



DATOS IDENTIFICATIVOS

Procesos de recuperación de menas

Materia	Procesos de recuperación de menas			
Código	V09G311V01307			
Titulación	Grao en Enxeñaría dos Recursos Mineiros e Enerxéticos			
Descritores	Creditos ECTS 6	Sinale OP	Curso 3	Cuadrimestre 1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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			
Descrición xeral	Nesta materia impártense contidos teóricos e prácticos para que o alumnado adquira as habilidades necesarias para identificar os procesos e equipamentos de fragmentación, moenda e concentración adecuados a cada tipo de mena, en función das súas propiedades mineralóxicas e físicas.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B1	Capacitación científico-técnica para o exercicio da profesión de Enxeñeiro Técnico de Minas e coñecemento das funcións de asesoría, análise, deseño, cálculo, proxecto, construción, mantemento, conservación e explotación.
B2	Comprensión dos múltiples condicionamentos de carácter técnico e legal que se expoñen no desenvolvemento, no ámbito da enxeñaría de minas, que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/306/2009, a prospección e investigación xeolóxica-mineira, as explotacións de todo tipo de recursos xeolóxicos, incluídas as augas subterráneas, as obras subterráneas, os almacenamentos subterráneos, as plantas de tratamento e beneficio, as plantas enerxéticas, as plantas mineralúrxicas e siderúrxicas, as plantas de materiais para a construción, as plantas de carboquímica, petroquímica e gas, as plantas de tratamentos de residuos e efluentes e as fábricas de explosivos e capacidade para empregar métodos contrastados e tecnoloxías acreditadas, coa finalidade de conseguir a maior eficacia dentro do respecto polo Medio Ambiente e a protección da seguridade e saúde dos traballadores e usuarios das mesmas.
B3	Capacidade para deseñar, redactar e planificar proxectos parciais ou específicos das unidades definidas no apartado anterior, tales como instalacións mecánicas e eléctricas e co seu mantemento, redes de transporte de enerxía, instalacións de transporte e almacenamento para materiais sólidos, líquidos ou gaseosos, vertedoiros, balsas ou presas, sostemento e cimentación, demolición, restauración, voaduras e loxística de explosivos.
B4	Capacidade para deseñar, planificar, operar, inspeccionar, asinar e dirixir proxectos, plantas ou instalacións, no seu ámbito.
B5	Capacidade para a realización de estudos de ordenación do territorio e dos aspectos ambientais relacionados cos proxectos, plantas e instalacións, no seu ámbito.
B6	Capacidade para o mantemento, conservación e explotación dos proxectos, plantas e instalacións, no seu ámbito.
B8	Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria no exercicio da profesión de Enxeñeiro Técnico de Minas.
C34	Coñecer, comprender e empregar os principios de deseño, operación e mantemento de plantas de preparación e tratamento de minerais, rocas industriais, rocas ornamentais e residuos
C35	Coñecer, comprender e empregar os principios de deseño, operación e mantemento de plantas de fabricación de materiais de construción.
C41	Coñecer, comprender e empregar os principios de ensaios e control de calidade de materiais metálicos e non metálicos, materiais cerámicos e plásticos.

D1	Capacidade de interrelacionar todos os coñecementos adquiridos, interpretándoos como compoñentes dun corpo do saber cunha estrutura clara e unha forte coherencia interna.
D2	Capacidade de desenvolver un proxecto completo en calquera campo desta enxeñería, combinando de forma adecuada os coñecementos adquiridos, accedendo ás fontes de información necesarias, realizando as consultas precisas e integrándose en equipos de traballo interdisciplinar.
D3	Propoñer e desenvolver solucións prácticas, utilizando os coñecementos teóricos, a fenómenos e situacións-problema da realidade cotiá propios da enxeñería, desenvolvendo as estratexias adecuadas.
D4	Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais.
D5	Coñecer as fontes necesarias para dispoñer dunha actualización permanente e continua de toda a información precisa para desenvolver o seu labor, accedendo a todas as ferramentas, actuais e futuras, de procura de información e adaptándose aos cambios tecnolóxicos e sociais
D6	Coñecer e manexar a lexislación aplicable ao sector, coñecer a contorna social e empresarial e saber relacionarse coa administración competente integrando este coñecemento na elaboración de proxectos de enxeñería e no desenvolvemento de calquera dos aspectos do seu labor profesional.
D7	Capacidade para organizar, interpretar, assimilar, elaborar e xestionar toda a información necesaria para desenvolver o seu labor, manexando as ferramentas informáticas, matemáticas, físicas, etc., necesarias para iso.
D8	Concibir a enxeñería nun marco de desenvolvemento sustentable con sensibilidade cara a temas ambientais.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Dominar o fundamento teórico e práctico das diferentes técnicas dispoñibles para a concentración de menas, coñecendo os aspectos clave para a selección, deseño e cálculo dos diferentes sistemas de concentración existentes.	B1	C34	D1
	B2	C35	D2
	B3	C41	D3
	B4		D4
	B5		D5
	B6		D6
	B8		D7
			D8
Recoñecer as necesidades de equipamento e procesos necesarios para acometer o tratamento dun determinado mineral de mina para a recuperación dunha mena específica.	B1	C34	D1
	B2	C35	D2
	B3	C41	D3
	B4		D4
	B5		D5
	B6		D6
	B8		D7
			D8

Contidos

Tema	
DIDÁCTICA 1: Introducción á mineralurxia e a súa tecnoloxía	- Conceptos de mineral, mineral de mina, estéril, concentrado, cola, mena e ganga. - Métodos de procesamiento mineral: liberación e concentración. - Custos do procesamiento mineral - Diagramas de fluxo - Cálculo da eficiencia das operacións de procesamiento mineral: ratios de concentración, de enriquecemento, rendemento e eficiencia. - Introducción ás tecnoloxías de liberación e concentración: fragmentación, moenda, clasificación, concentración.
UNIDADE DIDÁCTICA 2: Liberación da mena.	-Concepto de liberación da mena - Teoría da redución de tamaño e leis enerxéticas - Tipos de fragmentación e etapas - Fragmentación por compresión: machacadoras de mandíbulas, xiratorias e conos. - Moenda por percusión: muíños de martelos e mixtos - Moenda mixta: barras, bolas e muíños autóxeos - Dimensionamento de equipos de fragmentación; cálculo de balance de masas en circuitos de fragmentación e clasificación.
UNIDADE DIDÁCTICA 3. Control de Tamaño e Clasificación	- Clasificación directa mediante cribado. Deseño de equipos, eficiencia e equipos de cribado. - Clasificación indirecta: fundamentos, tipos de asentamento, tipos de clasificadores, eficacia e rendemento. - Cálculo de balance de masas de circuitos con clasificadores indirectos.

UNIDADE DIDÁCTICA 4. Concentración gravimétrica

1. Concentración gravimétrica en auga.
 - *ulsadores JIG
 - Mesas de sacudidas
 - Espirales Humphreys
 - Canles de puntas
 - Conos Reichert
 - Concentradores de centrífuga
 - Concentrador Mozley
2. Concentración gravimétrica no medio denso (DMS)
 - Principios
 - Líquidos de separación
 - Equipos separadores de gravidade
 - Equipos separadores centrífugos
3. Exemplos de separación de menas complexas

UNIDADE DIDÁCTICA 5. Separación magnética.

- Principios do método
- Equipos de separación para purificación e concentración
- Equipos de separación en vía húmida e vía seca
- Exemplos de separación de menas complexas

UNIDADE DIDÁCTICA 6. Separación electrostática

- Principios do método
- Equipos de separación electrodinámicos o de alta tensión
- Equipos de separación electrostáticos

UNIDADE DIDÁCTICA 7: Flotación

- Principios do método
- Tipos de flotación
- Reactivos de flotación
- Equipos
- Variables na flotación
- Flotación selectiva
- Exemplos de menas complexas

UNIDADE DIDÁCTICA 8: Introducción aos procesos conxuntos mineralúrxico-metalúrxicos

Influencia da mineraloxía das menas e do seu contexto xeolóxico nos procesos de recuperación. Condicionantes ambientais, sociais e de seguridade e saúde, así como códigos de boas prácticas a ter en conta nos procesos mineiro-metalúrxicos.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	15	38	53
Resolución de problemas	13	26.5	39.5
Saídas de estudo	6	2	8
Prácticas de laboratorio	8	16	24
Estudo de casos	8	10	18
Exame de preguntas obxectivas	1	2	3
Exame de preguntas de desenvolvemento	1.5	3	4.5

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado das bases teóricas da materia obxecto de estudo. Como recursos docentes complementarios, proxectaranse vídeos sobre aplicacións de prácticas específicas. Co propósito de fomentar a igualdade de xénero e trasladar referentes femininos, utilizaranse vídeos protagonizados por mulleres que describen actividades relacionadas cos contidos da materia.
Resolución de problemas	Actividade na que se formulan problemas e exercicios de carácter práctico relacionados coa materia. O alumnado debe desenvolver as solucións adecuadas ou correctas mediante a aplicación de rutinas e expresións así como interpretar os resultados. Utilízase como complemento da lección maxistral. Trabállanse de maneira transversal aspectos ambientais como criterio a ter en conta na valoración dos procesos mineralúrxicos economicamente máis interesantes.
Saídas de estudo	Actividades de observación dos coñecementos nun contexto real externo que permitirá contrastar os coñecementos adquiridos na aula e facilitar a súa comprensión.

Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos a situacións concretas co fin de adquirir habilidades básicas procedimentais relacionadas coa materia obxecto de estudo. As prácticas están concibidas para que o alumnado aplique os coñecementos teóricos co obxectivo de recuperar en laboratorio as menas que conforman unha mostra de mineral real. No desenvolvemento da práctica deberá tomar decisións sobre os procesos a aplicar tendo en conta o progreso científico da técnica e aspectos económicos e ambientais que condicionan a sustentabilidade do proceso de recuperación.
Estudo de casos	Análise de casos reais de recuperación de menas coa finalidade de definir o proceso de concentración máis adecuado desde o punto de vista mineralúrxico e máis eficiente económica e medioambientalmente, considerando factores como o valor do mineral e os gastos enerxéticos, os gastos derivados do procesado do concentrado e os xerados pola xestión de residuos. Os estudos de casos complementan as prácticas de laboratorio e as clases teóricas (aula maxistral)

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Atenderanse as necesidades e consultas do alumnado relacionadas co estudo e/ou temas vinculados coa materia, proporcionándolle orientación, apoio e motivación no proceso de aprendizaxe. Esta actividade pode desenvolverse de forma presencial (directamente na aula e nos horarios de tutorías de despacho) ou de forma non presencial (a través do correo electrónico ou de MooVi).
Resolución de problemas	Atenderanse as necesidades e consultas do alumnado relacionadas coa comprensión dos problemas e a súa resolución, tanto de forma presencial (directamente na aula e en horarios de tutorías de despacho) ou de forma non presencial (a través do correo electrónico ou de MooVi).
Prácticas de laboratorio	Atenderanse as necesidades e consultas do alumnado relacionadas coas prácticas, tanto de forma presencial (directamente na aula e en horarios de tutorías de despacho) ou de forma non presencial (a través do correo electrónico ou de MooVi).
Estudo de casos	Atenderanse as necesidades e consultas do alumnado relacionadas coa contextualización dos casos de estudo, tanto de forma presencial (directamente na aula e en horarios de tutorías de despacho) ou de forma non presencial (a través do correo electrónico ou de MooVi).
Probas	Descrición
Exame de preguntas obxectivas	Atenderanse as necesidades e consultas do alumnado que poidan xurdir durante a resolución dos cuestionarios de avaliación da parte teórica (lección maxistral) que se desenvolven durante o curso como avaliación continua. Estas dúbidas resolveranse tanto de forma presencial (directamente na aula e en horarios de tutorías de despacho) como de forma non presencial (a través do correo electrónico ou de MooVi).

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Lección maxistral	Os contidos teóricos impartidos na aula durante o curso son avaliados mediante cuestionarios tipo test e mediante a resolución de casos prácticos. A puntuación máxima que pode alcanzarse é un 2 sobre 10. Avalíanse os seguintes resultados previstos na materia: 1) Dominar o fundamento teórico e práctico das diferentes técnicas dispoñibles para a concentración de menas, coñecendo os aspectos clave para a selección, deseño e cálculo dos diferentes sistemas de concentración existentes. 2) Recoñecer as necesidades de equipamento e procesos necesarios para acometer o tratamento dun determinado mineral de mina para a recuperación dunha mena específica.	20	B1 C34 D1 B2 C35 D2 B3 C41 D3 B4 D7 B5 D8 B6 B8
Resolución de problemas	Ao longo do curso, o alumnado deberá resolver un BOLETÍN DE PROBLEMAS, os cales se traballan previamente na aula, que será avaliado até un máximo de 2 puntos sobre 10 da nota global. Avalíanse os dous resultados previstos na materia: 1) Recoñecer as necesidades de equipamento e procesos necesarios para acometer o tratamento dun determinado mineral de mina para a recuperación dunha mena específica e 2) Dominar o fundamento teórico e práctico das diferentes técnicas dispoñibles para a concentración de menas, coñecendo os aspectos clave para a selección, deseño e cálculo dos diferentes sistemas de concentración existentes.	20	B1 C34 D1 B2 C35 D3 B3 C41 D6 B4 D7 B6

Prácticas de laboratorio	Na avaliación terase en conta a asistencia ás prácticas de laboratorio e o aproveitamento das mesmas, a través da entrega dun boletín da experiencia e a corrección do mesmo. A nota desta metodoloxía será como máximo de 1 punto sobre 10.	10	B1 B2 C41	C34 C35 D4	D1 D3 D5 D7 D8
	Avalíase o resultados previstos na materia 1) Recoñecer as necesidades de equipamento e procesos necesarios para acometer o tratamento dun determinado mineral de mina para a recuperación dunha mena específica.				
Exame de preguntas obxectivas	A destreza no cálculo de ratios e no razoamento dos resultados obtidos baixo diferentes supostos, aspectos que se traballan nas sesións de prácticas, nos casos de estudo en aula e nos exemplos das saídas de estudo, avalíanse mediante unha proba obxectiva que ten un peso na avaliación final de 2 sobre 10.	20	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B8	C34 C35 C41	D1 D2 D3 D6 D8
	Avalíase o resultados previstos na materia 2) Dominar o fundamento teórico e práctico das diferentes técnicas dispoñibles para a concentración de menas, coñecendo os aspectos clave para a selección, deseño e cálculo dos diferentes sistemas de concentración existentes.				
Exame de preguntas de desenvolvemento	A destreza na resolución de problemas de carácter práctico (dimensionamiento de equipos, cálculos de recuperación e leis en procesos de clasificación e de separación) avalíase mediante unha proba escrita que ten un peso de 3 puntos sobre 10.	30	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B8	C34 C35 C41	D1 D2 D3 D6 D7
	Avalíanse os dous resultados previstos na materia: 1) Recoñecer as necesidades de equipamento e procesos necesarios para acometer o tratamento dun determinado mineral de mina para a recuperación dunha mena específica e 2) Dominar o fundamento teórico e práctico das diferentes técnicas dispoñibles para a concentración de menas, coñecendo os aspectos clave para a selección, deseño e cálculo dos diferentes sistemas de concentración existentes.				

Outros comentarios sobre a Avaliación

Avaliación continua (EC), primeira oportunidade

Nesta modalidade, as actividades para realizar son:

1. avaliación dos contidos de **lección maxistral** a través de **cuestionarios tipo test** realizados durante todo o cuadrimestre (2 puntos). Para que esta actividade compute na avaliación, débese obter polo menos 1.2 puntos sobre 2.
2. entrega de **boletín de problemas** segundo o traballado en aula durante todo o cuadrimestre (2 puntos). Para que esta actividade compute na avaliación, débese obter polo menos 1.2 puntos sobre 2.
3. asistencia a **prácticas de laboratorio** (fixadas en calendario) con entrega de exercicio resolto (1 punto).
4. resolución de exercicio práctico (*proba obxectiva*) sobre cálculo de ratios (2 puntos).
5. resolución de exercicios de dimensionamiento de equipos, cálculo de rendementos en procesos de clasificación e de concentración (*exame de preguntas de desenvolvemento*) (3 puntos).

A actividade 5 realízase na data oficial que estableza o centro para a primeira oportunidade.

Avaliación continua (EC), segunda oportunidade

Lévase a cabo nos mesmos termos que a EC en primeira oportunidade, salvo o que respecta a:

- a) Prácticas de laboratorio. Ao tratarse de sesións fixadas en calendario, non é posible repetilas. Se non se asiste nas datas oficiais, ofrécese a posibilidade de entregar igualmente o exercicio realizado, pero a non asistencia (sen xustificación) penaliza a nota desta actividade en 0,5 puntos.
- b) Cuestionarios tipo test e boletín de problemas: se non se alcanza a nota mínima de 1,2 puntos nalgunha destas dúas actividades, ofrécese a oportunidade de repetir as entregas para superar a nota mínima.

As datas e os lugares do exame pódense consultar na páxina web do centro:
<http://minasyenergia.uvigo.es/gl/docencia/exames>

Avaliación global (EG), primeira e segunda oportunidades:

O alumnado pode renunciar á avaliación continua, o que deberá comunicar canto antes ao profesorado respectando os prazos indicados na normativa vixente. Se se renuncia á EC, o alumnado será avaliado na data oficial de avaliación mediante unha proba escrita que cubra todos os contidos da materia.

Bibliografía. Fontes 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/>,

Recomendacións