



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

PROPOSITO

Dentro del amplio campo de la Ingeniería Metalúrgica uno de los conocimientos más importantes que deben ser adquiridos es el de la preparación y manejo de materias primas, a partir de las cuales se realizan operaciones de beneficio con el fin de obtener un producto concentrado que contenga el metal de interés ó algún producto intermedio de ciertas características físicas ó químicas que satisfagan los procesos siguientes. Este es el primer paso fundamental de la metalurgia extractiva, del cual siguen una serie de procesos que permiten obtener productos metalúrgicos de interés para el aprovechamiento del hombre. Aquí radica la importancia de esta asignatura, en la que se suministra al estudiante conocimientos básicos de las principales técnicas de concentración y beneficios de minerales de interés, partiendo de su materia prima, además de estudiar los más conocidos métodos de clasificación, reducción de tamaño de partículas, peletización y espesamiento.

OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE:

El curso se ha estructurado con 11 prácticas, distribuidas en cinco áreas, las cuales presentan los siguientes objetivos:

1. METODOS DE CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA Y DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

1.1 Objetivo General:

El alumno será capaz de conocer las tres técnicas de clasificación de partículas de acuerdo con su tamaño, más empleados a nivel de laboratorio, éstas son: Tamizaje (por vía seca y vía húmeda), Elutriación y Sedimentación. Además el estudiante determinará la gravedad específica de un grupo determinado de minerales.

1.2 Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

1.2.1 Definir completamente Tamizaje, tamiz, malla, N° de malla, luz de mall, finos, lamas, peso retenido, % peso retenido, % peso acumulado, % peso acumulado menor que, elutriación, tamaño promedio de partículas, velocidad límite.

1.2.2 Realizar cálculos y gráficas que permitan definir distribuciones de tamaño.

1.2.3 Conoce las principales características y el funcionamiento de los equipos con los cuales llevan a cabo el tamizaje por vía seca, el tamizaje por vía húmeda y la elutriación (ciclosizer).

| | | | | |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

1.2.4 Determinar por un método conveniente de laboratorio, la gravedad específica de distintos minerales.

1.2.5 Medir el tamaño de partículas de un mineral, tomando como base la deposición de éstas partículas en un medio fluido estacionario (sedimentación).

2. OPERACIONES DE REDUCCIÓN DE TAMAÑOS:

2.1 Objetivo General:

El estudiante será capaz de conocer y definir las principales características de las operaciones de trituración y molienda, además de lograr alcanzar la capacidad de poder determinar la cantidad de energía requerida en la fragmentación de minerales.

2.2 Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

2.2.1 Establecer las bases de las operaciones de:

- Trituración primaria
- Trituración secundaria
- Molienda

2.2.2 Conocer las técnicas de "MUESTREO DE UN TODO EN UNO"

2.2.3 Establecer las Diferencias que existen entre la trituración y la molienda.

2.2.4 Determinar el tiempo de molienda necesario para reducir tamaños de % en peso menor que un número de malla específico, utilizando para ello la teoría de Charles de consumo de energía.

2.2.5 Alcanzar los conocimientos mínimos para poder adquirir criterios para la escogencia de un circuito de fragmentación de menas y/o minerales.

3. PELETIZACIÓN

3.1 Objetivo General:

Al finalizar este punto de la asignatura el alumno aprenderá a obtener un conjunto de aglomerados (pellas) partiendo de un mineral finamente molido.

| | | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|-----------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|-----------|



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|--|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

3.2 Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

3.2.1 Establecer las cantidades en peso de mineral, agua y aditivo necesarios para obtener pellas verdes uniformes con buenas propiedades físicas.

3.2.2 Definir las características, variables y ensayos que intervienen en el proceso de formación de pellas.

3.2.3 Conocer el funcionamiento del disco peletizador.

3.2.4 Describir las características de las pellas obtenidas en el disco peletizador.

3.2.5 Conocer el funcionamiento del horno túnel para el quemado de pellas.

3.2.6 Describir las características de las pellas obtenidas en el proceso de quemado en el horno túnel.

3.2.7 Conocer y practicar ensayos de control de calidad de las pellas tanto verdes como quemadas.

4. OPERACIONES DE CONCENTRACIÓN:

4.1 Objetivo General:

Al finalizar esta parte del curso, el estudiante conocerá las operaciones de concentración: separación gravitacional, flotación y separación magnética, las cuales son muy empleadas en la metalurgia extractiva de los principales minerales de interés. Además será capaz de determinar el valor del potencial zeta utilizando el equipo diseñado para tal fin.

4.2 Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

4.2.1 Especificar en que consisten las operaciones de concentración realizadas en:

- Criba Hidráulica o Yigs
- Espiral Humpreys
- Mesa de Sacudidas Wilfrey

| | | | | |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

Los cuales son aparatos que realizan separaciones gravitacionales por diferencia en las densidades de los distintos minerales que forman la MENA.

4.2.2 Definir y diferenciar los mecanismos, aditivos y variables que intervienen en el procedimiento de concentración conocido con el nombre de flotación, haciendo flotación de dos minerales distintos.

4.2.3 Determinar el valor de Potencial Zeta, de una muestra mineral, haciendo uso del equipo diseñado para tal fin. Además el estudiante conocerá el equipo, los parámetros involucrados y la importancia metalúrgica de conocer dicho potencial.

4.2.4 Describir las características, variables, condiciones y cualidades de la separación magnética, realizando concentración vía húmeda en un tubo davis y vía seca con un separador de cinta transportadora Eriez Magnetics.

5. ESPESAMIENTO

5.1 Objetivo General:

El estudiante será capaz de calcular las dimensiones de dos espesadores utilizando el método de dimensionamiento de H. S Coe y G. H Clavenger en el cuál será necesario realizar ensayos de sedimentación bajo condiciones diferentes de trabajo. Además estudiará el comportamiento de caída de las partículas de mineral a medida que se sedimentan en un espesador de laboratorio siguiendo el método de "Análisis de Pipeta de Múltiples Profundidades".

5.2 Objetivos Específicos:

5.2.1 Conocer las características e importancia de los espesadores en los procesos metalúrgicos.

5.2.2 Calcular la densidad de la pulpa y del mineral, la liberación de la pulpa y el porcentaje de sólidos para un mineral dado, sometido al proceso de sedimentación. Estos cálculos formaran parte del método empleado para el diseño de un espesador.

5.2.3 A partir de los valores experimentales, calculará la velocidad de sedimentación del mineral sometido a estudio.

5.2.4 Calcular el área de la base, el volumen y la altura de dos espesadores con condiciones de trabajo diferentes.

5.2.5 Conocer con una columna de espesamiento de laboratorio, el comportamiento de sedimentación de partículas en fluidos en estado de reposo.

| | | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|-----------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|-----------|



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

5.2.6 Determinar la velocidad promedio de sedimentación a distintas alturas a partir de la Ecuación de continuidad, empleando el método de “Análisis de Pipeta de Múltiples Profundidades”

EVALUACION:

Se hará sobre la base de:

1. el promedio de dos exámenes parciales, los cuales abarcan: el primero, todo lo visto desde la practica numero uno (1) hasta la practica numero cinco (5) y el segundo parcial todo lo visto desde la seis (6) hasta la once (11). Este promedio representa el 30% de la materia.
2. 30% correspondiente al promedio de 11 pruebas cortas que serán realizadas por separado en todas y cada una de las prácticas.
3. 40% correspondiente al promedio de los informes de las prácticas, los cuales serán un total de once (11) informes.

CONTENIDO:

PROGRAMA SINOPTICO:

Las clases teóricas consistirán en la exposición del profesor de cada uno de los temas que son estudiados en las prácticas del laboratorio. Estas clases tendrán un adelanto de una semana con respecto a su correspondiente práctica.

Las clases teóricas abarcaran el siguiente programa sinóptico: Redacción de informes de laboratorio, elaboración de tablas y graficas experimentales, tamizaje, determinación de la gravedad especifica, elutriacion, determinación de tamaño promedio de partícula por sedimentación, trituración, muestreo, molienda, calculo de los tiempos óptimos de molienda, calculo del consumo de energía de un molino, peletización, separación gravitacional, flotación, determinación del potencial zeta de una muestra de mineral, separación magnética por vía húmeda y seca, diseño de espesadores y determinación de la velocidad promedio de sedimentación de partículas.

TEMARIO:

Introducción: Redacción de informes de laboratorio.

I Parte: METODO DE CLASIFICACION GRANULOMETRICA

Practica 1: Tamizaje Y Gravedad Especifica

| | | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|-----------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|-----------|



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

Practica 2: Elutriacion

Practica 3: Sedimentación

II Parte: OPERACIONES DE FRAGMENTACIÓN

Practica 4: Reducción De Tamaños Y Consumo De Energía

III Parte: PELETIZACION

Practica 5: Peletización

IV Parte: OPERACIONES DE CONCENTRACION

Practica 6: Separación gravitacional

Practica 7: Flotación

Practica 8: Potencial Zeta

Practica 9: Separación Magnética

V Parte: ESPESAMIENTO

Practica 10: Calculo de las dimensiones de un espesador

Practica 11: Método de análisis de pipeta de múltiples profundidades.

REQUISITOS:

Para cursar esta materia el alumno deberá haber aprobado la asignatura: Procesos Metalúrgicos.

HORAS DE CONTACTO:

La asignatura tiene una sesión de teoría semanal y una sesión de práctica de laboratorio de dos horas semanales.

PROGRAMACION CRONOLOGICA:

El tiempo destinado a esta asignatura (ver temario) se distribuirá así:

Clase introductoria: Una hora de teoría

I PARTE:

| | | | | |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

Practica 1: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio

Practica 2: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio

Practica 3: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio.

II Parte:

Practica 4: Dos horas de teoría, cuatro horas de practicas de laboratorio

III Parte:

Practica 5: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio

IV Parte:

Practica 6: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio

Practica 7: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio

Practica 8: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio

Practica 9: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio.

V Parte:

Practica 10: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio

Practica 11: Una hora de teoría, dos horas de practicas de laboratorio.

Para un total de trece (13) horas de teoría y veinticuatro (24) horas de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA:

- Chacòn Luis. "Guia Del Laboratorio de Metalurgia Extractiva"
- Pelaez Eduardo. "Guía de Preparación y Concentración de Minerales", 4 volúmenes, Escuela de Geología, minas y geofísica de la UCV., Caracas 1980.

| | | | | |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES
DEPARTAMENTO DE METALURGIA QUIMICA



| | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ASIGNATURA: LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA | | | | TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA | | | |
| CODIGO: 6414 | UNIDADES: 2 | | | REQUISITOS: 6421 | | | |
| HORAS/SEMANA: 3 | TEORÍA: 1 | PRÁCTICA: | LABORATORIO: 2 | SEMINARIO: | TRABAJO SUPERVISADO: | HORAS TOTALES DE ESTUDIO: | SEMESTRE: SEXTO |

- TAGGART A.E. "Elementos de Preparación de Minerales", Editorial Interciencia, Madrid 1966.
- BLAZY PIERRE, "Beneficio de los Minerales", Colección Rocas y Minerales, Madrid.
- BLAN E.C. "Tecnología de los Aparatos de Fragmentación y Clasificación Dimensional", Colección Rocas y Minerales, Madrid.
- GAUDIN A.M. "**Principales** of mineral dressing", editorial McGraw Hill, New Cork 1939.

| | | | | |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|
| APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: | APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: | DESDE: | VIGENCIA HASTA: | HOJA / |
|--|---|---------------|------------------------|---------------|