

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

PROCESAMIENTO DE MATERIALES RESIDUALES

2044

8°, 9° ó 10°

06

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Explotación de Minas y Metalurgia

Ingeniería de Minas y Metalurgia

División

Departamento

Carrera(s) en que se imparte

Asignatura:

Obligatoria

Optativa

Horas:

Teóricas

Prácticas

Total (horas):

Semana

16 Semanas

Aprobado:

Consejo Técnico de la Facultad

Consejo Académico del Área de las Ciencias

Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:

25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005

12 de agosto de 2005

Modalidad: Curso

Seriación obligatoria antecedente: ninguna

Seriación obligatoria consecuyente: ninguna

Objetivo(s) del curso:

Que el alumno sea capaz de aplicar métodos técnico-científicos para diseñar procesos que permitan tratar materiales residuales para su reuso.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	3.0
2.	Concentración gravimétrica	6.0
3.	Concentración magnética	6.0
4.	Concentración electrostática	6.0
5.	Concentración por flotación	7.5
6.	Concentración por lixiviación, extracción por solventes, resinas intercambiadoras de iones, electrólisis de soluciones muy diluidas (cátodo de lecho fluidizado)	7.5
7.	Concentración por tostación y calcinación	4.5
8.	Combinación de varios procesos	7.5
	Prácticas de laboratorio	0.0
	Total	48.0



1 Introducción.

Objetivo: que el alumno busque el método de separación en función de la mayor diferencia en propiedades físicas o químicas entre el material a separar y el resto de los demás materiales.

Contenido:

- 1.1 Naturaleza de los materiales a separar.
 - 1.1.1 Minerales.
 - 1.1.1.1 Sulfuros polimetálicos.
 - 1.1.1.2 Minerales no metálicos, etc.
 - 1.1.2 Materiales residuales.
 - 1.1.2.1 Residuos de construcción.
 - 1.1.2.2 Plásticos.
 - 1.1.2.3 Baterías.
 - 1.1.2.4 Pilas.
 - 1.1.2.5 Escorias.
 - 1.1.2.6 Destintado de papel.
 - 1.1.2.7 Vidrio de botellas.
 - 1.1.2.8 Tipos de arenas de fundición.
 - 1.1.2.9 Residuos de procesos hidrometalúrgicos (jales).
 - 1.1.2.10 Residuos en solución acuosa (iones de metales pesados).
 - 1.1.2.11 Cenizas de carbón de carbocelétricas, etc.
- 1.2 Importancia de la caracterización física y química de los minerales o materiales residuales.

2 Concentración gravimétrica.

Objetivo: que el alumno comprenda los aspectos: teóricos, técnicos y de selección de equipo relacionados con la concentración gravimétrica de materiales residuales.

Contenido:

- 2.1 Medio pesado.
- 2.2 Propiedades reológicas de las pulpas o medios pesados.
- 2.3 Proceso tri-flo, equipos.
- 2.4 Control del proceso y automatización.
- 2.5 Separadores centrífugos.
- 2.6 Bases de los procesos de sedimentación.
- 2.7 Procesos por expansión de lecho de partículas por medio de un flujo ascendente.
- 2.8 Procesos con expansión de capas de partículas por fluidos pulsantes.
- 2.9 Equipos jigs.
- 2.10 Mesas wilfrey.
- 2.11 Sedimentación hidráulica y neumática.
- 2.12 Separador Humphrey.
- 2.13 Control y automatización de estos equipos.



3 Concentración magnética.

Objetivo: que el alumno comprenda los aspectos: teóricos, técnicos y de selección de equipo relacionados con la concentración magnética de materiales residuales.

Contenido:

- 3.1 Campo magnético y propiedades magnéticas de los materiales.
- 3.2 Campo magnético en el vacío y en presencia de materiales.
- 3.3 Clasificación de los materiales de acuerdo a sus propiedades magnéticas.
- 3.4 Efecto de fuerzas en materiales magnetizables en un campo magnético.
- 3.5 Clasificación de los separadores magnéticos.
 - 3.5.1 Modelo de separación por fuerzas magnéticas.
 - 3.5.2 Separadores de campo magnético débil y fuerte.
- 3.6 Separación magneto-hidrostática y magneto-hidrodinámica.

4 Concentración electrostática.

Objetivo: que el alumno comprenda los aspectos: teóricos, técnicos y de selección de equipo relacionados con la concentración electrostática de materiales residuales.

Contenido:

- 4.1 Carga eléctrica y campo eléctrico.
- 4.2 Ley de Coulomb.
 - 4.2.1 Campo electrostático.
 - 4.2.2 Campo corona.
- 4.3 Propiedades eléctricas de los materiales.
 - 4.3.1 No conductores.
 - 4.3.2 Conductores.
 - 4.3.3 Semiconductores.
- 4.4 Carga de corona y fuerzas eléctricas.
- 4.5 Carga a través de polarización por contacto.
- 4.6 Separadores electrostáticos.
- 4.7 Modelo de separación para procesos de separación electrostática.
- 4.8 Carga por triboelectricidad.
- 4.9 Equipos.
- 4.10 Equipos eléctricos secundarios.
- 4.11 Nuevas aplicaciones de la separación electrostática.

5 Concentración por flotación.

Objetivo: que el alumno comprenda los aspectos: teóricos, técnicos y de selección de equipo relacionados con la concentración por flotación de materiales residuales.

Contenido:

- 5.1 Fases participantes.
 - 5.1.1 Acuosa.
 - 5.1.2 Gaseosa.



- 5.1.3 Sólida (mineral o material residual).
 - 5.2 Caracterización de estas fases.
 - 5.2.1 Procesos y fenómenos en la interfase de superficie.
 - 5.3 Interfase en la superficie.
 - 5.3.1 Solución-gas.
 - 5.3.2 Tensión superficial.
 - 5.3.3 Densidad de adsorción.
 - 5.4 Interfase mineral-gas.
 - 5.4.1 Adsorción física y química.
 - 5.5 Interfase mineral-solución.
 - 5.5.1 Hidratación de superficies minerales.
 - 5.5.2 Adsorción sobre superficies minerales de solución acuosa.
 - 5.5.3 Punto de vista electroquímico de la adsorción iónica.
 - 5.5.4 Doble capa eléctrica.
 - 5.5.5 Potencial zeta.
 - 5.6 Contacto de las tres fases:
 - 5.6.1 Adsorción de colectores.
 - 5.6.2 Efecto del colector.
 - 5.6.3 Tipos de colectores (xantatos, alquil y arilditiofostatos, carboxilatos, alquilsulfatos, alcansulfonatos, etc.).
 - 5.7 Colectores para óxidos.
 - 5.7.1 Sales de alquilamonio.
 - 5.7.2 Colectores no iónicos, polares y no polares.
 - 5.8 Hidrodinámica de los procesos de flotación.
 - 5.8.1 Equipos de flotación.
- 6 Concentración por lixiviación, extracción por solventes, resinas intercambiadoras de iones, electrólisis de soluciones muy diluidas (cátodo de lecho fluidizado).**

Objetivo: que el alumno comprenda los aspectos: teóricos, técnicos y de selección de equipo relacionados con los métodos de concentración: por lixiviación, extracción por solventes, intercambio iónico y electrólisis de materiales residuales.

Contenido:

- 6.1 Tipos de disolventes.
 - 6.2 Métodos de lixiviación.
 - 6.3 Métodos de intercambio iónico.
 - 6.3.1 Sólido-líquido (resinas).
 - 6.3.2 Líquido-líquido (extracción por solventes).
 - 6.3.3 Separación por electrólisis en cátodo de lecho fluidizado.
- Estos métodos se utilizan cuando los anteriores no permiten un grado de liberación aceptable y cuando se trata de materiales residuales valiosos como Ge, Ga, In, Tl, Zr, Li, etc.

7 Concentración por tostación y calcinación.

Objetivo: que el alumno conozca la importancia de destruir las uniones químicas por temperaturas elevadas, o separar compuestos en forma volátil. También la utilización para la calcinación de calcitas, dolomitas, etc.



Contenido:

- 7.1 Diferentes tipos de hornos de tostación.
 - 7.1.1 Horno de lecho fluidizado.
 - 7.1.2 Horno de sinterización.
 - 7.1.3 Horno de hogar múltiple, etc.

8 Combinación de varios procesos.

Objetivo: que el alumno sea capaz de diseñar procesos de diversa complejidad (según lo requiera el material residual) combinando los diversos métodos mencionados o recurriendo (de ser necesario) a otras técnicas especiales como: la molienda fina o ultrafina, ultrasonido, las micro-ondas o tratamientos químicos.

Contenido:

- 8.1 Sistemas estructurados con dos o más métodos de concentración en serie.
- 8.2 Sistemas estructurados con dos o más métodos de concentración en paralelo.
- 8.3 Sistemas estructurados con dos o más métodos de concentración con conexión mixta.
- 8.4 Ejemplos.

Bibliografía básica:

BURT, O.R.

Gravity concentration technology
Elsevier science publisher, 1984

SVOBODA, J.

Magnetic methods for the treatment of minerals
Elsevier science publisher, 1987

RAO, S.R., HARRISON, F.W., et al.

“Waste processing and recycling in mineral and metallurgical industries”
Proceedings of the fifth international symposium on waste processing and recycling in mineral and metallurgical industries
Hamilton, Canadá
agosto 22-25 2004

Queneau p. Peterson, r.d.

Third international symposium of metals and engineered materials
Alabama,
noviembre 12-15. 1995.

HOBERG H., VON BLOTTNIZ, H.

“Waste treatment recycling and soil remediation”
Proceedings of the xx international mineral processing congress.
Aachen, Alemania
septiembre 21-26. 1997.
Vol 5



Bibliografía complementaria:

WASCHKI, Ulrich
 “Environmental technology-recycling”
Proceedings of the european metallurgical conference
 Hannover, Alemania
 septiembre 16-19 2003
 Emc Vol. 3

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	
Prácticas de campo	
Otras: uso de paquetes de cómputo	

Forma de evaluar:

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X

Participación en clase	X
Asistencias a prácticas	
Otras: ejercicios y prácticas en clase	X

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Ing. De minas y metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.