

PERFORADORAS ROTOPERCUTIVAS

CUADERNO DE DESCRIPCIÓN Y PRÁCTICAS DE MAQUINARIA EN PERFORACIÓN Y VOLADURA

Equipo de trabajo:

Juan Herrera Herbert

(juan.herrera@upm.es)

Jorge Castilla Gómez

(jorge.castilla@upm.es)

Alberto Simarro Cemborain

Copyright © 2014. Todos los derechos reservados

Diseño de cubiertas e interiores: Los autores.

Universidad Politécnica de Madrid
Departamento de Ingeniería Geológica y Minera
Laboratorio de Tecnologías Mineras

ADVERTENCIA

El presente documento ha sido preparado con una finalidad exclusivamente divulgativa y docente. Las referencias a productos, marcas, fabricantes y estándares que pueden aparecer en el texto, se enmarcan en esa finalidad y no tienen ningún propósito comercial.

Todas las ideas que aquí se desarrollan tienen un carácter general y formativo y el ámbito de utilización se circunscribe exclusivamente a la formación de los estudiantes de la UPM. La respuesta ante un caso particular requerirá siempre de un análisis específico para poder dictaminar la idoneidad de la solución y los riesgos afrontados en cada caso, además de las incidencias en los costes de explotación. Consulte siempre a su ingeniería, consultor, distribuidor y fabricante de confianza en cada caso.



Este documento ha sido formateado para su visualización y uso en dispositivos electrónicos y permitir ahorrar en el consumo de papel y tóner.
Antes de imprimirlo, piense si es necesario hacerlo.

Índice de la obra

1. PERFORACIÓN NEUMÁTICA	5
1.1. Perforadora tipo manual (Jackhammer)	5
1.2. Perforadora montada sobre orugas	6
1.3. Perforación con martillo en cabeza	7
1.4. Perforación con martillo en fondo	9
1.5. APLICACIONES	10
1.6. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	11
1.7. PRÁCTICAS OPERACIONALES	11
1.8. VENTAJAS	11
1.9. DESVENTAJAS	12
2. PERFORADORAS HIDRÁULICAS	13
2.1. APLICACIONES	14
2.2. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	14
2.3. PRÁCTICAS OPERACIONALES	15
2.4. VENTAJAS	15
2.5. DESVENTAJAS	15

1. PERFORACIÓN NEUMÁTICA

La perforación neumática es aquella que emplea aire comprimido para el accionamiento del pistón que ejerce el impacto sobre el útil de corte.

Básicamente se pueden distinguir dos familias de equipos en función de si el equipo es manual o montado sobre chasis. Las perforadoras que están montadas sobre un chasis pueden estar dotadas de equipos hidráulicos para su posicionamiento, así como para suministrarse el aire comprimido necesario para la perforación, por medio de compresores montados sobre la misma.

1.1. Perforadora tipo manual (Jackhammer)

Máquina perforadora de roca con un motor neumático sin apoyo y sin estructura de soporte, sostenida por el operario, por lo que su empleo es manual y que perfora normalmente en sentido vertical descendente. Las barras que utilizan este tipo de equipos son hexagonales, de 19 a 25.4 mm (3/4" a 1") de diámetro, con unas bocas que van de 25.4 a 44.4mm (1" a 1 3/4").

La energía que se emplea para su funcionamiento, es el aire comprimido, bien a través de una red de tuberías y mangueras o de un compresor pequeño y próximo.

El uso que hoy en día proporcionan estas máquinas, es para la perforación de las rocas en las voladuras secundarias (taqueo) y en las operaciones a pequeña escala como ciertas canteras de rocas y especialmente en la perforación de mayor precisión con una menor malla en el troceo de las rocas ornamentales.

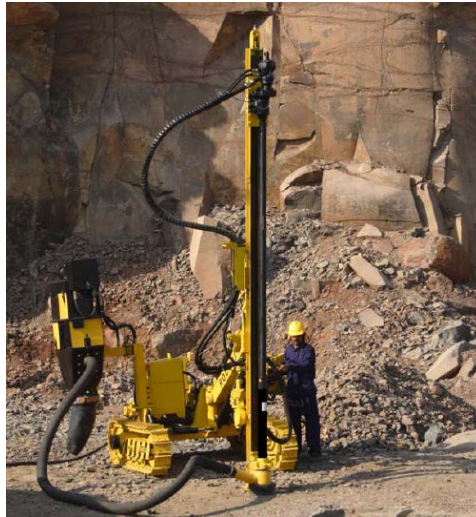


Figura XX: Perforación neumática manual (Atlas Copco)

1.2. Perforadora montada sobre orugas

En estos equipos, la máquina perforadora está montada sobre un mástil y todo ello sobre un chasis con un tren de orugas. Es autopropulsada y puede emplear su propia fuente de energía (compresor). Las barras son de sección hexagonal de 38.1 mm (1½") de diámetro y el elemento cortante o boca, es de 51 a 89 mm (2" a 3½") de diámetro. Se emplea en las operaciones de voladuras primarias para minas de pequeña escala como las canteras y en las perforaciones secundarias o de taqueo en las grandes minas.

Se caracterizan por su alta velocidad de penetración en barrenos cortos y por su alto consumo de aire comprimido. La pluma admite unos amplios movimientos verticales (con respecto al plano horizontal) con objeto de poder efectuar barrenos con inclinaciones de hasta 45°.



Perforadora neumática (Atlas Copco)

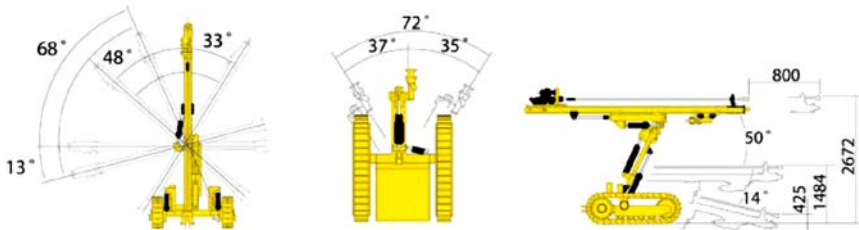


Figura XX: Rango de movimientos de una perforadora neumática (Atlas Copco)

Los carros perforadores, constan de los siguientes componentes principales:

- Tren de orugas.
- Motores de traslación.
- Chasis.
- Central hidráulica auxiliar.
- Brazo y deslizadera.
- Motor de avance, y
- Martillo.



En función del tipo de técnica de perforación, pueden ser perforadoras con martillo en fondo o martillo en cabeza.

1.3. Perforación con martillo en cabeza

El método de perforación con martillo en cabeza (en inglés Top Hammer Drilling) es aquel en la que el martillo de perforación que genera la percusión está situado en el exterior del barreno, situado sobre la deslizadera de la columna de perforación. Por tanto, la energía de impacto se transmite desde el martillo hasta la boca de perforación a través de toda la sarta de varillaje en forma de ondas de choque.

Este método es rápido para la perforación en roca en buenas condiciones.

Tiene como inconveniente que la sarta de perforación sufre la percusión del martillo y además en la perforación de barrenos largos (>20m, aproximadamente) pueden surgir grandes desviaciones en la perforación.



Figura XX: Perforación con martillo en cabeza

1.4. Perforación con martillo en fondo

En la perforación con martillo en fondo (Down-the-Hole Drilling, DTH), el martillo que proporciona la percusión está colocado en el interior del barreno, estando en contacto directo con la boca de perforación. De este modo el pistón del martillo transmite de manera más eficiente la energía al elemento de corte. Así, las pérdidas de energía son insignificantes a medida que se aumenta la longitud de de perforación.

Este es el método más empleado para la perforación de barrenos largos (>20m), ya que se reducen las desviaciones en estos casos y se reduce también el desgaste de la sarta de perforación.

Este método puede usarse tanto en rocas competentes como en rocas más blandas.

Tiene como inconveniente que el diámetro mínimo de perforación debe ser mayor que en la perforación con martillo en cabeza puesto que debe haber espacio para alojar el conjunto de los elementos del propio martillo.



Figura XX: Perforación con martillo en fondo

Las barras son tubos de sección circular con diámetro de 63.5 a 102 mm (2½" a 4") para bocas o elementos cortantes entre 76.2 a 152.4 mm (3 a 6") Se caracterizan por conseguir una velocidad de penetración más constante, que el martillo en cabeza.

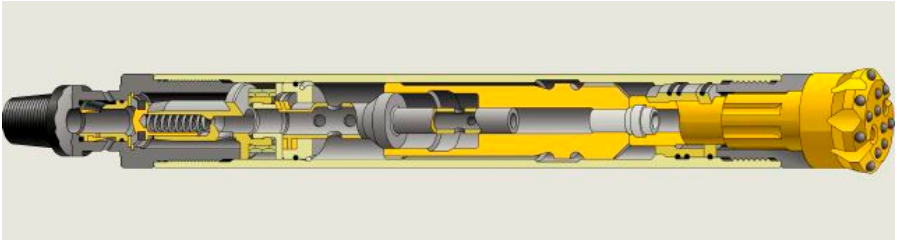


Figura XX: Martillo en fondo (Atlas Copco)



Figura XX: Perforadora con martillo en fondo (Sandvik)

1.5. APLICACIONES

Su aplicación es en la perforación de barrenos en minería a cielo abierto y/o de interior según modelo, para la perforación de los barrenos necesarios para el arranque de la roca por voladura.

1.6. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Las orugas son independientes y llevan un cilindro hidráulico en cada una de ellas, interconectados para amortiguar el movimiento oscilante, evitar los choques durante los desplazamientos sobre terreno accidentado y permitir la perforación desde posiciones difíciles. La altura sobre el suelo es un criterio de diseño importante para salvar obstáculos durante los traslados. Los motores de tracción son independientes y de accionamiento neumático, de tipo pistón, con engranajes cubiertos conectados a los mandos finales y frenos de disco.

El accionamiento de los cilindros hidráulicos de los brazos y de las deslizaderas se realiza por medio de una bomba hidráulica movida por un motor neumático.

Los brazos de estos equipos pueden ser fijos, extensibles y articulados, y van anclados a un punto del chasis. Las deslizaderas disponen de: motor de avance, martillo o cabeza de rotación, control de mandos de la perforación, centralizador y soporte para las varillas. Los motores de avance son de tipo pistón y accionan las cadenas de las deslizaderas.

Cuando se perfora con martillo en cabeza éstos van montados sobre la deslizadera y en el caso de emplear martillo en el fondo, son los cabezales de rotación neumáticos los que se colocan sobre las mismas. El centralizador o mordaza-guía asegura el correcto comienzo de los barrenos y hace posible el cambio de varillaje.

1.7. PRÁCTICAS OPERACIONALES

Las perforadoras van perforando los barrenos según la malla de voladura diseñada y con la profundidad fijada, según sea el tipo de roca, la malla utilizada y otros parámetros, el diámetro de perforación será uno u otro.

1.8. VENTAJAS

Las ventajas principales que representa la perforación rotopercutiva son:

- Aplicable a todos los tipos de roca, desde blandas a duras.
- La gama de diámetros de perforación es amplia.
- Los equipos son versátiles, pues se adaptan bien a diferentes trabajos y tienen una gran movilidad.
- Necesitan de un solo hombre para su manejo y operación.
- Mantenimiento fácil y rápido.

Por lo tanto, su campo de aplicación es:

- Obras civiles subterráneas: túneles, cavernas de centrales hidráulicas, carreteras, etc.
- Minas subterráneas principalmente y explotaciones a cielo abierto (mediana y gran minería).

Las ventajas de estos equipos sobre los totalmente hidráulicos son:

- Menor coste de adquisición.
- Mantenimiento más sencillo.
- Menor indisponibilidad mecánica.

1.9. DESVENTAJAS

Las desventajas son:

- Mayor consumo de combustible.
- Velocidades de desplazamiento y de perforación menores.
- Mayor coste de perforación.

2. PERFORADORAS HIDRÁULICAS

La perforación que emplea un circuito hidráulico accionado por aceite presenta una mayor capacidad de perforación. Esto es debido a la mejor transmisión de energía de la onda, que hace que las velocidades de penetración de las perforadoras hidráulicas sean de un 50% a un 100% mayor que los equipos neumáticos.

La perforación hidráulica presenta mejores condiciones ambientales. Los niveles de ruido en una perforadora hidráulica son sensiblemente menores a los generados por una neumática, debido a la ausencia del escape de aire. Además, la hidráulica ha permitido un mejor diseño de los equipos, haciendo que las condiciones generales de trabajo y seguridad sean mucho más favorables.

La perforación hidráulica proporciona mayor elasticidad de la operación: Es posible variar dentro de la perforadora la presión de accionamiento del sistema, la energía por golpe y frecuencia de percusión.

Además, tiene una mayor facilidad para la automatización: Estos equipos son mucho más aptos para la automatización de operaciones, tales como el cambio de varillaje, mecanismos antiatranque, etc.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA

Los componentes principales de estos equipos son:

- Tren de orugas.
- Motores de traslación.
- Chasis.
- Central hidráulica auxiliar.
- Brazo y deslizadera.
- Motor de avance, y
- Martillo.

2.1. APLICACIONES

Su aplicación es en la perforación de barrenos en minería a cielo abierto y/o de interior según modelo, para la perforación de los barrenos necesarios para el arranque de la roca por voladura.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

En cuanto al diseño, conceptual mente son semejantes a los carros neumáticos, si bien presentan una serie de diferencias que pueden concretarse en:

- La fuente de energía suele ser un motor diésel, aunque existen unidades eléctricas que accionan la central hidráulica y el compresor para el aire de barrido.
- Las bombas hidráulicas, generalmente cuatro, son de caudal fijo, aunque también existen unidades en el mercado que incorporan algunas bombas de caudal variable.
- La presión máxima del fluido hidráulico suele ser inferior a los 20 MPa.
- Como elementos opcionales que suelen llevar más frecuentemente, además del captador de polvo, están las cabinas del operador insonorizadas y climatizadas y los cambiadores automáticos de varillas, cabrestantes y gatos hidráulicos.
- La mayoría de las casas fabricantes incorporan sistemas antiatranques.
- Las orugas disponen de tensores ajustables hidráulicamente.
- Los motores de tracción suelen ser del tipo de pistones axiales inclinados con desplazamiento fijo y simétrico para poder girar en ambos sentidos.
- Las deslizaderas llevan un tambor desplazable de recogida y guiado de las mangueras hidráulicas.
- Los motores de avance hidráulicos ejercen fuerzas máximas hacia adelante y hacia atrás entre 20 y 32 kN, con velocidades de avance de hasta 40 m/min.
- La guía de las varillas es hidráulica así como el tope de ésta.
- El depósito de combustible tiene capacidad suficiente para operar durante uno o dos relevos en algunos casos.

2.3. PRÁCTICAS OPERACIONALES

Las perforadoras van perforando los barrenos según la malla de voladura diseñada y con la profundidad fijada, según sea el tipo de roca, la malla utilizada y otros parámetros, el diámetro de perforación será uno u otro.

2.4. VENTAJAS

Los carros de perforación totalmente hidráulicos presentan sobre los equipos neumáticos las siguientes ventajas:

- Menor potencia instalada y, por tanto, menor consumo de combustible.
- Diseño robusto y compacto que suele incorporar el compresor de barrido a bordo.
- Velocidad de desplazamiento elevada y gran maniobrabilidad.
- Gama amplia de diámetros de perforación, 65 a 125 mm, existiendo en el mercado equipos que trabajan entre 200 y 278 mm.
- Posibilidad de colocar un cambiador automático de varillas de perforación.
- Velocidades de perforación de un 50 a un 100% más altas que con las unidades neumáticas.
- Mejores condiciones ambientales.
- Menores costes de perforación.

2.5. DESVENTAJAS

Por el contrario, los inconvenientes son:

- Mayor precio de adquisición.
- Se precisa un mantenimiento más cuidadoso y cualificado.
- La indisponibilidad mecánica suele ser mayor que en los equipos neumáticos que son de fácil reparación.