

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

### INGENIERÍA EN ALIMENTOS

#### SEXTO SEMESTRE

<b>ASIGNATURA:</b> LABORATORIO EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO III		<b>CICLO:</b>		<b>ÁREA:</b> INGENIERÍA APLICADA	
<b>NÚMERO DE HORAS/SEMANA</b>					
<b>CARÁCTER:</b> OBLIGATORIO	<b>CLAVE</b> 1631	<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b> 10	<b>CRÉDITOS</b> 10	
<b>NUMERO DE HORAS/SEMESTRE</b>					
<b>TOTALES</b> 160		<b>TEÓRICAS</b>		<b>PRÁCTICAS</b> 160	
<b>TIPO:</b> PRÁCTICA		<b>ÓRGANO INTERNO QUE COORDINA EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:</b>			
<b>MODALIDAD:</b> LABORATORIO		<b>SECCIÓN:</b> INGENIERÍA EN ALIMENTOS		<b>DEPARTAMENTO:</b> INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	

<b>ASIGNATURA PRECEDENTE:</b>	LABORATORIO EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO II, PROCESOS DEL MANEJO MECÁNICO DE FLUIDOS
<b>ASIGNATURA SUBSECUENTE:</b>	LABORATORIO EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO IV

#### 1. PRESENTACIÓN DEL CURSO

Una de las actividades básicas en el diseño y proyección de líneas de proceso en la industria de alimentos, es el diseño de los sistemas de flujo. Para el estudiante de esta carrera es de suma importancia que cuente con los elementos teóricos y prácticos que le permitan tener elementos de juicio para esta actividad. El Laboratorio Experimental Multidisciplinario (LEM) III está orientado primordialmente a la evaluación experimental de aspectos básicos de flujo de fluidos y sobre las propiedades reológicas de los fluidos newtonianos y no-newtonianos durante su transporte por tuberías. Se enfatiza en el estudio de los factores que afectan las caídas de presión debidas a la fricción con el fin de proyectar y diseñar líneas de tubería en procesos industriales. Este laboratorio retoma los aprendizajes que el alumno ha adquirido sobre comportamiento reológico en el LEM II, así conocimientos de asignaturas tales como Transferencia de Cantidad de Movimiento y Reología, Termodinámica I, Procesos del Manejo Mecánico de Fluidos, Transferencia de Energía y Aplicaciones de Balance, Probabilidad y Estadística, Diseño de Experimentos como asignaturas precedentes. En el sentido vertical, este laboratorio le dará herramientas necesarias en los laboratorios siguientes: el LEM IV, el LEM V y asignaturas teóricas como las relacionadas con procesos de transformación y las optativas como Diseño de Plantas Alimentarias e Instalaciones Frigoríficas. El método de enseñanza se contempla a través de la resolución de un problema eje y con una planeación a través de tareas propuestas a partir de los objetivos de aprendizaje planteados.

#### 2. OBJETIVO GENERAL

El alumno integrara los fundamentos básicos del transporte de fluidos para realizar el dimensionamiento de un proceso alimenticio en el ámbito industrial.

#### 2.1 OBJETIVOS PARTICULARES

##### El alumno:

- Analizará la información bibliográfica sobre el proceso de transformación del alimento elegido y sobre los aspectos de flujo de fluidos y criterios de dimensionamiento y similitud para delimitar el problema de trabajo experimental y desarrollar un diseño experimental que responda a la hipótesis de trabajo y a los objetivos desarrollados.

- Desarrollará la experimentación que le permita determinar aquellas propiedades físicas, fisicoquímicas y reológicas involucradas, de todos los fluidos que se encuentran presentes a lo largo del proceso de transformación del alimento y que intervienen en la transferencia de cantidad de movimiento; además de poder desarrollar un fluido modelo a partir de las propiedades reológicas de hidrocoloides en solución.
- Confrontará los elementos teóricos de flujo de fluidos con la práctica experimental de un fluido modelo y la pérdida de presión debida a la fricción en una red de flujo piloto, que le permitan alcanzar un aprendizaje con mayor profundización, además de adquirir habilidades en el manejo de una red de tuberías, bombas, medidores de presión y de flujo, accesorios, entre otros.
- Analizará los resultados experimentales de modo que establezca relaciones entre las variables estudiadas que le permitan desarrollar una secuencia de escalamiento que lo lleve al dimensionamiento de las líneas de proceso y de servicio a escala industrial.

### 3. CONTENIDO

Los temas que se pretenden sean integrados en conocimientos teóricos prácticos con relación a los objetivos planteados son:

1. Clasificación del comportamiento reológico.
2. Modelos que describen el comportamiento reológico
  - Fluidos newtonianos
  - Fluidos no-newtonianos
3. Conceptos básicos de flujo de fluidos  
Análisis Dimensional y números adimensionales
  - Viscosimetría de tubo
  - Pérdidas de presión debidas a la fricción en tuberías
  - Válvulas y accesorios
  - Tipos de bombas
4. Balances de materia y energía.
  - Balance general de materia
  - Balances por componentes
  - Balance general de energía
5. Criterios de similitud y escalamiento
  - Geométrico
  - Dinámico
  - Cinemático
6. Criterios de dimensionamiento
  - Velocidad recomendada
  - $\Delta P$  permisible
  - Diámetro económico
  - Criterios para la distribución de tuberías, tanques y equipos.
7. Selección de bombas
  - Balance de energía mecánica
  - Bombas centrífugas
  - Bombas de desplazamiento positivo

### 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El grupo se organiza en equipos de trabajo de 3 a 5 integrantes. Cada equipo desarrollará durante el semestre un proyecto diferente que incluya el transporte de fluidos proponiendo un diseño experimental y la secuencia metodológica para la resolución del problema planteado.

El trabajo de LEM III se ha planeado en varias etapas metodológicas. Aunque aquí se presentan de forma secuencial en varios momentos del curso pueden ser paralelas.

#### 4.1 ETAPA DE INTRODUCCIÓN

(5 horas)

##### Objetivos

- Introducir al estudiante a los objetivos y metodología de trabajo de LEM-III Alimentos.
- Conformar los equipos de trabajo
- Asignar el proceso de estudio.

##### Sugerencias didácticas

En cada una de las etapas a desarrollar el profesor deberá utilizar diferentes estrategias didácticas para el logro de los objetivos de aprendizaje planteados. Existe una gran variedad de técnicas que pueden ser utilizadas de acuerdo a las necesidades grupales, sin embargo la situación de cada grupo es particular de aquí que el número, la forma, etc. dependa de cada situación. Enseguida se presentan sugerencias por cada etapa

- Exposición
- Interrogatorio
- Lluvia de ideas
- Conferencia
- Mesa redonda

##### Instrumentos de evaluación sugeridos

- Cuestionarios abiertos
- Entrevista
- Participación individual

#### 4.2 ETAPA DE INFORMACIÓN

(40 horas)

##### Objetivos

- El alumno llevará a cabo la recopilación y el análisis de la información bibliográfica obtenida sobre el proceso de transformación del alimento elegidos; la cual incluye normas de calidad, composición química de su producto y materias primas, condiciones de operación del proceso, diagramas de bloque y de flujo del proceso, balances de materia y energía para una base unitaria.
- El alumno elaborará un plan de trabajo en el cual definirá objetivos e hipótesis que den respuesta al problema planteado y así mismo, el diseño experimental y los tratamientos de resultados propuestos.

##### Sugerencias didácticas

- Investigación bibliográfica
- Investigación de campo
- Tareas dirigidas
- Discusión dirigida
- Lluvia de ideas
- Estudio libre
- Entrevista
- Demostración practica
- Mapas Conceptuales
- Seminario

##### Instrumentos de evaluación sugeridos

- Entrevistas abiertas o cerradas
- Pruebas orales y escritas
- Reportes escritos
- Participación individual y por equipo
- Exposición
- Autoevaluación
- Solución a un problema

## 4.2 ETAPA DE EXPERIMENTACIÓN I

(40 horas)

### Objetivos

- El alumno llevara a cabo la determinación de las propiedades físicas (densidad), fisicoquímicas (presión de vapor) y reológicas (la relación entre  $\sigma$  y  $\dot{\gamma}$ ) de todos los fluidos que están presentes a lo largo del proceso de transformación del alimento necesarias para el desarrollo de las líneas de proceso.

### Sugerencias didácticas

- Investigación experimental
- Discusión dirigida
- Estudio dirigido
- Entrevista
- Mesa redonda
- Seminario
- Foro

### Instrumentos de evaluación

- Pruebas escritas y orales
- Autoevaluación
- Explicación individual y por equipo
- Reportes escritos
- Critica a un tema
- Participación individual y por equipo

## 4.3 ETAPA DE EXPERIMENTACIÓN II

(40 horas)

### Objetivo

- Los equipos de trabajo realizarán el trabajo experimental a nivel piloto con un fluido modelo, en donde utilizarán una red de tuberías, bombas, medidores de presión, medidores de flujo, accesorios, entre otros, que les permitan determinar las caídas de presión por fricción en tuberías y accesorios, así como aspectos de viscosimetría de tubo, para llevar a cabo el escalamiento de nivel piloto a industrial.

### Sugerencias didácticas

- Investigación experimental
- Discusión dirigida
- Estudio dirigido
- Entrevista
- Mesa redonda
- Seminario
- Foro

### Instrumentos de evaluación sugeridos

- Pruebas escritas y orales
- Autoevaluación
- Exposición individual y por equipo
- Reportes escritos
- Critica a un tema
- Participación individual y por equipo

## 5. ETAPA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DIMENSIONAMIENTO

(35 horas)

### Objetivos

- El alumno realizará el dimensionamiento de las líneas de proceso y de servicio a escala industrial que incluye la selección de diámetros, balances de energía mecánicos y selección de bombas.
- Los alumnos presentarán los planos de distribución e isométricos propuestos para su planta procesadora de alimentos.

### Sugerencia didácticas

- Exposición individual y por equipo
- Interrogatorio
- Investigación de campo
- Estudio dirigido
- Tareas dirigidas
- Foro
- Mesa redonda
- Seminario
- Estudio libre
- Discusión dirigida

### Instrumentos de evaluación sugeridos

- Pruebas orales y escritas
- Reportes escritos
- Participación individual y por equipo
- Exposición individual y por equipo
- Entrevistas
- Autoevaluación

### EVALUACIÓN DEL CURSO

La evaluación del curso se establece con:

- Exámenes individuales: evaluación diagnóstica, formativa y sumaria.
- Exámenes y trabajo en equipo: evaluación formativa.
- Seminarios.
- Proyecto.
- Informes parciales y final.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Boxer, G. 1994. "Mecánica de Fluidos". Addison-Wesley. México.
- Cheremesinoff, N. P. 1988. "Flow Measurement for Engineers and Scientists". Marcel Dekker. USA.
- Crane (División de Ingeniería). 1987. "Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías". McGraw-Hill Interamericana. México.
- Darby, R. 2001. "Chemical Engineering Fluid Mechanics". 2<sup>nd</sup> ed. Marcel Dekker. USA.
- Geankoplis, C. J. 1998. "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias". 3<sup>a</sup> ed. Compañía Editorial Continental. México.
- Himmelblau, D. M. 1997. "Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química". 2<sup>a</sup> ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México.
- Krick, E.V. 1990. "Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería". 4<sup>a</sup> ed. Limusa. México.
- López G. A. 1990. "Diseño de Industrias Agroalimentarias". A. Madrid Vicente. España.
- McCabe, W., Smith, J. 2001. "Unit Operations of Chemical Engineering". 6<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill, USA.
- Midoux, N. 1993. "Mécanique et Rhéologie des Fluides en Génie Chimique". 2<sup>me</sup> ed. Lavoisier. France.
- Mott, R. L. 1996. "Mecánica de Fluidos Aplicada". 4<sup>a</sup> ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México.
- Perry, R. H., Green, D. W., Maloney, J. O. 2000. "Manual del Ingeniero Químico". 3<sup>a</sup> ed. McGraw-Hill

Interamericana. México.

Rao, M. A. 1999. "Rheology of Fluid and Semisolid Foods: Principles and Applications". Aspen. USA.

Rase, F. H., Barrow.M.H. 1998. "Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso". Compañía Editorial Continental. México.

Riveros, H. G. 1990. "El Método Científico Aplicado a las Ciencias Experimentales". 2ª ed. Trillas. México.

Steffe, J. F. 1996. "Rheological Methods in Food Process Engineering". 2<sup>nd</sup> ed. Freeman. USA.

Streeter, V. L. 1999. "Mecánica de los Fluidos". 4ª ed. McGraw-Hill. Panamá.

Ulrich, G. D. 1986. "Diseño Economía de los Procesos de Ingeniería Química". McGraw-Hill Interamericana. México.

Valiente, B. A. 1998. "Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria". 2ª ed. Limusa. México.

Vennard, J. K. 1989. "Elementos de Mecánica de Fluidos". 3ª. ed. Compañía Editorial Continental. México.

Walpole, R. E., Myers, R. H. 1989. "Probabilidad y Estadística para Ingenieros". 2ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Artículos científicos o tecnológicos relacionados con los proyectos de estudio.

#### **Sitios de interés en internet:**

[www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com)

[www.tn-clover.com](http://www.tn-clover.com)

[www.muel.com](http://www.muel.com)

[www.pea-niro.com](http://www.pea-niro.com)

[www.egr.msu.edu/~steffe/](http://www.egr.msu.edu/~steffe/)

### **PERFIL PROFESIOGRÁFICO**

Licenciatura o Posgrado en Ingeniería en Alimentos o área afín.

Amplia experiencia en reología y mecánica de fluidos.

Experiencia en investigación aplicada en áreas relacionadas.

Capacidad para desarrollar proyectos y organizar grupos de trabajo.

Experiencia didáctica en la aplicación de dinámicas grupales.