



Centro de
Especializaciones
Noeder

Diploma de Especialización Internacional

SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO

CICLO REGULAR

**MÓDULO
VII**



**TRABAJOS CON
EXPLOSIVOS**

CLASE 02

Mg. Ing. Jorge Arzapalo Barrera



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

ENTRE LOS COSTOS A CONSIDERAR VINCULADOS A ACCIDENTES ESTÁN:

- ✓ El costo del tratamiento de la lesión o los de sepelio.
- ✓ La indemnización laboral.
- ✓ La pérdida de la producción.
- ✓ El sobretiempo de reemplazos.
- ✓ El tiempo de investigación.
- ✓ Los costos legales.
- ✓ El incremento de las pólizas de seguro.
- ✓ Los requerimientos adicionales de entrenamiento.
- ✓ Los daños a las instalaciones, equipos y maquinarias.
- ✓ El incremento de costos operacionales y del producto final.
- ✓ La limpieza de la contaminación ambiental producida.
- ✓ La pérdida de la buena imagen de la empresa.
- ✓ La eventual reducción en el valor del activo de la empresa





TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

CONSECUENCIAS DEL EMPLEO DE EXPLOSIVOS EN VOLADURA

Posibilidad de ocurrencia de accidentes directos por explosión. En las etapas de:

- 1. Fabricación.***
- 2. Abastecimiento a mina.***
- 3. Preparación del disparo.***
- 4. Evaluación de la voladura.***

Posibilidad de accidentes indirectos como resultado de la voladura por:

- 1. Gaseamiento.***
- 2. Desprendimiento de piedras.***
- 3. Deslizamiento de taludes.***
- 4. Vibraciones excesivas.***
- 5. Proyección de fragmentos.***



TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

CONSECUENCIAS DEL EMPLEO DE EXPLOSIVOS EN VOLADURA

Afectación del Medio Ambiente como resultado de las voladuras:

- 1. Inestabilidad en taludes en superficie.*
- 2. Polvos y gases en el ambiente.*
- 3. Desequilibrio geomecánico en labores interiores por sobreexcavación.*
- 4. Derrames y desperdicios de materiales explosivos en el terreno.*
- 5. Contaminación de aguas.*



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

FACTORES INTEGRADOS EN LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES

Factor humano:

1. Comportamiento
2. Conocimiento
3. Responsabilidad

Factor de operación:

1. Presión de tiempo.
2. Sobrecarga de trabajo.
3. Procedimiento de trabajos incorrectos.
4. Equipos e insumos inadecuados.
5. Malas condiciones de trabajo.
6. Supervisión deficiente.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

PREVENCIÓN

La única manera de evitar accidentes con explosivos es la de mantener una efectiva política de prevención, que comprenda dos aspectos fundamentales:


- a) El comportamiento o actitud personal del trabajador.
- b) El conocimiento que debe tener de los riesgos que presenta cada elemento o producto utilizado y cada fase del trabajo a realizar.





TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

COMPORTAMIENTO EN VOLADURA

 “Es la conducta, manera de portarse, o conjunto de reacciones particulares de una persona frente a una situación determinada”.

 “Es también el modo de gobernar su vida y de dirigir sus actos”.

 “Es algo que se puede ver que una persona hace o escuchar que dice”.

Características:

 Un comportamiento debe ser observable, medible y descrito de la misma forma por diferentes personas.

 Es el actitud fundamental en una persona para la prevención de accidentes.



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

COMPORTAMIENTO EN VOLADURA

La voladura requiere personal idóneo, preparado, equilibrado y responsable; con plena conciencia de los riesgos que corre y con actitud favorable sobre la seguridad en todas sus actividades.

Sin embargo, se debe tener presente que por diferentes motivos pueden ocurrir cambios en el comportamiento habitual, que llevan a situaciones de riesgo, a los que denominamos “**la condición humana**”; que en el caso del manipuleo de explosivos debe ser tomada muy en cuenta por el propio operador y la supervisión.





TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

COMPORTAMIENTO EN VOLADURA

Entre estos motivos podemos mencionar los siguientes:

1. Negligencia.
2. Ira, mal humor, consumo de alcohol y drogas.
3. Decisiones precipitadas.
4. Indiferencia, descuido, falta de atención.
5. Distracción, bromas pesadas, mal estado de salud.
6. Curiosidad mal dirigida.
7. Ignorancia, instrucción inadecuada.
8. Malos hábitos de trabajo, desorden.
9. Exceso de confianza.
10. Falta de planificación.

Siempre lleva los explosivos en forma separada, a 20 metros, según el DS024-2016 art. 287 inciso f.



Todo explosivo sobrante debe ser devuelto al polvorín.



Jamás fumes ni lleves fósforo o materiales inflamables cuando transportes explosivos.



No perfores en los huecos de taladros del disparo anterior, puede haber restos de explosivo compactado.





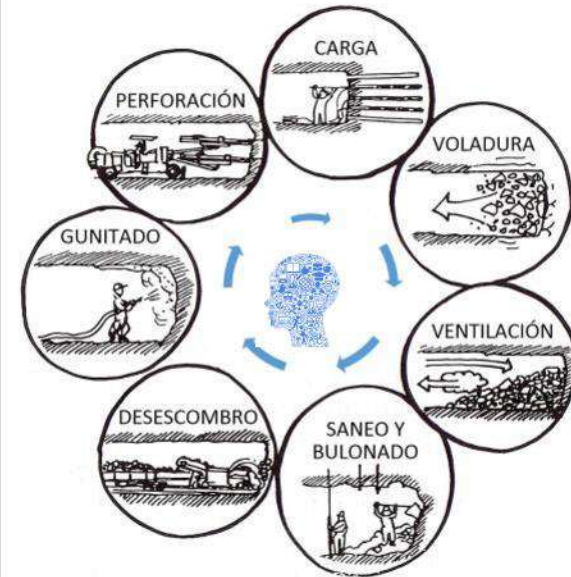
TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

CONOCIMIENTO

La prevención de accidentes en voladura debe ser canalizada mediante una eficiente capacitación complementada con adecuado entrenamiento.

El enfoque de estas actividades debe dirigirse a:

- a. El conocimiento detallado del funcionamiento y los riesgos de cada uno de los explosivos y accesorios de voladura a utilizar.
- b. El conocimiento de los riesgos predominantes en las operaciones de voladura:
 - Abastecimiento y almacenaje de explosivos.
 - Transporte de explosivos y detonadores.
 - Preparación de la voladura: perforación, carga y encendido.
 - Disparo.
 - Evaluación de la voladura: control de gases y polvo, tiros fallados, explosivos no detonados, desprendimiento y proyección de piedras.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

ACCIDENTES CON EXPLOSIVOS

DIRECTOS: Por explosiones fortuitas o tiros fallados.

Motivos:



Negligencia,



Fallas de encendido



Productos defectuosos.








TRABAJO CON EXPLOSIVOS

ACCIDENTES CON EXPLOSIVO

INDIRECTOS:

Por gaseamiento.




Motivos:

-  *Ingreso antes de despejar los humos.*
-  *Exposición a ambiente mal ventilado.*
-  *Iniciación defectuosa del explosivo.*

INDIRECTOS:

Por desplome de rocas (vibración excesiva).

Motivos:

-  *Condiciones geológicas, roca muy fisurada o incompetente.*
-  *Sobrecarga de explosivo.*
-  *Iniciación instantánea del disparo o con retardos muy cortos.*



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

ALMACENAJE DE EXPLOSIVOS

POLVORINES

La regla principal es “estar seguro que su explosión fortuita no pueda causar daño a personas o a instalaciones”.
Deben ser inaccesibles a personas no autorizadas y protegidos contra eventos adversos, rayos desastres naturales e incendios.
Deben tener custodia permanente.



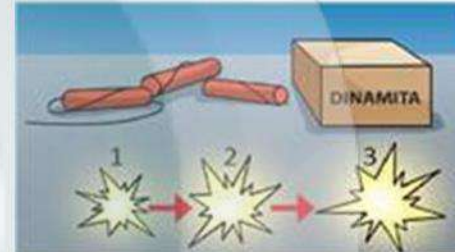


TRABAJO CON EXPLOSIVOS

NORMAS GENERALES DE ALMACENAJE

- No maltratar los explosivos*
- No almacenar explosivos junto con detonadores, combustibles y otros materiales.*
- No fumar ni hacer fuego junto con los explosivos.*
- No almacenarlos por tiempo prolongado.*
- El incendio de nitrato de amonio solo puede combatirse con agua, no con extintores.*

Guarda los explosivos en un polvorín.



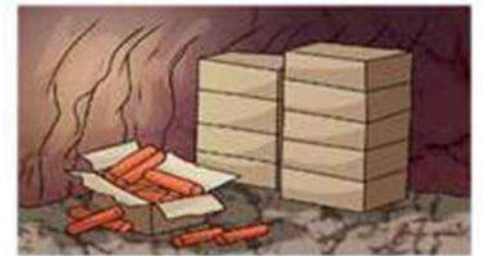
Descarga la corriente estática.



No fumes en un polvorín.



No uses explosivos humedecidos.





TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

NORMAS GENERALES DE ALMACENAJE

El entorno del polvorín estará protegido y limpio de materiales combustibles.

Los productos se almacenarán de forma limpia y ordenada, fácilmente identificables y accesibles, despachados por orden de antigüedad

Cualquier producto deteriorado será sacado para su destrucción

El polvorín deberá estar señalizado y solo accederá personal autorizado.

No dejes explosivos con otros objetos.









En incendios, apagar con agua.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

RIESGOS EN EL ALMACENAJE:

-  Explosión fortuita por maltrato en manipuleo.
-  Explosión por incendio (Combustibles, etc).
-  Deterioro de los productos por malas condiciones de almacenaje, humedad o demasiado tiempo de almacenaje.
-  Deterioro por desastres naturales (inundación y otros).
-  Detonación por simpatía (almacenaje de explosivos junto con detonadores o entre polvorines muy cercanos).
-  Sustracción.



TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

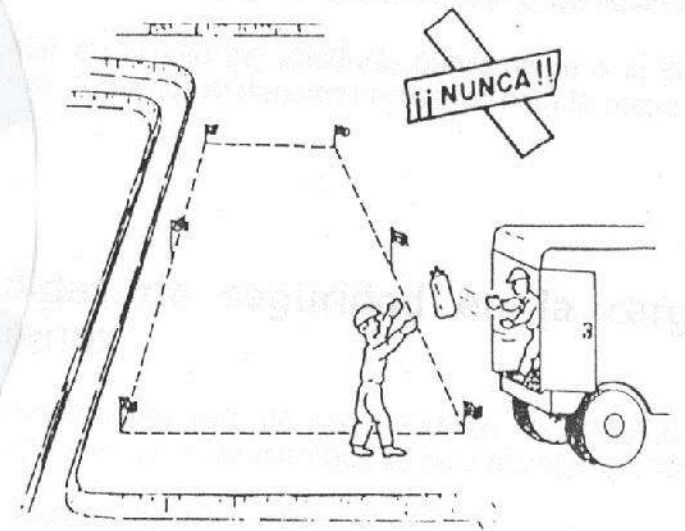
TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS

La carga y descarga se realizará de día y en ausencia de tormentas eléctricas, arena o nieve

La carga y descarga se realizará con cuidado y sin golpes

No se transportará en el mismo vehículo detonadores y materiales explosivos, inflamables o corrosivos

En todo momento, y hasta el disparo de la voladura se mantendrá custodiado el área de voladura





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS EN VEHÍCULOS

Nunca transportar los explosivos en cualquier equipo o vehículo, los vehículos deberán tener todas las condiciones de seguridad, debiendo destinarse exclusivamente a esta tarea. La velocidad no será mayor de 10 km/h y se establecerá previamente el lado derecho de vía libre.

Estar en óptimas condiciones mecánicas y eléctricas, con la carrocería firmemente unida al chasis y su interior recubierto con goma o madera, de tal modo que no produzca chispas y provista de barandas suficientemente altas para evitar caídas accidentales. En caso contrario se usará cajones de madera confeccionados especialmente para estos fines, previamente autorizados por el Servicio.



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS EN VEHÍCULOS



Llevar cadena de seguridad a tierra para descargar la electricidad estática y portar al menos 2 extintores contra incendio de polvo químico seco (PQS) multipropósito, también de un sistema corta corriente de emergencia que permita desactivar la energía eléctrica, en caso de choque o incendio.



La distribución de la carga sobre el vehículo será de tal forma, que no tenga lugar a desplazarse en su carrocería. Los explosivos deberán transportarse en sus envases originales de fábrica, y los detonantes u otro tipo de iniciadores jamás deberán ser transportados junto a otro explosivo.



TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS EN VEHÍCULOS



La carga máxima será un 80% de la indicada por el fabricante del vehículo.



El vehículo cargado con explosivo no podrá transportar ningún otro material o herramienta.



Debe ser de uso exclusivo para explosivos. Deben llevar señalización que contenga la palabra “explosivos”, se mantendrán limpios y libres de materiales inflamables.



El conductor y el asistente deben estar autorizados y capacitados para manipular explosivos, mantendrán las luces del vehículo encendidas tanto de día como de noche. Prohibido la presencia de pasajeros no autorizados.



TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS EN VEHÍCULOS

No se debe transportar explosivos en condiciones de tormenta eléctrica. Durante las operaciones de carga y descarga de explosivos se deberán apagar el motor del vehículo y calzar las ruedas.

El trayecto que realizará el vehículo deberá siempre ser el más corto y de menor tráfico.

Esta estrictamente prohibido transportar personal en el vehículo junto con los explosivos.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

TRASLADO DE EXPLOSIVOS EN MOCHILAS

Nunca transportar detonadores junto con altos explosivos. No te conviertas en “hombre bomba”. Respeta las distancias mínimas de 20 m de trabajador a trabajador. Utiliza mochilas para el traslado de explosivos. Trasladar máximo 25 kg.

Cuando se deja los explosivos en la labor, dejarlos colgados o en los cajones, separados y en sus respectivas mochilas; manteniendo siempre la distancia mínima de separación de 2 m entre accesorios y dinamita. Nunca debes dejarlos juntos, tampoco botados en el piso.

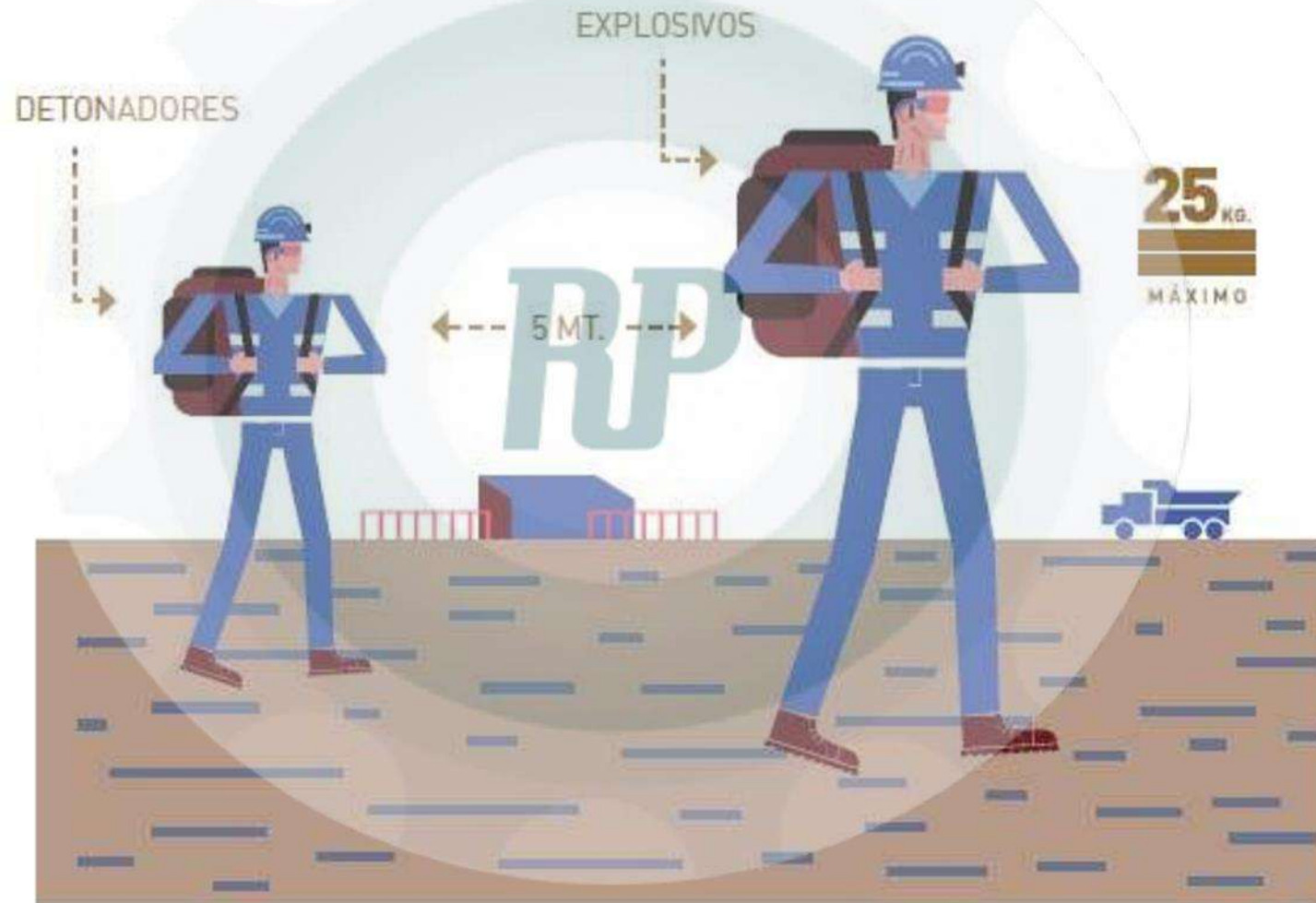
El transporte de explosivos debe ser únicamente con ese objetivo. Por lo tanto, no se debe transportar otro tipo de materiales.

Está estrictamente prohibido fumar mientras se está transportando explosivos.



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

TRASLADO DE EXPLOSIVOS EN MOCHILAS







ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

TRASLADO DE EXPLOSIVOS A FRENTES DE TRABAJO




-  Al cargar o descargar el vehículo **no arrojar** las cajas al suelo.
-  Siempre llevar los explosivos en forma separada de los accesorios manteniendo una distancia prudencial entre ellos, que deberá ser de 10 metros como mínimo.
-  Sólo debe trasladarse explosivos en la cantidad necesaria a usar en la tronadura.
-  En general, no debe transportarse más de 25 kilos por persona.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

TRASLADO DE EXPLOSIVOS A FRENTES DE TRABAJO

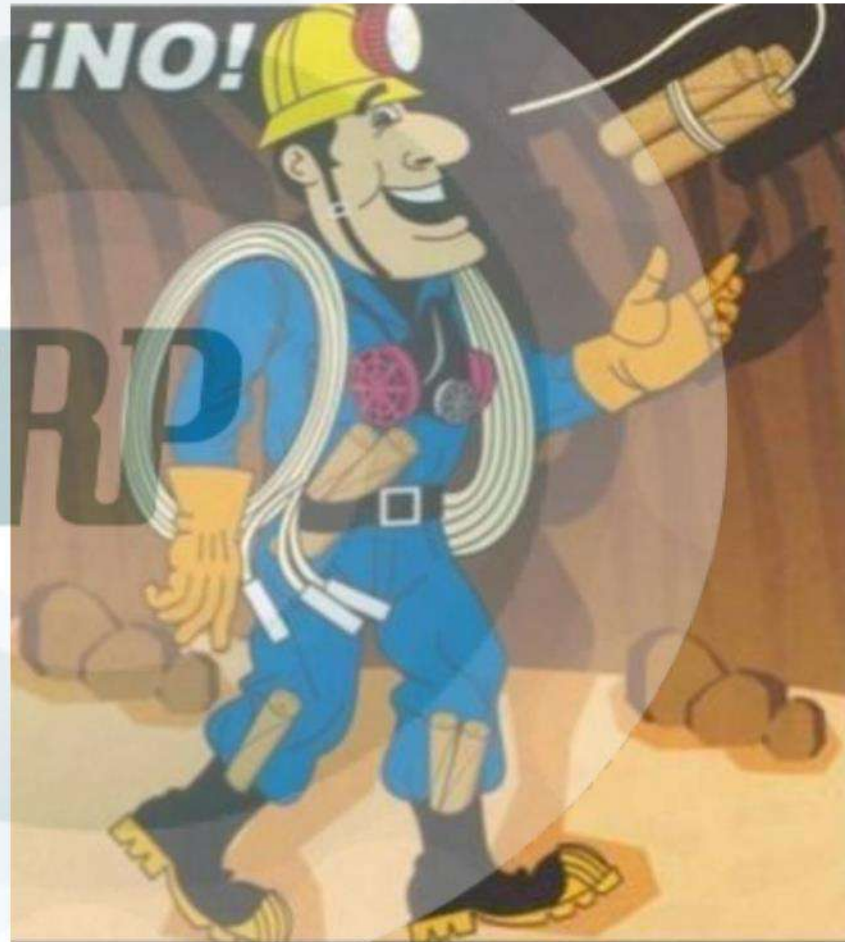
-  Explosivos y fulminantes SIEMPRE separados, tanto en el traslado como en el almacenaje
-  No está permitido el transporte de explosivos en cargadores frontales. LHD, Equipos de perforación (Scoops, Jumbos...).
-  Debe hacerse en cajas diseñadas para tal fin.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

TRASLADO DE EXPLOSIVOS A FRENTES DE TRABAJO





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

Nunca transportes explosivos y accesorios de voladura en el mismo vehículo.



No llesves explosivos en los jumbos, scooptrams, cargadores frontales, equipos pesados, etc.



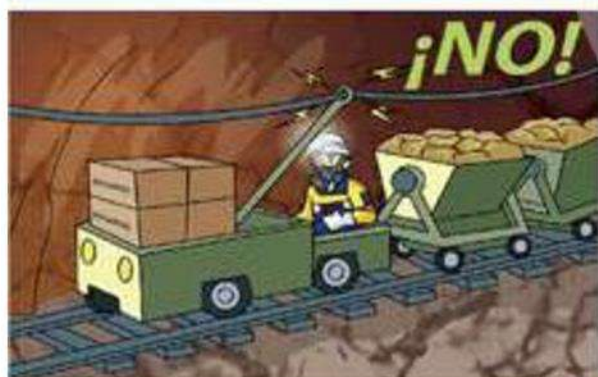
Siempre lleva los explosivos en forma separada, a 20 metros, según el DS024-2016 art. 287 inciso f.



Jamás fumes ni llesves fósforo o materiales inflamables cuando transportes explosivos.



No transportarlos en locomotoras, ni permitir que se contacten con líneas eléctricas activas como la del trolley.



Al cargar o descargar el vehículo, no arrojes las cajas al suelo.



Todo explosivo sobrante debe ser devuelto al polvorín.







No perfores en los huecos de taladros del disparo anterior, puede haber restos de explosivo compactado.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA CARGA DE BARRENOS

-  Se prohíbe el uso de herramientas metálicas en la apertura de envases.
-  Los explosivos se descargarán en lugares secos, alejados de fuentes de calor, aceite o combustibles
-  El personal se mantendrá alejado de explosivos cuando se acerque una tormenta
-  No se utilizará explosivos o accesorios que estén deteriorados





TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA PREPARACIÓN DEL CEBO



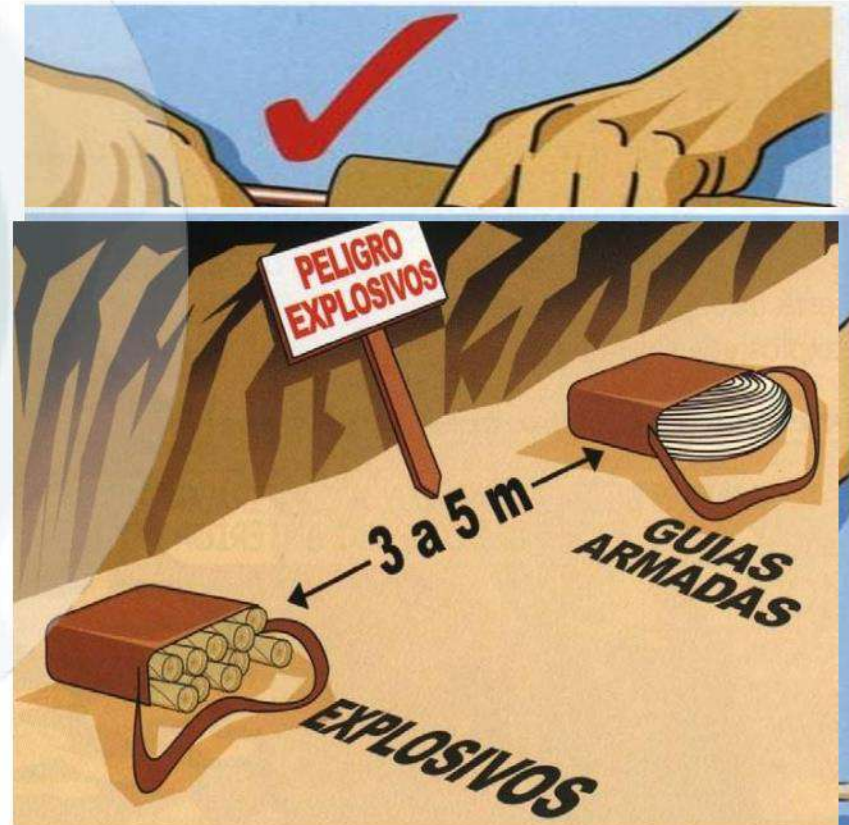
Se asegurará el correcto posicionado y amarre del detonador o cordón al cartucho, y en caso de peso excesivo se reforzará con cinta aislante.



La inserción del detonador o cordón detonante en el cartucho se realizará con herramientas que no produzcan chispas



Los explosivos iniciadores se colocarán separados de los rompedores.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA CARGA DE BARRENOS

Se adecuará el diámetro del explosivo con el del barreno

Previo a la carga se inspeccionará el estado del barreno y su longitud.

La boca del barreno se limpiará de detritus, si existiera obstrucción, se limpiará con cucharilla

No se cargará un barreno recién perforado (temperatura ambiente)





TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA CARGA DE BARRENOS

El cebo se introducirá con precaución para evitar atranques.

La carga posterior al cebo se realizará evitando golpear al mismo

Cuando se emplee equipos neumáticos deberán estar protegidos contra cargas estáticas

Cuando se inicie un barreno con cordón detonante, este se cortará a la longitud necesaria





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

SEGURIDAD EN LA PREPARACIÓN DE LA PEGA

No mezclar en un mismo circuito detonadores y accesorios de distintos fabricantes ni de diferentes características

Verificar que todos los barrenos estén conectados a la línea principal.

El área de voladura debe ser señalizada y cercada.

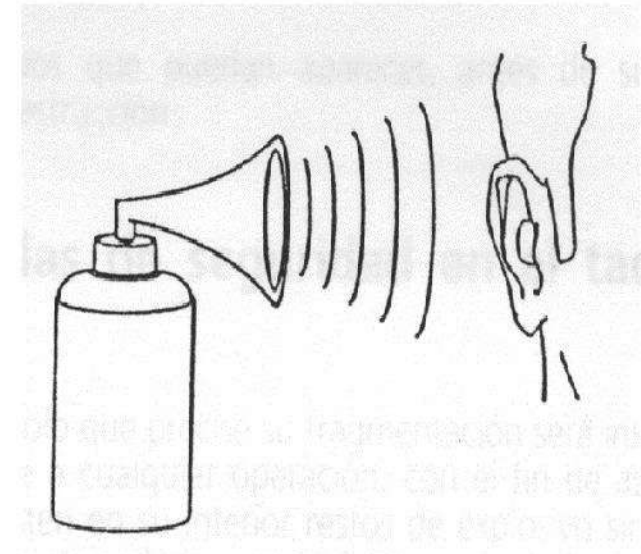
Se dispondrá de refugios para personal y máquinas

En el área de voladura no existirán explosivos o accesorios sobrantes.

Se dispondrá de un sistema acústico de aviso adecuado

Asegurar las comunicaciones y vigilancia necesaria

El disparo se realizará por una persona autorizada una vez recibida la orden de la supervisión





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

SEGURIDAD EN LA PREPARACIÓN DE LA PEGA

El abastecimiento de explosivos y otros insumos debe ser oportuno y completo antes de iniciar las labores.

No deben ingresar personas ajenas, vehículos o equipos durante la preparación del disparo (reparto, primado, carga y taponado de taladros).

Mantener el procedimiento de carguío establecido en el tiempo que permita terminar el trabajo sin apresuramiento, para evitar fallas.

Efectuar el amarre y secuenciado solo con el mínimo necesario de personal.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

DESPACHO Y CONTROL

Despacho



El despacho de explosivo se hará por estricto orden de recepción.



Se retirará sólo la cantidad y tipo de explosivo que sea necesario en la actividad programada para el consumo del día.

Control



El polvorín deberá ser inspeccionado periódicamente por el responsable de la Faena, quién anotará en su reporte cualquier anomalía que encuentre, e impartirá instrucciones de solución.










En el “Libro Control de Explosivos”, deberá anotarse: Fecha de recepción o despacho, número de guía de recepción o despacho, procedencia o destino, cantidad recibida o despachada, existencia y observaciones



TRABAJOS CON EXPLOSIVOS








MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LAS VOLADURAS BAJO TIERRA Y A CIELO ABIERTO.

-  No realice actos negligentes o inseguros con materiales explosivos. Fomente la cultura del autocuidado en los trabajadores.
-  Implemente la señalización de carácter preventivo en las zonas de las voladuras y magazines.
-  Realice capacitación a los trabajadores de los peligros de las sustancias explosivas.
-  Utilice herramientas anti chispa.
-  Establezca un procedimiento de almacenamiento de sustancias explosivas.
-  Realice capacitación a los trabajadores acerca del correcto uso de los elementos de protección personal en el manejo de explosivos.
-  Diseñe y prepare las mallas de perforación y voladura con métodos técnicos.



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LAS VOLADURAS BAJO TIERRA Y A CIELO ABIERTO.

-  *Elabore de protocolos de seguridad y procedimientos seguros para el manejo de explosivos.*
-  *Capacite a los trabajadores sobre los procedimientos de utilización de explosivos, antes de iniciar sus actividades.*
-  *Realice la supervisión de las voladuras a través del personal competente y certificado.*
-  *No deje material explosivo sobrante dentro de la zona de trabajo y después de la carga de los barrenos.*
-  *No fume cuando manipule o transporte explosivos.*
-  *No manipule explosivos ni realice voladuras cuando haya tormentas eléctricas.*
-  *Disponga de un sistema de alarma o sistema de aviso para cuando se realice las voladuras en minería a cielo abierto.*



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

DISPARO - NORMAS GENERALES



Asegurar silencio radial y comando único del disparo.



Asegurar vía de escape.



Verificar prohibición de accesos.



Retirar personal y equipos a las distancias establecidas por las normas de seguridad propias de la mina.



Nunca disparar en superficie cuando haya tempestades o rayos.



TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

RIESGOS PREDOMINANTES EN EL DISPARO



Falla del encendido (tener que volver a hacerlo).



Tiro prematuro, ejemplo por usar mecha de encendido muy corta.



Protección inadecuada (en cobertura o en distancia).



Excesivo nivel de vibraciones (sobrecarga).



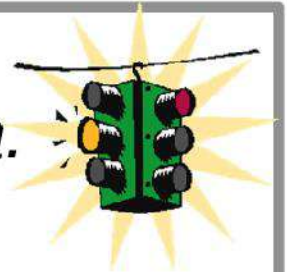
Proyección de fragmentos a distancia.



Impacto a personas o equipos cercanos a la voladura.



No abandonar a tiempo la zona de disparo (falla de vehículo, etc).





TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

RETORNO Y EVALUACION DE LA VOLADURA

RIESGOS USUALES



Volver al lugar de la voladura demasiado pronto.



Presencia de gases remanentes en los detritus.



Piedras inestables o sueltas en la pila de escombros y en el contorno de la galería.





TRABAJO CON EXPLOSIVOS

RETORNO Y EVALUACION DE LA VOLADURA

RIESGOS USUALES

*Tiros retardados.
Tiros cortados o fallados.
Explosivos o accesorios que no
han detonado.*







TRABAJO CON EXPLOSIVOS


MEDIDAS A TOMAR CON LOS TIROS FALLADOS

 Señalar el lugar donde se encuentren.

 Retirar al personal no vinculado a este trabajo.

 Eliminar los restos de explosivo no detonado con chorro de agua o colocarle un nuevo cebo y volverlo a disparar.

 Buscar restos de explosivos y recogerlos para eliminarlos posteriormente (los muy peligrosos se plastearán in situ).

 Cuando se sospeche la presencia de un tiro fallado, recomendar a los operadores de equipo observar el sector para evitar impactar los restos.



TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

ELIMINACION DE TIROS FALLADOS

Procedimiento:



Retirar al personal innecesario.



Eliminar los restos de explosivo con chorro de agua.



Si después de lavarlos aún queda explosivo, recargar el taladro con medio cartucho de dinamita con guía a distancia armada de 6 pies o con plasta superpuesta y disparar.



No reingresar a comprobar hasta treinta minutos después de escuchar el tiro.



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

GASES - RIESGOS

El nivel de concentración y tiempo de exposición pueden causar la muerte.

Los más peligrosos son:

 **Monóxido de carbono (CO):** Tóxico por la formación en sangre de carboxihemoglobina. (Envenena)

 **Dióxido de carbono (CO₂):** Causa asfixia por desplazamiento del oxígeno de su sitio de unión con la hemoglobina.

 **Gases nitrosos (NO y NO₂):** Irritantes y corrosivos, por lo que pueden destruir los alvéolos pulmonares.

 Estos gases requieren TIEMPO y CIRCULACION DE AIRE (disiparse).



TRABAJO CON EXPLOSIVOS

GASES - FACTORES

Un exceso de gases puede deberse a:



Detonación deficiente (deflagración) por iniciador débil.



Desbalance o mala mezcla de los agentes explosivos.



Disparo de taladros anegados, con explosivo no resistente al agua.



Degradación del explosivo por envejecimiento.



Confinamiento de la labor disparada y mala ventilación.

¡Gracias!



Centro de
Especializaciones
Noeder

Conócenos más haciendo clic en cada botón

