



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Resistencia

French 414  
3500- Resistencia  
Chaco  
TE-Fax:0362-4432928  
e-mail:  
departamentoiq@frre.utn.edu.ar

Departamento de Ingeniería Química

**Res N° 379/99**

CARRERA: Ingeniería Química

MATERIA: **OPERACIONES UNITARIAS II**

NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN: 4to Nivel

DEPARTAMENTO: Ingeniería Química

ÁREA: de la Especialidad

CARGA HORARIA: 10 hs/semana

RÉGIMEN DE CURSADO: Cuatrimestral (2do. Cuatrimestre)

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

Para cursar:

Tener Regularizada: FISICOQUÍMICA  
FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Tener Aprobada: QUÍMICA INORGÁNICA  
FÍSICA II  
ANÁLISIS MATEMÁTICO II

Para Rendir:

Tener Aprobada: FISICOQUÍMICA  
FENÓMENOS DE TRANSPORTE

## **1. OBJETIVOS**

- Capacitar al alumno para conocer, comprender, especificar y/o calcular equipos y sistemas de transferencia de masa sin reacción química, incluyendo los que requieren transferencia de calor.
- Capacitar al alumno para interaccionar con profesionales del área de la Ingeniería y otras, conformando equipos multidisciplinarios que tengan a su cargo proyectar, desarrollar u optimizar procesos físicos y químicos a nivel industrial.

## **2. PROGRAMA ANALÍTICO**

### **UNIDAD N° 1: OBJETO Y FUNDAMENTOS.**

Finalidad de las operaciones con transferencia de materia. Clasificación. Agrupamiento de las operaciones según el mecanismo de cálculo desarrollado para las mismas. Consideraciones generales sobre los pasos a desarrollar en el diseño de los equipos. Importancia de las operaciones con transferencia de materia dentro de la Ingeniería Química.

### **UNIDAD N° 2: ABSORCIÓN.**

Consideraciones generales. Torres con materiales de relleno. Tipos de materiales de relleno, propiedades que deben cumplir. Construcción de la envolvente. Platos colectores y distribuidores. Carga de relleno



**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Facultad Regional Resistencia**

**Departamento de Ingeniería Química**

French 414  
3500- Resistencia  
Chaco  
TE-Fax:0362-4432928  
e-mail:  
departamentoiq@frre.utn.edu.ar

en las torres. Características fluidodinámicas del funcionamiento. Punto de carga. Punto de inundación. Determinación del diámetro de una torre. Cálculo de la pérdida de carga a lo largo de la torre. Determinación de la altura de la torre por medio de los mecanismos cinético difusionales. Coeficientes volumétricos de transferencia de materia. Determinación de la altura de una unidad de transferencia. Determinación del número de unidades de transferencia necesarias. Determinación de la altura de la torre por medio de los estadios de equilibrio. Determinación del número de estadios de equilibrio. Determinación del calor de la altura equivalente al estadio de equilibrio. Consideraciones generales para el diseño de torres con materiales de relleno. Diseño de torres con funcionamiento no isotérmico. Diseño de torres con absorción química. Cálculo de equipos por computadora.

### **UNIDAD N° 3: DESTILACIÓN**

Definiciones. Clasificación según las operatividades. Destilación de equilibrio abierta (destilación diferencial). Balance diferencial de materia, cálculo de la composición del residuo y del destilado según el comportamiento de los constituyentes en la mezcla. Destilación de equilibrio cerrada (flash). Determinación de la composición del residuo y del destilado de acuerdo al balance de materia y de las relaciones de equilibrio. Cálculo de una mezcla binaria y para una multicomponentes. Balance de energía y determinación de la temperatura y presión a alcanzar antes de la reducción de la presión a la de trabajo. Diseño de la cámara de separación de vapor-líquido. Destilación por arrastre. Distintos métodos. Diseño de equipo.

### **UNIDAD N° 4: DESTILACIÓN FRACCIONADA.**

Fundamentos. Equipos utilizados. Torres de destilación de platos. Torres con materiales de relleno. Separación de una mezcla binaria. Balance de materia. Balance de energía. Relación de reflujo. Relación mínima de reflujo. Reflujo óptimo. Cálculo del número de etapas de contacto. Método algebraico (plato a plato). Métodos gráficos. Método de Ponchón Savarit. Método de McCabe Thiele. Eficiencia puntual y promedio. Separación de una mezcla de multicomponentes. Consideraciones físicoquímicas de equilibrio. Balance de materia. Determinación del número de etapas de contacto para conseguir la separación. Componentes claves. Claves efectivas. Número mínimo de contactos a reflujo total. Cálculo plato a plato. Ecuación de Fenske. Mínima relación de reflujo, distintos métodos de cálculo de la misma. Reflujo óptimo. Número teórico de contactos. Métodos de Gerbas McDock, Guilligan, etc. Ubicación del plato de alimentación. Destilación fraccionada extractiva. Componente solvente. Determinación del número de etapas de contacto. Ejemplo explicativo. Destilación fraccionada azeotrópica. Determinación de etapas de contacto. Cálculos por computadora.



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Resistencia

French 414  
3500- Resistencia  
Chaco  
TE-Fax:0362-4432928

Departamento de Ingeniería Química

e-mail:  
departamentoiq@frre.utn.edu.ar

#### **UNIDAD N° 5: DISEÑO HIDRÁULICO DE UNA TORRE DE DESTILACIÓN.**

Determinación del diámetro. Ecuación de Brown. Diseño de un plato perforado. Diseño de un plato con campada de burbujeo. Diseño del conducto de salida de vapores por la cúspide de la torre. Diseño del conducto de bajada de plato a plato. Eficiencia global de acuerdo a las relaciones de equilibrio y factores de diseño. Números reales de etapas de contacto. Diseño mecánico de una torre con el uso de computadora.

#### **UNIDAD N° 6: EXTRACCIÓN LÍQUIDO - LÍQUIDO.**

Definiciones generales. Selección del solvente. Diagramas de equilibrio triangulares. Solución del balance de materia sobre dichos diagramas. Determinaciones algebraicas y gráficas del número de etapas de contacto. Definición del equilibrio en una etapa ideal. Cálculo de una unidad de transferencia. Determinación del número de unidades de transferencia. Equipos para extracción líquido-líquido. Características. Diseño de los equipos para tal fin. Extracción líquido-líquido con reflujo.

#### **UNIDAD N° 7: EXTRACCIÓN LÍQUIDO-SÓLIDO**

Definiciones generales. Sistemas de extracción. Cálculos del número de etapas de contacto. Equipos utilizados.

#### **UNIDAD N° 8: HUMIDIFICACIÓN**

Consideraciones generales. Definiciones psicrométricas. Humedad absoluta. Humedad relativa. Su relación con la presión y la temperatura. Volumen húmedo. Saturación adiabática. Condiciones de equilibrio del bulbo húmedo. Diagrama psicrométrico. Cálculo para operaciones de humidificación y deshumidificación. Desarrollo de la ecuación de diseño. Coeficientes globales. Determinación de la temperatura en la fase gaseosa completa. Determinación de coeficientes en el equipo de operación. Humidificación: aplicaciones industriales y equipos.

#### **UNIDAD N° 9: SECADO**

Consideraciones generales. Comportamiento de la operación de secado. Clasificación de los materiales de acuerdo con su comportamiento durante el secado. Mecanismo de difusión. Mecanismos capilares. Cálculo del tiempo de secado. Contenido de humedad crítica. Comportamiento de la velocidad de secado. Contenido de humedad de equilibrio. Aplicaciones al diseño de equipos para secado. Secaderos de bandeja y túnel. Turbo secaderos. Secaderos rotativos. El desarrollo de las ecuaciones de diseño por el mecanismo de transporte.

#### **UNIDAD N° 10: CRISTALIZACIÓN**

Diagramas de equilibrio en sistemas binarios y ternarios. Sistemas sin hidratos, con hidratos, con y sin eutécticos. Relaciones másicas entre cristales y solución. Separación de cristales por concentración



**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Facultad Regional Resistencia**

**Departamento de Ingeniería Química**

French 414  
3500- Resistencia  
Chaco  
TE-Fax:0362-4432928  
e-mail:  
departamentoiq@frre.utn.edu.ar

y enfriamiento. Purificación y ciclos de recristalización. Equipos para cristalización. Equipos por enfriamiento de la solución por evaporación. Cristalizadores al vacío. Diseño de los equipos. Selección de equipos.

### **3. BIBLIOGRAFÍA:**

1. "Introducción a la Ingeniería Química". Badger-Banchero McGraw-Hill
2. "Mass Transfer Fundamentals and Application". Hines-Maddox Prentice Hall
3. "Operaciones Básicas de Ingeniería Química". McCabe-Smith-Harriot- 4taEd. McGraw-Hill
4. "Problemas de Ingeniería Química" Tomo I y II. Ocón-Tojo Barreiro Editorial Aguilar
5. "Manual del Ingeniero Químico" 6taEd. Perry R.. McGraw-Hill
6. "Operaciones de Transferencia de Masa" 2da Ed. Treybal R. McGraw-Hill.