



## **PROGRAMA DE OPERACIONES UNITARIAS I**

### **Carrera/s:**

Ingeniería en Industrias de la Alimentación (3° Año )  
Ingeniería Química (Especialidades Petroquímica y Mineralurgia – 3° Año)

**Carga Horaria:** 105 horas

**Equipo de cátedra:** Ing. Francisco Membrives  
Ing. Sergio Sini

**Año de Vigencia:** 2007

### **Objetivos generales:**

La asignatura se fundamenta en los conceptos globales sobre transferencia de momentos o cantidad de movimiento. Se centra la atención en el conocimiento y selección de equipos para la movilización de fluidos. Tipos de instalaciones utilizadas y accesorios involucrados en las mismas. Características de los sólidos granulares divididos y su comportamiento como conjunto. El resto de los temas se orientan a analizar las interacciones fluido – sólidos con todas sus aplicaciones en ingeniería, tales como: circulación de fluidos a través de lechos porosos (lechos estáticos, filtración), fluidización de lechos y distintos tipos de separaciones de fases.

### **Contenidos:**

#### **Unidad N° 1**

Definición de Operaciones Unitarias. Clasificación. Operaciones continuas y discontinuas. Análisis dimensional. Grupos adimensionales. Teoría de modelos. Criterios de semejanza. Balances de masa y energía.

#### **Unidad N° 2.**

Generalidades sobre transferencias. Concepto de equilibrio y fuerza impulsora. Gradientes. Ecuaciones para la transferencia de masa, calor y cantidad de movimiento. Mecanismos de transferencia. Transferencia molecular y transferencia turbulenta. Transferencia de cantidad de movimiento. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Ecuación de Bernoulli. Condiciones de flujo laminar y flujo turbulento. Longitud de mezcla de Prandl. Concepto de capa límite.



**Unidad N° 3:**

Tuberías. Dimensiones características. Distintos tipos de accesorios utilizados: curvas, codos, uniones dobles, uniones roscadas, bridas. Válvulas, distintos tipos: globo, exclusas, mariposa, esféricas, de retención. Válvulas de accionamiento manual y automáticas. Válvulas especiales. Ensanchamiento y obstrucciones en tuberías. Determinación de longitudes equivalentes. Distintos criterios de trabajo. Cálculo de pérdidas de carga. Elección del diámetro óptimo. Sistema complejo de tuberías en paralelo. Criterios de dimensionamiento.

**Unidad N° 4:**

Medidores de caudal. Distintos tipos. Pérdidas de carga que los mismos producen. Medidores de Presión Variable: brida orificio, tubo Venturi, tubo Pitot. Expresiones utilizadas para la medición. Medidores de Área Variable: Rotámetro. Usos, formas de montaje. Medidores de Desplazamiento Positivo: de turbina, de disco oscilante. Medidores Ultrasónicos. Ventajas de uso. Medidores para Canales Abiertos: secciones características.

**Unidad N° 5:**

Bombas. Definición y consideraciones generales. Clasificación. Bombas de desplazamiento positivo, características de operación, distintos tipos: campos de aplicación. Bombas centrífugas. Principio de funcionamiento. Curvas características. Tipos de rodets. Instalación, sistemas de conexión. Carga neta de aspiración positiva (N.P.S.H.). Problemas de funcionamiento. Cavitación. Bombas especiales. Criterios de selección de bombas. Parámetros a considerar.

**Unidad N° 6:**

Circulación de gases. Distintos tipos de instalaciones. Variables de diseño para tuberías que conducen gases. Equipos utilizados. Ventiladores o soplantes: distintos tipos, condiciones de trabajo, curvas características, clasificación en base a la forma de los álabes. Compresores, campos de aplicación. Compresores alternativos, rotativos, centrífugos y axiales. Características de los fluidos comprimidos. Identificación de los equipos para su selección.

**Unidad N° 7:**

Descripción de sólidos divididos. Propiedades de conjunto de los sólidos divididos. Medida del tamaño de las partículas. Distintos métodos. Utilización de tamices. Formas de expresar los resultados, curvas representativas, interpretación de las mismas. Determinación de diámetros característicos representativos. Transportadores para materiales sólidos divididos. Transportadores de cinta: campo de aplicación y criterios de dimensionamiento. Transportadores neumáticos: distintos tipos.



### **Unidad N° 8**

Clasificación hidráulica. Desplazamiento de sólidos en el seno de fluidos. Velocidad de sedimentación. Ley de Stokes. Aplicación a partículas no esféricas. Caída retardada de partículas. Flotación de partículas. Características superficiales: tensión superficial, mojabilidad. Agentes de flotación. Tipos de equipos: agitación mecánica y/o neumática.

### **Unidad N° 9**

Proceso de sedimentación. Sedimentación discontinua y continua. Diseño de equipos de proceso continuo. Separadores ciclónicos, diseño y cálculo. Centrifugación, equipos utilizados, importancia industrial de ésta operación.

### **Unidad N° 10**

Lechos estacionarios constituidos con sólidos granulares. Características de las partículas, factores de forma, esfericidad. Porosidad de los lechos. Flujo de fluidos a través de lechos porosos. Operación de filtración, conceptos, tipos de equipos utilizados, medios filtrantes. Teoría de la filtración, operaciones a presión constante y a caudal constante. Membranas utilizadas, coadyuvantes de filtración. Ultrafiltración.

### **Unidad N° 11**

Fluidización, definiciones. Fluidización de partículas sólidas por medio de líquidos y gases. Cálculo de la caída de presión. Aplicaciones. Fluidización en partículas, fluidización en agregados. Números adimensionales que rigen los procesos. Condición límite de fluidización: transporte neumático. Criterios para el dimensionamiento del mismo.

### **Unidad N° 12**

Agitación y mezcla. Distintas posibilidades. Agitadores: distintos tipos. Esfuerzos característicos que producen. Agitación con y sin formación de vórtices. Modelos matemáticos basados en los criterios de semejanza geométrica. Selección de agitadores, tipos de disposiciones.

### **Bibliografía:**

1. L. B. Andersen, A. S. Foust, L. A. Wenzel, C. W. Clump, L. Maus. Principios de Operaciones Unitarias. México. Ed. C. E. C. S. A, 7° Ed., 1998.
2. Mc. Cabe, Smith, Harriot, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. España. Ed. Mc. Graw Hill. 4° Ed., 1994



3. Christie J. Geankoplis Transport Processes and Unit Operations. E.U.A. Ed. Prentice Hall PTR, 3°Ed., 1993.
4. Angel Vian, J. Ocon Elementos de Ingeniería Química. Madrid. Ed. Aguilar. 1952
5. W. Badger, J. T. Banchemo Introducción a la Ingeniería Química. México. Ed. Mc. Graw Hill, 1°Ed., 1980.
6. J. Baquero Franco, V. Llorente Martinez Equipos para la Industria Química y Alimentaria. España. Ed. Alhambra, 1°Ed., 1985.
7. G. Brown. Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1°Ed., 1965.
8. J. M. Coulson y J. F. Richardson. Ingeniería Química. España. Ed. Reverté S. A.  
9. 1°Ed., 1984.
10. R. Giles, J. Evett y Cheng Liu Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. España. Ed. Mc. Graw Hill, 3°Ed., 1997.
11. J. Costa Lopez y J. Mato Alvarez. Curso de Ingeniería Química. España. Ed. Reverté S. A., 1°Ed., 1994.
12. Welty Fundamento de Transferencia de Momento, Calor y Masa. México. Ed. Noriega Limusa, 8°Impresión, 1997.
13. O. Levenspiel. Flujo de Fluidos – Intercambio de Calor. España. Ed. Reverté S. A., 1°Ed., 1993.
14. C. J. Geankoplis. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. México. Ed. CECSA, 3°Ed., 1999.

### **Actividades Teóricas:**

El desarrollo de la asignatura se lleva a cabo mediante el dictado de clases teóricas de tipo tradicional. Además de esto, los estudiantes investigan temas teóricos acerca de distintas operaciones, las cuales deben exponer ante sus compañeros.

Se visitan, en la zona un par de industrias, una relacionada con una actividad de tipo minero y otra de tipo agro – industrial. Dichas visitas se llevan a



cabo sobre el final del período de cursado, cuando el estudiante ya tiene conocimiento de la mayoría de las operaciones unitarias y sus aplicaciones industriales.

Otra actividad comúnmente utilizada como aclaratoria de los conceptos teóricos, es la visita a la Planta Piloto de nuestra unidad ubicada a pocos metros de las aulas de cursado. La misma cuenta con gran cantidad de equipos que permiten interactuar al alumno a fin de aclarar sus conceptos.

### **Actividades Prácticas:**

Las mismas consisten en:

- *Resolución de problemas de dos tipos diferentes:*

- Problemas mecánicos de aplicación de técnicas de trabajo.
- Problemas de tipo abierto donde se plantean situaciones habituales en los ámbitos laborales, para que los estudiantes los resuelvan aplicando criterios personales en base a los conocimientos adquiridos. Se estima como tiempo estimado para ésta actividad **15 horas** cátedras.

- *Realización de prácticas guiadas en planta piloto; las habituales son:*

- Operación con el banco de mecánica de fluidos, determinando pérdidas de cargas de accesorios y tuberías.
- Operación con el banco de pruebas de bombas centrífugas, determinando curvas características y corroborando sistemas de conexionado.
- Manejo del filtro prensa, operando a caudal constante y a presión constante.
- Manejo del equipo intercambiador de resinas, con el criterio de analizar el comportamiento de los lechos poroso y fluidizado.

### **Metodología de Enseñanza:**

El número de alumnos que normalmente cursan la asignatura, es elevado (de 35 a 40). Por esta causa para un solo docente se hace difícil un seguimiento personalizado. Se efectúa un dictado convencional de clases teóricas, pero en forma ágil y rápida, ya que se cuenta con un material teórico elaborado por la cátedra, a disposición de los estudiantes. Se ejecutan prácticos de aula de resolución de problemas, para los que se fijan estrictos tiempos de finalización, de modo de cumplir con los cronogramas establecidos. Se usa intensamente la Planta Piloto, y sobre todo los equipos de manejo de fluidos. Se trabaja por comisiones operando los equipos y obteniendo datos, con los cuales se



confeccionan los informes correspondientes. En este punto siempre se hace hincapié en la verificación de las leyes teóricas. Se completa la actividad de los estudiantes, asignándoles temas teóricos los cuales preparan por grupos, los exponen y pasan así a ser temas desarrollados del programa.

### **Evaluación:**

Concluido el cursado, se realiza la presentación de una carpeta de actividades, que incluye trabajos teóricos y trabajos prácticos. Además de esto, debe cumplirse con un porcentaje mínimo de asistencia a las clases teórico – prácticas, y esto permite obtener la regularidad de la asignatura.

La aprobación de la asignatura se consigue con la aprobación del Examen Final del alumno, donde se tendrá en cuenta su actuación durante el cursado.

### **Distribución de la carga horaria.**

| Actividades  | Horas      |
|--|------------|
| 1. Teóricas  | 45         |
| 2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)                      | 20         |
| 3. Experimentales (laboratorio, planta piloto, taller, etc.)               | 30         |
| 4. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos) | 10         |
| <b>Total de Horas de la Actividad Curricular</b>                           | <b>105</b> |