



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
Departamento: Minería  
Area: Minería

(Programa del año 2013)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 21/11/2013 12:31:16)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
(OPTATIVA IV) METALURGIAS ESPECIALES	ING.EN MINAS	18/13	2013	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MAS, MIGUEL ANGEL	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
BARROSO QUIROGA, MARIA MARTHA	Auxiliar de Práctico	A.1ra Simp	10 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
4 Hs	3 Hs	1 Hs	Hs	4 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
08/08/2013	15/11/2013	15	60

### IV - Fundamentación

La presente actividad curricular otorga conocimientos que son de incumbencia del ingeniero en minas. En la misma encuentran aplicación directa los contenidos de los cursos de Físicoquímica y Fenómenos de Transporte. Los conocimientos otorgados por esta asignatura capacitan al futuro profesional para conducir plantas de beneficiación de minerales, aglomeración, reducción y refinación, bajo la observancia de los aspectos técnico-económicos, con el objetivo de lograr la máxima productividad y rentabilidad de los procesos productivos, sin perjudicar el medio ambiente.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

a) Competencias:

- 1) Las principales competencias a lograr por los alumnos son:
- 2) Conocer las distintas fases y los fundamentos fisicoquímicos de los procesos pirometalúrgicos extractivos.
- 3) Conocer las transformaciones que experimentan las materias primas durante los procesos de beneficiación, aglomeración y extracción.
- 4) Conocer los principios fisicoquímicos y cinéticos de la tostación de sulfuros.
- 5) Conocer los principios fisicoquímicos de la obtención de metales puros a partir de sus minerales o menas y de la fabricación de ferroaleaciones.
- 6) Conocer los principios fisicoquímicos y cinéticos de la reducción de menas no ferrosas.
- 7) Conocer los fenómenos que tienen lugar en los principales reactores pirometalúrgicos.
- 8) Conocer los principales procesos de reducción de menas no ferrosas.

- 9) Conocer los principales procesos de fusión y procesamiento de matas.
  - 10) Conocer los principales procesos de refinación térmica.
  - 11) Efectuar balances de masa de procesos metalúrgicos extractivos.
  - 12) Conocer y seleccionar el equipamiento, los reactores, materiales refractarios y materias primas más adecuados para cada proceso.
  - 13) Seleccionar el proceso óptimo para la extracción de un metal a partir de su mineral o mena, teniendo en cuenta los factores que determinan su productividad y rentabilidad.
  - 14) Capacitar al alumno para diseñar los equipos y circuitos óptimos correspondientes a un proceso metalúrgico extractivo.
  - 15) Conocer los principios de operación de los principales reactores de la industria metalúrgica extractiva.
  - 16) Evaluar la incidencia medioambiental de los procesos metalúrgicos extractivos.
  - 17) Conocer las tecnologías para el control de efluentes gaseosos, sólidos y líquidos.
- b) Procesos de la Actividad Curricular:
- 1) RECONOCER e INTERPRETAR gráficos.
  - 2) CALCULAR y DEDUCIR de principios conclusiones para SELECCIONAR materias primas, equipos y procesos, y APLICAR en un proyecto.
  - 3) RESOLVER situaciones problemáticas.
  - 4) EMITIR juicios valorativos de proyectos y FUNDAMENTAR.
- c) Actividades:
- 1) Resolución de problemas.
  - 2) Consultas bibliográficas.
  - 3) Análisis de procesos metalúrgicos extractivos.
  - 4) Explicación de textos informativos.
  - 5) Visitas a empresas metalúrgicas.

## VI - Contenidos

### UNIDAD 1 - INTRODUCCIÓN

Metalurgia extractiva: hidrometalurgia, pirometalurgia, electrometalurgia. Operaciones y procesos unitarios en el procesamiento de minerales y menas. Tecnología de las altas temperaturas. Combustibles. Refractarios. Reactores. Purificación de gases. Menas beneficiables. Matas. Escorias. Speisses. Drosses.

### UNIDAD 2 - BENEFICIACIÓN

Tratamientos de minerales: liberación, concentración. Tostación: termodinámica, diagrama de Kellogg, cinética. Tostación clorurante. Procesos de tostación: horno de hogar múltiple, tostación flash, tostación en lecho fluidizado, tostación en máquina de sinterizado. Calcinación.

### UNIDAD 3 - AGLOMERACION

Consideraciones generales. Procesos de aglomeración: briqueteado, peletizado, sinterizado. Sinterizado de menas de plomo y de cinc: materias primas, máquina de sinterizado Dwight-Lloyd. Proceso de sinterizado: etapas, curva característica, mecanismos. Propiedades metalúrgicas del sínter.

### UNIDAD 4 - REDUCCIÓN

Agentes reductores. Reducción gaseosa de óxidos metálicos. Reducción metalotérmica. Reducción en vacío. Producción de metales puros y de ferroaleaciones. Metalurgia de los haluros.

### UNIDAD 5 - REDUCCIÓN DE MENAS NO FERROSAS

Reducción de menas de plomo: alto horno para plomo. Reducción de menas de cinc: termodinámica, cinética. Polvo azul. Procesos de retortas horizontales y verticales. Reducción de menas complejas de cinc y plomo: proceso ISP. Reducción de menas de estaño. Producción de magnesio: proceso Pidgeon. Obtención del titanio: proceso Kroll.

### UNIDAD 6 - PROCESAMIENTO DE MATAS

Fusión de matas de cobre: termodinámica, formación de magnetita. Fusión en alto horno, horno reverbero y horno eléctrico. Flash smelting: procesos Outokumpu e INCO. Conversión de matas de cobre: termodinámica, convertidor Peirce-Smith. Producción continua de cobre blister: procesos Noranda y Mitsubishi. Fusión y conversión de matas de níquel. Procesamiento de matas de níquel de conversión: procesos INCO y Falconbridge.

### UNIDAD 7 - REFINACIÓN TÉRMICA

Clasificación de los procesos de refinación. Refinación por separación metal-escoria. Refinación del cobre blister. Desoxidación. Refinación del plomo de obra. Refinación por separación metal-metal. Proceso Parkes para recuperación de la plata. Recuperación del bismuto: proceso Kroll-Betterton. Refinación del estaño por licuación. Refinación por separación metal-gas. Refinación del cinc por destilación fraccionada. Recuperación del cadmio. Refinación del níquel: proceso Mond.

## UNIDAD 8 - PIROMETALURGIA Y MEDIO AMBIENTE

La pirometalurgia en la cadena productiva y su vinculación con el medio ambiente. Emisiones de incidencia medioambiental de los procesos pirometalúrgicos. Eliminación de los efectos nocivos.

OBSERVACIONES: El presente programa es sujeto a una revisión continua, procurando de mantener actualizados sus contenidos de acuerdo a los nuevos desarrollos tecnológicos.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

El curso incluye un trabajo práctico de carácter integrador, cuya ejecución tendrá lugar al término del cursado de todos los contenidos. Este trabajo podrá ser ejecutado en forma individual o grupal.

## VIII - Regimen de Aprobación

La asignatura puede ser aprobada por Promoción o con Examen Final.

Aprobación POR PROMOCIÓN:

Los requisitos para la aprobación por promoción comprenden:

- a) la aprobación del trabajo práctico con una nota mínima de siete (7) en la escala 0 - 10, y
- b) la aprobación de una evaluación teórica escrita final, con un puntaje mínimo de siete (7) en la escala 0 - 10.

En caso de obtener en el trabajo práctico y/o en la evaluación teórica una nota menor que siete (7) pero mayor que cuatro (4) en la escala 0 - 10, el alumno tendrá derecho a rendir examen final.

Aprobación con examen final:

Las condiciones para poder rendir el examen final comprenden:

- a) la aprobación del trabajo práctico con una nota mínima de cuatro (4) en la escala 0 - 10, y
- b) la aprobación de una evaluación teórica escrita final, con un puntaje mínimo de cuatro (4) en la escala 0 - 10.

- En caso de no aprobar el trabajo práctico, el alumno deberá recurrir a la asignatura.
- Para poder rendir la evaluación teórica final, es condición haber aprobado previamente el trabajo práctico.
- En caso de no aprobar la evaluación teórica, el alumno podrá recuperar la misma dentro de un plazo que no superará las dos semanas después de haber rendido la evaluación.

La aprobación de la asignatura estará sujeta a la aprobación de un examen final integrador de los contenidos correspondientes al espacio curricular, con una nota mínima de cuatro (4) en la escala 0 - 10.

## IX - Bibliografía Básica

[1] Biswas, Anil K. and Davenport, W. G., Extractive Metallurgy of Copper, Pergamon Press, New York, 1976.

[2] Gill, Charles B., Nonferrous Extractive Metallurgy, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1980.

[3] Janikow, Arturo R., Pirometalurgia - Introducción a los Procesos Pirometalúrgicos Extractivos, Editorial UNJU, San Salvador de Jujuy, 2000.

[4] Kubaschewski, O., Evans, E. Ll. and Alcock, C. B., Metallurgical Thermochemistry, Fourth edition, Pergamon Press, Oxford, 1967.

[5] Pehlke, Robert D., Unit Processes of Extractive Metallurgy, American Elsevier Publishing Company, Inc., New York, 1973.

[6] Rosenqvist, Terkel, Principles of Extractive Metallurgy, 2nd edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1983.

## X - Bibliografía Complementaria

[1] Chesters, J. H., Refractories, Production and Properties, The Iron and Steel Institute, London, 1973.

[2] Francis, Wilfrid, Los Combustibles y su Tecnología, Ediciones Urmo, Bilbao, 1969.

[3] Newton, Joseph, Extractive Metallurgy, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959.

[4] Schuhmann, Reinhardt, Jr., Ingeniería Metalúrgica, Tomo I, Compañía Editorial Continental, S. A., México, 1968.

[5] Revistas: Engineering & Mining Journal. Latinominería.

## XI - Resumen de Objetivos

a) Estudio de los procedimientos utilizados para extraer los metales de sus minerales o menas y los métodos de refinación a que son sometidos los metales para poder ser usados en distintas aplicaciones industriales.

b) Estudio de la prevención de la contaminación medioambiental causada por los procesos metalúrgicos extractivos y de refinación.

Como consecuencia del curso el alumno estará capacitado para definir el procedimiento óptimo, desde los puntos de vista técnico y económico, para la obtención de un metal a partir de su mena, observando las pautas de preservación del medio ambiente.

## **XII - Resumen del Programa**

Procesamiento pirometalúrgico de minerales y menas. Tecnología de las altas temperaturas. Combustibles. Refractarios. Reactores. Purificación de gases. Menas beneficiables. Matas. Escorias. Speisses. Drosses.

Tostación de menas sulfurosas: termodinámica, diagrama de Kellogg, cinética. Procesos de tostación: horno de hogar múltiple, tostación flash, tostación en lecho fluidizado, tostación en máquina de sinterizado. Calcinación. Procesos de aglomeración: briqueteado, peletizado, sinterizado. Sinterizado de menas de plomo y de cinc: instalaciones, procesos, productos.

Reducción de óxidos metálicos. Reducción gaseosa, metalotérmica, en vacío. Producción de metales puros y de ferroaleaciones. Metalurgia de los haluros. Reducción de menas de plomo, cinc, estaño: termodinámica, cinética, procesos, instalaciones. Reducción de menas complejas de cinc y plomo: proceso ISP. Obtención del magnesio y del titanio: procesos Pidgeon y Kroll.

Metalurgia de los sulfuros: procesamiento de matas. Fusión de matas de cobre: termodinámica, procesos. Flash smelting.

Conversión de matas de cobre: termodinámica, convertidor Peirce Smith, productos. Producción continua de cobre blister.

Fusión y conversión de matas de níquel. Procesamiento de matas de níquel de conversión.

Refinación del cobre blister y del plomo de obra. Recuperación de la plata y del bismuto: procesos Parkes y Kroll-Betterton.

Licuación, destilación: refinación del estaño y del cinc. Recuperación del cadmio. Refinación del níquel: proceso Mond.

Incidencia medioambiental de los procesos pirometalúrgicos. Eliminación de los efectos nocivos.

## **XIII - Imprevistos**

## **XIV - Otros**

### **ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**

#### **Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: