



PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL

FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA DE APRENDIZAJE

- Denominación del Programa de Formación: OPERACIONES DE MINERÍA SUBTERRÁNEA
- Código del Programa de Formación: 731319
- Nombre del Proyecto: PRACTICAS SEGURAS Y TÉCNICAS DESARROLLO DE ACTIVIDADES MINAS DE LA REGIÓN
- Fase del Proyecto: PLANEACIÓN, EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN
- Actividad de Proyecto: EJECUCIÓN DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN MINERÍA BAJO TIERRA.
- Competencia: EJECUTAR VOLADURAS DE ROCAS EN MINERÍA BAJO TIERRA CON CARGUE MANUAL DE BARRENOS
- Resultados de Aprendizaje Alcanzar:

- ✓ ALISTAR SUSTANCIAS EXPLOSIVAS, AGENTES DE VOLADURA Y ACCESORIOS PARA EJECUTAR LA VOLADURA SEGÚN PROTOCOLOS Y MANUALES DE PROCEDIMIENTO.
- ✓ REALIZAR LA VOLADURA DE ACUERDO CON NORMAS DE SEGURIDAD, LOS PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS
- ✓ REGISTRAR LA INFORMACIÓN TÉCNICA SIGUIENDO LOS PROCEDIMIENTOS Y FORMATOS ESTABLECIDOS POR LA EMPRESA

Duración de la Guía: 80 Horas

2. PRESENTACIÓN

VOLADURA: ACCIÓN Y EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA PARA ROMPER, ARRANCAR Y FRACTURAR ROCAS, MINERALES U OTRO MATERIAL, O GENERAR ONDAS SÍSMICAS



Bienvenido aprendiz al proceso de formación de la actividad de ejecución de voladuras en minas subterráneas. Es una de las labores más importantes es el arranque del mineral tanto económicamente rentable como el que es dispuesto en escombreras o utilizado como retrolleado mezclado con otros materiales. La ejecución de la voladura es una de las actividades que presenta más riesgo, tanto por la emanación de gases, como de accidentes de explosiones o afectación al macizo rocoso y al sostenimiento.



- Ejecutar voladur de roca en minas subterráneas

3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Señor aprendiz esta guía busca que usted desarrolle los conocimientos necesarios para ejecutar voladura en frentes subterráneos con equipo manual. El objetivo de la perforación es el inicio de proceso para volar ciertas cantidad de roca o mineral, distribuyendo los barrenos en el frentes y cargándolos con explosivos adecuados.

3.1 ACTIVIDADES DE REFLEXIÓN



El desarrollo del país, en gran medida la minería representa una oportunidad de crecimiento para el país, siempre con responsabilidad ambiental y realizando las explotaciones bajo los parámetros establecidos en el decreto 1886 de 2015 Reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas y demás leyes establecidas por la autoridad minera.

A lo largo de las explotación de minerales, se encuentran diferentes tipos de rocas de alta dureza que por los medios mecánicos o herramientas tradicionales no pueden ser arrancadas. De ahí la importancia de hacer uso de explosivos que son alojados en barrenos que permiten el arranque de las rocas, debido a sus características como generación de altas presiones y elevada cantidad de gases generando el fraturamiento de las rocas.



Los primeros indicios del uso de los explosivos en la historia se remontan al año 215 a.C. en el continente asiático, mediante la mezcla de sustancias naturales y químicas como el Nitrato de potasio, el carbón vegetal y el azufre, dando origen a la pólvora negra.

[Preguntas y respuestas del uso de explosivos para la minería GM \(minenergia.gov.co\)](http://minenergia.gov.co)



3.2 ACTIVIDADES DE CONTEXTUALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

Identificar los diferentes tipos de sustancias explosivas, agentes y accesorios de voladura.

<p>VOLADURA: Voladura: ignición de una carga masiva de explosivos, para arrancar, fractura o remover una cantidad de material según los parámetros de diseño de la voladura misma</p>	
<p>SUSTANCIAS EXPLOSIVAS: Sustancia sólida o líquida (o mezcla de sustancias) que, de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno</p>	<div data-bbox="302 716 1232 1031"> </div> <div data-bbox="773 1129 1146 1329"> </div> <p>TNT, Polvora negra, nitroglicerina, dinamita</p> <div data-bbox="773 1381 1024 1633"> </div> <div data-bbox="773 1665 1000 1833"> </div>



<p>AGENTES DE VOLADURA:</p> <p>Elemento que funciona igual que un explosivo, pero sus compuestos tomados separadamente no constituyen por sí mismos un explosivo</p>	<p>ANFO: Los porcentajes van del 90 % al 97 % de nitrato de amonio y del 3 %</p> <p>INDUGEL PLUS PM: Empleado en la minería subterránea con posible presencia de gas grisú y polvo de carbón.</p> <p>V01</p>
--	--

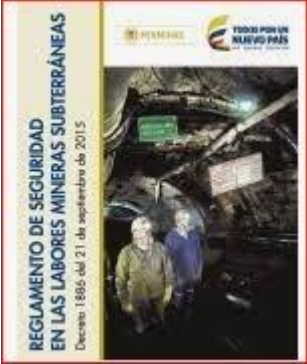


<p>ACCESORIOS DE VOLADURA: Accesorio de Voladura: dispositivos requeridos para la iniciación del explosivo; tales como: cable de ignición, detonador común, mecha de seguridad, detonador eléctrico, detonador no eléctrico, fulminantes, cordón detonante, multiplicador.</p>	<div data-bbox="816 258 1032 569"> <p>Detonador eléctrico</p> </div> <div data-bbox="1044 258 1252 569"> <p>Detonador común No. 8</p> </div> <div data-bbox="1263 443 1455 569"> <p>Mecha de seguridad</p> </div>
<p>ACCESORIOS DE VOLADURA DETONADORES ELÉCTRICO. El detonador eléctrico emplea la energía eléctrica para su iniciación. El detonador eléctrico posee un inflamador pirotécnico (denominado comúnmente “cerilla”), a través del cual circula la corriente eléctrica, que provoca la iniciación de la carga explosiva.</p>	<div data-bbox="769 600 1138 894"> </div> <div data-bbox="769 898 1445 1113"> <p>Diagrama de un detonador eléctrico que muestra los componentes: Cables de conexión, Cápsula (Al ó Cu), inflamador, Carga primaria, Carga base, Portarretardo y Pasta de retardo.</p> </div>
<p>CEBO. Unidad o cartucho de explosivo , que se emplean para iniciar otros explosivos o agentes de voladura. Contiene un detonador o cordon detonante al que se le adjunta un detonador para iniciarlo.</p> <p>Para transmitir una onda de detonación desde el cebo a otra carga, el explosivo del cebo debe generar suficiente energía de choque como para provocar que el explosivo receptor sea iniciado a su velocidad de detonación nominal.</p>	<div data-bbox="769 1142 1008 1430"> <p>EJEMPLOS DE CEBOS O PRIMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> 1* DINAMITA - FULMINANTE / GUIA 2* EMULSION - DETONADOR NONEL 3* DINAMITA - CORDON DETONANTE 4* BOOSTER - DETONADOR NONEL </div> <div data-bbox="1044 1171 1398 1430"> </div>

Altos Explosivos Booster de Pentolita -





<p>CIRCUITOS DE INICIACIÓN:</p> <p>Un circuito eléctrico, por lo tanto, es la interconexión de dos o más componentes que contiene una trayectoria cerrada.</p>	
<p>Explosor: Generador de energía eléctrica por medio del cual se aplica una descarga eléctrica de intensidad suficiente en el circuito de detonadores eléctricos con el fin de iniciar la voladura. Deben ser aptos para ser usados en minas de carbon subterráneas.</p> <p><u>Explosor a prueba de Explosión – CINO MINING SAS filial de CINO MINING CO., LTD.</u></p>	
<p>Normas de seguridad y protocolos aplicados</p> <p>Decreto 1886 de 2015, “Por el cual se establece el Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas”</p> 	<div data-bbox="773 1031 1435 1262"> <p align="center">DECRETO NUMERO 2535 DE 1993 (diciembre 17)</p> <p align="center">POR EL CUAL SE EXPIDEN NORMAS SOBRE ARMAS, MUNICIONES Y EXPLOSIVOS.</p> <p>El Presidente de la República de Colombia, en ejercicio de las facultades extraordinarias conferidas por los literales a), b), c), d), e), f), g), h), i) de la Ley 61 de 1993 y teniendo en cuenta las recomendaciones de la Comisión del Congreso de que trata el artículo 2º de la misma,</p> <p align="center">DECRETA:</p> <p align="center">TÍTULO I</p> </div> <div data-bbox="773 1289 1435 1482"> <p align="center">DECRETO 334 DE 2002 (Febrero 28)</p> <p align="center">"Por el cual se establecen normas en materia de explosivos".</p> <p align="center">EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA,</p> <p>en uso de sus facultades constitucionales y legales, en especial de las conferidas en el artículo 223 de la Constitución Política y los artículos 51 y 57 del Decreto-Ley 2535 de 1993, y</p> </div>



<p>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LA VOLADURA (EQUIPOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA, MASCARILLA CONTRA POLVO)</p>	<p>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</p>	
<p>REGISTRO DE INFORMACIÓN: DILIGENCIAMIENTO DE FORMATOS ESTABLECIDOS POR LA EMPRESA. Debe contar los los siguientes datos como mínimo: Nombre de la Mina y frente de ejecución. Registro de medición de gases, descripción y cantidad de unidades de los agentes y accesorios de voladura, observaciones y los nombres, DI, huella dactilar y firma de los que intervinieron en el proceso de ejecución de voladura.</p>		
<p>EVALUACIÓN DE LA VOLADURA</p> <p>Verificación posterior a la voladura respetando los tiempos de aireación del frente.</p> <p>En caso de tiros fallidos realizar el procediendo correspondiente para su eliminación.</p>		<p>Figura 6.11. Alpi: foto de un barrenado ciego de 76 mm. tras la explosión, con la zona de pulverización y plastificación marcada</p>



[GUÍA EXPLOSIVOS \(asogravas.org\)](http://asogravas.org)

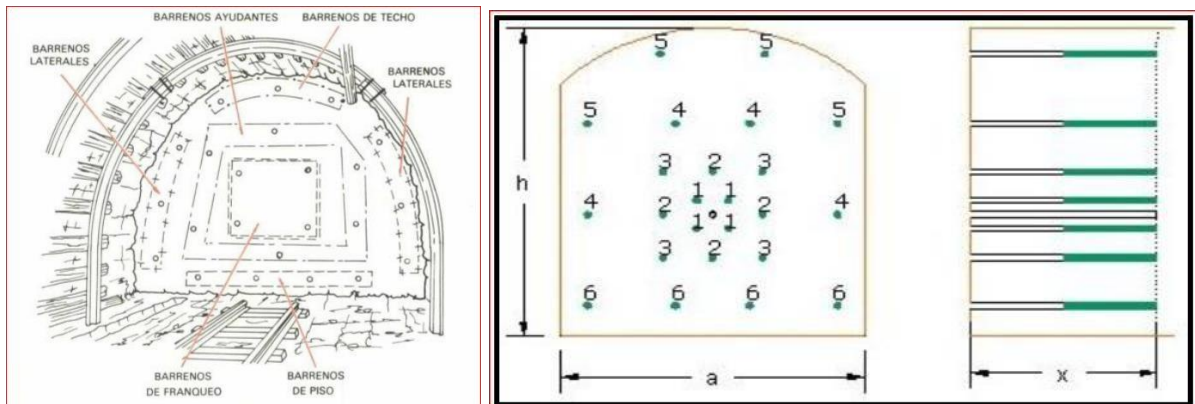
[\(61\) Underground Drilling and Blasting Training Video - ACG - YouTube](#)

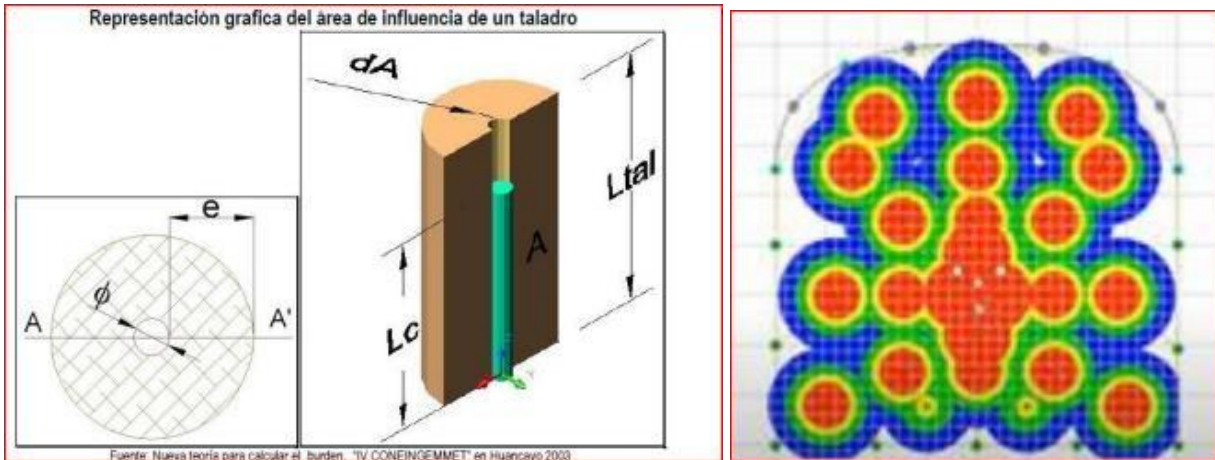
[\(61\) Blasting in Underground Mines - YouTube](#)

[\(62\) Underground Drilling and Blasting Training Video - ACG – YouTube \(perfocion con jumbo\)](#)

MALLA DE PERFORACIÓN

Distribución de los taladros con carga, en esta distribución se toma las dimensiones del burden x espaciamento. En el trazo de los taladros en una voladura de bancos la secuencia de salida puede generar **mallas** del tipo cuadrada, rectangular y alterna.





PROCESO PARA SOLICITAR SUSTANCIAS EXPLOSIVAS, AGENTES DE VOLADURA Y ACCESORIOS DE VOLADURA

 AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA

Compra de Explosivos

En Colombia toda personal natural y jurídica sólo podrá comprar explosivos y sus accesorios con un permiso expedido con base en la potestad discrecional de la autoridad competente en los Almacenes de la Industria Militar – Indumil.

¿Dónde se hace la inscripción como usuario de explosivos y accesorios y qué documentos debo radicar?

[compra_explosivos.pdf \(anm.gov.co\)](http://anm.gov.co/compra_explosivos.pdf)



REVISAR EL ESTADO Y CANTIDAD DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS, AGENTES DE VOLADURA Y ACCESORIOS.



REVISIÓN DE CIRCUITO



La lectura del óhmetro puede advertir fallos en la conexión del circuito o en su integridad:

- El óhmetro muestra valor infinito. El circuito se ha roto o alguna línea ha quedado abierta. Si una primera inspección visual no localiza el fallo, se hace necesaria la comprobación del mismo por partes hasta localizar el fallo.
- El óhmetro muestra un valor demasiado alto. Puede haber alguna conexión incorrecta.
- El óhmetro muestra un valor demasiado bajo. Existe un cortocircuito, algún detonador no está conectado o hay derivaciones en el terreno.
- La lectura no es constante. Indicaría conexiones defectuosas entre detonadores o a la línea de disparo.



UBICACIÓN DE SEÑALIZACION



Implemente la señalización de carácter preventivo en las zonas de las voladuras y magazines.

3.3. ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN

3.3.1 Identificar agentes de voladura, accesorios de voladura, herramientas insumos para la ejecución de la voladura en frentes mineros subterráneos.

Participe en la clase magistral de las características físicas de los agentes de voladura y accesorios, cebado amarre y disparo de la voladura.



INDUGEL PLUS PM (PERMISIBLE) TIPO HIDROGEL

Explosivo tipo hidrogel aluminizado, con sustancias gelificantes que evitan la segregación de las sustancias oxidantes y combustibles sensibilizados en la mezcla; sensible al detonador eléctrico permisible con excelente resistencia al agua y alta energía específica. Presenta confiabilidad a temperaturas por debajo de 0°C y seguridad en el manejo debido a su baja sensibilidad al roce y al impacto. Empleado en la minería subterránea con posible presencia de gas grisú y polvo de carbón. Produce humos permisibles de acuerdo a la agencia MSHA (Mine Safety and Health Administration).



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Físicas

Densidad del encartuchado	1,17 ± 0,03 g/cm ³
Resistencia a la humedad	Excelente
Diámetro Crítico	29mm

Balísticas

Velocidad de detonación (*)	4.500 ± 500 m/s
Potencia relativa en volumen RBS	1,25
(*)Medido al aire sin confinar (Diámetro 32mm)	

NOTA: Para preservar el carácter permisible del explosivo, se debe usar con accesorios permisibles (detonador permisible) e iniciación con explosor permisible o intrínsecamente seguro.

Socialice y participe en un debate exposición magistral de diferentes tipos de agentes de voladura, cebado y cargue de barrenos.

Ambiente Requerido: Auditorio, Mina

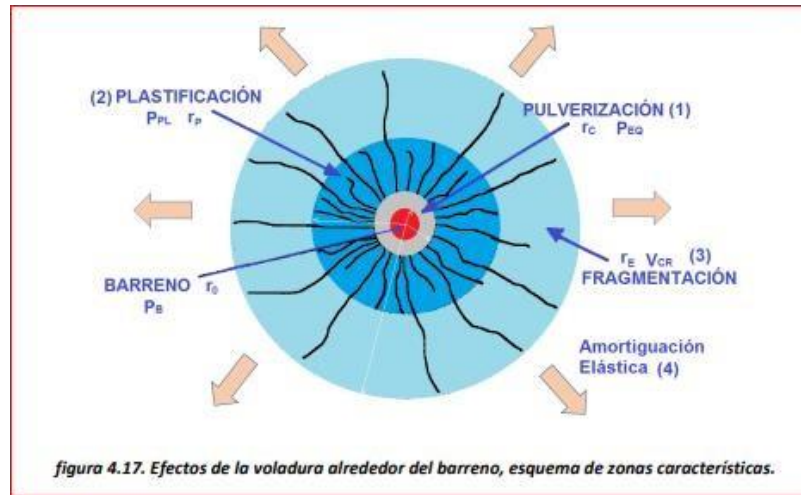
Materiales: Hojas de papel tamaño carta, lapiceros, marcadores.

Equipo: Video Beam, Celular.

3.3. 2 Ejecutar Voladura y Entregar informes



[\(62\) Blasting in Underground Mines - YouTube](#)



Participe en la clase magistral en el procedimiento para la ejecución de voladura y de la elaboración de informes de ejecución de voladura.

Participe en la ejecución de la voladura en un frente minero subterráneo

Socialice y participe en un debate en plenaria con la asistencia de todo el grupo

Ambiente Requerido: Auditorio, Mina subterránea



4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
<p>Evidencias de Conocimiento:</p> <p>Describir paso a paso de la ejecución de voladura.</p>	<p>Cumple las normas de seguridad y protocolos para la ejecución de la voladura.</p>	<p>Técnica: Formulación de Preguntas. Instrumento: Cuestionario</p>
<p>Evidencias de Desempeño:</p> <p>Alistar agentes y accesorios de voladura. Realizar cargue, amarre y disparo de la voladura en frente minero subterráneo</p>	<p>Manipula las cantidades de sustancias explosivas, agentes de voladura, y accesorios de acuerdo a las normas, protocolos y diseños establecidos.</p>	<p>Técnica: Observación Directa. Instrumento: Lista de Chequeo</p>
<p>Evidencias de Producto:</p> <p>Entregar informe de ejecución de voladura en formato establecido.</p>	<p>Diligencia los formatos establecidos por la empresa reporta novedades presentes en el puesto de trabajo según procedimiento establecido.</p>	<p>Técnica: Valoración de Producto. Instrumento: Lista de Chequeo</p>



5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANM (Agencia Nacional de Minería): Autoridad Minera en Colombia.

AGENTE DE VOLADURA: Elemento que funciona igual que un explosivo, pero sus compuestos tomados separadamente no constituyen por sí mismos un explosivo; por ejemplo nitrato de amonio, fuel oil o mezcla de oxidantes y combustibles, los cuales no inician directamente con detonador, siendo necesario colocar entre la carga y el detonador un explosivo multiplicador.

BARRENO: Agujero perforado en el material que se va romper con el fin de contener una carga explosiva, también llamado taladro, perforación, pozo u hoyo.

CARTUCHO: Envase rígido o semirrígido, bolsa o tubo individual de sección circular que contiene explosivos o agentes de voladura de un largo o diámetro especificado.

CEBO: Unidad o cartucho de explosivo, que se emplea para iniciar otros explosivos o agentes de voladura y que contiene: un detonador: o un cordón detonante al que se le adjunta un detonador diseñado para iniciar dicho cordón detonante.

PRESIÓN DE DETONACIÓN La presión de detonación, depende de la velocidad de detonación y de la densidad del explosivo, y es la sobrepresión del explosivo al paso de las ondas de detonación

CORDÓN DETONANTE: Cordón flexible que contiene un núcleo central de un explosivo de alta velocidad - generalmente PENT, utilizado para iniciar otros altos explosivos.

DETONADOR: Cualquier dispositivo que contenga un explosivo primario o de iniciación que se emplea para iniciar la detonación de otro material explosivo; un detonador no puede contener más de diez gramos (10 gr) de explosivo por peso, excluyendo las cargas de retardo o encendido. El término incluye pero no limita a: detonador común para uso con mecha de seguridad, detonadores eléctricos instantáneos, detonadores eléctricos permisibles, detonadores no-eléctricos, detonadores electrónicos.

DETONADOR COMÚN: Es un dispositivo que contiene un explosivo primario o de iniciación, que se emplea para iniciar la detonación de otro material explosivo y cuya característica principal es la iniciación por llama generada por la combustión del núcleo de pólvora negra de la mecha de seguridad.

DETONADOR ELÉCTRICO PERMISIBLE: Corresponde a un detonador con cápsula de cobre, sellado con un tapón antiestático del que salen dos conductores eléctricos aislados, capaz de convertir un impulso eléctrico en una detonación mediante un dispositivo electro pirotécnico, además contiene retardos que pueden clasificarse en serie de milisegundos.

DETONADOR NO ELÉCTRICO: Corresponde a un detonador con cápsula de aluminio que contiene una carga base y primaria de explosivo, con una serie de retardos de corto y largo periodo y cuya energía se transmite a través de una onda de choque producida por la deflagración de una película explosiva (HMX) que se encuentra adosada a las paredes internas de un tubo de plástico.

DETONADOR ELECTRÓNICO: Corresponde a un detonador con cápsula de aluminio con una carga de explosivo primario, en la cual la energía viaja en forma de corriente eléctrica a través de cables conductores, para luego transformarse en energía explosiva en el interior del detonador, mediante un dispositivo de condensadores y chips.



DONANTE (DONOR): Es una carga explosiva que produce un impulso que incide energéticamente sobre una carga explosiva “receptora”.

EXPLOSOR: Generador de energía eléctrica por medio del cual se aplica una descarga eléctrica de intensidad suficiente en el circuito de detonadores eléctricos con el fin de iniciar la voladura.

ONDA EXPLOSIVA: Fuerte golpe de viento, con paso extremadamente rápido de la mezcla explosiva (por ejemplo: mezcla explosiva de grisú: metano + aire. Mezcla explosiva de polvo de carbón: polvo finísimo de carbón + aire, entre otros), de un estado a otro, acompañado por la formación de una cantidad



considerable de gases tóxicos y asfixiantes, con desprendimiento de energía y calor que se convierte en trabajo mecánico destrozante.

OPERADOR DE EXPLOSIVOS: Persona certificada por la Escuela de Ingenieros Militares en el manejo, almacenamiento, transporte y uso de explosivos y elementos de ignición.

RETACADO: Relleno de los barrenos con algún material inerte, generalmente arcilla (barro), que es apisonado para confinar los explosivos.

VOLADURA: Acción y efecto de la utilización de explosivos y accesorios de voladura para romper, arrancar y fracturar rocas, minerales u otro material, o generar ondas sísmicas

6. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

GUIA MINERO AMBIENTAL EXPLOTACION MINISTERIO MINAS Y ENERGIA
DECRETO 1886 DE 2015

SEGÚN EL DECRETO NUMERO 2535 DE 1993, POR EL CUAL SE EXPIDEN NORMAS SOBRE ARMAS
MUNICIONES Y EXPLOSIVOS.

DECRETO 334 DE 2002 (FEBRERO 28) "POR EL CUAL SE ESTABLECEN NORMAS EN MATERIA DE
EXPLOSIVOS".

CATALOGO EXPLOSIVOS INDUMIL.<https://www.indumil.gov.co/categoria-producto/explosivos-y-accesorios-de-voladuras/agentes-de-voladuras-es/>

https://www.esing.mil.co/escuela_ingenieros_militares/certificacion_explosivos_423372

GUÍA TÉCNICA DE SEGURIDAD PARA USO Y MANEJO DE EXPLOSIVOS EN VOLADURAS BAJO TIERRA Y CIELO
ABIERTO.

[GUÍA EXPLOSIVOS \(asogravas.org\)](http://asogravas.org)

[http:// biblioteca.sena.edu.co.](http://biblioteca.sena.edu.co)

Revista Seguridad Minera. Riesgos vinculados al uso de explosivos en actividades mineras

[Riesgos vinculados al uso de explosivos en actividades mineras \(revistaseguridadminera.com\)](http://revistaseguridadminera.com)

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	Luz Amparo Merchán Flechas	Instructor	Centro Minero	Mayo 2023



8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio GFPI-F-135 V01
Autor (es)					

