



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
Vicerrectorado Académico

1. Departamento: CIENCIA DE LOS MATERIALES (6509)
www.departamento.mt.usb.ve

2. Asignatura: Pirometalurgia

3. Código de la asignatura: MT-4641 Requisitos:
No. de unidades-crédito: 3
No. de horas semanales: Teoría: 2 Práctica: 2 Laboratorio: 0

4. Fecha de entrada en vigencia de este programa: Enero 2008

5. OBJETIVO GENERAL: Proporcionar los fundamentos necesarios para el diseño, control, análisis y selección de las operaciones de procesamiento de minerales y los procesos de extracción de metales a elevadas temperaturas.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Familiarizar a los estudiantes con las técnicas de procesamiento de minerales exigidas para los procesos de extracción que se desarrollan a altas temperaturas.
2. Introducir las bases para diseñar circuitos de reducción de tamaño, tamizado y los diferentes métodos de concentración.
3. Familiarizar a los estudiantes con los diferentes tipos de reactores utilizados en procesos pirometalúrgicos a nivel industrial.
4. Introducir las bases teóricas necesarias para definir la secuencia óptima de extracción.
5. Aplicar los principios termodinámicos y cinéticos, así como los balances de masa y energía para diseñar y controlar los procesos de extracción metálica.

7. CONTENIDO:

Tema 1. Introducción a la Metalurgia Extractiva. (1 Semana). Metalurgia extractiva: Operaciones Unitarias y Procesos de Extracción. Clasificación de los procesos industriales utilizados en la extracción de metales: piro, hidro y electrometalúrgicos. Perspectivas de la Industria Venezolana. Materias primas: minerales metalíferos. Yacimientos en Venezuela. Técnicas de Minería.

Tema 2. Procesamiento de Minerales. (4 Semanas). Procesos de Reducción de Tamaño: Trituración y Molienda. Equipos utilizados en la reducción de tamaño. Diseño de los circuitos y equipos para reducción. Requerimientos energéticos. Análisis por tamizado. Tamizado industrial: dimensionamiento y selección de tamices. Clasificación: asentamiento libre, obstaculizado y forzado. Leyes de Newton y Stokes. Relaciones dimensionales de asentamiento. Diseño de espesadores e hidrociclones. Técnicas de concentración: Concentración gravimétrica, Electrostática, magnética y Flotación. Parámetros que afectan la concentración en cada caso. Mecanismos de control. Diseño y dimensionamiento de plantas de concentración.

Tema 3. Fundamentos de Pirometalurgia (3 Semanas). Termodinámica aplicada a las reacciones que se desarrollan a altas temperaturas. Uso y desarrollo de modelos cinéticos aplicados a los diferentes sistemas sólido-gas, sólido-líquido, líquido-líquido y líquido-gas establecidos durante la extracción de metales. Balances de Masa y Energía a procesos de alta temperatura. Consideraciones para el Diseño de Procesos Pirometalúrgicos y los Reactores. Fuentes de Energía utilizadas en los procesos de alta temperatura.

Tema 4. Procesos Pirometalúrgicos (4 Semanas): Procesos de tostación de sulfuros. Fusión y Conversión de Matas. Caso de estudio: Extracción de Cobre. Reducción de óxidos: reducción carbotérmica y metalotérmica. Caso de Estudio: Extracción de Hierro, Zinc y Plomo. Proceso de Clorinación. Destilación fraccionada. Caso de Estudio: Extracción de Titanio y Zirconio. Hornos de arco eléctrico y procesos de acería en convertidores. Metalurgia en cuchara: decarburización, desfosforación y desulfuración. Secuencia de Adición de Materias Primas. Caso de estudio: Aceros. Fabricación de Ferroaleaciones. Casos de estudio: Fe-Ni y Fe-Si.

8. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS, DIDACTICAS O DE DESARROLLO DE LA ASIGNATURA:

Las estrategias metodológicas que se planifican para este curso incluyen:

1. Trabajo en grupo y seminario: Este trabajo persigue consolidar en los estudiantes los conocimientos aprendidos durante el trimestre, aplicando los mismos en un caso de estudio.
2. Sesiones Semanales de Problemas en donde los estudiantes deben resolver y discutir los resultados obtenidos.
3. La Visita a una planta de extracción metálica (Sidor, Minera Loma de Níquel, Ferrominera del Orinoco, Orinoco Iron, etc.)

9. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

El seguimiento del aprendizaje de los estudiantes se llevará a cabo a través de:

1. Tres pruebas escritas (parciales) y al menos dos cortas.
2. Tareas semanales.
3. Participación activa de los estudiantes en el desarrollo de un tema.
4. Un seminario en grupo en la etapa final del curso donde se analice un caso de estudio.

10. FUENTES DE INFORMACIÓN:

1. Wills, B. *Mineral Processing Technology*. 6th Edition. Butterworth-Heinemann, UK, (1997).
2. Gaskell, D. *Introduction to the Thermodynamics of Materials*. 4th Edition. Taylor & Francis publishers; USA. (2003).
3. Schlesinger, M. *Mass and Energy Balances in Materials Engineering*. Prentice Hall. USA. (1996).
4. Ballester A., Verdeja Luis F. y Sancho J. *Metalurgia Extractiva, Fundamentos. Vol. 1*. Síntesis Editorial, España. (2001).
5. Rosenquist T. *Fundamentos de Metalurgia Extractiva*. Editorial Limusa. México. (1987).
6. Criterios de selección de procesos usados en metalurgia extractiva.