



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Concentración de Minerales

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Asignatura          | Concentración de Minerales                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Código              | V09M148V01101                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Titulación          | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descriptores        | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                     | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua Impartición  | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Departamento        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Coordinador/a       | Rivas Brea, María Teresa                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Profesorado         | Rivas Brea, María Teresa                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Correo-e            | trivas@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Web                 | <a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Descripción general | En esta materia se imparten contenidos teóricos y prácticos para que el alumnado adquiriera las habilidades necesarias para identificar los procesos y equipamientos de fragmentación, molienda y concentración adecuados a cada tipo de mena, en función de sus propiedades mineralógicas y físicas. |            |       |              |

## Resultados de Formación y Aprendizaje

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| A2     | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                      |
| C10    | 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.                                                                            |
| C14    | Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción.                                                                                                                                                              |
| D12    | Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados. |

## Resultados previstos en la materia

| Resultados previstos en la materia                                                                                                                                                                                                                      | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas.                                                                                                                                                                | C10<br>C14                            |
| Incluye adquirir la capacidad de tener en cuenta todos los condicionantes ambientales y de seguridad y salud en el proceso de diseño de la planta mineralúrgica, teniendo en cuenta la normativa ambiental específica para justificar dicho diseño.     | D12                                   |
| Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación.                                                                                                                                   | A2<br>C10<br>C14<br>D12               |
| Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero.                                                                                                                                                           | C10<br>C14                            |
| Incluye adquirir la capacidad de tener en cuenta todos los condicionantes ambientales y de seguridad y salud en el proceso de selección del proceso mineralúrgico y saber referirse a la normativa ambiental específica para justificar dicha elección. |                                       |
| Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.                                                                                                                                     | C10<br>C14                            |

**Contenidos**

| Tema                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UNIDAD DIDÁCTICA 1: Introducción a la mineralurgia y su tecnología | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustancias minerales, minerales metálicos y no metálicos</li> <li>- Métodos de procesamiento mineral</li> <li>- Costes del procesamiento mineral</li> <li>- Diagramas de flujo</li> <li>- Eficiencia de las operaciones de procesamiento mineral: liberación (fragmentación) y concentración (enriquecimiento).</li> <li>- Introducción a las tecnologías de liberación y enriquecimiento: reducción del tamaño, clasificación, concentración, flotación, separación magnética y electrostática..</li> </ul>                                                                     |
| UNIDAD DIDÁCTICA 2. Reducción de tamaño.                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragmentación de los sólidos y su finalidad</li> <li>- Teoría de la fragmentación</li> <li>- Leyes energéticas</li> <li>- Tipos de fragmentación y etapas</li> <li>- Fragmentación por compresión: machacadoras de mandíbulas, giratorias y conos.</li> <li>- Fragmentación por percusión: molinos de martillos y mixtos</li> <li>- Fragmentación por procesos mixtos: barras, bolas y autógenos</li> <li>- Casos prácticos de circuitos de cálculo de balance de masas en circuitos con machacadoras y molinos.</li> </ul>                                                      |
| UNIDAD DIDÁCTICA 3. Control de Tamaño y Clasificación              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación directa: cribado. Factores, rendimiento y eficacia y equipos de cribado.</li> <li>- Clasificación indirecta: fundamentos, tipos de asentamiento, tipos de clasificadores , eficacia y rendimiento.</li> <li>- Casos prácticos de cálculo de balance de masas de circuitos con clasificadoras en seco, en húmedo y trabajando con pulpas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |
| UNIDAD DIDÁCTICA 4. Concentración gravimétrica                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concentración gravimétrica en agua. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulsadores JIG</li> <li>- Mesas de sacudidas</li> <li>- Espirales Humphreys</li> <li>- Canales de puntas</li> <li>- Conos Reichert</li> <li>- Concentradores de centrífuga</li> <li>- Concentrador Mozley</li> </ul> </li> <li>2. Concentración gravimétrica en medio denso (DMS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios</li> <li>- Líquidos de separación</li> <li>- Equipos separadores de gravedad</li> <li>- Equipos separadores centrífugos</li> </ul> </li> </ol> <p>Página</p> |
| UNIDAD DIDÁCTICA 5. Separación magnética.                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios del método</li> <li>- Equipos de separación</li> <li>- Purificación</li> <li>- Concentración</li> <li>- Vía húmeda</li> <li>- Vía seca</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| UNIDAD DIDÁCTICA 6. Separación electrostática.                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios del método</li> <li>- Equipos de separación</li> <li>- Electrodinámicos lo de alta tensión</li> <li>- Electrostáticos</li> <li>- Tipo rotor</li> <li>- Tipo placa</li> <li>- De placa</li> <li>- De malla</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| UNIDAD DIDÁCTICA 7: Flotación                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios del método</li> <li>- Tipos</li> <li>- Reactivos de flotación</li> <li>- Equipos</li> <li>- Variables en la flotación</li> <li>- Flotación selectiva</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Prácticas de laboratorio          | 6              | 20                   | 26            |
| Resolución de problemas           | 22             | 35                   | 57            |
| Lección magistral                 | 20             | 20                   | 40            |
| Examen de preguntas de desarrollo | 1.5            | 13                   | 14.5          |
| Estudio de casos                  | 0.5            | 12                   | 12.5          |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio | <p>Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio.</p> <p>Las prácticas están concebidas de manera que el alumnado tenga que aplicar los conocimientos teóricos para enriquecer en laboratorio una muestra natural de diferentes menas. En el desarrollo de la práctica deberá tomar decisiones sobre los procesos a aplicar teniendo en cuenta aspectos económicos y medioambientales que condicionan la sostenibilidad de una explotación y el progreso científico de la técnica.</p> |
| Resolución de problemas  | <p>Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la materia. El alumnado debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la aplicación de rutinas, fórmulas o algoritmos y la interpretación de los resultados.</p> <p>Se utiliza como complemento de la lección magistral.</p> <p>Se trabajan de manera transversal aspectos medioambientales como criterio a tener en cuenta en la valoración de la idoneidad de los procesos mineralúrgicos económicamente más interesantes.</p>                                                                                           |
| Lección magistral        | <p>Exposición por parte del profesorado de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiantado.</p> <p>Como recursos docentes complementarios, se proyectarán videos sobre aplicaciones prácticas específicas. Con el propósito de fomentar la igualdad de género y trasladar referentes femeninos, se utilizarán videos protagonizados por mujeres que describen actividades relacionadas con los contenidos de la materia.</p>                                                                                    |

## Atención personalizada

| Metodologías             | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral        | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de MooVi). |
| Prácticas de laboratorio | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con las prácticas, tanto de forma presencial (directamente en el aula y en horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de MooVi).                                                                                                                                                  |
| Resolución de problemas  | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de MooVi). |

## Evaluación

| Descripción | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|-------------|--------------|---------------------------------------|
|-------------|--------------|---------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------|
| Prácticas de laboratorio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | En la evaluación se tendrá en cuenta la asistencia a las prácticas de laboratorio y el aprovechamiento de las mismas, a través de la entrega de un boletín de la experiencia y la corrección del mismo. La nota de esa metodología será como máximo de 1 punto sobre 10. | 10 | C10<br>C14        |
| <p>Evalúa los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero.</li> <li>- Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.</li> <li>- Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación.</li> </ul>                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                   |
| Resolución de problemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Al largo del curso, el alumnado deberá resolver un BOLETÍN DE PROBLEMAS, los cuales se trabajan previamente en el aula, que será evaluado hasta un máximo de 2 puntos sobre 10 de la nota global.                                                                        | 20 | C10 D12<br>C14    |
| <p>Evalúa los resultados de aprendizaje: 1) Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación; 2) Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas; 3) Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación.</p>                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                   |
| Lección magistral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Los contenidos teóricos impartidos en el aula durante el curso son evaluados mediante cuestionarios tipo test y mediante la resolución de casos prácticos. La puntuación máxima que puede alcanzarse es un 2 sobre 10.                                                   | 20 | C10 D12<br>C14    |
| <p>Evalúa la adquisición del conocimiento sobre los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero y las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.</p>                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                   |
| Examen de preguntas de desarrollo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | La destreza en la resolución de problemas de carácter práctico (dimensionamiento de equipos, cálculos de recuperación y leyes en procesos de clasificación y de separación) se evalúa mediante una prueba escrita que tiene un peso de 3 puntos sobre 10.                | 30 | A2 C10 D12<br>C14 |
| <p>Evalúa los siguientes resultados de aprendizaje: 1) Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero; 2) Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos; 3) Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación. 4) Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                   |
| Estudio de casos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | La destreza en el cálculo de ratios y en el razonamiento de los resultados obtenidos a partir de diferentes supuestos o casos de estudio se evalúa mediante una prueba objetiva que tiene un peso en la evaluación final de 2 sobre 10.                                  | 20 | A2 C10 D12<br>C14 |
| <p>Se evalúan los resultados de aprendizaje 3) Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación y 4) Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas.</p>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                   |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

#### Evaluación continua (EC), primera convocatoria.

En esta modalidad, las actividades a realizar son:

1. evaluación de los contenidos de lección magistral a través de cuestionarios tipo test realizados durante todo el cuatrimestre (2 puntos). Para que esta actividad compute en la evaluación, se debe obtener al menos 1.2 puntos sobre 2.
2. entrega de boletín de problemas según lo trabajado en aula durante todo el cuatrimestre (2 puntos). Para que esta actividad compute en la evaluación, se debe obtener al menos 1.2 puntos sobre 2.
3. asistencia a prácticas de laboratorio (fijadas en calendario) con entrega de ejercicio resuelto (1 punto).
4. resolución de ejercicio práctico a partir de un caso de estudio (estudio de casos), sobre cálculo de ratios (2 puntos).

5. resolución de ejercicios de dimensionamiento de equipos, cálculo de rendimientos en procesos de clasificación y de concentración (examen de preguntas de desarrollo) (3 puntos).

La actividad 5 se realiza en la fecha oficial de evaluación ordinaria.

### **Evaluación continua (EC), segunda oportunidad**

Se lleva a cabo en los mismos términos que la EC en primera oportunidad, salvo lo que respecta a:

- Prácticas de laboratorio. Al tratarse de sesiones fijadas en calendario, no es posible repetirlas. Si no se asiste (sin presentar justificación) en las fechas de realización oficiales se ofrece la posibilidad de entregar igualmente el ejercicio realizado, pero la no asistencia (sin justificación) penaliza la nota de esta actividad en 0,5 puntos.
- Cuestionarios tipo test y boletín de problemas: si no se alcanza la nota mínima de 1,2 puntos en alguna de estas dos actividades, se ofrece la oportunidad de repetir las entregas para superar la nota mínima.
- El ejercicio práctico (estudio de casos) sobre cálculo de cocientes (2 puntos) se podrá entregar previamente a la fecha oficial de examen en segunda oportunidad o ser evaluada en dicha fecha oficial junto con el examen de preguntas de desarrollo.

### **Evaluación global (EG), primera y segunda oportunidades:**

El alumnado puede renunciar a la evaluación continua, lo que deberá comunicar cuanto antes al profesorado respetando los plazos indicados en la normativa vigente. Si se renuncia a la EC, el alumnado será evaluado en la fecha oficial de evaluación mediante una prueba escrita que cubra todos los contenidos de la asignatura.

Las fechas y los lugares del examen se pueden consultar en la página web del centro: <http://minasyenergia.uvigo.es/gl/docencia/exames>

---

#### **Fuentes de información**

##### **Bibliografía Básica**

WILLS, B.A., **Mineral Processing Technology.**, 8, Kidlington, Oxford : Butterworth-Heinemann, cop. 2, 2016

Blazy, Pierre, **El beneficio de los minerales : (manual de mineralurgia)**, Madrid : Rocas y Minerales, D.L., 1977

LUIS FUEYO, **EQUIPOS DE TRITURACION, MOLIENDA Y CLASIFICACION: TECNOLOGIA, DISEÑO Y APLICACION** , 2, ROCAS Y MINERALES, 1999

Kelly, Errol G.; Spottiswood, David J., **Introduction to mineral processing** , [New York] : [s.n.], cop. ISBN 0-471-03379-0, 1989

Mular, Andrew L.; Bhappu, Roshan B (ed. lit.), **Diseño de plantas de proceso de minerales**, 2, Madrid : Rocas y Minerales, D.L., 1982

Mular, Andrew L., Halbe, Doug N.; Barratt, Derek J. (ed. lit.), **Mineral processing plant design, practice, and control proceedings** , Littleton (Colorado) : Society for Mining, Metallurgy, 2002

A. Gupta; D.S. Yan, **Mineral processing design and operation**, 1, Amsterdam ; Boston : Elsevier., 2006

##### **Bibliografía Complementaria**

WOMINARS WIMSPAIN, **VIDEOS SOBRE DIVERSAS TEMÁTICAS RELATADOS POR MUJERES TECNÓLOGAS**,

---

#### **Recomendaciones**