



## 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	Enxeñaría dos recursos naturais e medio ambiente			
Coordinador/a	Martínez Torres, Carlos			
Profesorado	Martínez Torres, Carlos			
Correo-e	camartinez@uvigo.es			
Web				

**Descrición xeral**

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. 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. Estas nocións tanto teóricas como prácticas, deben permitir ao alumno poder afrontar o deseño de calquer tipo de voadura que se atope ao longo da súa carreira profesional, ademais de otorgarlle unha serie de coñecementos que lle permitan resolver de forma satisfactoria calquer problema real relacionado co mesmo, ao ser capaz de entender que variables de deseño teñen unha influencia significativa nos resultados.

## Competencias

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	Competencia Específica CE9. Capacidade para proxectar, xestionar e dirixir a fabricación, transporte, almacenamento, manipulación e uso de explosivos e pirotecnia.
D5	Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir a responsabilidade do seu propio desenvolvemento profesional e da súa especialización nun ou máis campos de estudo.
D8	Competencia Transversal CT8. Entender a transcendencia dos aspectos relacionados coa seguridade e saber transmitir esta sensibilidade ás persoas da súa contorna.

## Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe

Comprender e aplicar a teoría xeral de voladuras.	A5 B2 B3 C9 D8
Comprender a interrelación entre as diferentes compoñentes do coste de fragmentación por voladura e a súa influencia no deseño de voladuras.	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 voladuras con control de vibracións, con control de danos no macizo, voladuras 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 voladuras 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
Voladuras de contorno	Obxectivos Fundamentos e principios de deseño Técnicas de contorno Explosivos utilizados
Voladuras en túnel	Introdución Tipos de cueles Parámetros de deseño Secuencia de aceso
Análise e mitigación dos efectos indeseados en voladuras	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
Voladuras subacuáticas	Introdución Métodos de execución Parámetros de deseño Tipos de explosivos
Voladuras de interior	Subniveis con barrenos longos Subniveis con barrenos en abanico Voladuras en cráter. Teoría de Livingston Chemineas e pozos
Demolicións	Introdución Tipos de demolicións Parámetros de deseño Explosivos utilizados

Outras voaduras

Zanjas  
Voaduras de máximo desprazamento  
Voaduras para produción de escollera  
Voaduras secundarias

Pirotecnía Regulamento de artigos pirotécnicos e cartuchería (R.D. 563/2010)

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	24	20	44
Resolución de problemas	8	20	28
Prácticas con apoio das TIC	4	0	4
Saídas de estudo	4	0	4
Presentación	4	0	4
Seminario	4	0	4
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.
Resolución de problemas	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.
Presentación	Presentación oral por parte dos alumnos de traballos propostos polo profesor, nos que se analizarán distintos tipos de deseños de voaduras, diferentes usos dos explosivos, así como calquera outro tema que teña relación directa coa materia. A puntuación dos traballos terase en conta na 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
Resolución de problemas	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 co alumno deberá ir realizando ao longo da materia. Mediante esta metodoloxía evaluaranse os seguintes resultados de aprendizaxe: - Comprender e aplicar a teoría xeral de voaduras. - Comprender a interrelación entre as diferentes compoñentes do coste 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 coma outras técnicas menos habituais.	15	B2 C9 B3

Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame escrito consistente nunha parte teórica e unha práctica. A parte teórica estará composta de preguntas de resposta curta e dun pequeno cuestionario tipo test. A parte práctica consistirá na resolución dun ou dous exercicios nos cales o alumno deberá demostrar que posúe as capacidades e coñecementos necesarios para poder deseñar unha voladura de maneira autosuficiente. Cada unha das partes do exame avalía un 35%, debendo superar o alumno ambas as partes para poder superar a materia. Esta metodoloxía abrangue a avaliación de todos os resultados de aprendizaxe contemplados nesta materia.	70	B2 B3	C9	D5 D8
Traballo	Defensa durante 20 minutos dun traballo relacionado coa materia e que fose previamente acordado co profesor. Esta metodoloxía evaluará os seguintes resultados de aprendizaxe: - Comprender e aplicar a teoría xeral de voladuras. - Comprender a interrelación entre as diferentes compoñentes do coste de fragmentación por voladura e a súa influencia no deseño de voladuras. - Comprender a importancia do control de vibracións, a súa orixe, as magnitudes e o dano que poden ocasionar nas estruturas. - Deseñar voladuras con control de vibracións, con control de danos no macizo, voladuras subacuáticas así coma outras técnicas menos habituais.	15	A5 B3	B2 C9	D5 D8

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Na primeira convocatoria, é necesario realizar e entregar os traballos propostos durante o curso. Nesta convocatoria, a nota final será a suma da nota alcanzada no exame (ata un 70%) e a nota alcanzada no resto de complementos (participación e traballos entregados, ata un 30%).

En convocatorias posteriores do mesmo curso, a nota do exame suporá o 100% da nota final.

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**, Fuego, 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

### Plan de Continxencias

#### Descrición

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID-19, a Universidade establece unha planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución determinen, atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dunha maneira máis áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

## 1. Modalidade semipresencial

No caso de activarse o ensino semipresencial suporía unha redución dos aforamentos dos espazos docentes empregados na modalidade presencial, polo que como primeira medida o centro proporcionaría ao profesorado da materia a información relativa aos novos aforamentos dos espazos docentes, ao obxecto de que poida proceder a reorganizar as actividades formativas do que resta do cuadrimestre. Cabe sinalar que a reorganización dependerá do momento ao longo do cuadrimestre en que se active dita modalidade de ensino. Na reorganización dos ensinos seguiríanse as seguintes pautas:

Informar a todo o alumnado a través da plataforma FaiTIC das condicións en que se desenvolverán as actividades formativas e as probas de avaliación que resten para finalizar o cuadrimestre.

As sesións de tutorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de FAITIC, ...) baixo a modalidade de concertación previa.

No caso de que parte do alumnado teña realizadas prácticas de laboratorio instrumental ou de informática de forma presencial, realizar presencialmente, de ser posible, estas actividades ou equivalentes para o alumnado que non as realizou.

Das actividades que resten para finalizar o cuadrimestre, identificar aquelas actividades formativas que poidan ser realizadas por todo o alumnado de forma presencial e as actividades formativas que se realizarán en modo remoto.

En relación as ferramentas para empregar nas actividades formativas que se realicen en modo non presencial, contarase co uso de CampusRemoto e a plataforma FaiTIC.

## 2. Modalidade non presencial

No caso en que se active a modalidade de ensino non presencial (suspensión de todas as actividades formativas e de avaliación presenciais) empregaranse as ferramentas dispoñibles na actualidade na Universidade de Vigo: Campus Remoto e FaiTIC. As condicións de reorganización dependerán do momento ao longo do cuadrimestre en que se active dita modalidade de ensino. Na reorganización dos ensinos seguiríanse as seguintes pautas:

### 2.1. Comunicación

Informar a todo o alumnado a través da plataforma FaiTIC das condicións nas que se devolverán as actividades formativas e as probas de avaliación que resten para finalizar o cuadrimestre.

### 2.2. Adaptación e/ou modificación de metodoloxías docentes

Dado que as metodoloxías docentes están concibidas para a modalidade de ensino presencial indícanse a continuación as metodoloxías docentes que se manterán e cales se modificarían ou substituirían na modalidade non presencial.

As metodoloxías docentes que se modifican son as seguintes: No caso de actividades formativas que figuran na modalidade presencial tipo actividades de campo, laboratorio ou outro tipo de prácticas, empregaranse vídeos explicativos, con resolución de cuestionarios finais, ou traballos persoais

### 2.3. Adaptación de atención de tutorías e atención personalizada

As sesións de tutorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de FAITIC, ...) baixo a modalidade de concertación previa.

### 2.4. Avaliación

En caso de desenvolverse a materia por vía telemática, variaranse as porcentaxes de cada un dos métodos de avaliación, segundo o seguinte esquema:

a) Exame escrito teórico, composto de preguntas de resposta curta e dun pequeno cuestionario tipo test. Esta metodoloxía comprende a avaliación de todos os resultados de aprendizaxe contemplados nesta materia. Desenvolverase por medios \*telemáticos en tempo real. Valor do mesmo: 40 % nota final

b) Resolución de exercicios que o alumno deberá ir realizando ao longo da materia.

Mediante esta metodoloxía avalíaranse 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, demolicións e outras técnicas menos habituais

Valor do mesmo: 50% nota final

c) Valoración do desempeño do alumno na docencia da asignatura, considerando tanto a docencia presencial como telemática, a participación na resolución de problemas e cuestións expostas, visitas externas, etc. Valor do mesmo: 10% nota final

2.5. Bibliografía ou material adicional para facilitar a auto-aprendizaxe

lrase actualizando co desenvolvemento da materia.

---