



## PROGRAMA DE ASIGNATURA AÑO 2025

### ANTECEDENTES GENERALES\*

<b>CARRERA</b>	Ingeniería Civil en Procesos de Minerales				
<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA</b>	Transporte y separación de fluidos heterogéneos				
<b>CÓDIGO DE LA ASIGNATURA</b>	CPIQ74				
<b>AÑO/SEMESTRE</b>	Cuarto año/semestre VII				
<b>TIPO DE FORMACIÓN**</b>	<b>GENERAL (G)</b>		<b>BÁSICA (B)</b>	<b>PROFESIONAL (P)</b>	X
<b>DURACIÓN</b>	<b>SEMESTRAL</b>	X	<b>ANUAL</b>	<b>OTRO (MODULAR)</b>	
<b>FLEXIBILIDAD</b>	<b>OBLIGATORIO (O)</b>	X	<b>ELECTIVO (E)</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>TEÓRICO-PRÁCTICO (TP)</b>	X	<b>TEÓRICO Y PRÁCTICO (T/P)</b>	<b>PRÁCTICA (P)</b>	
<b>MODALIDAD</b>	<b>PRESENCIAL</b>	X	<b>VIRTUAL</b>	<b>MIXTA</b>	
<b>CRÉDITOS SCT</b>	7				
<b>HORAS DE DEDICACIÓN</b>	HORAS PRESENCIALES DIRECTAS	6 T	HORAS DE TRABAJO AUTÓNOMO	6 C	
<b>APRENDIZAJES PREVIOS REQUERIDOS</b>					

\* Para el llenado de todos los elementos de esta dimensión, deberá considerar todo lo definido en el descriptor del plan de estudio decretado.

\*\* En los puntos de Tipo de Formación deberá marcar con un X la opción referente a la asignatura.

### DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

En este apartado se deberá completar el siguiente recuadro de acuerdo con el Plan de estudio vigente decretado, donde se definen las competencias, niveles y resultados de aprendizaje que la asignatura o módulo desarrolla.

<b>Competencia Específica y/o Genérica</b>	1.2 Domina los fundamentos de las ciencias aplicadas de termodinámica, fenómenos de transporte, ciencias de los materiales, balance de masa y energía y fluidodinámica para la resolución de problemas asociados a los procesos de minerales.
Nivel de Desarrollo de la competencia	1.2.3 Genera soluciones a problemas del ámbito profesional asociados a los procesos de minerales aplicando los fundamentos de las ciencias aplicadas.
Resultado/s de Aprendizaje	1.2.3.1. Selecciona el método de transporte y separación de fluidos heterogéneos (pulpas) de acuerdo a las características físicas, químicas del fluido. 1.2.3.2. Dimensiona equipos de transporte y separación de acuerdo de acuerdo a las características físicas y químicas del fluido.

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

---

### **Unidad de Aprendizaje 1: Introducción. Importancia del tamaño de partículas en relación con procesos industriales.**

Resumen de las principales operaciones sólido-fluido con ejemplos de procesos y equipos.  
Balances de masa en procesos con pulpas

### **Unidad de Aprendizaje 2: Caracterización de material granular y pulpas. Equipos de trituración, molienda y aglomeración.**

- **Estado sólido:** Propiedades principales de sistemas particulados: tamaño de partículas y caracterización de forma, densidad real y global de partículas, propiedades de empaquetamiento, caracterización de polvos. Ejercicios. Muestreo de material particulado. Equipos de Análisis granulométrico de tamiz, Capacidad y Eficiencia y ejercicios.
- **Ecuaciones de distribución usadas para caracterización granulométrica.** Ecuaciones de distribución de tamaño, interpretación, parámetros de relevancia industrial. Ejercicios
- **Equipos de reducción de tamaño.** Requisito de selección y potencia en las operaciones de trituración y molienda. Usos de información disponible en internet por parte de fabricantes
- **Equipos de aglomeración de partículas finas.** Objetivos del proceso de aglomeración. Mecanismos de aglomeración de partículas finas. Equipos y modos de operación.
- **Balances de masa simples para ejemplos que involucran operaciones con pulpas.** Ejercicios
- **Equipos de laboratorio para caracterización granulométrica de material granular.**

### **Unidad de Aprendizaje 3: Almacenamiento y transporte de sólidos**

- **Introducción al almacenamiento de los sólidos.** Características de material granular y factores operacionales esenciales a considerar en la selección de equipos de almacenamiento y manejo de sólidos. Cajones, Tolvas y silos. Ecuación de Jensen.
- **Transportadores de sólidos mecánicos.** Correas, elevador de cangilones, transportadores de tornillo, transportadores vibratorios, neumáticos.
- **Conceptos de transporte de pulpas.** Descripción de caracterización de pulpas, regímenes de escurrimiento, descripción de métodos de predicción de pérdidas de carga, velocidad límite en tuberías, propiedades físicas: correlaciones. Ejercicios numéricos de cálculo de pérdidas de carga de pulpas fluyendo en tuberías. Introducción al modelado de escurrimiento de fluidos homogéneos y pulpas mediante ANSYS Fluent

#### **Unidad de Aprendizaje 4: Agitación y mezclado.**

- **Generalidades acerca de los procesos de agitación y mezclado.** Tiempo óptimo de mezclado. Índices de Mezclado. Tipos de equipos de mezclado de sólidos.
- **Agitación de líquidos y objetivos.** Tipos de elementos y accesorios para agitación de líquidos. Correlaciones adimensionales para dimensionamiento de agitadores. Selección de impulsores, turbinas y deflectores. Consumo de potencia de agitadores y su determinación mediante correlaciones. Escalamiento de agitadores. Determinación de tiempo de mezclado. Ejercicios.

#### **Unidad de Aprendizaje 5: Hidrociclones.**

- Principio de operación y características de los hidrociclones. Aspectos teóricos de mecanismos de separación de partículas. Patrón de líneas de flujo en el interior de hidrociclones. Tipos de hidrociclones. Eficiencia de separación: Tamaño de corte. Aplicaciones en la industria.

#### **Unidad de Aprendizaje 6: Membranas**

- **Introducción:** generalidades acerca de membranas y su utilidad. Tipos de membranas. Estructura de membranas y ejemplos de procesos de fabricación de membranas. Método de vaciado continuo. Estructuras geométricas de arreglos de membranas en diversas aplicaciones.
- **Caracterización de membranas:** determinación de diámetro de poro, área específica de membrana, caracterización morfológica, ángulo de contacto. Fenómenos de transporte durante la operación de membranas. Ensuciamiento de membranas y control.
- **Procesos de membranas:** Diálisis, electrodiálisis, osmosis reversa, nanofiltración, ultrafiltración, microfiltración.

## ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIA DIDÁCTICA	ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN***
1.2.3.1. Selecciona el método de transporte y separación de fluidos heterogéneos (pulpas) de acuerdo con las características físicas, químicas del fluido.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Estudio de casos de sistemas de balance de pulpas, caracterización de sistemas particulados, balance de masa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Taller 1. Analizar casos de balances de sistemas particulados y pulpas. (12 %)</li><li>- Taller 2. Analizar casos de distribución de tamaño y varios atributos de materiales granulares. (12 %)</li><li>- Taller 3. Resolver problemas de parámetros para manejo de pulpas y interpretar casos de mediciones de laboratorio y análisis de datos descritos en libros (12 %).</li><li>- Prueba escrita 1 (20 %)</li></ul>
1.2.3.2. Dimensiona equipos de transporte y separación de acuerdo de acuerdo a las características físicas y químicas del fluido.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Taller práctico de medición de distribución de tamaño de partículas de medio granular.</li></ul>	Taller 4. Informe de laboratorio de medición de distribución de tamaños (12 %). Taller 5. Membranas. Análisis de casos de usos de membranas. Prueba escrita 2 (20%)

### EXIGENCIAS DE LA ASIGNATURA (SI CORRESPONDE) \*

\* Las exigencias deben estar dentro de los Reglamentos de Carrera u otro documento normativo

## **BIBLIOGRAFÍA.**

---

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Warren L. McCabe, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, McGraw-Hill Interamericana editores, Séptima edición, 2007.

Coulson and Richardson's, Chemical engineering volume 2, fifth edition, Particle Technology and Separation Processes.

James A. Finch, Wills' Mineral Processing Technology. An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery, Eighth Edition, Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2016.

Apuntes del curso a entregar

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Stanley M. Walas, Chemical Process Equipment, Selection and Design, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering

E. O. Rivas, Unit Operations of Particulate Solids. Theory and Practice, CRC Press, 2012

Ladislav Svarovsky, Solid Liquid Separation, Butterworth Heinemann, fourth edition 2000

Science and Technology of Separation Membranes, Tadashi Uragami, John Wiley & Sons Ltd, 2016