



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

**(Programa del año 2017)**  
**(Programa en trámite de aprobación)**  
**(Presentado el 24/08/2017 09:34:15)**

### **I - Oferta Académica**

| <b>Materia</b>                     | <b>Carrera</b> | <b>Plan</b> | <b>Año</b> | <b>Período</b>  |
|------------------------------------|----------------|-------------|------------|-----------------|
| (OPTATIVA VI) PROYECTO METALURGICO | ING.EN MINAS   | 6/15        | 2017       | 2° cuatrimestre |

### **II - Equipo Docente**

| <b>Docente</b>          | <b>Función</b>          | <b>Cargo</b> | <b>Dedicación</b> |
|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|
| ENCINAS, JUAN CARLOS    | Prof. Responsable       | P.Asoc Exc   | 40 Hs             |
| ROMANO, EDUARDO ANTONIO | Responsable de Práctico | JTP Exc      | 40 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> |
| 90 Hs                          | 30 Hs           | 60 Hs                    | Hs                                           | 6 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> |
| 07/08/2017      | 18/11/2017   | 15                         | 90                       |

### **IV - Fundamentación**

La inclusión de proyecto metalúrgico en la curricula de la carrera de ingeniería en Minas esta justificada a partir de la temática especial que ella trata , a saber, el diseño y calculo de los equipos y aparatos que se utilizan en la separación y concentración de minerales pero en forma integrada y responde al flujograma de ingeniería con los balances de masa , aguas y metalúrgicos.

Los metales y minerales de importancia comercial se encuentran muy rara vez en estado natural en forma y grados de pureza que se utilización practica exige ,pues casi sin excepción están mezclados con otros de diferente valor.Por lo tanto tenemos que proceder a separarlos de estas sustancias desprovistas de valor a través de métodos físicos o procedimientos químicos. Aprovechando las características y propiedades de los minerales se desarrollaron diferentes métodos de separación y concentración los cuales deben ser asistidos por equipos y maquinarias específicas.

El uso de las propiedades físicas para efectuar la separación define diferentes procesos de concentración como por ejemplo la separación magnética, electrostática, separación por medios densos entre otros.

El uso de las propiedades físico químicas define los procesos de flotación.

Si el proceso de recuperación de la mena se produce por reacciones químicas en solución acuosa , se define entonces como hidrometalurgia.

En la actualidad también se aprovechan los microorganismos para producir esta separación a través de los procesos biohidrometalurgicos .

Así es como para llegar a estas etapas de concentración de los minerales o recuperación de metales hace falta acondicionar o adecuar los minerales granulometricamente mediante la trituracion, clasificación y molienda.Hay que Distribuirlos ( cañerías

y tubos), clasificarlos (Hidrociclones, clasificadores espiral) y transportarlos en forma de pulpa ( Bombas), concentrarlos y realizar las operaciones de separación sólido- líquido ( Espesadores y filtros).

Proyecto metalúrgico es una materia de quinto año de la carrera de Ingeniería en minas que se dicta en el segundo cuatrimestre . No tiene correlativas inmediatas posteriores , y como correlativa inmediata anterior tiene que tener regularizada planta de tratamiento de minerales.

Las unidades temáticas a desarrollar están basadas en los contenidos mínimos de la materia

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El objetivo general de esta materia , es proveer los medios necesarios para que los alumnos puedan establecer y o resolver en forma integral el proyecto de una planta de beneficio de minerales , teniendo en cuenta criterios de proceso, de proyectos y económicos.

## VI - Contenidos

**CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA : De acuerdo al plan 06-15 del consejo superior de la Universidad Nacional de San Luis , la caracterización de la asignatura es: Desarrollo de procesos metalúrgicos. Elaboración de flujograma de Ingeniería. Calculo de balances de Masas, de aguas y metalúrgico. Calculo de instalaciones de conminucion y Clasificación. Calculo de instalaciones de separación Sólido- Líquido y desenlodado.**

Calculo de instalaciones de concentración. Calculo de instalaciones auxiliares en plantas mineralogistas . Estimación de costos de inversión y operativos en instalaciones Mineras.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Plan de trabajos prácticos :

Practico 1: A partir de un mineral entregado por el profesor elaborar el diagrama de procesos correspondiente para separar los elementos valiosos de los no valiosos.

Practico 2 : Para el diagrama de proceso elaborado en el practico 1 , determinar el balance de masas , de agua y metalúrgico correspondiente para la escala operativa ofrecida por el profesor.

Practico 3 : Calculo integrado de área trituracion- separación por tamaños según lo establecido en los balances obtenidos en el practico 2.

Practico 4: Calculo integrado de un circuito de molienda en húmedo y clasificación, trabajando en circuito cerrado.

Practico 5: Calculo integrado de un circuito de separación sólido- líquido

Practico 6 Calculo de las inversiones de capital de la planta de tratamiento determinada.

Practico 7: Cálculo de los costos operativos para la planta determinada.

Practico 8 : Determinación del TIR( Tasa interna de retorno) y análisis económico del proyecto

## VIII - Regimen de Aprobación

PARA REGULARIZAR SE REQUIERE EL 80% DE LA ASISTENCIA A LAS CLASES TEÓRICO PRACTICAS, LA APROBACIÓN DEL 100 % DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS Y LA PRESENTACIÓN DE LA CARPETA DE TRABAJOS PRÁCTICOS al final del cursado para regularizar la materia. POSTERIORMENTE LA EVALUACIÓN DEL EXAMEN FINAL CON PRESENTACION DE LA CARPETA DE TRABAJOS PRÁCTICOS.

## IX - Bibliografía Básica

[1] [1] 1) Trituración , Molienda y clasificación. Ramón Alvarez , 1996.

[2] [2] 2) Laboratorio de concentración de menas ( Apuntes ) Ramón Alvarez y Dulce Gomez Limón , 1995.

[3] [3] 3) Operación de Espesamiento y Filtrado ( Apuntes)- Luis MAGNE ORTEGA , 1991.

[4] [4] 4) Tratamientos de Mineros, Volumen 1,2 y 3 Dr: Arthur Pinto Chaves , 1998 y 2004.

[5] [5] 5) Mineral Processing Plant Design. Mullar y Bappu , 1978 .

[6] [6] 6) The Chemistry of Gold Extraction Marsden, J and House, I, SME 2006.

[7] [7] 7- Rocas de aplicación de la provincia de la Rioja, Mas M, Calvo , V ; Balmaceda , e año 2004.

## X - Bibliografía Complementaria

[1] [1] 1) Hidrometalurgia del cobre ( Apuntes)- ALONSO ARENAS F. 1985

- [2] [2] 2) Hidrometalurgia de metales No ferrosos ( Apuntes) -P NAVARRO DONOSO , 1994.  
[3] [3] 3) Process Principles in Minerals and Materials Productions , Hayes , P; Año 2003.

## **XI - Resumen de Objetivos**

Entre los Objetivos particulares podemos Mencionar:

Hacer que los alumnos internalicen las relaciones conceptuales y procedimientos que se aplican en la concentración en forma integrada.

Proveer los conocimientos necesarios para la elaboración de un circuito de concentración de minerales , elaboración de flujogramas de ingeniería, balances de masa, metalúrgico y de aguas .

## **XII - Resumen del Programa**

CÁTEDRA: PROYECTO METALÚRGICO

PROGRAMA ANALÍTICO:

BOLILLA 1:

Elección de un proceso metalúrgico. Programa de investigación Metalúrgica.

Información Requerida: Localización del yacimiento . El deposito mineral . Muestras . Método de explotación. Mercados y especificaciones . Restricciones ambientales.

Determinación de los valores presentes en una mena, Examinacion visual y microscópica. Análisis Químicos , diferentes tipos . Búsqueda de Bibliografía del alumno .

BOLILLA 2 :

Pruebas de Laboratorio :

Trituración, Molienda , re molienda. Clasificación . Flotación: Cantidad y tipo de reactivo . Regulación del pH. Densidad de la pulpa . Aireación y acondicionamiento . Tiempo de retención. Temperatura . Calidad del agua . Mineral reactivo ( Cycle tests).Pruebas en ciclo . Concentración Gravimetrica y de medios densos . Lixiviación . Calcinación o tostación. Intercambio iónico . Extracción por solvente . Separación Magnética . Separación electrostática. Fluorescencia y Radiactividad.Estudios Mineralogicos. Análisis de tamaño, pruebas de bombeo. Espesamiento y velocidad de asentamiento. Filtrado, análisis químicos. Tratamientos de efluentes . Estudio de la contaminación a producir por la implantación del proceso . Equipos . Prueba de planta Piloto .Según método seleccionado y maquinaria búsqueda bibliográfica del alumno .

BOLILLA 3:

Reportes o Informes De Investigación:

Formato . Titulo . Indice. Introducción. Resumen de resultados obtenidos conclusiones. Recomendaciones de trabajos adicionales y/o desarrollo de Flowsheet. Detalles sumariados de la investigación, etapa por etapa y balance de materiales. Resultado de las pruebas en ciclo . Tablas . Gráficos. Flowsheet. Apéndices o anexos.

Diseño de un Flowsheet o flujograma del proceso para un mineral determinado , seleccionado en clases búsqueda bibliográfica de ayuda . Evaluación de los resultados de las pruebas o información encontrada . Cuantificación de los procesos . Curvas de selectividad . Elementos a considerar para el desarrollo de un flowsheet. Balance de masas , metalúrgico y de aguas .

BOLILLA 4:

Almacenamiento de minerales . Homogenización . Diseño de tolvas . Inclinação de fondo de una tolva. Dimensiones básicas . Tolvas de Gruesos y de finos. Tolvas de diferentes Formas . Alimentadores de minerales. Selección y calculo de transportadores a correa .

**BOLILLA 5:**

Diseño de instalaciones de plantas de trituración y separación por tamaños.  
Cálculo y selección del circuito más conveniente para el caso práctico seleccionado

**BOLILLA 6:**

Diseño de circuitos de molienda - clasificación.  
Cálculo y selección de la instalación más conveniente para el caso práctico seleccionado.

**BOLILLA 7:**

Diseño de circuitos de concentración. Cálculo de celdas de flotación . Cálculo y selección de la instalación más conveniente para el caso práctico seleccionado .

**BOLILLA 8:**

Integración de los circuitos parciales y elaboración del esquema general de planta para el procesamiento del mineral seleccionado.  
Listado de los equipos intervinientes con sus especificaciones técnicas.

**BOLILLA 9:**

Estimación de los costos de capital , Índice de costos ( Marshall and Swift y otros).  
Estimación de costos de plantas . Regla de los seis Decimos. Relación de la mayor unidad del proceso. Costos de equipos en función de un parámetro . Ejemplos .

**BOLILLA 10:**

Estimación de Costos operativos . Costos Directos e indirecto. Ect

**BOLILLA 11:**

Prefactibilidad Económica.  
Decisiones operativas basadas en un análisis de Cash Flow .

**XIII - Imprevistos**

En caso de presentarse algún inconveniente en el dictado de las clases , este será resuelto en fechas que se acordaran con los alumnos.

**XIV - Otros**

| <b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b> |                             |
|------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                | <b>Profesor Responsable</b> |
| Firma:                                         |                             |
| Aclaración:                                    |                             |
| Fecha:                                         |                             |