

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROGRAMAS DE ESTUDIO**  
**SÉPTIMO/OCTAVO/NOVENO SEMESTRE**

<b>Asignatura</b> <b>FLOTACIÓN</b>	<b>Ciclo</b> <b>TERMINAL Y DE</b> <b>PRE-</b> <b>ESPECIALIZACIÓN</b>	<b>Área</b> <b>INGENIERÍA</b> <b>METALÚRGICA</b>	<b>Departamento</b> <b>INGENIERÍA METALÚRGICA</b>
---------------------------------------	---	--	--

**HORAS/SEMANA**

<b>OPTATIVA</b>	<b>CLAVE 0181</b>	<b>TEORÍA 3 h</b>	<b>PRÁCTICA 2 h</b>	<b>CRÉDITOS 8</b>
-----------------	-------------------	-------------------	---------------------	-------------------

<b>Tipo de asignatura:</b>	<b>TEÓRICO-PRÁCTICA</b>
<b>Modalidad de la asignatura:</b>	<b>CURSO</b>

<b>ASIGNATURA PRECEDENTE: Ninguna.</b>
<b>ASIGNATURA SUBSECUENTE: Ninguna.</b>
<b>OBJETIVO(S):</b> Comprender y analizar los fenómenos de adsorción que se presentan en los procesos de flotación. Diseñar circuitos de flotación, así como el controlar sistemas de flotación de menas del tipo sulfuro, óxidos o carbonatos, en base a la aplicación del conocimiento termodinámico y cinético de las interacciones mineral-solución en los procesos de concentración por flotación en espuma. Aplicar los principios de flotación en la recuperación de materiales diferentes a los metálicos.

**UNIDADES TEMÁTICAS**

<b>NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1T—1P</b> <b>2 h.</b>	<b>1. INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE FLOTACIÓN.</b> <b>1.1. Concepto y principios de la flotación.</b>
<b>7T—5P</b> <b>12 h.</b>	<b>2. TERMODINÁMICA DE LA FLOTACIÓN.</b> <b>2.1. Termodinámica interfacial.</b> <b>2.2. Energía libre de Gibbs interfacial.</b> <b>2.3. Relación termodinámica en sistemas químicos y electroquímicos.</b> <b>2.4. Termodinámica de adsorción en la interfase aire/ líquido.</b> <b>2.5. Termodinámica de la adsorción en una interfase sólido/ líquido.</b> <b>2.6. Relaciones de mojado interfacial y ángulo de contacto.</b> <b>2.7. Interfases líquido/ gas y líquido/ líquido.</b>
<b>14T—8P</b> <b>22 h.</b>	<b>3. SURFACTANTES PROPIEDADES Y CARACTERIZACIÓN DE LAS MISMAS.</b> <b>3.1. Tipos de colectores.</b> <b>3.2. Disociación e hidrólisis.</b> <b>3.3. Relación de tensión superficial-concentración.</b> <b>3.4. Características eléctricas de las interfases.</b> <b>3.5. Doble capa eléctrica.</b> <b>3.6. Adsorción de colectores, sus mecanismos y caracterización.</b> <b>3.7. Agentes reguladores, activadores y depresores.</b>

7T—5P 12 h.	4. PRINCIPALES VARIABLES DE PROCESO. 4.1. Tamaño de partícula. 4.2. pH. 4.3. % Sólidos en peso en la pulpa. 4.4. Velocidad de agitación. 4.5. Tiempo de acondicionamiento. 4.6. Tiempo de flotación.
3T—2P 5 h.	5. CÁLCULO DE EQUIPO INDUSTRIAL A TRAVÉS DE PRUEBAS DE LABORATORIO. 5.1. Pruebas de laboratorio tipo batch. 5.2. Análisis de pruebas para la selección de celdas primarias, agotativas y limpias.
3T—2P 5 h.	6. CELDAS DE FLOTACIÓN. 6.1. Celdas Mecánicas. Constitución, aplicaciones, ventajas y desventajas. 6.2. Celdas Neumáticas. Constitución, aplicaciones, ventajas y desventajas.
7T—5P 12 h.	7. EVALUACIÓN DE CIRCUITOS DE FLOTACIÓN. 7.1. Circuitos Primarios, Agotativos y Limpias. 7.2. Simulación de circuitos de flotación. 7.3. Aspectos económicos involucrados en los procesos de flotación.
6T—4P 10 h.	8. CASOS DE ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES MINERALES QUE SE PROCESAN EN MÉXICO. 8.1. Reporte de casos problema en minerales. 8.2. Flotación de plásticos. 8.3. Impacto Ambiental de los procesos de flotación.

SUMA: 48T – 32P

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Cruzier, D. R., *Flotation. Theory, Reagents and ore Testing*, New York, Edit. Pergamon Press, 1992. ISBN 0080418643
2. Leja, J., *Surface Chemistry of Froth Flotation*, N.Y., Plenum, 2004. ISBN 0-306-48180-4 VOL.1 ISBN 0-306-48178-2 VOL.2.
3. Lynch, A. J. and Johnson, N. W., *Mineral and Coal Flotation Circuits*,. Amsterdam, Edit. Elsevier Scientific Publishing Company, 1981. Vol. 2. ISBN 0444419195.
4. Mular and Bhappu, *Mineral Processing Plant Design*, N. Y., Society of Mining Engineers AIME., Littleton, Co. 1980.
5. Laskowski, J. S. and Raldston, J., *Colloid Chemistry in Mineral Processing*. Edit. Elsevier Science Ltd. 1992. ISBN 0444882847

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Wills, Barry. A., *Mineral Processing Technology*, 7th. Edition, Oxford, Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 10: 07506-4450-8
2. Kelly, E. y Spottiswood, D., *Introducción al Procesamiento de Minerales*, México, Ed. Limusa, 1990. ISBN 9681833376
3. Ashok Gupta, Denis Yan, *Mineral Processing Design and Operation: An Introduction*, Elsevier, 2006. ISBN 13:9780-4445-1636-7.

#### SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El presente curso es del tipo de ingeniería aplicada, por lo tanto, el alumno requerirá incorporar conocimientos de balances de materia, termodinámica y cinética que le permitan conocer las condiciones bajo las cuales se realizan los procesos de flotación de minerales. En consecuencia la metodología de la enseñanza deberá consistir en la exposición de los temas seguida de ejemplos de aplicación que muestren metodologías de cálculo que refuercen los conceptos teóricos asociados. Así mismo este tipo de conceptos podrán ser evaluados en forma experimental a través de las prácticas de laboratorio.

**FORMA DE EVALUAR**

Se aplicarán durante el curso tres exámenes parciales con duración de 1.5 h. cada uno, en donde se examinará el dominio de los conceptos y metodologías de cálculo expuestos en las unidades de estudio. Se proporcionará al alumno un conjunto de series de problemas que le permitan reconocer las condiciones bajo las cuales los procesos son realizados. Se aplicará un examen final para evaluar el desempeño del alumno en este curso, tomando en cuenta la evaluación en las clases de laboratorio.

**PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA**

Óptimo: Profesor de carrera con formación de licenciatura en Ingeniería Metalúrgica y un posgrado en Metalurgia y con actividad de investigación en el beneficio de minerales.  
Mínimo aceptable: un profesor con licenciatura en ingeniería metalúrgica y un profundo conocimiento de los procesos de beneficio de minerales.