



DATOS IDENTIFICATIVOS

Ingeniería de Explosivos

Asignatura	Ingeniería de Explosivos			
Código	V09M148V01203			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Delgado Marzo, Fernando			
Profesorado	Delgado Marzo, Fernando			
Correo-e	fdelgado@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	En esta materia se pretende que el alumno adquiera los conocimientos y destrezas necesarias para llevar a cabo el diseño y dirección de voladuras, tanto en el ámbito minero como en el de las obras públicas. Para ello los conocimientos a adquirir en esta materia se van a centrar en comprender y aplicar la teoría general de voladuras. Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras. Comprender la importancia del control de vibraciones, su origen, las magnitudes y el daño que pueden ocasionar en las estructuras. Llevar a cabo el diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales. Conocer la legislación en materia de seguridad en pirotecnia y conocer los fundamentos de la fabricación de explosivos así como la reglamentación al respecto. Estas nociones tanto teóricas como prácticas, deben permitir al alumno poder afrontar el diseño de cualquier tipo de voladura que se encuentre a lo largo de su carrera profesional, además de otorgarle una serie de conocimientos que le permitan resolver de forma satisfactoria cualquier problema real relacionado con el mismo, al ser capaz de entender que variables de diseño tienen una influencia significativa en los resultados.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
B3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas
C9	Capacidad para proyectar, gestionar y dirigir la fabricación, transporte, almacenamiento, manipulación y uso de explosivos y pirotecnia.
D5	Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
D8	Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Comprender y aplicar la teoría general de voladuras	A5 B2 B3 C9 D8
Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras.	B2 C9
Comprender la importancia del control de vibraciones, su origen, las magnitudes y el daño que pueden ocasionar en las estructuras.	B2 B3 C9 D5 D8
Diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales.	A5 B2 B3 C9 D5 D8
Conocer la legislación en materia de seguridad en pirotecnia.	A5 B3 C9 D5 D8
Conocer los fundamentos de la fabricación de explosivos así como la reglamentación a su respecto.	A5 B3 C9 D8

Contenidos

Tema	
Introducción a los explosivos y su fabricación	Tipos de explosivos Fabricación
Diseño de voladuras en banco a cielo abierto	Teoría de Langefors Variables geométricas que afectan al diseño Esquemas de perforación Secuenciación de encendido y tiempos de retardo Selección del explosivo
Voladuras de contorno	Objetivos Fundamentos y principios de diseño Técnicas de contorno Explosivos utilizados
Voladuras en túnel	Introducción Tipos de cueles Parámetros de diseño Secuencia de iniciación
Análisis y mitigación de los efectos indeseados en voladuras	Proyecciones Vibraciones Onda aérea
Los costes de fragmentación	Análisis de la fragmentación obtenida Coste de perforación Coste de la operación de carga Coste de los explosivos y accesorios Coste de taqueo Coste de carga, transporte y trituración
Voladuras subacuáticas	Introducción Métodos de ejecución Parámetros de diseño Tipos de explosivos
Voladuras de interior	Subniveles con barrenos largos Subniveles con barrenos en abanico Voladuras en cráter. Teoría de Livingston Chimeneas y pozos
Demoliciones	Introducción Tipos de demoliciones Parámetros de diseño Explosivos utilizados

Otras voladuras

Zanjas
Voladuras de máximo desplazamiento
Voladuras para producción de escollera
Voladuras secundarias

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

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	20	20	40
Trabajo tutelado	16	14	30
Prácticas con apoyo de las TIC	6	6	12
Salidas de estudio	4	0	4
Seminario	2	0	2
Práctica de laboratorio	0	30	30
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Trabajo	0	30	30

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los contenidos de la materia.
Trabajo tutelado	Redacción de un proyecto de voladura real
Prácticas con apoyo de las TIC	Resolución de problemas de diseño de voladuras mediante el empleo de hojas de cálculo, así como de programas informáticos destinados a tal fin.
Salidas de estudio	Salidas de campo a una o dos explotaciones mineras en las cuales los alumnos podrán observar cómo se aplican todos los conocimientos adquiridos a la hora de diseñar y llevar a cabo una voladura real. Se realizará posteriormente en clase un cuestionario sobre lo visto en las salidas de campo que se podrá tener en cuenta a la hora de determinar la nota final.
Seminario	Tiempo destinado a resolver las dudas del alumnado, con el objeto de guiar su proceso de aprendizaje y asegurar la comprensión de los contenidos.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas con apoyo de las TIC	El profesor asesorará sobre la implementación de la resolución de los ejercicios en una hoja de cálculo
Trabajo tutelado	El profesor resolverá las dudas que surjan sobre la redacción del proyecto de voladura
Seminario	El profesor resolverá las dudas sobre los contenidos teóricos-prácticos de la asignatura

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Práctica de laboratorio	Resolución de ejercicios que el alumno deberá ir realizando a lo largo de la asignatura. Mediante esta metodología se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje: - Comprender y aplicar la teoría general de voladuras. - Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras. - Diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales.	20	B2	C9	B3	
Examen de preguntas de desarrollo	Examen escrito, sobre la parte teórica de la materia, consistente en preguntas de respuesta corta. Esta metodología comprende la evaluación todas las lecciones magistrales impartidas en clase por el profesor de todos los resultados de aprendizaje contemplados en esta asignatura.	40	A5	B2	C9	D5 D8

Trabajo	Defensa durante 20 minutos de un trabajo relacionado con la materia y que haya sido previamente acordado con el profesor. Esta metodología evaluará los siguientes resultados de aprendizaje: - Comprender y aplicar la teoría general de voladuras. - Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras. - Comprender la importancia del control de vibraciones, su origen, las magnitudes y el daño que pueden ocasionar en las estructuras. - Diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales.	40	A5	B2 B3	C9	D5 D8
---------	--	----	----	----------	----	----------

Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación continua

El alumnado realizará 3 prácticas de informática tutorizadas que deberá completar en casa y entregar una semana después de su realización. Estos tres ejercicios puntúan 2 puntos. El alumnado deberá asistir a estas prácticas para que puedan ser puntuadas.

El último día de clase deberá presentar el trabajo de un proyecto de voladuras que irán realizando a lo largo del curso y que valdrá 4 puntos de la nota global.

Finalmente, el día del examen realizará una prueba teórica del contenido de las clases magistrales impartidas y cuyo peso sobre la nota global será de 4 puntos.

El alumnado dispondrá de un mes para indicar que renuncia a la evaluación continua.

Segunda oportunidad

En segunda oportunidad el alumnado podrá entregar, con fecha límite el día del examen de segunda oportunidad, los trabajos que no haya presentado a lo largo del curso y que se citan en la evaluación continua con el mismo porcentaje sobre la nota global.

Evaluación global

El alumnado que renuncie a la evaluación continua realizará un único examen que será teórico y práctico, sobre las clases magistrales y las prácticas de informática realizadas, con una puntuación de 10 puntos.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es/es/docencia/examen>

Fuentes 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. Årila, 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

Recomendaciones