



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Enxeñaría de Explosivos

Materia	Enxeñaría de Explosivos			
Código	V09M148V01203			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Minas			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento				
Coordinador/a	Delgado Marzo, Fernando			
Profesorado	Delgado Marzo, Fernando			
Correo-e	fdelgado@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>			
Descrición xeral	<p>Nesta materia preténdese que o alumno adquira os coñecementos e destrezas necesarias para levar a cabo o deseño e dirección de voaduras, tanto no ámbito mineiro como no das obras públicas.</p> <p>Para iso os coñecementos a adquirir nesta materia vanse a centrar en comprender e aplicar a teoría xeral de voaduras. Comprender a interrelación entre as diferentes compoñentes do custo de fragmentación por voadura e a súa influencia no deseño de voaduras. Comprender a importancia do control de vibracións, a súa orixe, as magnitudes e o dano que poden ocasionar nas estruturas. Levar a cabo o deseñar voaduras con control de vibracións, con control de danos no macizo, voaduras subacuáticas así como outras técnicas menos habituais. Coñecer a lexislación en materia de seguridade en pirotecnia e coñecer os fundamentos da fabricación de explosivos así como a regulamentación respecto diso.</p> <p>Estas nocións tanto teóricas como prácticas, deben permitir ao alumno poder afrontar o deseño de calquera tipo de voadura que se atope ao longo da súa carreira profesional, ademais de outorgarlle unha serie de coñecementos que lle permitan resolver de forma satisfactoria calquera problema real relacionado co mesmo, ao ser capaz de entender que variables de deseño teñen unha influencia significativa nos resultados.</p>			

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.
B2	Comprensión dos múltiples condicionamentos de carácter técnico, legal e da propiedade que se expoñen no proxecto dunha planta ou instalación, e capacidade para establecer diferentes alternativas válidas, elixir a óptima e plasmala adecuadamente, prevendo os problemas do seu desenvolvemento, e empregando os métodos e tecnoloxías máis adecuadas, tanto tradicionais como innovadores, coa finalidade de conseguir a maior eficacia e favorecer o progreso e un desenvolvemento da sociedade sustentable e respectuoso co medio ambiente
B3	Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria no exercicio da profesión de Enxeñeiro de Minas
C9	Capacidade para proxectar, xestionar e dirixir a fabricación, transporte, almacenamento, manipulación e uso de explosivos e pirotecnia.
D5	Ser capaz de asumir a responsabilidade do seu propio desenvolvemento profesional e da súa especialización nun ou máis campos de estudo.
D8	Entender a transcendencia dos aspectos relacionados coa seguridade e saber transmitir esta sensibilidade ás persoas da súa contorna.

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Comprender e aplicar a teoría xeral de voaduras.	A5 B2 B3 C9 D8
Comprender a interrelación entre as diferentes compoñentes do coste de fragmentación por voadura e a súa influencia no deseño de voaduras.	B2 C9
Comprender a importancia do control de vibracións, a súa orixe, as magnitudes e o dano que poden ocasionar nas estruturas.	B2 B3 C9 D5 D8
Deseñar voaduras con control de vibracións, con control de danos no macizo, voaduras subacuáticas así coma outras técnicas menos habituais.	A5 B2 B3 C9 D5 D8
Coñecer a lexislación en materia de seguridade en pirotecnia.	A5 B3 C9 D5 D8
Coñecer os fundamentos da fabricación de explosivos así como a regulamentación ó seu respecto.	A5 B3 C9 D8

## Contidos

Tema	
Introdución os explosivos e a súa fabricación	Tipos de explosivos Fabricación
Deseño de voaduras en banco a ceo aberto	Teoría de Langefors Variables xeométricas que afectan o deseño Esquemas de perforación Secuenciación de aceso e tempos de retardo Selección do explosivo
Voaduras de contorno	Obxectivos Fundamentos e principios de deseño Técnicas de contorno Explosivos utilizados
Voaduras en túnel	Introdución Tipos de cueles Parámetros de deseño Secuencia de aceso
Análise e mitigación dos efectos indesexados en voaduras	Proxeccións Vibracións Onda aérea
Os custos de fragmentación	Análise da fragmentación obtida Custo de perforación Custo da operación de carga Custo dos explosivos e accesorios Custo de taqueo Custo de carga, transporte e trituración
Voaduras subacuáticas	Introdución Métodos de execución Parámetros de deseño Tipos de explosivos
Voaduras de interior	Subniveis con barrenos longos Subniveis con barrenos en abanico Voaduras en cráter. Teoría de Livingston Chemineas e pozos
Demolicións	Introdución Tipos de demolicións Parámetros de deseño Explosivos utilizados

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	20	20	40
Traballo tutelado	16	14	30
Prácticas con apoio das TIC	6	6	12
Saídas de estudo	4	0	4
Seminario	2	0	2
Práctica de laboratorio	0	30	30
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Traballo	0	30	30

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

**Metodoloxía docente**

	Descrición
Lección maxistral	Exposición dos contidos da materia.
Traballo tutelado	Formulación, análise e resolución de problemas relacionados cos contidos desenvolvidos ao longo da materia. Estes teranse en conta na nota final.
Prácticas con apoio das TIC	Resolución de problemas de deseño de voaduras mediante o emprego de follas de cálculo, así como de programas informáticos destinados a tal fin.
Saídas de estudo	Saídas de campo a unha ou dúas explotacións mineiras nas cales os alumnos poderán observar como se aplican todos os coñecementos adquiridos á hora de deseñar e levar a cabo unha voadura real. Realizarase posteriormente en clase un cuestionario sobre o visto nas saídas de campo que se poderá ter en conta á hora de determinar a nota final.
Seminario	Tempo destinado a resolver as dúbidas do alumnado, co obxecto de guiar o seu proceso de aprendizaxe e asegurar a comprensión dos contidos.

**Atención personalizada**

Metodoloxías	Descrición
Prácticas con apoio das TIC	O profesor asesorará sobre a implementación da resolución dos exercicios nunha folla de cálculo
Traballo tutelado	O profesor resolverá as dúbidas que xurdan sobre a resolución de exercicios
Seminario	O profesor resolverá as dúbidas sobre os contidos teóricos-prácticos da materia

**Avaliación**

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Práctica de laboratorio	Resolución de exercicios que o alumno deberá ir realizando ao longo da materia. Mediante esta metodoloxía avaliaranse os seguintes resultados de aprendizaxe: - Comprender e aplicar a teoría xeral de voaduras. - Comprender a interrelación entre as diferentes compoñentes do custo de fragmentación por voadura e a súa influencia no deseño de voaduras. - Deseñar voaduras con control de vibracións, con control de danos no macizo, voaduras subacuáticas así como outras técnicas menos habituais.	20	B2	C9	B3	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame escrito sobre a parte teórica da materia consistente en preguntas de resposta curta. Esta metodoloxía comprende a avaliación de tódalas leccións maxistráis impartidas na clase polo profesor de tódolos resultados de aprendizaxe contemplados nesta asignatura.	40	A5	B2	C9	D5 D8
Traballo	Traballo relacionado coa materia e que sexa previamente acordado co profesor que consistirá nun proxecto real de voaduras especiais nunha explotación mineira.	40	A5	B2	C9	D5 D8

---

## Outros comentarios sobre a Avaliación

---

### Avaliación continua

O alumnado realizará 3 prácticas de informática titorizadas que deberá completar en casa e entregar unha semana despois da súa realización. Este tres exercicios puntúan 2 puntos. O alumnado deberá asistir a estas prácticas para que poidan ser puntuadas.

O último día de clase deberá presentar o traballo dun proxecto de voaduras que irá realizando ao longo do curso e que valerá 4 puntos da nota global.

Finalmente, o día do exame realizará unha proba teórica do contido das clases maxistras impartidas e cuxo peso sobre a nota global será de 4 puntos.

O alumnado disporá dun mes para indicar que renuncia á avaliación continua.

### Segunda oportunidade

Na segunda oportunidade o alumnado poderá entregar, con data límite o día do exame de segunda oportunidade, os traballos que non presentara ao longo do curso e que se citan na avaliación continua, coa mesma porcentaxe sobre a nota global.

### Avaliación global

O alumnado que renuncie á avaliación continua realizará un único exame que será teórico e práctico, sobre as clases maxistras e as prácticas de informática realizadas, cunha puntuación de 10 puntos.

Calendario de exames. Verificar/consultar de forma actualizada na páxina web do centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es/gl/docencia/exames>

---

---

## Bibliografía. Fontes de información

### Bibliografía Básica

International Society of Explosives Engineers, **Blasters' Handbook**, 17th, 1998

Hustrulid, W., **Blasting principles for open pit mining. Vol 1. General Design Concepts**, A.A. BALKEMA. Rotterdam, Netherlands., 1999

Olofsson, S., **Applied explosives technology for construction and mining**, Applex A B. Ärla, Sweden, 2002

EXSA S.A., **Manual práctico de voladura**, EXSA. Lima, Perú, 2001

López Jimeno, C., López Jimeno, E. y García Bermúdez, P., **Manual de perforación y voladuras de rocas**, Carlos López Jimeno. Madrid, España, 2003

Carlos López Jimeno, Emilio López Jimeno, Pilar García Bermúdez, **Manual de voladuras en túneles**, Carlos López Jimeno. Madrid, España, 2010

Esteban Langa Fuentes, **Demoliciones por voladura**, Fueyo, 2011

### Bibliografía Complementaria

Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería, **(R.D. 563/2010)**, 2010

Zong-Xian Zhang, **Rock fracture and blasting: Theory and applications**, Butterworth-Heinemann, 2016

---

## Recomendacións

---