



DATOS IDENTIFICATIVOS

Procesos de recuperación de menas

Asignatura	Procesos de recuperación de menas			
Código	V09G311V01307			
Titulación	Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	Rivas Brea, María Teresa			
Profesorado	Giráldez Pérez, Eduardo Rivas Brea, María Teresa			
Correo-e	trivas@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	En esta materia se imparten contenidos teóricos y prácticos para que el alumnado adquiera 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	
B1	Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Minas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
B2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en el desarrollo, en el ámbito de la ingeniería de minas, que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/306/2009, la prospección e investigación geológica-minera, las explotaciones de todo tipo de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, las obras subterráneas, los almacenamientos subterráneos, las plantas de tratamiento y beneficio, las plantas energéticas, las plantas mineralúrgicas y siderúrgicas, las plantas de materiales para la construcción, las plantas de carboquímica, petroquímica y gas, las plantas de tratamientos de residuos y efluentes y las fábricas de explosivos y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el Medio Ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de las mismas.
B3	Capacidad para diseñar, redactar y planificar proyectos parciales o específicos de las unidades definidas en el apartado anterior, tales como instalaciones mecánicas y eléctricas y con su mantenimiento, redes de transporte de energía, instalaciones de transporte y almacenamiento para materiales sólidos, líquidos o gaseosos, escombreras, balsas o presas, sostenimiento y cimentación, demolición, restauración, voladuras y logística de explosivos.
B4	Capacidad para diseñar, planificar, operar, inspeccionar, firmar y dirigir proyectos, plantas o instalaciones, en su ámbito.
B5	Capacidad para la realización de estudios de ordenación del territorio y de los aspectos medioambientales relacionados con los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito.
B6	Capacidad para el mantenimiento, conservación y explotación de los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito.
B8	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Minas.
C34	Conocer, comprender y utilizar los principios de diseño, operación y mantenimiento de plantas de preparación y tratamiento de minerales, rocas industriales, rocas ornamentales y residuos
C35	Conocer, comprender y utilizar los principios de diseño, operación y mantenimiento de plantas de fabricación de materiales de construcción.
C41	Conocer, comprender y utilizar los principios de ensayos y control de calidad de materiales metálicos y no metálicos, materiales cerámicos y plásticos.
D1	Capacidad de interrelacionar todos los conocimientos adquiridos, interpretándolos como componentes de un cuerpo del saber con una estructura clara y una fuerte coherencia interna.

D2	Capacidad de desarrollar un proyecto completo en cualquier campo de esta ingeniería, combinando de forma adecuada los conocimientos adquiridos, accediendo a las fuentes de información necesarias, realizando las consultas precisas e integrándose en equipos de trabajo interdisciplinar.
D3	Proponer y desarrollar soluciones prácticas, utilizando los conocimientos teóricos, a fenómenos y situaciones-problema de la realidad cotidiana propios de la ingeniería, desarrollando las estrategias adecuadas.
D4	Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.
D5	Conocer las fuentes necesarias para disponer de una actualización permanente y continua de toda la información precisa para desarrollar su labor, accediendo a todas las herramientas, actuales y futuras, de búsqueda de información y adaptándose a los cambios tecnológicos y sociales
D6	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 los aspectos de su labor profesional.
D7	Capacidad para organizar, interpretar, asimilar, elaborar y gestionar toda la información necesaria para desarrollar su labor, manejando las herramientas informáticas, matemáticas, físicas, etc., necesarias para ello.
D8	Concebir la ingeniería en un marco de desarrollo sostenible con sensibilidad hacia temas medioambientales.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Dominar el fundamento teórico y práctico de las diferentes técnicas disponibles para la concentración de menas, conociendo los aspectos clave para la selección, diseño y cálculo de los diferentes sistemas de concentración existentes.	B1	C34	D1
	B2	C35	D2
	B3	C41	D3
	B4		D4
	B5		D5
	B6		D6
	B8		D7
			D8
Reconocer las necesidades de equipamiento y procesos necesarios para acometer el tratamiento de un determinado mineral de mina para la recuperación de una mena específica.	B1	C34	D1
	B2	C35	D2
	B3	C41	D3
	B4		D4
	B5		D5
	B6		D6
	B8		D7
			D8

Contenidos

Tema	
UNIDAD DIDÁCTICA 1: Introducción a la mineralurgia y su tecnología	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos de mineral, mineral de mina, estéril, concentrado, cola, mena y ganga. - Métodos de procesamiento mineral: liberación y concentración. - Costes del procesamiento mineral - Diagramas de flujo - Introducción a las tecnologías de liberación y concentración: fragmentación, molienda, clasificación, concentración. - Cálculo de la eficiencia de las operaciones de concentración de menas: ratios de concentración, de enriquecimiento, rendimiento y eficiencia. - Balance de masas en circuitos de concentración de menas.
UNIDAD DIDÁCTICA 2: Liberación de la mena.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de liberación de la mena - Teoría de la reducción de tamaño y leyes energéticas - Tipos de fragmentación y etapas - Fragmentación por compresión: machacadoras de mandíbulas, giratorias y conos. - Molienda por percusión: molinos de martillos y mixtos - Molienda mixta: barras, bolas y molinos autógenos - Dimensionamiento de equipos de fragmentación; cálculo de balance de masas en circuitos de fragmentación y clasificación.
UNIDAD DIDÁCTICA 3. Control de Tamaño y Clasificación	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación directa mediante cribado. Diseño de equipos, eficiencia y equipos de cribado. - Clasificación indirecta: fundamentos, tipos de asentamiento, tipos de clasificadores, eficacia y rendimiento. - Cálculo de balance de masas de circuitos con clasificadores indirectos.

UNIDAD DIDÁCTICA 4. Concentración gravimétrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concentración gravimétrica en agua. <ul style="list-style-type: none"> - Pulsadores JIG - Mesas de sacudidas - Espirales Humphreys - Canales de puntas - Conos Reichert - Concentradores de centrífuga - Concentrador Mozley 2. Concentración gravimétrica en medio denso (DMS) <ul style="list-style-type: none"> - Principios - Líquidos de separación - Equipos separadores de gravedad - Equipos separadores centrífugos 3. Ejemplos de separación de menas complejas
UNIDAD DIDÁCTICA 5. Separación magnética.	<ul style="list-style-type: none"> - Principios del método - Equipos de separación para purificación y concentración - Equipos de separación en vía húmeda y vía seca - Ejemplos de separación de menas complejas
UNIDAD DIDÁCTICA 6. Separación electrostática	<ul style="list-style-type: none"> - Principios del método - Equipos de separación electrodinámicos lo de alta tensión - Equipos de separación electrostáticos
UNIDAD DIDÁCTICA 7: Flotación	<ul style="list-style-type: none"> - Principios del método - Tipos de flotación - Reactivos de flotación - Equipos - Variables en la flotación - Flotación selectiva - Ejemplos de menas complejas
UNIDAD DIDÁCTICA 8: Introducción a los procesos conjuntos mineralúrgico-metalúrgicos	<p>Influencia de la mineralogía de las menas y de su contexto geológico en los procesos de recuperación.</p> <p>Condicionantes ambientales, sociales y de seguridad y salud, así como códigos de buenas prácticas a tener en cuenta en los procesos minero-metalúrgicos.</p>

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	15	38	53
Resolución de problemas	13	26.5	39.5
Salidas de estudio	6	2	8
Prácticas de laboratorio	8	16	24
Estudio de casos	8	10	18
Examen de preguntas objetivas	1	2	3
Examen de preguntas de desarrollo	1.5	3	4.5

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	<p>Exposición por parte del profesorado de las bases teóricas de la materia objeto de estudio. Como recursos docentes complementarios, se proyectarán videos sobre aplicaciones prácticas específicas.</p> <p>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>
Resolución de problemas	<p>Actividad en la que se formulan problemas y ejercicios de carácter práctico relacionados con la materia. El alumnado debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la aplicación de rutinas y expresiones así como interpretar los resultados. 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 los procesos mineralúrgicos económicamente más interesantes.</p>
Salidas de estudio	<p>Actividades de observación de los conocimientos en un contexto real externo que permitirá contrastar los conocimientos adquiridos en el aula y facilitar su comprensión.</p>

Prácticas de laboratorio	<p>Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas con el fin de adquirir habilidades básicas procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio.</p> <p>Las prácticas están concebidas para que el alumnado aplique los conocimientos teóricos con el objetivo de recuperar en laboratorio las menas que conforman una muestra de mineral real. En el desarrollo de la práctica deberá tomar decisiones sobre los procesos a aplicar teniendo en cuenta el progreso científico de la técnica y aspectos económicos y medioambientales que condicionan la sostenibilidad del proceso de recuperación.</p>
Estudio de casos	<p>Análisis de casos reales de recuperación de menas con la finalidad de definir el proceso de concentración más adecuado desde el punto de vista mineralúrgico y más eficiente económica y medioambientalmente, considerando factores como el valor del mineral y los gastos energéticos, los gastos derivados del procesado del concentrado y los generados por la gestión de residuos.</p> <p>Los estudios de casos complementan las prácticas de laboratorio y las clases teóricas (aula magistral)</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).
Resolución de problemas	Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con la comprensión de los problemas y su resolución, 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).
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).
Estudio de casos	Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con la contextualización de los casos de estudio, 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).
Pruebas	Descripción
Examen de preguntas objetivas	Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado que puedan surgir durante la resolución de los cuestionarios de evaluación de la parte teórica (lección magistral) que se desarrollan durante el curso como evaluación continua. Estas dudas se resolverán tanto de forma presencial (directamente en el aula y en horarios de tutorías de despacho) como de forma no presencial (a través del correo electrónico o de MooVi).

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Lección magistral	<p>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.</p> <p>Se evalúan los siguientes resultados previstos en la materia: 1) Dominar el fundamento teórico y práctico de las diferentes técnicas disponibles para la concentración de menas, conociendo los aspectos clave para la selección, diseño y cálculo de los diferentes sistemas de concentración existentes. 2) Reconocer las necesidades de equipamiento y procesos necesarios para acometer el tratamiento de un determinado mineral de mina para la recuperación de una mena específica.</p>	20	B1 C34 D1 B2 C35 D2 B3 C41 D3 B4 D7 B5 D8 B6 B8
Resolución de problemas	<p>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.</p> <p>Se evalúan los dos resultados previstos en la materia previstos: 1) Reconocer las necesidades de equipamiento y procesos necesarios para acometer el tratamiento de un determinado mineral de mina para la recuperación de una mena específica y 2) Dominar el fundamento teórico y práctico de las diferentes técnicas disponibles para la concentración de menas, conociendo los aspectos clave para la selección, diseño y cálculo de los diferentes sistemas de concentración existentes.</p>	20	B1 C34 D1 B2 C35 D3 B3 C41 D6 B4 D7 B6

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. Se evalúa el resultado previstos en la materia: 1) Reconocer las necesidades de equipamiento y procesos necesarios para acometer el tratamiento de un determinado mineral de mina para la recuperación de una mena específica.	10	B1 B2 C41	C34 C35 D4	D1 D3 D4 D5 D7 D8
Examen de preguntas objetivas	La destreza en el cálculo de ratios y en el razonamiento de los resultados obtenidos bajo diferentes supuestos, aspectos que se trabajan en las sesiones de prácticas, en los casos de estudio en aula y en los ejemplos de las salidas de estudio, se evalúan mediante una prueba objetiva que tiene un peso en la evaluación final de 2 sobre 10. Se evalúa el resultado previstos en la materia: 2) Dominar el fundamento teórico y práctico de las diferentes técnicas disponibles para la concentración de menas, conociendo los aspectos clave para la selección, diseño y cálculo de los diferentes sistemas de concentración existentes.	20	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B8	C34 C35 C41	D1 D2 D3 D6 D8
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. Se evalúan los dos resultados previstos en la materia: 1) Reconocer las necesidades de equipamiento y procesos necesarios para acometer el tratamiento de un determinado mineral de mina para la recuperación de una mena específica y 2) Dominar el fundamento teórico y práctico de las diferentes técnicas disponibles para la concentración de menas, conociendo los aspectos clave para la selección, diseño y cálculo de los diferentes sistemas de concentración existentes.	30	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B8	C34 C35 C41	D1 D2 D3 D6 D7

Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación continua (EC), primera oportunidad

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 (prueba objetiva) 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).

Las actividades 5 se realizan en la fecha oficial que establece el centro para la primera oportunidad.

Evaluación continua (EC), segunda oportunidad

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

- a) Prácticas de laboratorio. Al tratarse de sesiones fijadas en calendario, no es posible repetirlas. Si no se asiste en las fechas 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.
- b) 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.

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: AN INTRODUCTION TO THE PRACTICAL ASPECTS OF ORE TREATMENT AND MINERAL RECOVERY**, 8, Pergamon Press, 2015

Blazier, P., **El beneficio de los minerales**, 1, Madrid: Rocas y Minerales, 1977

Fueyo, L., **Equipos de trituración, molienda y clasificación: tecnología, diseño y aplicación.**, 2, Rocas y Minerales, 1999

Kelly E.G.; Spottiswood D.J., **Introduction to mineral processing**, 1, Willey (New York), 1982

Gupta A., **Mineral Processing Design and Operations**, <https://doi.org/10.1016/C2014-0-01236-1>, Elsevier, 2016

Bibliografía Complementaria

Mular A.L.; Bhappu, R.B., **Diseño de plantas de proceso de minerales**, 1, Madrid: Rocas y Minerales, 1982

Mular, A.L.; Halbe D.N.; Barratt D.J., **Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control: Proceedings, Volumen 1**, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2002

WIMSPAIN, **WOMINARS vídeos sobre diversas temáticas relacionadas con la materia y protagonizadas por mujeres tecnólogas**, <https://wimspain.com/wominars/>,

Recomendaciones