****

Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

**HIGIENE Y SEGURIDAD**

*Clase de*

*“EXPLOSIVOS”*

*GRUPO N° 15:*

*BERARDO, Paola Andrea*

*QUISPE, Martín Jorge Ezequiel*

*SILVESTRE, Alexis Alberto*

*VARGAS, José Ignacio*

2020

ÍNDICE

[1. MARCO LEGAL 1](#_Toc52406010)

[2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN 1](#_Toc52406011)

[2.1. Definición Explosivos 1](#_Toc52406012)

[2.2. Clasificación 1](#_Toc52406013)

[2.3. Excepciones 4](#_Toc52406014)

[2.4. Clasificación de sustancias explosivas 4](#_Toc52406015)

[2.4.1. Sustancias explosivas por naturaleza explosiva 4](#_Toc52406016)

[2.4.2. Sustancias explosivas por sensibilidad 5](#_Toc52406017)

[2.4.3. Sustancias explosivas por utilización 5](#_Toc52406018)

[3. ELECCIÓN DEL EXPLOSIVO 6](#_Toc52406019)

[3.1. Características del ambiente 6](#_Toc52406020)

[3.2. Características de desempeño del explosivo 8](#_Toc52406021)

[4. REQUISITOS 11](#_Toc52406022)

[4.1. Registro de las personas 11](#_Toc52406023)

[4.2. Registro de los Explosivos 12](#_Toc52406024)

[5. COMERCIALIZACIÓN 13](#_Toc52406025)

[5.1 Disposiciones generales 13](#_Toc52406026)

[5.2 Transmisión y expropiación 13](#_Toc52406027)

[6. TRANSPORTE 13](#_Toc52406028)

[6.1 Generalidades 13](#_Toc52406029)

[6.2 El personal de transporte 14](#_Toc52406030)

[6.3 Operación de carga y descarga 14](#_Toc52406031)

[6.4 Transporte – condiciones 14](#_Toc52406032)

[7. ACONDICIONAMIENTO Y EMBALAJE 14](#_Toc52406033)

[7.1 Condiciones generales 14](#_Toc52406034)

[8. EMPLEO DE EXPLOSIVOS 15](#_Toc52406035)

[8.1 Aspectos generales 15](#_Toc52406036)

[8.2 Preparación de los barrenos 15](#_Toc52406037)

[8.3 Cargas falladas 16](#_Toc52406038)

[9. ALMACENAMIENTO 16](#_Toc52406039)

[9.1. Disposiciones generales 16](#_Toc52406040)

[9.2. Personal 17](#_Toc52406041)

[9.3. Clases de polvorines 17](#_Toc52406042)

[10. DESTRUCCIÓN DE EXPLOSIVOS 17](#_Toc52406043)

[11. DISPOSICIONES GENERALES 18](#_Toc52406044)

[11.1. Inspección y fiscalización 18](#_Toc52406045)

[11.2. Sustracciones, extravíos, pérdidas y accidentes 18](#_Toc52406046)

[11.2.1. Explosivos abandonados 19](#_Toc52406047)

[11.2.2. Casos de excepción 19](#_Toc52406048)

[12. APLICACIONES EN LA INGENIERÍA CIVIL 19](#_Toc52406049)

[12.1. Demolición con explosivos 19](#_Toc52406050)

[12.2. Medidas de seguridad 19](#_Toc52406051)

[13. EXCAVACIONES CON EXPLOSIVOS 19](#_Toc52406052)

[13.1 Etapas para neutralizar riegos: 19](#_Toc52406053)

[13.2. Seguridad 20](#_Toc52406054)

[13.3. Tipos de Fallas: 20](#_Toc52406055)

[13.3.1. Tratamiento de Fallas 21](#_Toc52406056)

[13.4. Factores humanos que causan accidentes 22](#_Toc52406057)

[14. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL PERSONAL 22](#_Toc52406058)

# MARCO LEGAL

La **Ley de Higiene Y Seguridad N° 19.587**, en su **Decreto 911/96**, establece (en Art. 141) que “En toda obra de construcción en la que se usen, manipulen o almacenen explosivos, se debe cumplimentar con lo exigido en la Ley Nacional de Armas y Explosivos N° 20.429 y en el Decreto Nº 302 de fecha 8 de febrero de 1983, en todo lo concerniente a pólvora y explosivos y sus modificaciones, normas cuyo cumplimiento será supervisado por el Responsable de Higiene y Seguridad.”

A la **Ley Nacional de Armas Y Explosivos N° 20.429** quedan sujetos, en el territorio de la Nación, todas aquellas actividades (adquisición, uso, tenencia, portación, transmisión por cualquier título, transporte, introducción al país e importación) referidas a armas de fuego y de lanzamiento a mano o por cualquier clase de dispositivos, agresivos químicos de toda naturaleza y demás materiales que se clasifiquen como:

1) armas de guerra

2) pólvoras, explosivos y afines

3) armas de uso civil.

Dado que aquí se trata el tema de explosivos, se hace referencia al **Decreto N° 302/83** que desarrolla de manera específica todo lo que concierne a pólvoras, explosivos y afines. Éste es una reglamentación parcial de la ley 20.429.

La fiscalización de pólvoras, explosivos y afines será ejercida por la Dirección General de Fabricaciones Militares, y serán supervisados por el Ministerio de Defensa. (Art. 4 de la Ley N°20.429)

# 2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

## 2.1. Definición Explosivos

Se entenderá por pólvoras, explosivos y afines, a las sustancias o mezclas de sustancias que en determinadas condiciones son susceptibles de una súbita liberación de energía mediante transformaciones químicas. Esta definición incluye la de aquellos artificios que contengan explosivos o estén destinados a producir o transmitir fuego. (Decreto 302/83, Art. 1).

## Clasificación

En el decreto se clasifica a los explosivos en:

**GRUPO A:**

* ***Clase A – 1 – Detonadores:***

Son accesorios de voladuras, destinados a iniciar altos explosivos. Están constituidos, generalmente, por una vaina metálica cilíndrica que contiene un explosivo iniciador y una carga secundaria de alto explosivo. Se les da fuego por medio de una mecha, cebo o electricidad.

* ***Clase A – 2 – Cordón detonante:***

Es un accesorio de voladuras destinado a transmitir instantáneamente la detonación a varias cargas explosivas. Está constituido por un núcleo de alto explosivo y un revestimiento flexible apropiado. Es iniciado mediante un detonador o un alto explosivo.

* ***Clase A – 3 – Mecha rápida:***

Es un accesorio de voladuras destinado a transmitir rápidamente el fuego. Está constituido por un núcleo de bajo explosivo y un revestimiento flexible apropiado. Su velocidad de combustión se encuentra dentro de los 100 m/s.

* ***Clase A – 4 – Mecha lenta:***

Es un accesorio de voladuras destinado a transmitir lentamente el fuego. Está constituido por un núcleo de bajo explosivo y un revestimiento flexible apropiado. Su velocidad de combustión oscila en 1 cm/s (0,01 m/s).

* ***Clase A – 5 – Estopín:***

Es un accesorio de voladuras destinado a iniciar la combustión de las mechas y cargas de propulsión. Está constituido por dispositivos que contienen mezclas inflamables por medio de acciones mecánicas, químicas o eléctricas.

* ***Clase A – 6 – Cápsula de percusión o cebo:***

Es un artificio destinado a provocar, por acción de un impacto, el encendido de las pólvoras u otras sustancias fácilmente inflamables. Contiene una pequeña cantidad de explosivo iniciador.

* ***Clase A – 7 – Pólvoras para fines deportivos en envases de hasta 500gr. netos***
* ***Clase A – 8 – Nitrocelulosa con un contenido de nitrógeno hasta 12,60%,*** acondicionada de la siguiente manera:
1. Humedecida con no menos de 25% en peso de agua, alcohol u otro líquido inflamable.
2. Plastificada con no menos de 18% en peso de plastificante.
* ***Clase A – 9 – Nitrocelulosa con un contenido de nitrógeno mayor de 12,60%, acondicionada con no menos de 25% en peso de agua o alcohol***
* ***Clase A – 10 – Explosivos para fines especiales***

Se consideran en este grupo los explosivos para usos científicos, medicamentosos o industriales, en que no se aprovechan sus propiedades explosivas y en las condiciones de cantidad, envases o dilución que se establezcan al ser registrados.

* ***Clase A – 11 – Artificios – pirotécnicos de bajo riesgo***

Son los artificios relativamente inocuos en sí mismos y no susceptibles de explotar en masa. Comprenden este grupo los artificios de entretenimiento o de uso práctico que sean clasificados como de “venta libre Clase A - 11” por el Registro Nacional de Armas (RENAR).

* ***Clase A – 12 – Cartuchos para herramientas de percusión, matanza humanitaria de animales o similares.***
* ***Clase A – 13 – Cordones de ignición***

Están constituidos por un hilo o alambre, recubierto por una mezcla de óxido reducción y eventualmente una cubierta adicional impermeable. Se los usa para iniciar la combustión de estopines.

* ***Clase A – 14 – Muestras***

Las del grupo A cuando su peso neto sea inferior a 1 kg.

**GRUPO B:**

* ***Clase B – 1 – Pólvoras gelatinizadas***

Son bajos explosivos destinados a provocar efectos balísticos de propulsión, mediante su deflagración. Están constituidas por nitrocelulosa gelatinizada con solventes, estabilizante y plastificante, explosivo o no.

* ***Clase B – 2 – Munición no explosiva***

Munición para armas de calibre mayor de 20 mm., con o sin proyectil.

* ***Clase B – 3 – Artificios pirotécnicos de riesgo limitado***

Son aquellos artificios no susceptibles de explotar en masa, clasificados como de venta libre Clase B-3 por el RENAR

* ***Clase B – 4 – Nitrato de amonio****:* con no más de 0,2% de sustancias orgánicas o los fertilizantes con más de 65% de nitrato de amonio y hasta 0,2% de sustancias orgánicas
* ***Clase B – 5 – Muestras***

Las del grupo B, mayores de 1 kg en cantidades que no excedan los 500 gr.

* ***Clase B – 6 –Agresivos químicos de fines irritantes y sus municiones***

**GRUPO C:**

* ***Clase C – 1 – Altos explosivos***

Están destinados a producir efectos rompedores y se caracterizan porque detonan cuando son iniciados convenientemente. Se entiende por *detonación* el proceso por el cual el explosivo experimenta una reacción química dentro de un tipo peculiar de onda de choque llama-da onda de detonación. Esta onda sostenida y reforzada por la reacción química, se propaga a través del explosivo a velocidades aproximadas de 2000 a 9000 m/s, según la naturaleza físico-química del explosivo.

* ***Clase C – 2 – Iniciadores***

Explosivos y artificios que excitados en condiciones adecuadas por choque, roce, chispa o calor son capaces de detonar y transmitir la detonación a un alto explosivo.

* ***Clase C – 3 – Bajos explosivos***

Explosivos destinados a producir voladuras o efectos de propulsión y caracterizados porque iniciados por calor, llama o chispa, la reacción se propaga sin alcanzar un régimen de detonación.

* ***Clase C – 4 – Artificios y composiciones pirotécnicas***
* ***Clase C – 5 – Cargas huecas***

Cargas moldeadas de alto explosivo, contenidas en un recipiente y con una cavidad, generalmente cónica, revestida de material rígido.

* ***Clase C – 6 – Municiones explosivas, incendiarias o fumígenas***

Aquellas para armas de fuego, minas, torpedos, granadas, bombas de aviación, bombas de profundidad, proyectiles autopropulsados.

* ***Clase C – 7 – Agresivos químicos y sus municiones: no comprendidos en la clase B - 6***
* ***Clase C – 8 – Muestras***

Las de este grupo, mayores de quinientos (500) gramos, y las de explosivos nuevos o en estudio, para su clasificación.

## Excepciones

No se considerarán explosivos las siguientes sustancias y las que en el futuro determine expresamente el RENAR:

1. Pinturas, lacas, barnices y similares, a base de nitrocelulosa, con más de 40% en peso de sol-vente.
2. Medicamentos que contengan ésteres nítricos calificados como explosivos, mezclados con no menos de 90 partes en peso de sustancias no explosivas por cada 10 partes en peso de éste-res nítricos.
3. Fertilizantes con no más de 65% de nitrato de amonio y 0,2% de sustancias orgánicas en sus componentes.
4. Nitroglicerina en solución alcohólica de hasta el 10% en peso, en envases no mayores de 2,5 litros, excepto para la comercialización, en la cual el comprador requerirá autorización previa a la RENAR
5. Nitrocelulosa totalmente disuelta.
6. Nitrocelulosa modificada, en forma de pasta, gelatina, fibra, láminas, películas y chips, no apta para ser empleada como explosivo, que al ser encendida estando confinada no explota y cuya sensibilidad al golpe o fricción no sea mayor que la del dinitrobenceno.
7. Cartuchos de caza, cargados o vacíos con cebo.
8. Ácido pícrico con, no menos de 25% de agua, en recipientes herméticos no metálicos, con no más de 1 kg de peso neto.

## Clasificación de sustancias explosivas

La clasificación de las sustancias explosivas de diferentes tipos puede efectuarse de múltiples mane-ras, no obstante, hay tres formas principales ampliamente aceptadas: por naturaleza, por sensibilidad y por utilización.

### Sustancias explosivas por naturaleza explosiva

***Deflagrantes***

Son los explosivos en los que la reacción se inicia por mecanismos químicos tradicionales: activación termocinética. La velocidad de estos no supera la velocidad del sonido (medida en el medio explosivo). La barrera del sonido mitiga la energía cedida por este, de modo que no son muy potentes.

Su interés es escaso: pirotecnia y algunas aplicaciones en las que se requieran baja energía.

***Detonantes***

La reacción en este grupo se autoabastece por una onda de choque, supersónica (en el medio que recorre), que inicia al explosivo a medida que esta transcurre. Dada la alta velocidad de la reacción son explosivos muy potentes.

### Sustancias explosivas por sensibilidad

***Primarios***

Son aquellas sustancias que requieren cantidades ínfimas de energía para activarse. Son de gran peli-grosidad y generalmente se utilizan flegmatizados (insensibilizados). Su potencia es moderada en comparación con los demás grupos.

***Secundarios***

Responden al grupo más numeroso, con energías de activación intermedias, aunque no estrictamente homogéneas. Las potencias son muy altas, encontrándose en el orden de los GW.

***Terciarios***

Familia constituida casi en unanimidad por NAFOS (nitrato de amonio/fuelóleo) conocida su enorme insensibilidad.

### Sustancias explosivas por utilización

***Iniciador***

Material energético, con una energía de activación relativamente baja, utilizado para iniciar a un explosivo secundario. Suelen ser explosivos de alta sensibilidad (primarios) en combinación de acuerdo al impulso requerido: impacto, eléctrico o térmico. Suelen ser llamados detonadores al estar encartuchados comercialmente.

***Carga***

Es la masa base que explotará y es objeto del diseño de la voladura. El iniciador es el responsable de iniciar la carga. Algunas sustancias pueden no requerir iniciador: pólvora, nitroglicerina o pentrita se inflaman con relativa facilidad bajo la llama.

***Multiplicador***

En ciertas ocasiones la carga no detona con el iniciador, por lo que se requiere un explosivo intermedio que sea sensible al iniciador y a la vez inicie a la carga. Muy frecuentemente los NAFOs requieren de este tipo de carga.

***Sustancias explosivas mezcladas***

A menudo las sustancias carecen de todas las propiedades solicitadas para una función. Para soslayar dichos problemas se recurre a mezclas de estos para potenciar debilidades. Comercialmente se conocen:

* ***Dinamitas***

La dinamita es un explosivo compuesto por nitroglicerina y dióxido de silicio. Es una mezcla grisácea y aceitosa al tacto, considerada un explosivo potente (comparado con la pólvora, el fulminato de mercurio y otros explosivos débiles).

* ***Gomas***

La Goma-2 es un explosivo del tipo dinamita de fabricación española para uso industrial (sobre todo en minería).

* ***Pulverulentas***

Contienen dióxido de silicio en cantidad importante. Pueden llevar en su composición nitro-celulosa, colorantes, estabilizantes y varios compuestos inorgánicos en pequeñas cantidades.

* ***ANFO***

El ANFO, del inglés: Ammonium Nitrate - Fuel Oil, es un explosivo de alto orden. Consiste en una mezcla de nitrato de amonio y un combustible derivado del petróleo, desde gasolinas a aceites de motor. Estas mezclas son muy utilizadas principalmente por las empresas mineras y de demolición, debido a que son muy seguras, baratas y sus componentes se pueden adquirir con mucha facilidad. Los porcentajes van del 90% al 97% de nitrato de amonio y del 3% al 10% de combustible. El uso de un combustible insoluble en agua acaba con el principal problema del nitrato de amonio, su tendencia a absorber agua (higroscopía). Si además se le añade polvo de aluminio el ANFO se convierte en una variedad aún más potente llamada ALANFO. Se utiliza ampliamente en las voladuras de rocas de tipo medio a blando, bien sea introduciendo en los barrenos el granulado mediante aire comprimido o bien en su otra forma de presentación que es encartuchado. Es necesario cebar fuertemente el barreno con detonador y cartucho de goma en fondo para producir su correcto funcionamiento, además su uso está contraindicado en barrenos con presencia de agua, a no ser que se use encartuchado.

* ***Hidrogeles***

Los hidrogeles son agentes explosivos constituidos por soluciones acuosas saturadas de NA, a menudo con otros oxidantes como el nitrato de sodio y/o el de calcio, en las que se encuentran dispersos los combustibles, sensibilizantes, agentes espesantes y gelatinizantes que evitan la segregación de los productos sólidos.

* ***Emulsiones***

Las emulsiones explosivas en las que la fase acuosa está compuesta por sales inorgánicas oxidantes disueltas en agua y la fase aceitosa por un combustible líquido inmiscible con el agua del tipo hidrocarbonado.

Este grupo mantiene las propiedades de los hidrogeles, pero a su vez mejora dos características fundamentales como son la potencia y la resistencia al agua.

# ELECCIÓN DEL EXPLOSIVO

Es importante conocer las características físicas y químicas de los explosivos, que nos van a ayudar a elegir el explosivo más idóneo para un fin determinado.

Actualmente, existe una amplia gama de explosivos disponible para diferentes usos. La selección de un explosivo para una tarea en particular se basa en dos criterios principales: las características del ambiente donde se desarrollará la tronadura y las características que permiten que el procedimiento se lleve a cabo en la forma esperada.

## 3.1. Características del ambiente

***Sensibilidad***

Se define la sensibilidad de un explosivo como la mayor o menor facilidad que tiene un explosivo para ser detonado, es decir, es la característica de un explosivo de propagar la reacción a todo lo largo de la carga. Se dice por lo tanto que un explosivo es muy *sensible* cuando detona sin dificulta-des al detonador y a la onda explosiva que se produzca en sus cercanías.

Los explosivos sensibles aseguran pocos fallos en los barrenos. Los insensibles por lo contrario provocarán más barrenos fallidos. Ahora bien, están más cercanos a producirse una explosión fortuita que los explosivos insensibles en los que la probabilidad de accidente es prácticamente nula.

Entre los explosivos más comúnmente empleados, las *dinamitas* son los de mayor sensibilidad, por llevar en su composición nitroglicerina. Todas ellas se inician fácilmente con detonadores ordinarios y desde luego con cordón detonante. Los *hidrogeles* son mucho más insensibles, no llevan nitroglicerina y requieren unos iniciadores más potentes, aunque también todos detonan con detonadores ordinarios y cordones detonantes. Estos explosivos evitan todo riego de explosión debido a roces vio-lentos o grandes presiones, como por ejemplo ser pisados por las orugas de un tractor o una excava-dora.

Existe otro concepto de sensibilidad debido a experimentos realizados en los laboratorios, donde se realizan la sensibilidad *al detonador*, sensibilidad *a la onda explosiva*, sensibilidad *al choque* y sensibilidad *al rozamiento*. De estas las dos primeras son deseadas, mientras que las dos últimas son sensibilidades indeseadas.

* ***Sensibilidad al detonador:*** todos los explosivos industriales precisan para su iniciación como norma general de la detonación de otro explosivo de mayor potencia. Este explosivo puede ir colocado dentro de un detonador, de un cordón detonante o de un multiplicador, según el procedimiento que sigamos para la iniciación de la explosión.
* ***Sensibilidad a la onda explosiva:*** se basa en determinar la máxima distancia a que un *cartucho cebado* trasmite la detonación a otro cartucho receptor. Colocamos cartuchos en línea y ambos a continuación del otro, separados una determinada distancia d. Pero lo que sucede en realidad es que al cargar los barrenos entre cartucho y cartucho puede haber materia inerte que siempre dificultan la propagación y a veces llegan a anularla. Por esta razón la norma indica que “*la carga cuando se trate de explosivos encartuchados estará constituida por una fila de cartuchos en perfecto contacto unos con otros*.”
* ***Sensibilidad al choque:*** los diferentes tipos de explosivos industriales pueden ser o no sensibles al choque, lo cual no quiere decir otra cosa que en algunos explosivos se puede producir su iniciación por un fuerte impacto. La forma de determinar la sensibilidad al choque se hace mediante una maza que se coloca a una determinada altura con una masa definida, se mide la altura hasta que el explosivo explota.
* ***Sensibilidad al roce:*** al igual que con la sensibilidad al choque existen algunos explosivos que son sensibles al rozamiento. Es por esto que existe un ensayo normalizado que nos indica si un explosivo es sensible o no al rozamiento, y en caso de serlo en qué grado lo es. Este ensayo se realiza con una máquina provista de un objeto cuyo coeficiente de rozamiento conocemos. La sensibilidad se conoce pasándolo por la longitud de todo el explosivo cada vez con mayor intensidad hasta que el explosivo explote.
* ***Diámetro crítico:*** Cualquier explosivo en forma cilíndrica o perforaciones tiene un diámetro por debajo del cual no se propaga la velocidad de detonación, es decir, éste diámetro corresponde al diámetro mínimo en que un compuesto explosivo detona confiablemente.

Es necesario decir que en el diámetro crítico influye la densidad y el confinamiento de los explosivos en los barrenos. Puede variar bastante de un compuesto a otro.

La sensibilidad mide también la capacidad del explosivo para propagar la reacción de cartucho a cartucho, asumiendo que el diámetro es superior al diámetro crítico. Se puede expresar como la distancia máxima de separación (en centímetros) entre un cartucho cebado y uno sin cebar donde la transferencia de la detonación ocurrirá.

 ***Resistencia a la temperatura***

Las temperaturas extremas de almacenamiento pueden afectar el desempeño de los productos explosivos. A altas temperaturas de almacenamiento, es decir, a más de 32,2 °C, muchos compuestos se descomponen lentamente o cambian sus propiedades.

***Resistencia al agua***

La resistencia al agua de un explosivo es la habilidad que éste tiene para soportar el contacto con el agua sin sufrir deterioro en su desempeño, es decir, es aquella característica por la cual un explosivo sin necesidad de estar especialmente envuelto mantiene sus propiedades de uso inalterables un tiempo mayor o menor, lo cual permite que sea utilizado en barrenos con agua. Los productos explosivos tienen dos tipos de resistencia al agua:

* **Resistencia interna:** es dada por la composición misma del explosivo
* **Resistencia externa:** es dada por el envoltorio o cartucho dentro del que se coloca el mate-rial. Por ejemplo, el ANFO no tiene resistencia al agua interna, pero al colocarlo dentro de una manga plástica, puede mantenerse seco y se desempeña satisfactoriamente. En este ca-so, es la manga la que le provee la resistencia al agua que viene del exterior.

Los explosivos con mala resistencia al agua no deben usarse en pozos húmedos. La habilidad para permanecer sin cambios ante presiones estáticas altas se conoce como tolerancia a la presión de agua. Algunos compuestos explosivos se densifican y desensibilizan con las presiones hidrostáticas que se dan en pozos muy profundos.

***Entorno***

Las principales perturbaciones que inciden sobre el área próxima a las voladuras son las vibraciones y onda aérea. Desde el punto de vista del explosivo, aquellos que presentan una elevada Energía de Tensión son los que dan lugar a un mayor nivel de vibraciones. En cuanto a la onda aérea, se recomienda que el explosivo tenga una relación entre la Energía de Tensión y la Energía de los Gases equilibrada y sobre todo que se controle el diseño geométrico de la voladura.

***Volumen a volar***

Los volúmenes de excavación a realizar y ritmos de trabajo marcan los consumos de explosivo a efectuar dentro de las operaciones de arranque. En las obras de mayor envergadura las cantidades de explosivo pueden llegar a aconsejar su utilización a granel, y a que posibilitan la carga mecanizada desde las propias unidades de transporte, se reducen los costes de mano de obra dedicada a dicha operación y se aprovecha mejor el volumen de roca perforado.

***Características del elemento a volar***

Las propiedades geomecánicas del macizo rocoso a volar o de la estructura a demoler, conforman el grupo de variables más importante, no sólo por su influencia directa en los resultados de las voladuras sino además por su interrelación con otras variables de diseño.

***Condiciones atmosféricas***

Las bajas temperaturas ambientales influyen fuertemente en algunos explosivos, que tienden a congelarse a temperaturas inferiores a 8 ºC. Las altas temperaturas también dan lugar a inconvenientes que hacen el manejo del explosivo peligroso.

## Características de desempeño del explosivo

***Estabilidad química***

Es la aptitud que el explosivo posee para mantenerse químicamente inalterado durante un cierto periodo de tiempo. Esta estabilidad con la que el explosivo parte de fábrica se mantendrá sin alteraciones mientras las condiciones de almacenamiento sean adecuadas. Esto permitiría al usuario tener un producto totalmente seguro y fiable para los trabajos de voladura. Las pérdidas de estabilidad en los explosivos se producen bien por un almacenamiento excesivamente prolongado o bien porque las condiciones del lugar no sean las adecuadas.

***Flamabilidad***

La flamabilidad es un aspecto importante desde el punto de vista del almacenamiento, transporte y uso, ya que hay materiales que explotan debido sólo a una chispa, mientras otros pueden ser quemados sin llegar a explotar. Durante las dos últimas dos décadas, los productos explosivos, en general, se han vuelto menos fla-mables. Sin embargo, hay que evitar la sensación de falsa seguridad, y tratar a todos los compuestos explosivos como altamente flamables.

***Velocidad de detonación***

La velocidad de detonación es la velocidad a la que ocurre la reacción química entre el combustible y el oxidante, y se genera a lo largo de la columna del explosivo Esta transformación se hace a elevadísimas temperaturas con un gran desprendimiento de gases, casi 10.000 veces su volumen. Tiene un rango de 1.500 a 7.500 m/s para los explosivos de uso industrial. Puede utilizarse como una herramienta que determina la eficiencia de una reacción explosiva, cuanto más grande sea la velocidad de detonación del explosivo, tanto mayor es su potencia. Para algunos trabajos interesan explosivos lentos, de poca potencia. (En canteras de roca ornamental).

***Densidad***

La densidad es una característica importante de los explosivos, que depende en gran parte de la granulometría de los componentes sólidos, y tipo de materias primas empleadas en su fabricación. Con este parámetro se determina el peso de explosivo que puede cargarse dentro de una perforación. La densidad de un explosivo se usa comúnmente como herramienta para calcular la presión de detonación y los parámetros de diseño de las tronaduras (burden, espaciamiento). En términos generales, se puede decir que a mayor densidad, mayor es la energía liberada que tiene el producto.

Al ser fundamental que los fondos de los barrenos estén completamente llenos de explosivos, si es-tos tuvieran densidad menor de uno y los barrenos tuvieran agua, los cartuchos flotarían siendo imposible la carga del barreno.

 ***Presión de detonación***

Esta es resultado casi instantáneo del movimiento de la onda de choque a través del explosivo. La presión de detonación está relacionada con la densidad del explosivo y la velocidad de detonación, siendo esta última un factor relevante en la presión de detonación liberada por el explosivo.

***Potencia***

La potencia se refiere al contenido de energía de un explosivo, que, a su vez, es la medida de la fuerza que puede desarrollar y su habilidad para hacer trabajo de fragmentación de la roca, es decir que, puede definirse como la capacidad de un explosivo para fragmentar y proyectar la roca.

Depende por un lado de la composición del explosivo, pese a que siempre es posible mejorar la potencia con una adecuada técnica de voladura.

Para la medida de la potencia de un explosivo existen en el laboratorio diferentes técnicas de las cuales es la más empleada la del péndulo balístico. Por este procedimiento se mide la potencia de un explosivo en porcentaje en relación con la goma pura, a la que se le asigna por convenio la potencia del 100 %.

***Cohesividad***

La cohesividad se define como la habilidad de un explosivo para mantener su forma original. Hay ocasiones en que el explosivo debe mantener su forma original y otras en que debe fluir libremente. Por ejemplo, cuando se hacen tronaduras en rocas muy fragmentadas y agrietadas, definitivamente se debe utilizar un explosivo que no fluya hacia las grietas, sobrecargando el pozo. Por el contrario, en otras aplicaciones, tales como el cargado a granel, los explosivos deben fluir fácilmente y no atascarse en la perforación ni formar huecos en la columna explosiva**.**

***Humos***

Se designa como humos al conjunto de los productos resultantes de una explosión, entre los que se encuentran gases, vapor de agua, polvo en suspensión, etc. Estos humos contienen gases tóxicos nocivos como el óxido de carbono, vapores nitrosos, etc., y si bien su presencia no tiene importancia en voladuras a cielo abierto, si la tiene en voladuras en minas subterráneas y sobre todo si se realizan en lugares con poca ventilación. En este caso pueden ocasionar molestias e intoxicaciones muy graves a las personas que vayan a inspeccionar la voladura.

***Costo***

El coste del explosivo es evidentemente un criterio de selección muy importante. En principio, hay que elegir el explosivo más barato con el que se es capaz de realizar un trabajo determinado. En los precios comparativos de los explosivos por unidad de peso, tomando como referencia el Nitrato Amónico, se observa que el explosivo más barato es el ANFO, que llega a suponer un consumo total entre el 50 y el 80%, según los países. Otros atractivos de este agente explosivo son la seguridad, la facilidad de almacenamiento, transporte y manipulación, así como la posibilidad de la carga a granel.



**ELECCIÓN DEL EXPLOSIVO**

# REQUISITOS

Para la fabricación, el empleo, la manipulación, el almacenamiento y todas aquellas tareas que impliquen la utilización de explosivos, se deben cumplir ciertos requisitos, los cuales están comprendidos en los Artículos 4 al 20 del Decreto 302/83 correspondiente.

## 4.1. Registro de las personas

Los interesados en realizar actos con explosivos deberán inscribirse en el RENAR, la que habilitará un registro con la siguiente clasificación:

1. Importadores
2. Exportadores
3. Fabricantes
4. Usuarios
5. Vendedores de primera: aquellos autorizados a vender explosivos a inscriptos.
6. Vendedores de segunda: aquellos que comercializan explosivos a pequeños usuarios.
7. Vendedores de artificios pirotécnicos: son los vendedores mayoristas de artificios pirotécnicos calificados de venta libre (clases A - 11 y B – 3) por el RENAR y a todo vendedor de artificios pirotécnicos de “venta controlada” (clases C - 4a y C - 4b).
8. Pirotécnicos: aquellos que arman y encienden fuegos artificiales en el lugar de uso.

Para obtener tal inscripción, los interesados deberán enviar una solicitud a la RENAR, especificando la categoría en que desean ser inscriptos. En la solicitud se hará constar nombre y apellido, razón social, domicilio legal, datos de identidad, actividad que desarrollan y toda otra referencia que solicite aquella repartición. Asimismo, se agregará planos por duplicado de construcción y ubicación de los polvo-rines previstos para la guarda de los explosivos.

Los importadores y exportadores deberán agregar a los datos del artículo anterior, la certificación de la Administración Nacional de Aduanas, que acredite su inscripción en la División Registros.

El RENAR denegará o revocará las inscripciones para realizar actos con explosivos, cuando los causan-tes estén incursos en las siguientes irregularidades:

1. Hallarse procesado o condenado por delitos reprimidos con una pena que exceda el año de prisión o reclusión.
2. Haber sido declarado rebelde o ser prófugo de la justicia.
3. Poseer antecedentes vinculados con la ley 20.771. REGIMEN PENAL DE LAS CONDUCTAS DE-LICTIVAS CONCERNIENTES A ESTUPEFACIENTES.
4. Hallarse incurso en actividades subversivas.
5. Adulterar o falsear la información requerida para la procedencia de la inscripción.
6. No haber dado o no dar cumplimiento, en tiempo y forma, a las obligaciones que imponen la ley 20.429 y su reglamentación y las que deriven de las directivas y disposiciones complementarias del RENAR.

Quedan exceptuados de inscribirse en el registro:

1. Los usuarios de nitrato de amonio con fines no explosivos y fertilizantes a base de nitrato de amonio.
2. Los ‘pequeños usuarios’, entendiéndose por tales, los que emplean, como máximo, los siguientes materiales por mes:
	* Diez (10) kilogramos de alto explosivo o pólvora negra.
	* Detonadores y mecha en cantidad suficiente para los explosivos anteriores.
3. Los usuarios de artificios pirotécnicos para fines agrícolas, de señalamiento, salvataje o alarma.
4. Los comerciantes minoristas de artificios pirotécnicos de venta libre (clase A - 11 y B - 3).
5. Los usuarios de artificios pirotécnicos de venta libre (clases A - 11 y B - 3).
6. Los importadores, exportadores, usuarios y vendedores de cartuchos para herramientas de percusión, matanza humanitaria de animales o similares (clase A - 12).
7. Los vendedores y usuarios de pólvoras deportivas (clase A - 7).
8. Los vendedores y usuarios de cápsulas de percusión o cebo (clase A - 6).

## Registro de los Explosivos

El RENAR llevará un registro de los explosivos que pueden ser importados, exportados, fabricados, almacenados y utilizados en el país en las condiciones que establece esta Reglamentación o en las que para casos especiales determine dicha repartición al ser registrados.

La inscripción de los explosivos deberá ser solicitada por los importadores o fabricantes, para lo cual remitirán al RENAR los siguientes datos:

1. Fábrica que lo produce o producirá.
2. Designación y marca del explosivo.
3. Características.
4. Datos de sus componentes.
5. Acondicionamiento y embalaje.
6. Usos y aplicaciones.
7. Antecedentes bibliográficos y otros que pudieran resultar ‘de interés a los fines de registro.
8. Muestra del explosivo.

Los explosivos inscriptos se denominarán “explosivos registrados” y al conceder la inscripción el RE-NAR comunicará al peticionante el número de registro.

Al solicitarse la inscripción se podrá pedir que el explosivo sea calificado como de “combustión completa” o como “antigrisu”.

No se otorgará la inscripción a los explosivos que no reúnan las debidas condiciones técnicas y de seguridad y a aquellos cuya denominación, designación o marca, induzca a error o engaño. Queda prohibida la realización de cualquier acto con explosivos no registrados.

# 5. COMERCIALIZACIÓN

**Capítulo 4 - Art. 62 – 80 – Ley 20.429**

## 5.1 Disposiciones generales

* Las transacciones; compra, venta y transacciones de explosivos solo se realizaran entre inscriptos en el RNA, salvo excepciones.
* Adquisición mediante acreditación al proveedor:
* Identificación
* razón social
* número de inscripción o permiso especial.
* El proveedor deberá entregar junto los explosivos una factura o remito que contenga:
* Los datos del destinatario
* Numero de inscripción o permiso especial
* Tipo, cantidad y número de registro de cada explosivo
* Los vendedores de 1ra clase tendrán un registro actualizado de los inscriptos a los que venden sus productos.
* Las ventas a pequeños usuarios se realizaran por medio de vendedores de 2da clase.

## 5.2 Transmisión y expropiación

* La transferencia de explosivos se realizara con previa autorización del RNA entre personas o entidades inscriptas.
* En caso de no tener autorización, el RNA decomisara los explosivos pasado un plazo de 60 días.

# 6. TRANSPORTE

**Capítulo 5 – Art. 81 – 183 – Ley 20.429**

## 6.1 Generalidades

* Prohibido el transporte:
* Explosivos no registrados, salvo muestras para inscripción en RNA
* Explosivos que ardan espontáneamente
* Explosivos que se descomponen a 75° C
* Explosivos líquidos no desensibilizados
* Explosivos que presentan mal estado de acondicionamiento y descomposición
* El transporte de explosivos deberá estar acompañado de documentos; factura o remito del proveedor.
* En un mismo vehículo solo se podrán transportar explosivos compatibles, explosivos y detonadores separados correctamente.
* Queda prohibido el transporte de explosivos en vehículos que corresponden al servicio público, salvo excepciones.
* Se permite el transporte conjuntamente con otros materiales siempre que se cumplan las condiciones establecidas en reglamento.
* Para el transporte se elegirán los medios que reduzcan las operaciones de carga y descarga.
* El transporte se realizara en lo posible en vehículo cerrado, para vehículos abiertos se tendrán en cuenta algunas condiciones.

## 6.2 El personal de transporte

* Mayor de 18 años, gozar de buena salud, tener buena conducta, además de saber leer y escribir.
* El personal no podrá poseer elementos que produzcan fuego
* El personal de transporte será informado de las características del explosivo y las precauciones a adoptar.
* El encargado del transporte deberá tener pleno conocimiento del reglamento y su contenido.

## 6.3 Operación de carga y descarga

* Se realizaran durante el día, en caso contrario se usaran reflectores alejados convenientemente.
* Se evitaran los días lluviosos y tormentas eléctricas
* Luego de cada operación de carga y descarga se limpiara el lugar que ocuparon u ocuparan los explosivos.
* Se inspeccionara el vehículo de transporte a fin de evitar la presencia de derrames
* Debe evitarse que personas no autorizadas tengan acceso a los explosivos

## 6.4 Transporte – condiciones

* Previo al embarque el transportista se asegurara que el destinatario sepa el horario de arribo y esté preparado para recibir el cargamento.
* Vehículos que transportan más de 60 kg de explosivos deben llevar carteles con la leyenda “EXPLOSIVOS”.
* El peso del cargamento no debe superar el 80% de la capacidad de carga total
* Todo vehículo que transporte explosivos estará a cargo de 2 personas.
* El vehículo debe contar con 2 extinguidores de fuego, tipo anhídrido carbónico con una capacidad mínima de 2 kg.
* El vehículo se debe encontrar en buenas condiciones
* Se debe evitar el sobrecalentamiento del motor

# 7. ACONDICIONAMIENTO Y EMBALAJE

**Capítulo 6 - Art. 184 – 216 – Ley 20.429**

## 7.1 Condiciones generales

* Los envases para explosivos deberán cumplir con las siguientes condiciones:
* Deben impedir la pérdida de explosivo
* No estarán impregnados de sustancias inflamables
* Estarán convenientemente identificadas con la palabra “explosivo” y “manéjese con cuidado”.
* Los envases estarán etiquetados con los datos:
* Número de registro del explosivo
* Explosivo con o sin nitroglicerina
* Fabricante
* Marca del explosivo
* Clasificación
* Peso bruto y neto
* Fecha de fabricación
* Los envases se etiquetaran según número de remito
* Los explosivos con envases exteriores e interiores llevaran identificación en ambos envases con la información correspondiente.

# 8. EMPLEO DE EXPLOSIVOS

**Capítulo 7 – Art. 217 – 298 – Ley 20.429**

## 8.1 Aspectos generales

* Queda prohibido el uso de explosivo por personas no autorizadas por RNA o bajo supervisión de personas autorizadas.
* Podrán solicitar permisos especiales aquellas personas o entidades que no estén inscriptas.
* Toda persona o entidad autorizada será responsable del uso de los explosivos.
* El empleo de explosivos se hará bajo la supervisión del titular autorizado denominado “encargado de voladuras”.
* Los empleadores de explosivos deberán conocer el reglamento y tomar las medidas y precauciones necesarias para evitar accidentes.
* Queda prohibido el empleo de explosivos en mal estado o aquellos que presentan algún deterioro.
* Se usaran en lo posible envases originales y se evitaran derrames.
* Para voladuras en zonas urbanas se pedirá permiso al municipio correspondiente.
* Se definirán a las zonas de trabajo como “zona de voladura” en la cual solo se encontrara personal autorizado y los accesos estarán clausurados.
* Dentro de la zona de voladura se definirá un “área de seguridad” que es el área considerada peligrosa.
* En caso de ser necesario se utilizara una malla de acero con el fin de contener proyecciones de material.
* Se deben tener en cuenta las instalaciones existentes, respetar las distancias mínimas y dar aviso al propietario.
* En zonas congestionadas se deben utilizar detonadores eléctricos

## 8.2 Preparación de los barrenos

* La perforación y carga de los barrenos se hará bajo supervisión del titular o encargado.
* Se deberá remover la humedad de los barrenos o usar explosivos con resistencia a la humedad.
* No se cargaran barrenos cuya temperatura supere los 50 grados, medidos con termómetro leído a los 15 minutos.
* El diámetro será tal que permita el ingreso de cartuchos sin forzarlos.
* Queda prohibido perforar o profundizar un barreno que contenga o haya contenido explosivos.
* No se debe ensanchar por explosión el fondo de un barreno situado a menos de 30 metros de otro barreno cargado.
* Realizada la perforación se eliminara el material residual con aire comprimido.
* En caso de usar mechas estas no deben estar dañadas
* Desde el momento en que se empiezan a cargar los barrenos no se permitirán trabajos en un radio de 10 metros.
* Después de la explosión el encargado debe verificar que hayan explotado todas las cargas antes de permitir el ingreso del personal.

## 8.3 Cargas falladas

* Cuando falle algún explosivo nadie se acercara en el transcurso de una hora desde el momento en que debió detonar.
* Una vez detectada la falla se dará aviso al encargado para que tome las medidas correspondientes
* No se realizara ningún trabajo en el lugar de la falla, salvo tareas para eliminar el riesgo.
* Está prohibido descargar o reacondicionar una carga fallada.
* Cuando la falla es en explosivos con detonadores eléctricos se desconectaran los cables de la fuente de alimentación. Se comprobara que el circuito está cerrado y se reconectara el circuito y se efectuara el disparo nuevamente
* Si la falla se debe a ruptura de cables o defectos de las conexiones se podrán efectuar las reparaciones adecuadas.
* Los explosivos usados para hacer detonar una carga fallida deben ser de fuerza y velocidad de detonación elevada.
* Queda prohibido hacer perforaciones en las cercanías de un barreno cargado que no haya detonado.

# 9. ALMACENAMIENTO

## 9.1. Disposiciones generales

Artículo 418. — **Solamente se almacenarán explosivos en polvorines, los que deberán estar habilitados por la D.G.F.M. mediante certificación**.

D.G.F.M. (DIRECCIÓN GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES)

Artículo 420. — Los polvorines deben llenar las siguientes funciones:

**a) Asegurar que los explosivos no soporten cambios bruscos de temperatura y que ésta se mantenga dentro de ciertos límites.**

**b) Procurar un ambiente seco y ventilado.**

**c) Disminuir, mediante su ubicación y construcción, las posibilidades de siniestros, y en caso de producirse, reducir sus consecuencias.**

**d) Evitar sustracciones.**

Artículo 423. — En cada polvorín deberá haber un libro en el que consignarán todas las entradas y salidas de explosivos. Estos libros, salvo los pertenecientes a los polvorines tipo B, serán rubricados por la D.G.F.M.

Artículo 424. — No se practicará ninguna operación en los polvorines, cuando haya tormentas eléctricas.

Artículo 425. — Los polvorines se mantendrán secos, ventilados y limpios.

Artículo 427. — Dentro de los polvorines no habrá sistema de calefacción a fuego directo vapor o electricidad. Sólo se permitirán radiadores de agua caliente. La caldera deberá estar a no menos de 30 metros de distancia y para su alimentación no se usarán combustibles capaces de producir chispas. La separación entre los radiadores y los envases de explosivos no será inferior a 1 metro.

Artículo 428. — Queda prohibido abrir los envases de explosivos dentro del polvorín. Dicha operación será hecha a distancia prudencial.

Artículo 430. — En lo posible los polvorines tendrán únicamente iluminación natural. En caso de que ésta no sea suficiente se permitirá únicamente iluminación eléctrica, la que se instalará de acuerdo a lo que establece el Artículo 323 de esta reglamentación. Asimismo podrán emplearse linternas eléctricas.

## 9.2. Personal

Artículo 443. — Los polvorines estarán a cargo de una persona que reúna los requisitos exigidos por el artículo 224 y esté familiarizada con las prescripciones de esta Reglamentación. Su nombre, datos de identidad y firma, se asentarán en el libro a que se refiere el artículo 423.

Artículo 444. — El encargado del polvorín será informado de las clases de explosivos depositados, sus características y las precauciones que se deben adoptar para su manejo.

Artículo 445. — Los encargados del polvorín no recibirán cargamentos de explosivos si no pueden ser almacenados al momento de su llegada.

Artículo 446. — Las personas que entren al polvorín no deberán fumar ni llevar encima cigarrillos, fósforos, armas o cualquier elemento capaz de producir fuego o chispa. Asimismo, no estarán bajo los efectos de bebidas alcohólicas, ni narcóticos.

Artículo 447. — No deberán ingresar más personas, a los polvorines, que las imprescindibles para el movimiento de los explosivos.

Artículo 448. — El calzado de las personas que deban ingresar a los polvorines no tendrá componentes metálicos.

Artículo 449. — Toda vez que en el polvorín se realicen movimientos de explosivos, deberá estar presente el encargado.

Artículo 450. — En caso de siniestros, el titular de la habilitación del polvorín comunicará la novedad a la D.G.F.M. dentro de las cuarenta y ocho (48) horas de producido. La comunicación se hará de acuerdo a lo indicado en el artículo 379.

## 9.3. Clases de polvorines

Artículo 451. — De acuerdo a sus características los polvorines se clasifican en:

—Tipo 'A': De superficie para almacenar más de cincuenta (50) kilogramos de explosivos.

—Tipo 'B': Para almacenar hasta cincuenta (50) kilogramos de explosivos.

—Tipo 'C': Polvorines móviles.

—Tipo 'E': Polvorines especiales (semienterrados, enterrados, etc.)

# 10. DESTRUCCIÓN DE EXPLOSIVOS

**Generalidades**

Artículo 564. — Cuando sea necesario proceder a la destrucción de explosivos, se solicitará autorización previa a la D.G.F.M. y en el libro a que alude el artículo 423, se dejará constancia de los siguientes datos:

— Número de registro, lote y cantidad de explosivo destruido.

— Referencia de la nota por la que se autorizó la destrucción.

Si razones de urgencia aconsejaran la destrucción. sin contar con la previa autorización de la D.G.F.M. la efectuará el interesado bajo su responsabilidad y posteriormente elevará la comunicación a ese organismo.

Artículo 565. — Cuando los explosivos a destruir, por su cantidad o estado requieran tomar decisiones excepcionales, se consultará, previamente, al fabricante o en su defecto a la D.G.F.M.

Artículo 566. — Las operaciones de destrucción se realizarán en sitios suficientemente alejados de edificios, ferrovías, carreteras y lugares de reunión de gente.

Artículo 567. — No debe destruirse más de una clase de explosivos por vez.

Artículo 569. — Una vez finalizada la operación de destrucción se verificará que no hayan quedado explosivos sin destruir en la zona utilizada.

# 11. DISPOSICIONES GENERALES

## 11.1. Inspección y fiscalización

Artículo 597. — A los fines del cumplimiento de los artículos 4 y 8 de la Ley 20.429 la D.G.F.M. organizará un sistema de fiscalización e inspección de los actos que regula esta Reglamentación. En cada inspección se labrará un acta, donde se dejará constancia de las novedades observadas.

Artículo 598. — Las personas que realizan actos con explosivos facilitarán en toda forma la misión de los inspectores que destaque la D.G.F.M. y exhibiendo la documentación y suministrando los datos y elementos de juicio que se les requiera.

Artículo 600. — La fuerza pública que deba participar en actos relacionados con la presente reglamentación, hará constar en acta las observaciones pertinentes. Una copia del acta, con otros antecedentes que pudiera reunir, la remitirá a la D.G.F.M.

Artículo 601. — La fuerza pública que deba intervenir en prevención de infracciones a la Ley 20.429 y esta reglamentación, revisando cargamentos, bultos o equipajes que se introduzcan al país o salgan de él solicitará la participación de las autoridades aduaneras en caso de haberlas.

## 11.2. Sustracciones, extravíos, pérdidas y accidentes

Artículo 602. — La sustracción extravío o pérdida de explosivos, así como los siniestros que ocurran con ellos, deberán ser denunciados inmediatamente por el inscripto a la fuerza pública de su jurisdicción. Además informará por carta certificada a la D.G.F.M. dentro de las 48 horas de advertidos, dando cuenta de los siguientes detalles:

— Datos de la empresa o titular de los explosivos.

— Número de inscripción.

— Número de registro y cantidad de los explosivos afectados.

— Circunstancias que rodearon el hecho.

— Fuerza pública ante la cual se formuló la denuncia.

En el caso de los explosivos en tránsito el responsable de su tenencia dentro del país será la persona obligada a dar cumplimiento a este artículo.

Artículo 603. — En caso de sustracción, extravío o pérdida de la documentación afectada a la fiscalización de los actos que contempla esta reglamentación se seguirá el procedimiento indicado en el artículo anterior.

### 11.2.1. Explosivos abandonados

Artículo 604. — La D.G.F.M. tomará posesión de los explosivos abandonados y los distribuirá entre los organismos oficiales que los necesiten, los venderá o procederá a su destrucción. En el primer caso, el organismo receptor se hará cargo de los gastos originados. Si se resuelve su venta, el importe ingresará a la D.G.F.M. una vez deducidos los gastos.

### 11.2.2. Casos de excepción

Artículo 606. — La D.G.F.M. podrá fijar provisoriamente y mientras subsistan las circunstancias que las motivan, las normas de excepción a aplicar en el cumplimiento de esta reglamentación.

Artículo 607. — La D.G.F.M. determinará el procedimiento a seguir en los actos relacionados con explosivos no contemplados en esta Reglamentación.

# 12. APLICACIONES EN LA INGENIERÍA CIVIL

## 12.1. Demolición con explosivos

Se basa en debilitar o eliminar apoyos o puntos estructurales críticos de la estructura, para así provocar su desequilibrio y, como consecuencia, su caída en una dirección predeterminada.

Se colocan pequeñas cargas explosivas (generalmente menores a 50 g).

## 12.2. Medidas de seguridad

* Las cargas de explosivo deben ser cubiertas con protecciones adecuadas como ser: bandas de goma, redes, etc. con el fin de evitar proyecciones.
* Para evitar la formación de polvo, un meto eficiente es rociar con agua el frente de la voladura.
* Con respecto al área circundante de la zona de voladura, la misma debe ser evacuada e inspeccionada antes del disparo.
* En caso de existencia de edificios colinderos, se aconseja efectuar un estudio vibrográfico.
* Interrumpir los suministros de agua, gas y electricidad.
* Utilizar sirena, silbato o un pequeño disparo superficial con dinamita para advertir antes de la voladura.

# 13. EXCAVACIONES CON EXPLOSIVOS

## 13.1 Etapas para neutralizar riegos:

*1- Preparación de la zona de voladura:*

* En la zona únicamente se debe encontrar únicamente el personal vinculado al trabajo que se realiza, con sus caminos de acceso clausurados.
* Dentro de la zona de voladura se demarca un “área de seguridad” definida por el encargado de voladura.
* Se deja un factor de seguridad ante que ocurriera una voladura anormal.
* Si el área tuvo otros disparos, se inspecciona la existencia de explosivos sin detonar.
* Antes de la voladura:

 -Personal ubicado a los 360º a una distancia considerable del área de voladura.

 -Refugio adecuado para el personal o el equipo que permanece en esa área.

 -Sistema comunicaciones y de señales.

*2- Riesgos*

* En los trabajos de voladura a cielo abierto, canteras, rutas, obras civiles, demoliciones, etc. los riesgos predominantes son:
* La proyección de fragmentos volantes
* Vibraciones

Mientras que en los trabajos subterráneos son:

* Los desplomes
* El gaseamiento por los humos de la explosión.

En ambos tipos de operación pueden ocurrir fallas de disparo, como tiros prematuros o retardados, tiros soplados y tiros cortados.

*3-Gases:*

* Los gases de la dinamita incendiada son muy tóxicos.
* Vital importancia el período de espera entre el disparo y el regreso al lugar de voladura.

Se utiliza:

 -Sistema de ventilación.

 -Rocío con agua el frente de voladura.

*4-Barrenos no explosionados:*

Especialista debe conocer cómo manejarlo con seguridad y cómo evitar su repetición.

Evitar la utilización de palas mecánicas en la zona.

*5-Barrenos incendiados o demorados:*

Existencia de barrenos no explosionado originan "explosión demorada".

Si se observa o se sospecha de la presencia de una carga incendiada, ninguna persona podrá acercarse a ella por el lapso de una hora.

 *6-Vibraciones producidas por la voladura:*

* Nuestra legislación describe el empleo de instrumental (Artículo 283 del Decreto Reglamentario 302/83, de la Ley Nacional de Armas y Explosivos 20429).

## 13.2. Seguridad

Después del disparo y solo después de haber pasado un tiempo prudencial, el encargado de la operación regresará al lugar de la voladura para efectuar su evaluación de la fragmentación, empuje, volumen removido y sobre rotura. Es en este momento que deberá tener presentes los riesgos de gases tóxicos remanentes, restos de explosivo o accesorios no detonados (tiros fallados) y el desprendimiento de bloques de roca capaces de causar daño. En estos casos, se prohibirá el acceso al lugar hasta no haber eliminado el riesgo.

## 13.3. Tipos de Fallas:

1. ***Tiro retardado***: Es el que no sale a su tiempo o junto con el resto de una tanda. Presenta grave riesgo para el personal que reingrese al frente del disparo sin haber dejado pasar un tiempo prudencial. No es común y puede ocurrir por: defecto del detonador de retardo, por mecha de seguridad defectuosa o demasiado lenta y menos factible, por deterioro del explosivo, que no se inicie de inmediato y sólo arda lentamente hasta llegar a detonar.
2. ***Tiro soplado:*** Es un tiro que sale sin “fuerza”, no hay rotura ni empuje adecuado del material. El explosivo es expulsado del taladro o simplemente deflagra sin llegar a detonar. Generalmente ocurre por mala dosificación de la carga o mala selección del explosivo respecto a la dureza de la roca, mal atacado, falta de potencia del iniciador, falta de taco inerte o uso de explosivo húmedo. También por excesiva distancia entre los taladros.
3. ***Tiro cortado:*** Es un tiro que no sale por falla de cualquiera de los elementos principales: iniciador, guía o explosivo. Es muy peligroso porque deja “testigos” que deben eliminarse para poder continuar el trabajo.

Pueden originarse por:

***1. Falla de encendido con fulminantes:*** pueden ser por falla de fábrica; falta de fuerza del fulminante, mal ajuste con la mecha; demasiada separación entre la pólvora de la mecha y la carga del fulminante; deterioro por humedad, extremos de la mecha deshilachados y falla del conector de mecha rápida que no encienda a la mecha lenta.

***2. Con detonadores eléctricos:*** por malos empalmes, cortocircuito o escapes a tierra, falta de fuerza

del detonador, falta de potencia del explosor, detonadores defectuosos, circuitos mal diseñados o tiempos de retardo inadecuados, y por el empleo de detonadores de diferentes tipos o marcas en un mismo disparo.

***3. Con detonadores tipo no eléctricos:*** por falla de fábrica, malos empalmes.

***4. Fallas de la mecha y del cordón detonante***: falla por defecto de fabricación; por ejemplo: discontinuidad del alma de pólvora; velocidad de quemado irregular; fallas en la cobertura o forro que permitan el humedecimiento del explosivo; rompimiento bajo tensión al ser estirado e irregularidades en el diámetro exterior que no permitan el perfecto ajuste del fulminante.

***5. Fallas por maltrato:*** doblez o aplastamiento; corte con navajas sin filo o con golpe

de piedras, y cortes de las líneas tendidas por piedras o fragmentos volantes durante el disparo.

***6. Fallas del explosivo:*** son menos comunes, podrían ocurrir por uso de explosivo en malas condiciones, deteriorado o humedecido debido a almacenaje muy prolongado en ambiente inadecuado. Uso de explosivo inadecuado para determinado trabajo.

***7. Condiciones ambientales:*** algunos explosivos tienden a perder sensibilidad y capacidad de transmisión en lugares elevados y muy fríos, otros se descomponen en ambientes calurosos y húmedos.

### 13.3.1. Tratamiento de Fallas

* Esperar un tiempo prudencial antes de acercarse al frontón (usualmente 30 minutos).
* Retirar a todo el personal no necesario o no vinculado al trabajo de eliminación de tiros fallados.
* Dar parte inmediato del problema al Departamento de Seguridad, al Jefe de Sección o Administración Superior, y a todo el personal que trabaja en el sector. Dar instrucciones precisas a los vigías y dinamiteros para efectuar una labor coordinada.
* Examinar el frente disparado con cuidado en su totalidad, buscar los restos de explosivo y accesorios no explotados entre los escombros de la voladura, recogerlos si es factible y llevarlos a lugar seguro para eliminarlos.
* Eliminar los tacos quedados con chorro de agua, o colocarles un nuevo cebo y volverlos a disparar, en último caso con una plasta o parche encima.
* Jamás se tratará de extraer el explosivo de un taco quedado mediante el cucharón o atacador.
* Antes que ingrese el equipo de limpieza para cargar el material disparado asegurarse de recoger todo resto de explosivo.

## 13.4. Factores humanos que causan accidentes

**1. Negligencia**

- Dejar de lado las normas de seguridad establecidas.

- No cumplir con las instrucciones recibidas.

- Permitir el trabajo de personas no capacitadas o dejarlas actuar sin supervisión.

- Dejar abandonados restos de explosivos o accesorios sobrantes del disparo.

**2. Ira, mal humor; consumo de alcohol y drogas**

Contribuyen a que la persona actúe irracionalmente y que desdeñe el sentido común.

**3. Decisiones precipitadas**

El actuar sin pensar o muy apresuradamente conduce a actitudes peligrosas.

**4. Indiferencia**

Descuido, falta de atención; no estar alerta o soñar despierto induce a cometer errores en el trabajo.

**5. Distracción**

Interrupciones por otros cuando se están realizando tareas delicadas o peligrosas, problemas familiares, bromas pesadas, mal estado de salud.

**6. Curiosidad**

El hacer una cosa desconocida simplemente para saber si lo que pasa es riesgoso, siempre preguntar a quién sabe.

**7. Instrucción inadecuada, ignorancia**

En este caso una persona sin entrenar o mal entrenada es un riesgo potencial de accidentes

**8. Malos hábitos de trabajo**

Persistencia en cometer fallas señaladas a pesar de las recomendaciones impartidas, no usar los implementos de norma, desorden.

**9. Exceso de confianza**

Correr riesgos innecesarios por comportamiento machista, rebeldía o indisciplina, demasiado confiado o muy orgulloso para aceptar recomendaciones.

**10. Falta de planificación**

Se resume en el actuar de dos o más personas, cada una de ellas dependiendo de la otra para realizar algo que nunca se realiza. Todo supervisor debe tener presente que los accidentes ocurren inesperadamente, pero que son previsibles; debe haber capacitación, y saber que el trabajo es de equipo, con responsabilidad compartida.

Debe actuar siempre con criterio y responsabilidad, tener experiencia en el trabajo.

# 14. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL PERSONAL

Como elementos de protección personal, podemos nombrar los siguientes:

* **Casco.** Puede incluir los siguientes elementos:

Lámpara.

Orejeras.

Visera retráctil.

Extensiones posteriores para proteger la nuca.

* **Protección ocular y facial:**

Antiparras.

Casco con visera retráctil.

* **Protectores auditivos:**

Protector auditivo para casco (tipo copa).

Una detonación de **1kg de explosivo** a una distancia de **1m** genera un ruido inicial superior a los **250 decibeles** (teniendo en cuenta la atenuación del aire).

* **Protección de vías respiratorias:**

Máscaras con filtros

* **Protección de pies:**

Calzado de seguridad con punta metálica.

* **Ropa:**

Traje de material ignifugo y antiestática.

Chaleco refractario.