



E.T.S. de Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos y
de Ingeniería de Minas
Universidad Polit cnica
de Cartagena



MANEJO DE EXPLOSIVOS (USE OF EXPLOSIVES)



Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÍA

CSV:	bWpF7VPrhBedqSzUDLgzKDbDx	Fecha:	16/01/2019 13:09:24	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Polit�cnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Polit�cnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/bWpF7VPrhBedqSzUDLgzKDbDx	Página:	1/14	

Guía Docente

1. Datos de la asignatura

Nombre	MANEJO DE EXPLOSIVOS (USE OF EXPLOSIVES)		
Materia*	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA MINERA		
Módulo*	III		
Código	517103007		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÍA		
Plan de estudios	2010		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas		
Tipo	OBLIGATORIA		
Periodo lectivo	2º CUATRIMESTRE	Curso	3º
Idioma	CASTELLANO		
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30
		Carga total de trabajo (horas)	135
Horario clases teoría	Lunes, 12:10 a 14:00	Aula	N1.3
Horario clases prácticas	Miércoles, 09:10 a 10:00	Lugar	N1.3

* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesores responsables	JUAN MARTÍNEZ MARTÍNEZ; VÍCTOR M. CÁNOVAS CARRASCO		
Departamento	INGENIERÍA MINERA, GEOLÓGICA Y CARTOGRÁFICA		
Área de conocimiento	EXPLOTACIÓN DE MINAS		
Ubicación del despacho	EDIFICIO ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA. PLANTA 1ª. DESPACHO Nº 7		
Teléfono	968 327 099	Fax	
Correo electrónico	juan.martinez@upct.es ; victor.canovas@upct.es ;		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Lunes, 11:00-12:00. Concertación previa e-mail		
Ubicación durante las tutorías	Ubicación del despacho		

Titulación	Perito de Minas. Combustibles y Explosivos. Ingeniero Técnico de Minas. Explotación de Minas.
Vinculación UPCT	Profesor asociado
Año ingreso UPCT	1979
Experiencia docente	38 años de docencia en la Universidad. Al margen de la Universidad, impartir formación sobre uso y manejo de explosivos y técnicas mineras en colaboración con el Ministerio de Industria dirigido a manipuladores y técnicos de minas y obras públicas.
Líneas de Investigación	Distintas publicaciones sobre explosivos y minería
Experiencia profesional	47 años como técnico en la Industria Minera, tanto en minería metálica como en obra pública, en los últimos años dirigiendo una empresa dedicada a la Distribución de Explosivos para uso civil.

Titulación	Ingeniero Técnico de Minas. Instalaciones de Combustibles y Explosivos. Ingeniero Técnico de Minas. Explotación de Minas. Master en Ingeniería del Agua y del Terreno.
Vinculación UPCT	Profesor asociado
Año ingreso UPCT	1999

Experiencia docente	17 años de docencia en la Universidad. Múltiples cursos impartidos fuera de la misma a colectivos de profesionales mineros, en temas de seguridad en obras, seguridad en manejo de explosivos, cursos de artilleros y manipuladores de explosivos, mantenimiento de plantas de tratamiento y tunelería y labores subterráneas.
Experiencia profesional	27 años dedicado a la industria y explotación minera, tanto en explotaciones de áridos como en aprovechamientos minerales, así como obra pública, siempre en contacto con el mundo del explosivo; los últimos 20 años en Unión Española de Explosivos como técnico especialista en la materia.

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Una vez adquiridos los conceptos básicos en materia de fabricación de explosivos, esta asignatura pretende dar herramientas a los futuros graduados en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía, sobre el manejo de aquellos en entornos seguros, así como mostrar las formas existentes de cálculo y diseño de voladuras tanto para obra pública, como en minería, y aplicaciones especiales.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura de *Manejo de explosivos* proporciona al futuro graduado el conocimiento suficiente para poder realizar voladuras en cualquier tipo de explotación minera o de obra pública, con el necesario conocimiento técnico y de seguridad, siendo exclusivo el manejo de explosivos en la vida laboral del graduado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura Manejo de Explosivos complementa a otras asignaturas como Fabricación de Explosivos e Ingeniería Minera, Obras Superficiales y Subterráneas.
Por otro lado, es una asignatura de interés para adquirir conocimientos específicos que ayudarán a la realización del Trabajo Fin de Grado.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el Plan de Estudios

No existen

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es una asignatura que no necesita específicamente del estudio de otras asignaturas para su normal desarrollo. Se recomienda, eso sí, que tanto en la parte teórica como en la práctica, se realicen la asistencia a clase y a prácticas de campo, así como todas las actividades que se propongan.

3.6. Medidas especiales previstas

El Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios (artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT).

El alumno que, por sus circunstancias excepcionales, pueda necesitar de medidas especiales debe comunicárselo al profesor durante la primera semana del cuatrimestre, para así poder adaptarle tanto la metodología como el seguimiento del trabajo.

Se fomentará el uso del Aula Virtual para la planificación y entrega de actividades en aquellos casos con dificultades de asistencia a clase.

4. Competencias

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o técnica.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacidad para diseñar, redactar y planificar proyectos parciales o específicos de voladuras, demoliciones y logística de explosivos.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Manejo, transporte y distribución de explosivos (EM10)

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Utilizar con solvencia los recursos de información (Nivel 2)

4.5. . Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Realizar diseños de voladuras de todo tipo en entornos seguros.
2. Aprender las grandes familias de explosivos de uso civil y sus accesorios, así como la manera de trabajar con ellas
3. Aplicar con diligencia la norma sobre vibraciones.
4. Capacidad de síntesis para con las normas de seguridad definidas en los diferentes textos normativos vigentes
5. Entender los mecanismos intrínsecos de la rotura de rocas

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Elección de un explosivo. Sistemas de iniciación. Voladuras a cielo abierto. Voladuras de interior. Seguridad en el manejo de explosivos. Reglamentaciones. Demolición y voladuras especiales. Almacenamiento y distribución de explosivos.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Unidad didáctica 1.- Elección del explosivo.

TEMA 1.- NOCIONES BÁSICAS SOBRE PERFORACIÓN

- Introducción.
- Sistemas de perforación.
- Normalización.
- Selección de equipos.

TEMA 2.- ELECCIÓN DE UN EXPLOSIVO

- Ensayos sobre explosivos.
- Parámetros de valoración en la elección.
- Humedad de los barrenos.
- Diámetro y profundidad.
- Naturaleza de la roca.
- Naturaleza de la atmósfera.
- Toxicidad de los gases.
- Otros factores influyentes.

Unidad didáctica 2.- Explosivos y accesorios.

TEMA 3.- EXPLOSIVOS INDUSTRIALES

- Anfos
- Hidrogeles
- Emulsiones
- Gelatinosos
- Anfos pesados
- Pulverulentos
- De seguridad
- Pólvoras
- Otros explosivos

TEMA 4.- SISTEMAS DE INICIACIÓN

- Detonadores eléctricos.
- Detonadores no eléctricos.
- Cordones detonantes.
- Tipos de conexiones y comprobaciones.
- Otros sistemas de iniciación.

Unidad didáctica 3.- Voladuras.

TEMA 5.- VOLADURAS A CIELO ABIERTO

- Forma de rotura de la roca.
- Variables controlables de las voladuras.
- Voladuras en banco. Diseños.

- Voladuras en zanja.
- Voladuras de recorte y precorte.
- Otras aplicaciones.
- Ejemplos prácticos.

TEMA 6.- VOLADURAS DE INTERIOR

- Avance de galerías y túneles.
- Tipos de cueles y sus cálculos.
- Voladuras en Minería de Interior.
- Otras aplicaciones.
- Ejemplos prácticos.

TEMA 7.- VOLADURAS SUBACUÁTICAS

- Ejecución y cálculos
- Esquemas de perforación
- Explosivo y carga de barrenos
- Vibraciones y ondas en el agua.
- Reducción de la presión

TEMA 8.- DEMOLICIONES Y VOLADURAS CONTROLADAS

- Sistemas de demolición.
- Perforación de las estructuras y explosivos a emplear.
- Características de las estructuras.
- Entorno y preparación de las estructuras a demoler.
- Diseño de cargas y dirección de caída.

Unidad didáctica 4.- Reglamentaciones.

TEMA 9.- VIBRACIONES, ONDA AÉREA Y PROYECCIONES

TEMA 10.- SEGURIDAD EN EL MANEJO DE EXPLOSIVOS

- Medidas de precaución en el manejo.
- Medidas de precaución durante la carga, disparo y posteriores.
- Seguridad durante la destrucción.

TEMA 11.- REGLAMENTACIONES y NORMATIVAS.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

1. Visita a un polvorín industrial para ver los diferentes tipos de explosivos y sistemas de iniciación.
2. Visita a voladura de conexionado eléctrico.
3. Visita a voladura de conexionado no eléctrico.
4. Visita a voladura de interior.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que

encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

Didactic Unit 1.- Choice of explosives.

UNIT 1.- BASIC NOTIONS ABOUT DRILLING

- Introduction.
- Drilling systems.
- Standardization.
- Selection of equipment.

UNIT 2.- CHOOSING AN EXPLOSIVE

- Explosive testing.
- Valuation parameters choice.
- Moisture in the holes.
- Diameter and depth.
- Nature of the rock.
- Nature of the atmosphere.
- Toxicity of the gas.
- Other influential factors.

Didactic Unit 2.- Explosives and accessories.

UNIT 3.- INDUSTRIAL EXPLOSIVES

- Anfos
- Hydrogels
- Emulsions
- Gelatinous explosives
- Heavy anfo
- Powder explosives
- Security explosives
- Gunpowder
- Other explosives

UNIT 4.- INITIATION SYSTEMS

- Electric detonators.
- Non electric detonators.
- Detonating cords.
- Types of connections and checks.
- Other initiations systems.

Didactic Unit 3.- Blasting.

UNIT 5.- OPEN PIT BLASTINGS

- Method of breaking the rock.
- Controllable variables of blasting.
- Bench blasting. Designs.
- Trench blasting.

- Blasting cutting and precut.
- Others applications.
- Practical examples.

UNIT 6.- INDOOR BLASTINGS

- Blasting in galleries and tunnels.
- Kinds of cuts and its calculation.
- Mining blasting indoor.
- Others applications.
- Practical examples.

UNIT 7.- UNDERWATER BLASTING

- Execution and calculations.
- Drilling patterns.
- Explosive and load holes.
- Vibrations and ripples on wáter.
- Pressure reduction.

UNIT 8.- DEMOLITIONS AND CONTROLLED BLASTING

- Demolition systems.
- Drilling structures and explosives used.
- Characteristic of structures.
- Environment and elaboration of the structures to demolish.
- Load design and direction of fall.

Didactic Unit 4.- Regulations.

UNIT 9.- VIBRATIONS, AIR WAVE AND PROJECTIONS

UNIT 10.- SAFE HANDLING OF EXPLOSIVES

- Precautionary handling.
- Precautionary during loading, firing and subsequent.
- Security during destruction.

UNIT 11.- REGULATIONS y POLICY

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Unidad didáctica 1.- Elección del explosivo.

Es esta una unidad didáctica corta pero muy importante como paso previo a las unidades posteriores donde se desarrollan los diferentes tipos de voladuras en sí mismos. Se conocen los sistemas de perforación y se sientan las bases para la realización de cálculos de voladuras.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer los diferentes parámetros a tener en cuenta para diseñar voladuras.
- Asignar a cada parámetro la importancia que tiene dentro del diseño de voladuras.

Unidad didáctica 2.- Explosivos y accesorios.

Se pretende en esta unidad didáctica dar una completa presentación del mundo de los explosivos de uso industrial, así como de los accesorios de iniciación de aquellos. Es importante que el alumno sepa diferenciar con claridad los diferentes tipos y sus principales características. Se presentan las diferentes familias tanto de explosivos como de accesorios de iniciación de la voladura.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar al alumno con los diferentes grandes grupos de explosivos civiles.
- Mostrar las características fundamentales de cada explosivo.
- Entender para que se utiliza cada elemento.

Unidad didáctica 3.- Voladuras.

Esta unidad es el centro de la asignatura, define en diferentes temas los diferentes tipos de voladuras que nos podemos encontrar en la utilización civil de los explosivos. Se presentan las voladuras a cielo abierto, las de interior, las subacuáticas, las demoliciones y casos especiales dentro de los tipos mencionados.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:


- Aprender a realizar voladuras a cielo abierto con todas las variantes que se puedan presentar.
- Conocer las actividades de interior, y las voladuras que se pueden presentar tanto en minería como en obra pública.
- Conocer los métodos de perforación y diseños de voladuras subacuáticas.
- Aprender los cálculos necesarios para realizar diseños de demoliciones y voladuras controladas.

Unidad didáctica 4.- Reglamentaciones.

Unidad didáctica dedicada en su totalidad al conocimiento de las diferentes leyes y normas que rigen el universo de la utilización del explosivo en España.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocimiento y puesta en práctica de la norma UNE de vibraciones.
- Aprender todo lo relativo a la seguridad en el manejo de explosivos en un entorno seguro.

CSV:	bWpF7VPrhBedqSzUDLgzKDbDx	Fecha:	16/01/2019 13:09:24	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/bWpF7VPrhBedqSzUDLgzKDbDx	Página:	11/14	

6. Metodología docente

6.1. Actividades formativas

Actividad	Trabajo del profesor	Trabajo del estudiante	Horas
Clase teórica	Clase expositiva por parte del profesor con resolución de dudas del alumnado.	<u>Presencial</u> : toma de apuntes. Planteamiento de dudas	30
		<u>No presencial</u> : estudio de la materia	30
Resolución de ejercicios	Tras la clase teórica, se le planteará al alumnado la resolución de ejercicios referentes a la materia en cuestión que serán colgados en el aula virtual.	<u>Presencial</u> :	15
		<u>No presencial</u> : resolución de los mismos	15
Visitas técnicas	Las visitas técnicas y asistencias a voladuras se consideran la clase práctica de todo lo aprendido en el aula. El contacto en campo con los métodos de trabajo estudiados, y el contacto directo con los productos que se trabajan es fundamental para el alumno	<u>Presencial</u> :	25
		<u>No presencial</u> :	
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios	<u>Presencial</u> :	15
		<u>No presencial</u> :	
Exámenes	El punto final de la asignatura es un examen con parte de teoría y parte de práctica	<u>Presencial</u> :	5
		<u>No presencial</u> :	
			135

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase teórica	x	x	x	x						
Resolución de ejercicios	x		x		x					
Visitas técnicas	x		x	x	x					

7. Evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita teoría	X	X	Prueba escrita donde se evalúa el conocimiento adquirido en materia de uso de explosivos y seguridad en el manejo.	Hasta 40	2, 3, 4
Prueba escrita prácticas	X	X	Prueba para valorar el entendimiento adquirido sobre el cálculo de voladuras y conexionado del mismos	Hasta 40	1, 3
Asistencia a clase y Ejercicios propuestos por el profesor	X	X	Resolución en casa y entrega de supuestos prácticos propuestos por el profesor.	Hasta 10	1, 3
Prácticas de campo.	X	X	Asistencia con aprovechamiento de las prácticas propuestas.	Hasta 10	1, 5

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El número de alumnos es reducido, lo que permite realizar un seguimiento personalizado. Por otro lado, el seguimiento en las entregas de los supuestos prácticos permite garantizar la adquisición de los conocimientos requeridos.

8. Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica

- SANCHIDRIAN, JOSE A.; MUÑIZ, EUGENIO. Curso de Tecnología de Explosivos.
- LÓPEZ JIMENO, CARLOS; LÓPEZ JIMENO, EMILIO; GARCÍA BERMÚDEZ, PILAR. Manual de Perforación y Voladura de Rocas
- MONFORTE SOLER, MANFREDO. Las Pólvoras y sus aplicaciones.
- Manual de Empleo de Explosivos. UEE. Edición 2010.
- Demoliciones por Voladura. ESTEBAN LANGA FUENTES.
- JOSÉ BERNAOLA ALONSO; JORGE CASTILLA GÓMEZ; JUAN HERRERA HERBERT. Perforación y Voladura de Rocas en Minería.
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. ITC's y NTOC. MINER
- Ley y Reglamento de Minas. MINER.
- Reglamento de Explosivos. RD 130/2017.
- Reglamento de Pirotecnia. RD 563/2010.

8.2. Bibliografía complementaria

- LANGEFORS, U.; KIHLESTRÖM, B. Técnica Moderna de Voladura de Rocas
- GUSTAFSSON, R. Técnica Sueca de Voladuras

8.3. Recursos en red y otros recursos

La asignatura se encontrará alojada en el Aula Virtual, con teoría, ejercicios y los recursos necesarios que complemente la materia impartida.