

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Operaciones Unitarias I
<b>Clave de la asignatura:</b>	BQJ-1017
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	4-2-6
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Bioquímica

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>La materia de Operaciones Unitarias I proporciona al perfil del Ingeniero Bioquímico las bases para diseñar, seleccionar, operar y adaptar equipos en procesos industriales que involucren transferencia de cantidad de movimiento, separación de sólidos y reducción de tamaño.</p> <p>En este curso se analizan diversas aplicaciones del transporte de momento, las cuales son de gran importancia para el diseño, operación y supervisión de diversos procesos industriales.</p> <p>Esta asignatura incluye diversos contenidos conceptuales y procedimentales, relacionados con las siguientes Operaciones Unitarias: reducción de tamaño, centrifugación y sedimentación, flotación, filtración, transporte de sólidos, filtración por membranas y prensado.</p> <p>Se relaciona en los temas: definición y diseño del proceso de la materia de Ingeniería de Proyectos; en el modelado matemático de fenómenos de transporte e Ing. de procesos; en Ingeniería de Biorreactores, en el análisis y diseño de parámetros de agitación y mezclado de estos equipos; aplica también en el diseño de sistemas de tratamiento de residuos en la materia de Ingeniería y Gestión Ambiental. Asimismo los temas de reducción y clasificación de tamaño, filtración, centrifugación impactan dentro del desarrollo de algunos temas de residencias y materias de especialidad.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>Esta asignatura desarrolla aspectos teóricos y prácticos de las separaciones mecánicas. La unidad uno está basada en sistemas de reducción de tamaño, su clasificación por tamaños, la selección de los equipos y el cálculo de la potencia requerida en los molinos así como la eficiencia de los equipos.</p> <p>La unidad dos está basada operaciones cuyo principio son las separaciones mecánicas, el cálculo de las variables más importantes que las afectan y el diseño y la selección de equipos de: centrifugación, filtración, flotación y sedimentación.</p> <p>La unidad tres está basada en conocer el fundamento del prensado así como el desarrollo y la selección de las prensas.</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

La unidad cuatro es el estudio de los procesos de bioseparación, aplicando principalmente la filtración por membranas.

La unidad cinco involucra la clasificación y caracterización de equipos de mezclado y agitación y la unidad seis, estudia la importancia y los criterios de diseño y selección de equipos de transporte de sólidos.

El alumno deberá desarrollar competencias relacionadas con el trabajo en equipo en el desarrollo de las prácticas y de la elaboración de los mapas conceptuales sobre procesos de bioseparación, la investigación documental, los hábitos de estudio y creatividad en la propuesta del desarrollo de equipos para sus prácticas y la resolución de problemas específicos para cada unidad. El docente debe conocer objetivamente el contenido del programa para proponer actividades idóneas al desarrollo, debe ser un facilitador y motivador para alcanzar las competencias genéricas y específicas involucradas.

### 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: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tuxtepec, 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: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tijuana, Tuxtepec, 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: Acayucan, Calkiní, Celaya, Colima, Culiacán, Durango, Irapuato, La Paz, La Región Sierra, Los Ríos, Mazatlán, Mérida, Misantla, Morelia, Tijuana, Tuxtepec, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería Química, del SNIT.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<p>Aplica los conceptos, principios, métodos y criterios para el diseño, selección, operación y adaptación de equipos industriales utilizados en los procesos de separación mecánica, reducción de tamaño, agitación y mezclado y en el transporte de sólidos, que son requeridos por diversos procesos industriales.</p>

#### 5. Competencias previas

<p>Balace de materia y energía:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora diagramas de flujo para representar procesos de transformación</li> <li>• Realiza balances de materia y energía sin reacción química para determinar flujos y composiciones en procesos continuos y discontinuos y así establecer requerimientos energéticos y la eficiencia de los procesos.</li> </ul> <p>Fenómenos de transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracteriza las propiedades reológicas de los fluidos para conocer las condiciones de flujo dentro de los equipos.</li> <li>• Conoce los conceptos de flujo turbulento, laminar y de fluidización para interpretar correctamente los fenómenos de transferencia de momento.</li> <li>• Aplica la ecuación de Bernoulli para el cálculo de energía mecánica en sistemas que manejan fluidos.</li> <li>• Conoce los conceptos básicos de porosidad y flujo a través de medios porosos.</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Reducción de tamaño y Tamizado	1.1. Reducción de tamaño 1.1.1. Importancia de la reducción de tamaño. 1.1.2. Equipos de reducción de tamaño 1.1.3. Conceptos básicos 1.1.3.1. Propiedades de los sólidos 1.1.4. Criterios de selección 1.1.5. Diseño de equipos 1.1.6. Molienda de granos 1.1.6.1. En seco 1.1.6.2. En húmedo 1.2. Tamizado. 1.2.1. Importancia del tamizado 1.2.2. Conceptos básicos. 1.2.3. Tipos de tamices. 1.2.4. Análisis granulométrico 1.2.5. Criterios de diseño y selección de tamices.

		1.2.6. Eficiencia del tamizado
2	Separaciones mecánicas	2.1. Sedimentación. 2.1.1. Importancia de la sedimentación. 2.1.2. Tipos de sedimentadores. 2.1.3. Fundamentos de la sedimentación. 2.1.4. Criterios de diseño y selección de sedimentadores 2.2. Flotación. 2.2.1. Importancia de la flotación. 2.2.2. Tipos de equipos de flotación 2.2.3. Fundamentos de la flotación. 2.2.4. Criterios de diseño y selección de equipos de flotación. 2.3. Filtración 2.3.1. Importancia y clasificación de filtros 2.3.2. Teoría de la filtración 2.3.3. Cálculo de la capacidad de filtración 2.3.4. Selección de equipos 2.4. Centrifugación 2.4.1. Selección de centrifugas 2.4.2. Rendimiento de la separación 2.5. Separación sólido-gas 2.5.1. Definición e importancia de los ciclones. 2.5.2. Características de los ciclones. 2.5.3. Diseño y especificación de ciclones.
3	Prensado	3.1. Prensado 3.1.1. Importancia del prensado 3.1.2. Clasificación de prensas 3.1.3. Selección de prensas 3.1.4. Velocidad de prensado 3.1.5. Cálculo de la potencia
4	Bioseparaciones	4.1. Filtración por membranas 4.1.1. Caracterización de membranas 4.1.3. Selección de Membranas 4.1.4. Microfiltración 4.1.5. Nanofiltración 4.1.6. Ósmosis Inversa 4.1.7. Electrodiálisis 4.2. Técnicas electroforéticas 4.2.1. Clasificación de técnicas electroforéticas 4.2.2. Diseño y selección de técnicas electroforética 4.3. Cromatografía preparativa 4.3.1. Clasificación

		4.3.2. Selección y diseño
5	Agitación y mezclado	5.1. Importancia de agitación y mezclado. 5.2. Clasificación y características de equipos de mezclado 5.2.1. Líquidos. 5.2.2. Sólidos. 5.2.3. Pastas. 5.2.4. Criterios para la selección de equipos de Agitación y mezclado. 5.3. Tiempo de mezclado. 5.4. Cálculo de la potencia para mezclado.
6	Transporte de sólidos	6.1. Importancia del transporte de sólidos. 6.2. Equipos de transporte 6.2.1. Mecánicos 6.2.2. Neumático 6.3. Criterios de diseño y selección de equipo. 6.4. Cálculo de la potencia requerida para transporte de sólidos

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Reducción de tamaño y Tamizado</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula la potencia requerida en los equipos de reducción de tamaño para su adecuada selección, cálculo de eficiencia y consumo energético.</p> <p>Comprende y aplica los principios y los criterios para seleccionar los equipos de reducción de tamaño y tamizado más adecuados para un problema específico de procesamiento.</p> <p>Realiza el análisis granulométrico para establecer los parámetros de proceso requeridos</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de resolver problemas</li> <li>• Capacidad para experimentar de una</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza y explica un esquema de las características y un mapa conceptual de la clasificación de equipos de reducción de tamaño.</li> <li>• Investiga procesos biotecnológicos donde se incluyan las operaciones de este tema para su análisis y aplicación, reportando en la investigación en un mapa mental, explicándolo y analizándolo.</li> <li>• Resuelve ejercicios y problemas sobre procesos de clasificación de tamaño y el cálculo de potencia de equipos de reducción de tamaño.</li> </ul>

<p>manera sistemática la búsqueda de de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente</p>	
<p><b>Separaciones mecánicas</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Comprende y aplica los criterios para la selección y diseño de equipos de separaciones mecánicas Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de resolución de problemas</li> <li>• Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza y explica un esquema de las características y clasificación de equipos de separación mecánica.</li> <li>• Investiga procesos biotecnológicos donde se incluyan separaciones mecánicas para su análisis y aplicación. Con la investigación anterior realizarán una exposición y explicación de las características de las separaciones mecánicas</li> <li>• Resuelve problemas para diseñar y seleccionar el equipo adecuado para una separación dada.</li> <li>• Expone en diapositivas y discute en clase artículos científicos proporcionados por el docente e información de otras fuentes relacionadas con el tema.</li> </ul>
<p><b>Prensado</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce los principios para la selección de equipo de prensado utilizado en los procesos Biotecnológicos Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de resolución de problemas</li> </ul> <p>Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza un esquema de las características y clasificación de equipos de prensado.</li> <li>• Investiga y realiza mapas conceptuales de procesos biotecnológicos donde se incluyan separaciones de prensado</li> <li>• Resuelve problemas para seleccionar y calcular los parámetros de operación de</li> </ul>

adecuadas a la problemática que se le presente.	prensas.
<b>Bioseparaciones</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Conoce los principios básicos de los medios filtrantes, membranas y biomembranas para su aplicación en los diversos procesos de la Ingeniería Bioquímica</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de resolución de problemas</li> </ul> <p>Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga nuevos métodos de bioseparaciones relacionados con el tema.</li> <li>• Analiza procesos biotecnológicos donde se incluyan separaciones por membrana.</li> <li>• Investiga procesos de extracción y purificación de biomoléculas de valor agregado a partir de plantas endémicas de la región.</li> </ul>
<b>Agitación y Mezclado</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Conoce los principios básicos para la selección y diseño del equipo de agitación y mezclado y calcula la potencia requerida del impulsor.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de resolución de problemas</li> </ul> <p>Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza un esquema de las características y clasificación de mezcladores y agitadores utilizados para líquidos, pastas y sólidos.</li> <li>• Investiga procesos biotecnológicos donde se incluyan separaciones de prensado</li> <li>• Resuelve problemas para determinar la potencia requerida del sistema de agitación.</li> <li>• Resuelve al menos un caso de estudio planteado por el profesor para aplicar los conocimientos y procedimientos relacionados con el tema.</li> </ul>

<b>Transporte de Sólidos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Conoce y utiliza los principios y criterios para la selección del transportador de sólidos adecuado y calcula la potencia requerida.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de resolución de problemas</li> </ul> <p>Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza un esquema de las características y clasificación de los transportadores de sólidos.</li> <li>• Investigar y explicar los diferentes mecanismos para el transporte de sólidos</li> <li>• Resuelve problemas para determinar la potencia requerida para los diferentes tipos de transportadores.</li> <li>• Resuelve al menos un caso de estudio planteado por el profesor para aplicar los conocimientos y procedimientos relacionados con el transporte de sólidos.</li> </ul>

### 8. Práctica(s)

- 1.- Determinación de eficiencia de molienda y tamizado de cereales
- 2.- Eficiencia de la filtración y de la centrifugación para clarificación de jugos de frutas
- 3.- Diseño de prototipos de microfiltros para separación de jugos de vegetales (nopal)

### 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

Evaluación diagnóstica sobre competencias previas

Evaluación formativa: realizando el seguimiento del avance del alumno para su retroalimentación.

- a) Diagrama de las características y mapa conceptual de la clasificación de los equipos de reducción de tamaño, separaciones mecánicas, prensado, bioseparaciones, transporte de sólidos y agitación y mezclado.
- b) Mapa mental de la investigación realizada sobre procesos biotecnológicos en los que se aplique cada una de las operaciones unitarias
- c) Ejercicios y problemas resueltos de análisis granulométricos y de cálculo de potencia, índices de trabajo de Bond, constantes de Kick y de Rittinger y eficiencia de molienda y tamizado, filtración, centrifugación, prensado, transporte de sólidos y agitación y mezclado.
- d) Conclusiones escritas sobre la exposición del mapa mental de procesos Biotecnológicos o de la exposición del análisis de artículos científicos proporcionados por el profesor

Examen escrito sobre el contenido del tema.

Reporte escrito de la práctica

Inclusión de todas las evidencias señaladas en el portafolio de evidencias

Reportes escritos de las conclusiones hechas durante las actividades.

Evaluación sumativa: cada una de las evidencias de los incisos de la a) a la d) representa el 10% de la calificación, el reporte de la práctica el 20% , evaluados con rubricas y/o lista de cotejo y el examen escrito el 40% de la calificación obtenida en el tema,

## 11. Fuentes de información

1. McCabe, W., Smith, J. and Harriot, P.(2007) *Unit Operations of Chemical Engineering*. 7th Edition. USA: Mc Graw Hill.
2. Geankoplis, C. J. (2006)*Procesos de Transporte y Principios de los Procesos de Separación: Incluido Operaciones Unitarias*. 4ª. ed, México D. F.: Ed. CECSA.
3. Couper, J. R., Penney, R.W., Fair, J. R., Walas, S. M.(2010). *Chemical Process Equipment. Selection and Design*. 2d. Ed. USA: Butterworth-Heinemann. USA. . Butter-Heineman Series in: Chemical Engineering
- 4 . Perry, R. (2008). *Perry’s chemical engineer’s handbook*. 8<sup>th</sup> Ed. Nueva York, EEUU: Mc Graw Hill.

5. Coulson, J.M. y Richardson, J.F. (2005) *Ingeniería Química (Solución de problemas)*: Reverté, S.A.
6. Foust, A.S. & Wensel, L.A.(2002) *Principios de Operaciones Unitarias*. 6ª. Ed. México: Mc Graw Hill – Interamericana Eds.
7. Calderbank, P. H.: en V. W. Uhl y J. B. Gray (Eds.) (1977). *Mixing: Theory and Practice*, vol. II, New York: Academic
8. Atkinson, B. y Mavituna, F. (1991) *Biochemical engineering and biotechnology handbook*. 2ª Ed., London: McMillan.