador	SI	SI	SI

AE. Autoevaluación. CE. Coevaluación. HE. Heteroevaluación.

5.4. Evaluación de Integración (Indicar Técnicas e Instrumentos de Evaluación mediante los cuales se recogerán las evidencias para determinar el nivel de logro de cada Resultado de Aprendizaje. Se debe recordar que la evaluación de Resultados de Aprendizaje, generalmente de carácter integrador, se puede hacer en forma indirecta o en forma directa. Si es en forma indirecta las evidencias surgen de varios instrumentos de evaluación, y pueden

ser resumidas luego en Rúbricas Analíticas que actúan como mapas de progreso)

5.4.1. Rubricas de Evaluación de Resultados de Aprendizajes (en caso de utilizar otro instrumento de evaluación, cambie el título por la denominación correspondiente).

Durante el dictado de clases se realizarán preguntas para conocer y determinar los conceptos previos que los estudiantes tienen, y en base a esos conceptos se presentan los nuevos conceptos que relacionados a la materia. También se realizarán preguntas para evaluar el grado en que los estudiantes van comprendiendo los nuevos temas que se presentan. Se implementarán cuestionarios en el aula virtual.

Los trabajos prácticos serán considerados actividades de evaluación del proceso. El desarrollo del trabajo práctico deberá ser presentado como un documento técnico en los cuales los estudiantes desempeñarán roles rotativo y equitativo de ejecución, revisión y evaluación. Se valorará la lógica de resolución, el alcance, la metodología de resolución y la validación de los resultados. La presentación deberá realizarse utilizando el aula virtual. La demora máxima en la presentación será de tres días, sino se considerará no aprobado.

Las evaluaciones que se realizarán durante el dictado de la materia estarán destinadas a preparar a los estudiantes para el examen final (o para la promoción), donde deberán demostrar que alcanzaron las competencias correspondientes a la materia. Al concluir cada unidad se realizarán actividades de evaluación vinculados a aspectos conceptuales y/o de resolución de problemas utilizando la VirtualUNJu.

Durante el periodo de desarrollo de la materia, los estudiantes deberán rendir dos exámenes parciales en forma individual y grupal. Para rendir cada examen parcial se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Resolución de guías de trabajos prácticos semanal.
- La asistencia a clases teórico-práctica deberá ser superior a 80 %. Se incluyen las clases por videoconferencias.
- Presentar el 100 % de los trabajos prácticos. De no estipularse lo contrario, el plazo para la entrega será una semana. Para la revisión A todos los puntos deben estar desarrollados.
- Tener aprobado al menos el 80% de los trabajos prácticos con más del 60% de cada punto.
- Realización, presentación de informe técnico, exposición y discusión de los resultados en caso de que corresponda.

El trabajo integrador será evaluado teniendo en cuenta lo siguiente:

• Entregables

Para evaluar el trabajo de cada miembro del grupo, los resultados y las secciones de discusión para cada diseño deben ser escritos por un miembro diferente del grupo. Esto debe estar reflejado en una carátula. La carátula debe estar realizada de acuerdo a los estándares de ingeniería aceptados.

Los documentos de ingeniería (entregables: trabajos prácticos, informes, etc.) se evaluarán de la siguiente manera:

- Contenido técnico específico - 50%
- Informe escrito - 30%
- Calidad técnica de las secciones generales (control, performance, diagramas de proceso, niveles de seguridad, simulación, etc.) - 20%.

• Presentación oral

Cada grupo presentará un informe oral en el que los resultados de manera concisa. El informe oral debe durar entre 15 y 20 minutos, y cada miembro del grupo debe exponer. Cada miembro del grupo debe hablar solo una vez.

Luego de la presentación seguirá una sesión de preguntas y respuestas de 5-10 minutos, y todos los miembros deberán participar.

Se requiere la asistencia de todos los estudiantes durante las presentaciones de sus compañeros de clase. Si no asiste a ninguna de las sesiones requeridas anteriormente, se obtendrá una disminución de la calificación.

5.5. Cronograma de Evaluaciones

El cronograma que incluye las actividades de evaluación a continuación:

Semana	Unidad	Fecha	Clase	Actividad en clases teóricas y prácticas, tema a desarrollar
32		7-ago	0	Inscripción a la materia.
33	U1	14-ago	1	Presentación. Objetivos. Condiciones de cursado. Bibliografía. Metodología y organización de la cátedra. El perfil del egresado e Ingeniería de Procesos. Competencias generales y específicas. Los problemas de ingeniería química y de procesos.
	U1		2	Los contenidos de Ingeniería de Procesos. Problemas de Ingeniería de Procesos. Resolución de problemas. Metodología.
	U1		3	Fases de ingeniería (C, B, D). Disciplinas de un proyecto de ingeniería. Entregables. Fases.
34	U1	21-ago	3	Feriado
			4	TP N° 1: Resolución de problemas y los documentos de un proyecto de ingeniería.

				Feriado
35	U2	28-ago	5	Diagrama in-out, BFD, PFD y P&ID. Aspectos conceptuales. Bases de diseño. Códigos y normas técnicas
	U2		6	TI: Selección del proceso. Bases y criterios de diseño de proceso.
	U2		7	El Proceso de diseño. Síntesis de Procesos. Pasos de la síntesis. Heurísticos para análisis y diseño de procesos.
36	U2	4-sep	8	Heurísticos para reacciones químicas.
	U2		9	TP N° 2: Fundamentos de la creación de un proceso.
	U2		10	Diagramas de flujo de procesos: Topología, Tabla de corrientes y Tabla de equipos.
37	U2	11-sep	11	Balance de masa y energía para plantas basado en BFD. Estrategia de resolución de problemas. POE. Consumos específicos. Conversión por paso, conversión global, rendimiento y selectividad.
	U2		12	TP N° 4. BFD - Balance de materia y requerimientos energéticos
	U2		13	Balance de masa y energía para procesos químicos. Variables de diseño, grados de libertad, sistema de ecuaciones y resolución.
38	U2	18-sep	14	Estructura de los diagramas de procesos químicos. Reciclo, make-up, purga. Estructura de reciclo.
	U2		15	TP N° 5. Tabla de corrientes y tabla de equipos.
	U2		16	Selección de tema de proyecto Integrador en grupos.
39	U3	25-sep	17	Análisis de performance de plantas de procesos.
	U3		18	Análisis de performance de procesos de equipos (reactores, bombas, columnas de destilación, etc.).
	U3		19	TP N° 6: Evaluación de performance de equipos de procesos.
40	General	2-oct	20	1° Revisión de avance proyecto Integrador desarrollados en grupos.
	General		21	Bases y criterios de diseño de proyecto integrador
	General		22	Diagrama de proceso (BFD y PFD) de proyecto integrador.
41	U4	9-oct	23	Regulación de condiciones de procesos. Grados de libertad (variables manipuladas, control y medida). Heurísticos para control de plantas.
	U4		24	Casos típicos de control de planta. El problema de efecto bola de nieve. Normas ISA.
	U4			TP N° 7. Control de plantas y niveles de seguridad.
42	General	16-oct		Revisión general.
	U2&U4		25	TP N° 8: P&ID - Analisis y Desarrollo para un sector del proceso
			26	1° Evaluación
43	U5	23-oct	27	Aproximación Jerárquica de la síntesis de procesos. Procesos <i>Batch</i> vs Continuos.
	U5		28	TP N° 9: Procesos <i>batch</i> .
	U5		29	Plantas multiproducto y multipropósito. Diseño de plantas batch. Síntesis. ISA S 88 y Guía GEMMA
44	U6	30-oct	30	Plot plant, footprint, Layout y Plant view.
	U6		31	TP N° 10. Plot plant, Layout y footprint.
	U6		32	2° Revisión de avance proyecto Integrador desarrollados en grupos.

45	U7	6-nov	33	Integración energética. Eficiencia energética. ISO 50001. Diseño de procesos sustentables. Integración de procesos
	U7		34	TP Nº 11. Integración energética
	U7		35	Diseño de Redes de Intercambio de calor. División de corriente y método de relajación de energía.
46	U7	13-nov	36	Integración de procesos (red intercambio de calor, red de intercambio de masa y red de intercambio de presión).
	U8		37	Optimización de flowsheet. Síntesis de procesos.
	U8		38	Estudio de riesgo operativo. Seguridad de procesos.
47	U8	20-nov		TP Nº 12. Caso de estudio de estudio de riesgo
	General		39	Trabajo integrador
	General		40	Trabajo integrador. Presentación del Proyecto integrador.
48	General	27-nov	41	2° evaluación individual presencial
	General		42	Revisión general.
	General		43	Evaluación integral - recuperatorio.

5.6. Requisitos para Examen Final Libre

Los alumnos libres para rendir deben realizar un trabajo práctico integrador de todos los temas tratados en la materia e implementar el mismo o cuando sea necesario con el software correspondiente. También deberán presentar resueltos todos los trabajos prácticos desarrollados en la materia de la última cursada finalizada.

Cuando se cumplan tales condiciones, rendirán el examen final junto con los estudiantes regulares.

El proyecto integrador o trabajo práctico integrador será considerado en la determinación final de la calificación.

6. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA OBLIGATORIA (Ésta debe existir sí o sí en biblioteca)

Título	Autor	Editorial	Año	Ej.
Process Engineering and Plant Design. The Complete Industrial Picture	Siddhartha Mukherjee	CRC Press	2022	
Process Engineering: Addressing the Gap between Study and Chemical Industry.	Kleiber Michael	De Gruyter	2020	
Introduction to Chemical Engineering: For Chemical Engineers and Students	Nnaji Uche P.	Wiley	2019	

Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes	Turton R., Bailie R. C., Whiting W. B., Shaeiwitz J. A.	Prentice Hall PTR	Third Edition, 2009	2
Product and Process Design Principles	Seider, Warren D.; Seader J. D.; Lewin D. L.	John Wiley & Sons	Third Edition, 2009	2
Piping and instrumentation diagram development.	Toghraei, Moe	Wiley Aiche	2019	1
An Applied Guide to Process and Plant Design	Seán Moran	Elsevier	2019	
Diseño en ingeniería química	Ray Sinnott, Gavin Towler	Reverté	2012	1
Diseño de procesos en ingeniería química	Jiménez Gutiérrez Arturo	Reverté	2003	1
Conceptual design of Chemical Processes	Douglas J. M.	Prentice Hall PTR	1998	1
Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design	Towler G., Sinnott R. K.	Butterworth-Heinemann	2007	1
Principios elementales de los Procesos químicos	Felder R. M., Rousseau R. W.	Limusa Wiley	2004	1
Soluciones prácticas para el Ingeniero Químico.	Carl. R. Branam	Mac Graw Hill	2006	1
Oil & gas engineering guide	Hervé BARON	Editions Technip	2018	
Process Engineering And Plant Design. The Complete Industrial Picture.	Siddhartha Mukherjee	CRC Press	2022	
Estrategia en ingeniería de procesos.	Dale F. Rudd, Charles C. Watson	Alhambra	1976	

7. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Título	Autores	Editorial	Año	Ej.
Systematic Methods of Chemical Process Design	Biegler, L. T.; Grossmann, I. E. Westerberg, A.W.	Prentice Hall International PTR	1997	2
Sustainability in the Design, Synthesis and Analysis of Chemical Engineering Processes	Ruiz Mercado G., Cabezas H.	Butterworth-Heinemann	2016	
Mathematical Modeling Approaches for Optimization of Chemical Processes	Corsano G. Montagna J. M., Iribarren O. A., P. A. Aguirre	Nova Science Publishers, Inc.	2009	1

Chemical Process Equipment. Selection and Design	Couper J. R., Penny W. R., Fair J. R. and Walas S. M.	Elsevier Inc.	Second Edition, 2005	1
Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Design	Seider, Warren D.; Seader J. D.; Lewin D. L. Widagdo S.	John Wiley & Sons	Fourth Edition, 2016	
Chemical Process Design and Integration	Smith R.	John Wiley & Sons	2005	1
Process Dynamics: Modeling, Analysis and Simulation	B. Wayne Bequette	Prentice Hall	1998	1
Códigos y normas (API, ANSI/ASME, ASTM, ISA, TEMA, IRAM/ISO, etc.)	-	-	-	-
Process Plant Layout and Piping Design	Bausbacher E., Hunt R.	Prentice Hall PTR	1993	1
Successful Troubleshooting for Process Engineers	Woods D. R.	Wiley - VCH	2006	1
Pinch Analysis and Process Integration. A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy	Kemp I. A.	Butterworth-Heinemann	Second edition, 2007	1
What Went Wrong? Case Histories of Process Plant Disasters	Kletz Treouor	Butterworth - Heinemann,.	Fourth Edition, 1999	
Chemical Process Safety. Learning from Case Histories	Sander Roy E.	Elsevier Butterworth - Heinemann	3 rd Edition, 2005	
Process Development. From the Initial Idea to the Chemical Production Plants.	Herbert Vogel G.	Wiley - VCH	2005	
Scale Up in Chemical	Zlokarnik M.,	Wiley - VCH	Second Edition, 2006	
Multiproduct Plants	Rauch J.	Wiley - VCH	2003	
Process Plant layout	Moran, Seán	Butterworth - Heinemann	Second Edition 2016	
Industrial Chemical Process Analysis and Design	Martín Martín Mariano	Elsevier	2016	

8. PROPUESTA DE ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN y/o INVESTIGACIÓN DE CÁTEDRA

Como actividades de extensión para completar la formación del estudiante se propone realizar visitas técnicas a los sectores de producción de la región. En 2022 se realizará una visita técnica al Ingenio Ledesma para conocer detalladamente las áreas del proceso cloro-soda y la planta de bioetanol. Estos procesos están directamente relacionados con los temas seleccionados por los estudiantes para realizar su proyecto integrador.

Como actividades de investigación se realizan investigación no sistematizada relacionada a herramientas para optimización de procesos y estudios de performance de proceso. Las herramientas están basadas en el impacto de la Inteligencia Artificial en la Ingeniería de Procesos.

9. AUTOEVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

La siguiente autoevaluación supone al menos una reunión del equipo docente que garantice la participación, la libertad de opinión y la transcripción de eventuales diferencias.

9.1. Analizar y evaluar la suficiencia y adecuación de los ámbitos donde se desarrolla la actividad: aulas, equipamiento didáctico, equipamiento informático, otros, y su disponibilidad para todos los alumnos.

Las aulas asignadas para las clases presenciales de ingeniería de Procesos en el horario de 19 a 21 horas son:

Día	Aula	Comentario
Lunes	Sala V	Tiene computadoras con acceso a internet. No cuenta con sistema de proyección.
Miércoles	Sala V	Tiene computadoras con acceso a internet. No cuenta con sistema de proyección.
Viernes	Aula 19	No cuenta con sistema de proyección y computadoras.

Para la resolución de problemas de ingeniería se requiere acceso a software de simulación (Aspen, Hysys, DWSim), utilitarios (mathcad, paquete office) y software de diseño (Plant 3D de autodesk).

Para las clases de consulta se tiene asignado una oficina compartida con Simulación y Optimización.

Las consultas presenciales son los días martes y jueves de 19 a 21 durante todo el año académico.

9.2. Analizar los datos de inscripción y promoción de los alumnos. Explicar los datos destacados y enunciar causas probables.

La cantidad de alumnos inscriptos en SIU son seis (6) del plan 2007. No se inscribieron estudiantes del plan 2022. En la materia se inscribieron mediante aula virtual 11 estudiantes.

9.3. Analizar y evaluar la composición del equipo docente a cargo de la actividad para llevar adelante las funciones de docencia, investigación, extensión y vinculación inherentes a los cargos que han sido designados.

Docente	Cargo actual	Recomendado
Romina G. Huaranca	Ayudante DS	Dada la experiencia se solicito promover a JTP con dedicación SE.
Demetrio Humana	Profesor Adjunto	-
-	Ayudante DS	Incorporar por concurso un ayudante con DS para formación en Ingeniería de Procesos y para completar una estructura de cátedra.

9.4. Describir las acciones, reuniones, comisiones en las que participa el equipo docente para trabajar sobre la articulación vertical y horizontal de los contenidos y la formación.

Ingeniería de procesos es la disciplina que aplica e integra los conocimientos de Termodinámica, Físicoquímica, Simulación y Optimización de Procesos, Ingeniería de las Reacciones Químicas, Operaciones Unitarias, Control de Procesos, Servicios Auxiliares, Economía, entre otras para estudiar y evaluar la factibilidad técnica del desarrollo de procesos de producción.

El equipo de docentes realiza reuniones periódicas para revisar y evaluar la formación de los estudiantes en la disciplina de procesos.

Una actividad que seguramente contribuye a la articulación horizontal y vertical es plantear y resolver un problema de ingeniería contextualizado que sea encarado como un proyecto de Ingeniería. Para resolver el problema de ingeniería todas las materias pueden aportar al desarrollo del proyecto de Ingeniería.

El proyecto de ingeniería requiere de la búsqueda de información técnica que respalde la ruta de síntesis seleccionada, de acuerdo a la fase de ingeniería en la cual se desarrolla, en nuestro caso Ingeniería Básica. Esto implica bibliografía sobre rutas de síntesis alternativas, nuevas tecnologías utilizadas, condiciones de procesos aplicadas, etc, en la cual los estudiantes hacen uso de papers, tesis, simulaciones, etc, La mayor parte de la información

disponible actualmente está basada en medios digitales, por lo cual los estudiantes, deben realizar una lectura crítica de los mismos antes de ser utilizadas, incluyendo las limitaciones.

La validación de la fuente de información es discutida con la cátedra, en la medida que se avanza con el desarrollo del proyecto, principalmente orientada a que quede definido el rango de validez de la información y las suposiciones o simplificaciones realizadas.

10. Otra información (otra información que considere pertinente)

La próxima generación de procesos químicos requiere una transición a nuevos métodos de análisis, síntesis y diseño centrada en procesos químicos sostenibles. A partir de 2021 se incluyeron casos de nuevos procesos vinculados a Industrias 4.0. La actualización del equipo docente es una condición necesaria para la formación por competencias de acuerdo a los estándares actuales del plan de estudio 2022.

ANEXO PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA

Ingeniería de Procesos

Unidad 1: Introducción al Diseño de Procesos.

Ingeniería de Procesos e Ingeniero de Procesos. Diagramas esenciales para comprender los procesos químicos: Diagrama entrada-salida (*in-out*), diagrama de flujo en bloque (BFD), diagrama de flujo de procesos (PFD) y diagrama de flujo de servicios (UFD), diagrama de instrumentación y cañerías (P&ID). Bases de diseño y criterios de diseño. Códigos (ANSI/ASME) y Normas (API, ASTM, TEMA, IRAM/ISO, ISA, NFPA). Documentos típicos de la disciplina procesos. Interrelación entre distintas disciplinas de un proyecto y generación y manejo de documentación de ingeniería de procesos. Los problemas de ingeniería: Análisis, Diseño, control, performance, cuello de botella.

Etapas para el diseño preliminar de procesos químicos. Diseño en equipo. Etapas básicas de la síntesis de *flowsheets* de Procesos. Aproximación Jerárquica de la síntesis de procesos. El proceso de creación del proceso de producción.

Unidad 2: Análisis técnico de procesos.

Estructura de los diagramas de procesos químicos. Purificación de Alimentación. Recuperación o Reciclo de Subproductos. Purga. Número de Corrientes de Producto. Variables de Diseño. Balance de Materia y energía Global. Costo de Corrientes. Variables de Diseño. Estructura de Reciclo del Flowsheet. Decisiones que determinan la Estructura de Reciclo: número de sistemas reaccionantes, número de corrientes de reciclo, reactantes en exceso. Balances de Materia de Reciclos. Limitaciones de Equilibrio. Conversión de Equilibrio. Módulos Básicos de Simulación. Modelación, aspectos físicos y matemáticos. Variables, tipos, grados de libertad del sistema. Selección de variables de diseño. Algoritmo de Lee, Christensen y Rudd. Ecuaciones involucradas en los modelos, caracterización. Módulos Básicos. Traza química a través de diagramas de procesos químicos. Balances de materia y energía. Modelos de las unidades de procesos. Utilización de principios basados en la experiencia: introducción a los heurísticos técnicos y a los métodos *short-cuts*. Tablas de heurísticos técnicos.

Unidad 3: Análisis de performance de procesos

Herramientas para evaluar la performance del sistema. Curvas de performance para operaciones unitarias individuales. Performance de unidades de operaciones múltiples. Performance del reactor. Identificación de cuellos de botella (*Process debottlenecking*). Resolución de problemas (*Process troubleshooting*).

Unidad 4: Control y regulación de proceso en plantas químicas.

Regulación de condiciones de proceso. Características de una válvula de control. Estrategias de control utilizadas en procesos químicos. Niveles, estructura y configuración de sistemas de control de planta. ISA S 5.1, S 5.2, S 5.3 y S 5.4. Síntesis de sistemas de control de plantas. Heurísticos aplicados al control de plantas. Efecto de bola de nieve. Determinación Óptima de políticas de control de plantas.

Unidad 5: Procesos *Batch*.

Procesos *batch* vs. Continuos. *Scheduling* de procesos *batch*. Plantas *batch* de un producto y de productos múltiples. Políticas de transferencia. Unidades paralelas y almacenamiento intermedio. Dimensionamiento de recipientes para plantas *batch*. Plantas multipropósito y multiproducto. Inventarios. Diseño de plantas *batch*. Síntesis de plantas *batch*. ISA 88 y guía GEMMA.

Unidad 6: Layout.

Plot plan, Layout y footprint y Plan View. Clasificación de áreas. Separación entre áreas y separación entre equipos. Separación entre tanques. Distribución típica de áreas y distribución de equipos. Espacios para mantenimiento. Puntos y líneas de interconexión entre áreas.

Unidad 7: Integración de Procesos.

Redes de intercambio Calórico. Mínimo Requerimiento de Calentamiento y Enfriamiento. Análisis de la Primera Ley. Intervalos de Temperatura. Diagramas en Cascada. Temperatura de *Pinch*. Diagramas Entalpía-Temperatura. Mínimo Número de Intercambiadores de Calor. Estimación de Áreas de Intercambio. Diseño de Redes de Intercambiadores de Calor de Mínima Energía. Ciclos de Calor. Síntesis de Redes de Intercambio Calórico con Mínimo Número de Intercambiadores. Eliminación de Ciclos de Calor. Integración de calor y potencia. Redes de intercambio de masa y redes de intercambio de presión. Eficiencia energética. Criterios de eficiencia. ISO 50001. Integración de procesos.

Unidad 8: Síntesis de diagrama de flujo de proceso

Síntesis de un diagrama de flujo de procesos desde un diagrama de bloque. Síntesis de un proceso utilizando un simulador. Síntesis de redes de intercambiadores. Síntesis de trenes de destilación. Optimización e integración de energía. Técnicas de optimización para síntesis de redes de reactores. Optimización estructural de *flowsheets* de procesos. Diseño sostenible de procesos químicos. Nuevos métodos de análisis, síntesis y diseño centrada en procesos químicos sostenibles. Estrategia de diseño de nuevos procesos. Flexibilidad en el diseño de procesos.

Seguridad de Procesos. Niveles de seguridad en el diseño de plantas químicas. Confiabilidad y análisis de riesgo.

San Salvador de Jujuy, 25 de Agosto de 2023



FIRMA