



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Rosario

Rosario, 14 de diciembre de 2023.-

VISTO el Expediente ID N° 8156526, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura "Operaciones Unitarias II", correspondiente a la carrera Ingeniería Química – Plan 2023, y

**CONSIDERANDO**

Que la presentación realizada obedece a la implementación del nuevo Diseño Curricular aprobado por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional – Ordenanza CSU 1875.

Que dicho Programa Analítico cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza analizó el Expediente y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO  
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

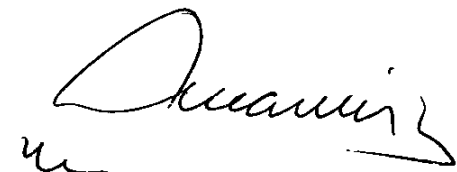
**RESUELVE:**


ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura "Operaciones Unitarias II" de la carrera Ingeniería Química– Plan 2023, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

**RESOLUCIÓN N° 742**

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

  
Ing. Rubén Fernando CICCARELLI  
Decano

  
Ing. Antonio Luis MUIÑOS  
Secretario Académico

<b>Carrera: Ingeniería Química</b>
<b>Asignatura: Operaciones Unitarias II</b>
Programa analítico - Plan 2023 (Ord. N° 1875)

Datos administrativos de la asignatura			
Nivel en la carrera:	IV	Modalidad de dictado:	Anual
Plan:	2023	Tipo de asignatura:	De la especialidad
Bloque de conocimiento:	Tecnologías aplicadas		
Área de conocimiento:	Especialidad		
Carga horaria presencial semanal:	5 hs. cátedra	Carga horaria total:	120 hs. reloj
Carga horaria no presencial semanal:	0 hs. reloj	% de horas reloj no presenciales:	0 %

Asignaturas correlativas previas
<p>Para cursar y rendir debe tener cursada/s:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Termodinámica</li> <li>— Fisicoquímica</li> <li>— Fenómenos de Transporte</li> </ul> <p>Para cursar y rendir debe tener aprobada/s:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Introducción a Equipos y Procesos</li> <li>— Análisis Matemático II</li> <li>— Física II</li> <li>— Química Orgánica</li> </ul>

Asignaturas correlativas posteriores
<p>Asignatura/s que la requieren cursada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Control Automático de Procesos</li> <li>— Ingeniería Ambiental</li> <li>— Proyecto Final</li> </ul> <p>Asignatura/s que la requieren aprobada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Proyecto Final</li> </ul>

Presentación. Fundamentación.
<p>Quien egrese de la carrera Ingeniería Química debe haber sido formado y capacitado para afrontar el desarrollo integral de proyectos industriales, y/o conducción y asistencia técnica la industria de procesos.</p> <p>En este marco, Operaciones Unitarias II, como asignatura de especialidad, aporta al desarrollo de competencias específicas que permiten el diseño, cálculo, operación, optimización y control de los equipos que se requieren para realizar operaciones de transferencia de masa presentes en la industria de procesos, aspirando a que quien egrese de la carrera disponga de las herramientas</p>

necesarias para lograr que todo proceso de transformación se desarrolle de manera responsable, práctica, eficiente, y económica.

**Objetivos establecidos en el DC**

- Calcular equipos de transferencia de masa sin reacción química para su verificación óptima y eficiente incluyendo los que requieren transferencia de energía.
- Diseñar sistemas de operación transferencia de masa sin reacción química para su selección óptima y eficiente incluyendo los que requieren transferencia de energía.

**Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera**

**Competencias genéricas tecnológicas (CG):**

**Nivel de aporte**

CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

Alto

**Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)**

**Nivel de aporte**

CG.7. Comunicarse con efectividad.

Alto

**Competencias específicas de la carrera**

**Nivel de aporte**

**CE.1. 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, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.**

Alto

**CE.2. 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

**CE.3. 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

**CE.4. 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.**

Alto

**CE.5. 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**

Medio

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.

CE.6. Optimizar 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 simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental. Bajo

### Contenidos mínimos establecidos en el DC

- Diseño, simulación e intensificación de equipos de transferencia de masa fluido-fluido, fluido-sólido, con y sin transferencia de energía.
- Mantenimiento de estas operaciones.

### Contenidos desarrollados

**Eje conceptual N° 1.** Introducción a las operaciones con transferencia de masa (5 horas reloj).

Contenidos: Operaciones unitarias con transferencia de masa. Clasificación. Consideraciones generales sobre el diseño de los equipos.

**Eje conceptual N° 2.** Destilación (40 horas reloj).

Contenidos: Principios básicos de la destilación. Destilación como operación unitaria. Destilación diferencial y destilación flash. Balance de materia diferencial de la destilación discontinua. Destilación fraccionada discontinua y continua. Cálculo del número de etapas por los métodos de Sorel y Lewis, Ponchon Savarit y McCabe-Thiele. Reflujo mínimo. Reflujo óptimo. Eficacia.

Diseño hidráulico de la torre de destilación: Parámetros de diseño y cálculo. Cálculo del diámetro de platos, número de campanas, espaciado de platos, ducto de salida de vapores, conducto de bajada. Campanas, válvulas y platos perforados: aplicaciones. Cierre estático. Condiciones operativas para una correcta operación.

Simulación de equipos. Condiciones óptimas de operación.

Destilación multicomponente. Componentes claves. Cálculo del número de etapas, reflujo mínimo, óptimo y plato de alimentación.

Destilación azeotrópica y extractiva. Fundamentos.

Nociones de mantenimiento en estos equipos e intensificación.

**Eje conceptual N° 3.** Absorción (20 horas reloj).

Contenidos: Ecuaciones que gobiernan la transferencia de masa. Unidades de transferencia. Cálculo de la altura del material de relleno por unidades de transferencia. Parámetros de diseño y estabilidad hidráulica de la torre. Teoría de Zenz para el cálculo del diámetro de la columna y pérdida de carga. Selección del material de relleno. Cálculo del diámetro de la columna. Cálculo del n° de platos por el método de McCabe-Thiele. Cálculo de la altura de material de relleno por HETP (altura equivalente de plato teórico). Condiciones operativas para una operación confiable y económica. Eficacia.

Nociones de mantenimiento en estos equipos e intensificación.

Simulación de equipos.

**Eje conceptual N° 4.** Extracción sólido – líquido (15 horas reloj).

Contenidos: Diagrama triangular rectangular. Cálculo de la curva de los lodos o flujo inferior. Sistemas con miscibilidad parcial entre fases. Solvente mínimo. Cálculo del número de etapas. Proceso de crushing de semillas oleaginosas. Equipos. Condiciones operativas para una operación confiable y económica. Simulación.

Nociones de mantenimiento de estos equipos e intensificación de extractores.

**Eje conceptual N° 5.** Extracción líquido – líquido (10 horas reloj).

Contenidos: Extracción líquido-líquido como operación unitaria. Diagrama triangular rectangular. Cálculo del número de etapas. Cálculo por McCabe-Thiele. Caudal de solvente mínimo. Sistemas con miscibilidad parcial entre fases. Equipos. Simulación.

Nociones de mantenimiento de estos equipos e intensificación de extractores.

**Eje conceptual N° 6.** Secado de sólidos (20 horas reloj).

Contenidos: Fundamentos. Ecuaciones que gobiernan la transferencia de masa en secado. Utilización del diagrama psicrométrico para el cálculo de secaderos. Secado discontinuo. Curvas de secado. Tipos de secaderos. Secadero de túnel, rotativo y neumático. Diseño de estos equipos. Nociones de mantenimiento e intensificación de estos equipos. Simulación.

**Eje conceptual N° 7.** Torres de enfriamiento (5 horas reloj).

Contenidos: Equipos. Principios de funcionamiento. Variables operativas. Ciclos de concentración. Nociones de mantenimiento e intensificación.

**Eje conceptual N° 8.** Cristalización (5 horas reloj).

Contenidos: Teoría de Miers. Tipo de cristalizadores. Principios de funcionamiento. Nociones de mantenimiento e intensificación.

**Bibliografía obligatoria**

Foust et al. (2006). Principios de Operaciones Unitarias. 2da Edición. México. Editorial Continental. Ejemplares en biblioteca: 2(dos) (2004).

McCabe, W., Smith, J. & Harriot, P. (2007). Operaciones Básicas en Ingeniería Química. 7ma ed. Editorial McGraw-Hill.

Miranda Carreño, R. (2020). Ingeniería de procesos. Diseño e Integración de procesos químicos. Madrid. Editorial Dextra.

Perry, R., Green, D. et al. (2001). Manual del Ingeniero Químico. 7ma ed. México. Editorial McGraw-Hill.

Wankat, P. (2008), Ingeniería de Procesos de Separación. 2da Ed. México. Pearson Educación.

Ocon, J. & Tojo, G. (1980). Problemas de Ingeniería Química, Operaciones básicas. Madrid. Editorial Aguilar.

Badger, M. & Banchemo, J.T. (1970). Introducción a la Ingeniería Química. New York. Editorial McGraw-Hill.

Vian, A. & Ocon, J. (1979). Elementos de Ingeniería Química (Operaciones Básicas). 5ta edición. Madrid. Editorial Aguilar.

Brown, H. (1965). Operaciones Unitarias. Buenos Aires. Editorial Marin.  
Autino H. et al. Revistas Aceites y Grasas, Asociación Argentina de Grasas y Aceites (actualización permanente trimestral). Recuperado 30 de noviembre de 2023 <https://asaga.org.ar/ag-digital/>

#### **Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura**

Lione J., Bilicich C. & Taddeo, R. (2017). Espacio virtual de la cátedra Operaciones Unitarias II. Recuperado 1 de diciembre de 2023 <https://frro.cvg.utn.edu.ar/>. UTN FRRO, última revisión año 2023 (en actualización permanente). El uso de este espacio virtual es obligatorio como todo el material didáctico que contiene.

Welty, J. Wicks, C. & Wilson, R. (2008). Fundamentos de transferencia de movimiento, calor y masa. 2da Ed. México. Editorial Limusa.

Reay, D., Ramshaw, C. & Harvey, A. (2008). Process intensification: engineering for efficiency, sustainability and flexibility (1st ed.). Oxford: Elsevier.

Geankoplis, C. (2006). Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 4ta Ed. México. Editorial CECSA.

Coulson, J.M. & Richardson, J.F. (2006). Soluciones de problemas en ingeniería química. Barcelona. Editorial Reverte.

De la Cuesta, P. & Rus Martinez, E. (2004). Operaciones de separación en ingeniería química. México. Editorial Pearson Educación.

Aspen HYSYS (2004). Guía para el Usuario. AspenTech.

Donald, Q. K. (2003). Procesos de transferencia de calor. México. Editorial Ceca.

Jimenez Gutierrez, A (2003). Diseño de procesos en ingeniería química. Editorial Reverté.

Traybal, R. (1997). Operaciones de transferencia de masa. 2da Ed. México. Editorial McGraw-Hill.

Henry, K. (1992). Distillation Design. USA. Editorial McGraw-Hill

Coulson, J.M. & Richardson, J.F. (1981). Ingeniería Química. Operaciones Básicas. Barcelona. Editorial Reverté.

Coulson, J. M. (1981). Ing. Química. Unidades y operaciones básicas. Barcelona. Editorial Reverte.

Sherwood, T. & Pigford, W. (1979). Transferencia de masa. Buenos Aires. Editorial Géminis.

#### **Metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación**

El equipo docente diseña e implementa estrategias de aprendizaje activas y centradas en el estudiantado orientadas al desarrollo de las competencias de egreso, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Química. Se configuran también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. A los efectos, se especifican las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura. Estos apartados se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.