



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

**(Programa del año 2020)**  
**(Programa en trámite de aprobación)**  
**(Presentado el 11/09/2020 16:29:21)**

### **I - Oferta Académica**

| <b>Materia</b>                       | <b>Carrera</b> | <b>Plan</b> | <b>Año</b> | <b>Período</b>  |
|--------------------------------------|----------------|-------------|------------|-----------------|
| (OPTATIVA IV) METALURGIAS ESPECIALES | ING.EN MINAS   | 6/15        | 2020       | 2° cuatrimestre |

### **II - Equipo Docente**

| <b>Docente</b>             | <b>Función</b>       | <b>Cargo</b> | <b>Dedicación</b> |
|----------------------------|----------------------|--------------|-------------------|
| MARCHEVSKY, NATALIA JUDITH | Prof. Responsable    | P.Adj Exc    | 40 Hs             |
| VIDAL TREBER, JUAN ANTONIO | Auxiliar de Práctico | A.1ra Simp   | 10 Hs             |

### **III - Características del Curso**

| <b>Credito Horario Semanal</b> |                 |                          |                                              |              |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------------------|--------------|
| <b>Teórico/Práctico</b>        | <b>Teóricas</b> | <b>Prácticas de Aula</b> | <b>Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.</b> | <b>Total</b> |
| Hs                             | Hs              | Hs                       | Hs                                           | 4 Hs         |

| <b>Tipificación</b>              | <b>Periodo</b>  |
|----------------------------------|-----------------|
| C - Teoría con prácticas de aula | 2° Cuatrimestre |

| <b>Duración</b> |              |                            |                          |
|-----------------|--------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Desde</b>    | <b>Hasta</b> | <b>Cantidad de Semanas</b> | <b>Cantidad de Horas</b> |
| 22/09/2020      | 18/12/2020   | 13                         | 60                       |

### **IV - Fundamentación**

La presente actividad curricular otorga conocimiento de los procesos pirometalúrgicos extractivos y de refinación más representativos del amplísimo campo de la metalurgia extractiva. Los conocimientos previos adquiridos en cursos de físico-química y fenómenos de transporte son relevantes para facilitar el estudio y entendimiento de los temas tratados. Los conocimientos otorgados por esta asignatura capacitan al futuro profesional sobre las operaciones y procesos que tienen lugar en plantas de tostación, aglomeración de minerales, reducción y refinación de metales.

### **V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje**

Conocer los principales procesos y tecnologías que se utilizan en la metalurgia extractiva para la obtención de metales ferrosos y no ferrosos a partir de procesos pirometalúrgicos.  
Entender cada una de las etapas involucradas en la obtención de los metales que abarcan desde la preparación de las materias primas hasta la refinación de los mismos.

### **VI - Contenidos**

**Unidad 1 – Tecnologías de las Altas Temperaturas: su aplicación a los Procesos Pirometalúrgicos.**  
Particularidades de los procesos a altas temperaturas. Generación de altas temperaturas. Optimización de la transferencia de calor. Desarrollo de los procesos. Selección de los materiales refractarios. Diseño y construcción de las instalaciones. Combustibles. Carbones minerales y coque metalúrgico.  
Refractarios. Principales propiedades y requisitos a ser considerados en la selección de los materiales refractarios.

Clasificación de los materiales refractarios. Aplicaciones de los materiales refractarios.  
Reactores pirometalúrgicos. Diseño de los reactores. Clasificación de los reactores pirometalúrgicos.

#### **Unidad 2 – Tratamientos térmicos de beneficiación de minerales**

Tostación. Termodinámica de la tostación. Tostación clorurante. Procesos industriales de Tostación.  
Calcinación. Hornos de calcinación.

#### **Unidad 3 – Procesos de aglomeración**

Pelletizado. Fabricación de pelets verdes de minerales de hierro. Endurecimiento de pelets verdes de minerales de hierro.  
Sinterizado de Menas sulfurosas de plomo y de cinc. Pulvimetalurgia.

#### **Unidad 4 – Procesos de reducción**

Reducción de minerales de hierro. Termodinámica de la reducción de los óxidos de hierro. Cinética de reducción de los óxidos de hierro.  
Proceso de alto horno. Descripción de la instalación. Materias primas. Distribución de carga. Descripción del proceso.  
Procesos de reducción directa. Introducción. Proceso HyL, Proceso Midrex, Proceso SL/RN, Proceso FIOR.  
Proceso Corex. Descripción de la planta. Materias primas. Descripción del proceso.  
Reducción de menas oxidadas de plomo. Proceso de alto horno para plomo.  
Reducción de menas oxidadas de cinc. Teoría de la reducción. Procesos de retortas horizontales.  
Procesos de retortas verticales. Proceso Josephtown. Proceso ISP. Reducción de menas oxidadas de estaño. Reducción de hornos de reverbero.

#### **Unidad 5 – Procesamiento de matas**

Introducción. Procesamiento pirometalúrgico de concentrados sulfurosos de cobre.  
Fusión de matas de cobre. Termodinámica de la Fusión de la fusión de matas de cobre.  
Fusión en alto horno para cobre. Fusión en horno de reverbero. Fusión en horno eléctrico. Flash smelting.  
Conversión de matas de cobre. Convertidor Peirce-Smith. Proceso de conversión.

#### **Unidad 6 – Procesos de refinación térmica**

Aceración. Convertidor al oxígeno – Proceso LD.  
Horno de solera – Proceso Siemens-Martin (Básico)  
Proceso de Horno eléctrico de Arco.  
Refinación del plomo de obra. Espumado (drossing). Ablandamiento. Recuperación de la plata –Proceso Parkes. Tratamiento posterior – Separación del bismuto.  
Refinación del cinc. Proceso de destilación fraccionada.  
Refinación del estaño. Proceso de Licuación.

### **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

El curso incluye la resolución de problemas en clase, cuya ejecución tendrá lugar a continuación de las clases teóricas.

Trabajo Práctico N°1: Tostación y calcinación

Trabajo práctico N°2: Sinterización

Trabajo Práctico N°3: Alto horno

Trabajo Práctico N°4: Procesos de reducción directa

Trabajo Práctico N°5: Procesamiento de matas

Trabajo Práctico N°6: Procesos de refinación térmica

### **VIII - Regimen de Aprobación**

La asignatura puede ser aprobada en las siguientes modalidades:

Aprobación POR PROMOCIÓN

Requiere la aprobación de tres (3) parciales teórico-práctico escritos, con un puntaje mínimo de ocho (8) en la escala 0 - 10.

Esta nota puede conseguirse en primera instancia o bien en una instancia de recuperación.

Aprobación mediante EXAMEN FINAL para alumnos en condición REGULAR

Requiere la aprobación de una evaluación teórica escrita final, con un puntaje mínimo de cuatro (4) en la escala 0 - 10. Dicho examen podrá ser escrito u oral de acuerdo a lo que estipule el tribunal para dicha mesa de examen.

Aprobación con EXAMEN FINAL para alumnos en condición LIBRE:

Requiere:

a) Aprobación de la resolución de ejercicios prácticos que el tribunal examinador disponga para la mesa de examen correspondiente.

El alumno deberá presentarse días previos a la mesa de examen y consultar al equipo docente responsable de la materia sobre los ejercicios prácticos a resolver.

Los ejercicios deben ser resueltos por el alumno en forma individual, el mismo podrá solicitar clase de consulta a los docentes para guiarlo en la resolución de los mismos. Posteriormente, deberá presentar la resolución de los ejercicios tipeados en computadora e impresos; o bien, escritos a mano de manera legible y prolija.

Para poder rendir el examen final teórico, es condición necesaria haber aprobado previamente los ejercicios prácticos.

Aclaración: los ejercicios prácticos pueden variar de una mesa de examen a otra, por lo que si un alumno aprueba la parte práctica, pero no el examen teórico en la próxima mesa que se presente a rendir deberá consultar nuevamente sobre los ejercicios prácticos a resolver y volver a aprobar esta instancia.

b) Aprobación de un examen final escrito u oral con una nota mínima de cuatro (4) en la escala 0 - 10.

Requisitos para conseguir la condición de alumno REGULAR.

Aprobar los tres (3) parciales teórico-práctico escritos, con un puntaje mínimo de ocho (6) en la escala 0 - 10. Esta nota puede conseguirse en primera instancia o bien en una instancia de recuperación.

\*Ante la situación de Covid-19 la modalidad de evaluación se adaptará a las circunstancias; la misma será acorde a lo que dispongan las autoridades universitarias.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] [1] Janikow, Arturo R., Pirometalurgia - Introducción a los Procesos Pirometalúrgicos Extractivos, Editorial UNJU, San Salvador de Jujuy, 2000.
- [2] [2] Gill, Charles B., Nonferrous Extractive Metallurgy, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1980.
- [3] [3] Biswas, Anil K. and Davenport, W. G., Extractive Metallurgy of Copper, Pergamon Press, New York, 1976.
- [4] [4] Kubaschewski, O., Evans, E. Ll. and Alcock, C. B., Metallurgical Thermochemistry, Fourth edition, Pergamon Press, Oxford, 1967.
- [5] [5] Pehlke, Robert D., Unit Processes of Extractive Metallurgy, American Elsevier Publishing Company, Inc., New York, 1973.
- [6] [6] Rosenqvist, Terkel, Principles of Extractive Metallurgy, 2nd edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1983.

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] [1] Chesters, J. H., Refractories, Production and Properties, The Iron and Steel Institute, London, 1973.
- [2] [2] Francis, Wilfrid, Los Combustibles y su Tecnología, Ediciones Urmo, Bilbao, 1969.
- [3] [3] Newton, Joseph, Extractive Metallurgy, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959.
- [4] [4] Schuhmann, Reinhardt, Jr., Ingeniería Metalúrgica, Tomo I, Compañía Editorial Continental, S. A., México, 1968.
- [5] [5] Revistas: Engineering & Mining Journal. Latinominería.
- [6] [6] Videos, folletos técnicos, trabajos científicos, etc. Todos ellos disponibles en el aula virtual de la asignatura: <https://www.evirtual.unsl.edu.ar/moodle/course/view.php?id=1338>

## XI - Resumen de Objetivos

Conocer los principales procesos y tecnologías de la metalurgia extractiva que se utilizan para la obtención de metales ferrosos y no ferrosos a partir de procesos pirometalúrgicos.

## XII - Resumen del Programa

Procesamiento pirometalúrgico de minerales y menas. Tecnología de las altas temperaturas. Tostación de menas sulfurosas. Calcinación. Procesos de aglomeración: briqueteado, peletizado, sinterizado. Reducción de óxidos metálicos. Reducción de menas de plomo, cinc, estaño. Reducción de menas complejas de cinc y plomo. Obtención del magnesio y del titanio. Metalurgia de los sulfuros: procesamiento de masas. Conversión de masas de cobre. Producción continua de cobre blister. Fusión y conversión de masas de níquel. Refinación del cobre blister y del plomo de obra. Recuperación de la plata y del bismuto. Refinación del estaño y del cinc. Refinación del níquel.

## XIII - Imprevistos

EIDECNU(520/2020de#distanciamiento#social,#obligatorio#y#preventivo,#establecido#por# el# Gobierno# Nacional# y# la# necesidad# de# reajustar# el# Calendario# Académico# de# la# Universidad# Nacional# de# San# Luis,# en# lo# referente# al# Segundo# Cuatrimestre# 2020,# el# Consejo# Superior# en# su# sesión# del# día# 01/09/2020# estableció# en# el# Artículo# 1# de# la# Resolución#Nº#68/2020,#que#el#Segundo#Cuatrimestre#sea#de#13#semanas.#A#los#efectos# de#que#se#impartan#todos#los#contenidos#y#se#respete#el#crédito#horario#establecido#en#el# Plan#de#estudios#de#la#carrera#para#esta#asignatura,#se#establece#que#se#de#cómo#máximo# 7hs# por# semana# distribuidas# en# teorías,# prácticos# de# aula,# laboratorios,# trabajos# tutoriales,#consultas,#hasta#completar#las#90hs.# La# metodología# de# la# asignatura# tiene# las# siguientes# características:# (#El#dictado#de# las# clases# teóricas#es#mediante#videoconferencias#en#plataformas# tipo# zoom# (o# googlemeet,# hangout,# skype,# entre# otras)# apoyadas# con# TIC.# (# Los# prácticos# se# realizan# individualmente,# con# al# menos# 3# consultas# por# semana.# (#Los#laboratorios#se#realizan#mediante#simulaciones#u#observación#de#los#mismos.#Se# deberá#realizar#un#informe#personal#en#cada#Laboratorio.#

## XIV - Otros

| ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA |                      |
|-----------------------------------------|----------------------|
|                                         | Profesor Responsable |
| Firma:                                  |                      |
| Aclaración:                             |                      |
| Fecha:                                  |                      |