

Máster Oficial en Ingeniería de Minas

Guía docente

Curso 2017-18

| DATOS DE LA ASIGNATURA | | | | |
|--|-------------------------|--|---------------------------|----------------------------|
| Nombre | | | | |
| PROCESOS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES | | | | |
| Denominación en Inglés | | | | |
| PROCESSES AND PLANTS FOR THE TREATMENT OF MINERALS AND INDUSTRIAL ROCKS | | | | |
| Código | | Carácter | | |
| 1170307 | | OBLIGATORIO | | |
| Horas | | | | |
| | Totales | Presenciales | No presenciales | |
| Trabajo estimado | 100 | 30 | 70 | |
| Créditos: 4 | | | | |
| Grupo grande | Grupos reducidos | | | |
| | Aula estándar | Laboratorio | Prácticas de campo | Aula de informática |
| 3 | | 1 | 0 | 0 |
| Departamento/s | | Área/s de Conocimiento | | |
| Ingeniería Mecánica y Minera (UJA) Mecánica (UCO) Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la Construcción (UHU) | | Explotación de Minas Explotación de Minas Prospección e Investigación Minera | | |
| Curso | | Cuatrimestre | | |
| 1º | | 1º | | |

| DATOS DEL PROFESORADO | | | |
|--|--|-----------|----------|
| Nombre | E-Mail | Teléfono | Despacho |
| Julián Martínez López (Imparte y Coordina UJA) | jmartine@ujaen.es | 953648528 | D-006 |
| Francisco Agrela Sainz (Responsable UCO) | fagrela@uco.es | 957213067 | |
| José Luis Hernando Fernández (Responsable UCO) | Me2hefej@uco.es | 663212042 | |
| Fulgencio Prat Hurtado (Responsable UHU) | prat@dimme.uhu.es | 959217602 | |

| DATOS ESPECIFICOS DE LA ASIGNATURA |
|---|
| 1. Descripción de contenidos |
| 1.1. Breve descripción (en castellano): En la asignatura se ampliarán conocimientos adquiridos en el grado sobre los métodos y procesos de concentración de minerales y rocas industriales, tales como los gravimétricos, eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, la flotación y la hidrometalurgia. |
| 1.2. Breve descripción (en inglés): In the subject will be expanded the knowledge acquired in the degree on methods and processes of concentration of minerals and industrial rocks, such as gravimetric, electrical, magnetic and electromagnetic, flotation and hydrometallurgy. |

| |
|---|
| 2. Situación de la asignatura |
| 2.1. Contexto dentro de la titulación: |
| Se imparte en el primer cuatrimestre del primer año de la titulación. Los conocimientos adquiridos será útiles para otras asignaturas específicas de la titulación que se imparten en cuatrimestres posteriores. |
| 2.2. Recomendaciones: |
| Los alumnos tienen que tener una base de conocimientos adquiridos en el grado de tecnología mineralúrgica. |
| 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje): |
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los principios teóricos/prácticos de los diferentes métodos de concentración de minerales. • Conocer los principios teóricos/prácticos de los métodos de tratamiento de las rocas industriales. • Conocer los diferentes equipos que se utilizan en la concentración de minerales y rocas. • Resolver problemas numéricos y prácticos. |

| |
|---|
| 4. Competencias a adquirir por los estudiantes |
| 4.1. Competencias específicas: |
| <p>CE10: Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.</p> <p>CE13: Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de tratamientos de recursos minerales, plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción, incluyendo materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.</p> |
| 4.2. Competencias básicas, generales o transversales: |
| <p><u>Competencias Básicas</u></p> <p>CB1: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.</p> <p>CB4: Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados de un modo claro y sin ambigüedades.</p> <p><u>Competencias Generales</u></p> <p>CG02: Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.</p> <p>CG10: Conocer y manejar la legislación aplicable al sector, conocer el entorno social y empresarial y saber relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de</p> |

los aspectos de su labor profesional.

Competencias Transversales

CT3: Gestionar la información y el conocimiento.

CT6: Sensibilización en temas medioambientales

5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa
- Sesiones de Resolución de Problemas
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas
- Actividades de Evaluación y Autoevaluación
- Trabajo individual/autónomo del estudiante

5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o aulas de Informática en Grupos Reducidos
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Evaluaciones y Exámenes.
- Tutorías individuales y colectivas.

5.3. Desarrollo y justificación:

Actividades formativas:

La asignatura consta de una parte teórica, otra parte práctica de resolución de problemas y prácticas de laboratorio.

Las sesiones de teoría y las sesiones de prácticas para la resolución de problemas se impartirán en el aula, mediante clase magistral, utilizando la pizarra, cañón de proyección, videos, etc.

Las prácticas en el laboratorio requieren la presencia del alumno en los laboratorios de los centros. Se intentarán coordinar desde cada centro, pero dado que cada Escuela dispone de un equipamiento que no siempre es mismo, puede ser que la coordinación no sea posible en alguna de las prácticas. En estos casos, se tiene previsto la realización de dichas prácticas concentradas en una o dos jornadas intensivas de trabajo en el laboratorio del Campus de Linares (UJA).

Las actividades académicamente dirigidas tendrán lugar en el aula o el seminario del departamento.

La evaluación se realizará en el aula asignada por el centro, mediante un examen teórico y práctico de problemas de tres horas de duración. El examen constará de 5 preguntas de teoría

y seguidamente se resolverán los problemas.

Metodología docente:

Las clases magistrales de teoría serán impartidas por el profesor en el aula TIC del centro, mediante videoconferencia para los alumnos que se encuentran en las Escuelas de Huelva y Belmez. Las clases serán participativas animando al alumno al debate y resolución de las dudas de forma colectiva.

Como se ha indicado las prácticas de laboratorio se realizarán en presencia del profesor encargado de la asignatura. En ellas se trabajará con los equipos disponibles simulando operaciones y procesos para la concentración de minerales y rocas industriales. Los alumnos tienen que realizar un dossier individual de cada práctica donde se explique el fundamento teórico de la misma, se realicen croquis y esquemas de los equipos, resultados obtenidos, etc.

La resolución de problemas se realizará en el aula, donde los alumnos los resolverán de forma individual y posteriormente se discutirán de forma colectiva.

El examen final tendrá una duración total de tres horas, donde se realizará una parte teórica y otra de problemas.

6. Temario desarrollado:

PROGRAMA DE TEORÍA

FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES.

FUNDAMENTOS DE LA CONCENTRACIÓN: Introducción a los procesos de concentración. Propiedades físicas y químicas empleadas. Introducción a los distintos procesos empleados en la concentración de minerales: Procesos por gravedad, magnéticos, conductividad, flotación, otros.

DIAGRAMAS DE FLUJO: Flow Sheet de una planta de concentración mineral: Por gravimetría, por medio denso. Flow Sheet de una planta de lavado de caolines: Caolines cerámicos para porcelana, cerámica sanitaria y carga de papel.

BLOQUE I: CONCENTRACIÓN POR GRAVEDAD

Tema 1: CLASIFICACIÓN POR SEDIMENTACIÓN O CLASIFICACIÓN INDIRECTA. Resistencia ofrecida por un fluido al desplazamiento de un sólido. Velocidad límite de caída. Sedimentación libre y sedimentación obstaculizada. La razón de sedimentación. Aceleración diferencial. Caída libre de granos en líquidos en reposo. Fórmula de Rittinger. Isodromía. Caída en corriente ascensional.

Tema 2: CLASIFICADORES HIDRÁULICOS: Clasificadores hidráulicos de corriente horizontal: Propiamente isodrómicos. Clasificadores isodrómicos con medios mecánicos. Clasificadores hidráulicos de corriente vertical.

Tema 3: CLASIFICADORES NEUMÁTICOS: Conceptos generales de la clasificación neumática. Clasificación sin corriente de aire. Clasificadores con corriente de aire. Clasificadores centrífugos, ciclones neumáticos.

Tema 4: HIDROCICLONES: Estudio dinámico del ciclón. Características de los hidrociclones, parámetros de control. Funciones del hidrociclón. Diferentes instalaciones de hidrociclones. Utilización en construcción de balsas mineras. Recuperación de bentonitas en la ejecución de pantallas con hidrofresa. Centrífugas.

Tema 5: CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA: Aceleración diferencial. Fases de la clasificación. El método inglés, sin clasificación previa. Cribas hidráulicas o jigs. Cribas con lecho o cama filtrante de tamiz móvil (tipo Hancock). Cribas de tamiz fijo (Hartz y Denver). Jigs neumáticos

(carbón). Lavadero gravimétrico del Cobre (Linares).

Tema 6: CONCENTRACIÓN POR MESAS DE SACUDIDAS:

Principio fundamental de las mesas concentradoras. Mesas con impulsos mecánicos alternativos.

Tema 7: CONCENTRACIÓN POR MEDIOS DENSOS: Principio de concentración por Medios densos. Etapas en un proceso de medios densos: Preparación del mineral y mezcla con el medio, preparación y recuperación del medio, control de la densidad y separación de los productos en hundidos y flotados. Diagramas de flujo. Separadores estáticos. Separadores dinámicos.

BLOQUE II: SEPARACIÓN EN CAMPO MAGNÉTICO

Tema 8: PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA SEPARACIÓN MAGNÉTICA: Principio fundamental. Clasificación de los sólidos y de las sustancias minerales en función de sus propiedades magnéticas. Sistemas de generación del campo magnético.

Tema 9: SEPARADORES MAGNÉTICOS: Clasificación de los métodos: Según el medio (en seco ó en húmedo), según la intensidad (de baja intensidad y de alta intensidad).

BLOQUE III: SEPARACIÓN EN CAMPO ELÉCTRICO

Tema 10: CONCENTRACIÓN ELECTROSTÁTICA: Principio fundamental. Separadores electrostáticos de placa y de criba. Diagrama de flujo de planta de tratamiento de arenas de playa.

BLOQUE IV: CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN

Tema 11: FUNDAMENTOS DE LA FLOTACIÓN: Principio de la concentración por flotación; interfases Líquido-gas, sólido-gas y sólido-líquido. Minerales hidrófilos, hidrófobos y aerófilos. Factores a tener en cuenta en la flotación.

Tema 12: REACTIVOS EN FLOTACIÓN: Espumantes. Colectores. Reguladores o modificadores.

Tema 13: MÁQUINAS DE FLOTACIÓN: Principios generales de las celdas de flotación. Clasificación de las celdas o máquinas de flotación, máquinas sin agitación (flotación en superficie), con agitación mecánica subaereadas y neumáticas. Parámetros de selección de una celda de flotación. Diferentes tanques y mecanismos. Las columnas de flotación.

Tema 14: FLOTACIÓN SIMPLE Y SELECTIVA: Flotación simple, un sólo mineral. Flotación selectiva o diferencial. Diagramas de flujo de una flotación simple y selectiva de minerales sulfurados.

BLOQUE V: CONCENTRACIÓN POR PROCESOS QUÍMICOS Y ELECTROQUÍMICOS

Tema 15: HIDROMETALURGIA: Tostación de minerales: tostación oxidante, reductora, sulfatante y clorurante. Hidrometalurgia de los metales preciosos. Hidrometalurgia del cobre.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

- 1ª) Problemas de pulpas. % en sólidos de una pulpa.
- 2ª) Determinación de la densidad de un sólido con el picnómetro.
- 3ª) Determinación de la densidad de una pulpa con la báscula de pulpas.
- 4ª) Preparación del todo uno. Trituración primaria (machacadora de mandíbulas) y secundaria (cono Simons).
- 5ª) Clasificación volumétrica. Criba vibrante.
- 6ª) Clasificación gravimétrica. Jig hidráulico.
- 7ª) Molienda. Molinos de bolas: Carcasa cerrada. Cerámico. Bicónico Hardinge. Molino de martillos.
- 8ª) Clasificador hidráulico tipo Akins.
- 9ª) Espiral de clasificación.
- 10ª) Clasificadores centrífugos. Hidrociclones.
- 11ª) Mesas concentradoras. Mesa Wilfley.
- 12ª) Clasificador electromagnético de alta intensidad.
- 13ª) Transporte hidráulico de pulpas. Cálculo de bombas.
- 14ª) Flotación. Cálculo de celdas de un lavadero.

15ª) Flotación. Práctica de flotación de sulfuro de plomo (galena). Reactivos. Práctica de flotación de carbón. Reactivos utilizados.

7. Bibliografía

7.1. Bibliografía básica:

- “El beneficio de los minerales: (manual de mineralurgia)”. Blazy, Pierre. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, D.L. 1977
- “Equipos de trituración, molienda y clasificación: tecnología, diseño y aplicación”. Fueyo Casado, Luis. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, 1999
- “Manual de áridos: prospección, explotación y aplicaciones”. López Jimeno, C. et al. Editorial: Madrid: E.T.S. Ingenieros de Minas: LOEMCO, 2003
- “Mineral processing design and operation: an introduction”. Gupta, A. (Ashok). Editorial: Amsterdam, Boston: Elsevier, 2006.

7.2. Bibliografía complementaria:

- “Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas”. Editorial: Madrid: Comité Nacional Español de Grandes Presas, 2010
- “Tecnología de los aparatos de fragmentación y de clasificación dimensional: (machacadoras, trituradoras...)”. Blanc, Edmond C. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, D.L. 1975
- “Crushing and screening”. Rothery, K. Editorial: Nottingham : The Institute of Quarrying, 2007
- “Sand and gravel production”. Littler, A. Editorial: Nottingham: Institute of Quarrying, 2007
- “Instalaciones de trituración y molienda: preparación mecánica de sustancias minerales”. Naske, Carl. Editorial: Barcelona: Calpe, 1922
- “Diseño de plantas de proceso de minerales”. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, 1982-1985
- “Mineral processing technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral”. Wills, Barry A. Editorial: Oxford [etc.]: Butterworth-Heinemann, 2003
- “Mineral processing technology [Recurso electrónico]: an introduction to the practical aspects of or”. Wills, B. A. (Barry Alan). Editorial: Oxford ; Boston : Butterworth-Heinemann, 2006
- “Innovaciones y avances en el sector de las rocas y minerales industriales”. Regueiro y González-Barros, M. Editorial: Madrid: Colegio Ofgicial de Geólogos de España, 1997
- “Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros”. Ayala Carcedo, F. J. Editorial: Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 1986
- “Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en Minería”. Editorial: Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, D.L. 1989

8. Sistemas y criterios de evaluación.

8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Entrega del dossier de prácticas y defensa.
- Exámenes de Prácticas
- Seguimiento Individual del Estudiante

8.2. Criterios de evaluación y calificación:

El examen de teoría será de preguntas de desarrollo, donde el alumno de explicar de forma clara y bien estructurada las preguntas, realizando esquemas y croquis de los equipos.

Los problemas que se planten han de ser resueltos correctamente.

Tanto la parte teórica como la práctica han de ser superadas independientemente, valorándose de 1 a 10.

El peso del examen teórico y práctico oscilará entre el 40/70% de la nota final.

Los alumnos realizarán las prácticas de laboratorio que serán valoradas mediante evaluación continua. Tienen que entregar un dossier de prácticas individual donde se explique el fundamento teórico de la práctica, se realicen los esquemas de los equipos utilizados y los resultados obtenidos, otorgándose a este informe un peso entre 25/40% de la nota final. A criterio del profesor, alguno estos trabajos escritos se defenderán de forma oral.

Se realizará un seguimiento individual de cada estudiante que tendrá un peso de hasta 10% de la nota final, para ello el alumno deberá tener una actitud proactiva en las clases de teoría y problemas y entregar en plazo los informes de prácticas.