

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Procesos de separación II
Clave de la asignatura:	IQF-1016
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Química

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Esta asignatura permite al estudiante de Ingeniería Química la oportunidad de adquirir principios de diseño, operación, implementación y análisis de diversos procesos de separación de plantas industriales.</p> <p>Le permite entender las relaciones entre la termodinámica y los fenómenos de transporte y los procesos de separación, desarrollar un entendimiento adecuado de los factores que afectan la función de las operaciones unitarias, adquirir la capacidad de desarrollar cálculo para el diseño de las operaciones unitarias y explicar la relación entre la construcción y operación de los diversos equipos. Será capaz de describir y usar programas informáticos para modelar las operaciones unitarias, y además de diseñar, ejecutar y analizar trabajo experimental relacionado con los procesos de estudio. Podrá comparar y seleccionar alternativas de equipos en procesos industriales, de manera que la selección sea la adecuada a las necesidades de la industria de modo sustentable.</p> <p>La asignatura contempla los procesos de separación de mayor importancia en la industria y por lo tanto de mayor aplicación en el quehacer profesional del Ingeniero Químico.</p> <p>Con esta asignatura se dará soporte a asignaturas de formación en áreas específicas propias de la Ingeniería Química, vinculadas con el desempeño profesional tales como simulación de procesos, síntesis y optimización de procesos, ingeniería de proyectos e ingeniería de costos las cuales se podrán vincular mediante un proyecto integrador.</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>Se organiza el programa, en cinco temas de aprendizaje. Al inicio de cada tema se incluyen los fundamentos teóricos para entender el proceso, los distintos tipos de equipos, sus características, ventajas y desventajas.</p> <p>En cada tema se abordan las diferentes variables de diseño de los procesos de separación incluidos en el programa, y posteriormente se integran estos conceptos para realizar cálculos de diseño o bien contar con las herramientas suficientes para la selección u optimización de intercambiadores, evaporadores, cristalizadores, humidificadores y secadores.</p> <p>Los fundamentos teóricos y cálculos correspondientes permiten identificar los tipos y las partes que constituyen los equipos vistos en el curso, asimismo interpretar planos y catálogos de fabricantes.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades promuevan el desarrollo de habilidades, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón las actividades sugeridas es el mismo estudiante, el responsable de su proceso de aprendizaje. En las actividades a desarrollar, se sugiere que el estudiante realice análisis, síntesis, lo que le permitirá tomar decisiones fundamentadas, expondrá y sustentará su punto de vista, preparando al estudiante, para la presentación de proyectos, en asignaturas posteriores ó bien ya como una valiosa herramienta en su vida profesional.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Centla, Chihuahua, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Tepic, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Celaya del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Centla, Chihuahua, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 19 al 22 de marzo de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Campeche, Cd. Madero, Celaya, Centla, Chihuahua, Coacalco, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Mérida, Matamoros, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Tapachula, Tijuana,	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería Química, del SNIT.

	Toluca, Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa.	
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:</p> <p>Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.</p> <p>Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Diseña y selecciona equipos utilizados en plantas químicas tales como: intercambiadores de calor, evaporadores, cristalizadores, torres de enfriamiento y secadores aplicando los conceptos de transferencia de masa y calor, equilibrio de fases y procedimientos de cálculo necesarios para el dimensionamiento de ellos.

5. Competencias previas

- Realiza balances de masa y energía sin reacción química.
- Calcula los coeficientes globales de transferencias de calor y masa en diferentes sistemas de geometrías simples y compuestas.
- Determina propiedades termodinámicas, fisicoquímicas y de transporte de las sustancias y/o mezclas.
- Elabora diagramas de equilibrio de fases aplicado a diferentes sistemas.
- Resuelve ecuaciones diferenciales e integrales mediante métodos numéricos ó analíticos.
- Interpreta planos de equipos
- Elabora diagramas de equipo por medio del manejo de algún software

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
I	Intercambio de calor	1.1 Tipos de intercambiadores de calor 1.2 Criterios para la selección de equipo 1.3 Parámetros de diseño de intercambiadores de calor de tubo y coraza 1.4 Estimación de costos y materiales de construcción 1.5 Diseño y selección de condensadores 1.6 Diseño de otro tipo de intercambiadores (placas, enfriadores con aire, etc.)
II	Evaporación	2.1 Clasificación de los evaporadores. 2.2 Balance de materia y energía de los evaporadores. 2.2. Factores que afectan la operación de evaporación 2.3 Cálculo térmico de un evaporador de simple y múltiple efecto 2.4 Cálculo térmico de un sistema de evaporación incluyendo precalentamiento, condensación y recompresión. 2.5 Otros evaporadores 2.6 Materiales de construcción
III	Cristalización	3.1 Fundamentos de la cristalización 3.2 Equipo utilizado para la cristalización 3.3 Determinar condiciones de operación 3.4 Criterio para la selección de los equipos
IV	Humidificación	4.1 Conceptos de humidificación y deshumidificación. 4.2 Cálculo de una cámara de enfriamiento adiabático 4.3 Enfriamiento de agua 4.3.1. Tipos de torres de enfriamiento 4.3.2. Diseño de torres de enfriamiento
V	Secado	5.1. Conceptos básicos 5.2. Tipos de secadores 5.3. Selección del secador 5.4. Cálculo de secadores 5.4.1 Por lotes 5.4.2 Continuos

7. Actividades de aprendizaje de los temas

I – Intercambio de calor	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Diseña, selecciona y analiza intercambiadores de calor aplicando los conceptos de transferencia de calor y procedimientos de cálculo necesarios para su construcción y operación.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Solución de problemas. Toma de decisiones. Capacidad de reflexión. Integración y colaboración.</p>	<p>Realizar balances de materia y energía en intercambiadores de calor.</p> <p>Analizar criterios para la selección de intercambiadores de calor.</p> <p>Interpretar planos de equipos y catálogos de fabricantes</p> <p>Identificar los tipos y las partes que constituyen los intercambiadores de calor.</p> <p>Resolver problemas que incluyan el dimensionar, seleccionar y establecer especificaciones técnicas de intercambiadores de calor.</p> <p>Leer y discutir artículos de revistas técnicas.</p> <p>Realizar investigación bibliográfica para la presentación de trabajos en forma individual o por equipos</p> <p>Utilizar software para interpretar como afectan los cambios de las condiciones de operación al dimensionamiento y operación del equipo.</p> <p>Realizar una búsqueda documental y exposición grupal acerca del impacto económico y ambiental en el uso de los intercambiadores de calor en la industria.</p> <p>Investigar aplicaciones y usos de los intercambiadores de calor en los procesos industriales.</p> <p>Observar y analizar fenómenos y problemáticas de la industria relacionados con los equipos de intercambio de calor y realiza propuestas de solución.</p>
II – Evaporación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Diseña, selecciona y opera evaporadores aplicando los conceptos de equilibrio de fases,</p>	<p>Realizar balances de materia y energía en evaporadores.</p> <p>Analizar criterios para la selección de evaporadores.</p>

<p>transferencia de calor y procedimientos de cálculo necesarios para su construcción y operación.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Solución de problemas. Toma de decisiones. Capacidad de reflexión. Integración y colaboración.</p>	<p>Interpretar planos de equipos y catálogos de fabricantes</p> <p>Interpretar artículos de revistas técnicas nacionales y extranjeras referente al tema.</p> <p>Identificar los tipos y las partes que constituyen los evaporadores.</p> <p>Dimensionar, seleccionar y establecer especificaciones técnicas de los vistos</p> <p>Realizar investigación bibliográfica para la presentación de trabajos en forma individual o por equipos</p> <p>Utilizar software para interpretar como afectan los cambios de las condiciones de operación al dimensionamiento y operación misma del equipo.</p> <p>Realizar una búsqueda documental y exposición grupal acerca del impacto económico y ambiental en el uso de los evaporadores en la industria.</p> <p>Investigar usos y aplicaciones de los evaporadores en los procesos industriales.</p> <p>Observar y analizar fenómenos y problemáticas de la industria relacionados con los equipos de evaporación y realiza propuestas de solución.</p>
<p>III – Cristalización</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Selecciona los cristalizadores de acuerdo al material a separar, condiciones de operación, criterios técnicos y económicos de los cristalizadores.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Solución de problemas. Toma de decisiones. Capacidad de reflexión. Integración y colaboración.</p>	<p>Realizar balances de materia y energía en cristalizadores</p> <p>Analizar criterios para la selección de cristalizadores</p> <p>Interpreta planos de equipos y catálogos de fabricantes</p> <p>Leer y discutir artículos de revistas técnicas.</p> <p>Identificar los tipos, materiales y partes que constituyen los equipos vistos.</p> <p>Resolver problemas que incluyan el dimensiona, selecciona y establece especificaciones técnicas de cristalizadores.</p> <p>Realizar investigación bibliográfica para la presentación de trabajos en forma individual o por equipos.</p> <p>Utilizar software para interpretar como afectan los cambios de las condiciones de operación al</p>

	<p>dimensionamiento y operación misma del equipo. Realizar una búsqueda documental y exposición grupal acerca del impacto económico y ambiental en el uso de los cristalizadores en la industria. Analizar las aplicaciones y usos de los cristalizadores en los procesos industriales. Observar y analizar fenómenos y problemáticas de la industria relacionados con los equipos de cristalización y realiza propuestas de solución.</p>
IV – Humidificación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Diseña, analiza, selecciona y opera torres de enfriamiento aplicando los conceptos de transferencia de masa y calor, equilibrio de fases y los procedimientos de cálculo necesarios para su construcción y operación.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Solución de problemas. Toma de decisiones. Capacidad de reflexión. Integración y colaboración.</p>	<p>Realizar balances de materia y energía en equipos de humidificación y deshumidificación Analizar criterios para la selección de torres de enfriamiento Interpreta planos de equipos y catálogos de fabricantes Leer y discutir artículos de revistas técnicas e investigaciones relacionadas con la humidificación y deshumidificación. Identificar los tipos y las partes que constituyen los equipos vistos Resolver problemas que incluyan el dimensionar, seleccionar y establecer especificaciones técnicas de torres de enfriamiento Realizar investigación bibliográfica para la presentación de trabajos en forma individual o por equipos Utilizar software para interpretar como afectan los cambios de las condiciones de operación al dimensionamiento y operación misma del equipo. Realizar una búsqueda documental y exposición grupal acerca del impacto económico y ambiental en el uso de las torres de enfriamiento en la industria. Investigar usos y aplicaciones de las torres de enfriamiento en los procesos industriales. Observar y analizar fenómenos y problemáticas de la industria relacionados con los equipos de</p>

	torres de enfriamiento y realiza propuestas de solución.
V – Secado	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Diseñar, seleccionar y operar los diferentes tipos de secadores aplicando los conceptos de transferencia de masa y calor y procedimientos de cálculo necesarios para su construcción y operación.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Solución de problemas. Toma de decisiones. Capacidad de reflexión. Integración y colaboración.</p>	<p>Realizar balances de materia y energía en secadores</p> <p>Aplicar criterios para la selección y análisis de secadores</p> <p>Interpretar planos de equipos y catálogos de fabricantes</p> <p>Leer y discutir artículos de revistas técnicas</p> <p>Identificar los tipos y las partes que constituyen los equipos vistos</p> <p>Resolver problemas que incluyan el dimensionar, seleccionar y establecer especificaciones técnicas de secadores.</p> <p>Realizar investigación bibliográfica para la presentación de trabajos en forma individual o por equipos</p> <p>Utilizar software para interpretar como afectan los cambios de las condiciones de operación al dimensionamiento y operación misma del equipo.</p> <p>Realizar una búsqueda documental y exposición grupal acerca del impacto económico y ambiental en el uso de los secadores en la industria.</p> <p>Observar y analizar fenómenos y problemáticas de la industria relacionados con los equipos de secado y realiza propuestas de solución.</p>

8. Práctica(s)

Visitas industriales y a centros de investigación.
Elaboración de prototipos.
Foros de discusión.
Ponencias.
Diseño de equipos.
Uso de software para el diseño y simulación de los procesos de separación.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Actividades de investigación
- Elaboración de modelos y prototipos
- Investigación del tema
- Reporte de investigaciones documentales
- Proyecto de asignatura o tema
- Trabajos en equipo
- Evaluación escrita
- Estudio de casos

11. Fuentes de información

1. Christie J. Geankoplis, (2003). Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operations), 4th Edition, Prentice Hall.
2. Foust Alans, Wenzel Leonard, Clump Wenzel, Maus Louis, Andersen Bryce, Principios de Operaciones Unitarias
3. Mc.Cabe, J. C. Smith, J. C. y Harriot, P. (2000) Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Mc.Graw – Hill.
4. Green Don, Robert Perry (2007), Perry's Chemical Engineers' Handbook, McGraw – Hill
5. Stanley M., Walas. Chemical Process Equipment: Selection and Design. Butterworth – Heinemann , Series in Chemical Engineering.
6. Henley, E. J. & Seader, J. D. Equilibrium - Stage Separation Operations in Chemical Engineering. Wiley.
7. King, Judson. Separations Processes. McGraw – Hill.
8. Foust, A. S. & Wensel, L. A. Principios de Operaciones Unitarias. CECSA.
9. Ludwig Ernest E. Design for chemical and petrochemical plants, GPC
10. James R. Couper,(2005) Chemical Process Equipment: Selection and Design, Elsevier Science Limited.
11. Fraas Arthur P., (1989) Heat Exchanger Design, Ed. Wiley