

## **MODULO TECNICO AMBIENTAL**

### **1. PERFORACION:**

La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es abrir en la roca o mineral huecos cilíndricos llamados taladros, que están destinados a alojar o colocar explosivo y sus accesorios en su interior. Esta perforación se realiza empleando barrenos, que pueden ser accionados por la mano del hombre, cuando la perforación se realiza mediante pulso (comba y barreno), por una perforadora (martillo) que puede ser accionado por energía eléctrica (perforadoras Eléctricas) o por Aire Comprimido (Neumática) producido por equipos llamados Compresoras.

**La perforación Neumática** se realiza mediante el empleo de una perforadora convencional; usando como energía el aire comprimido, para realizar huecos de diámetro pequeño con los barrenos integrales que poseen una punta de bisel (cincel); que se encarga de triturar la roca al interior del taladro en cada golpe que la perforadora da al barreno y mediante el giro automático hace que la roca sea rota en un círculo que corresponde a su diámetro; produciéndose así un taladro, la expulsión del material roto del interior del taladro se hace mediante el barrido que lo da el aire comprimido y agua, para dejar libre del taladro, para esto se sopletea durante la perforación.

**La perforación Eléctrica** se realiza empleando energía eléctrica, que un generador lo provee y para ello se emplea una perforadora con un barreno helicoidal, que puede realizar taladros de hasta 90 cm de longitud, siendo el problema principal el sostenimiento de la perforadora para mantenerla fija en la posición de la perforación.

**La perforación Manual** se realiza mediante el empleo de un barreno usado (barreno chupado), con la finalidad de facilitar su extracción y rotación. El barreno es sostenido por el

ayudante, mientras que el otro golpea con una comba, luego se hace girar un cierto Angulo para proseguir con el proceso de perforación. Este proceso también lo realiza una sola persona, dentro de la minería artesanal.

#### **1.1. TIPOS DE PERFORADORAS CONVENCIONALES NEUMATICAS:**

a) **Jack Leg.-** Perforadora con barra de avance que puede ser usada para realizar taladros horizontales e inclinados, se usa mayormente para la construcción de galerías, subniveles, Rampas; utiliza una barra de avance para sostener la perforadora y proporcionar comodidad de manipulación al perforista.



b) **Jack Hammer.-** Perforadoras usadas para la construcción de piques, realizando la perforación vertical o inclinada hacia abajo; el avance se da mediante el peso propio de la perforadora.

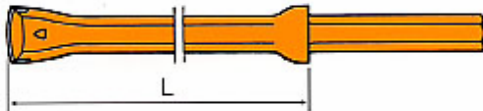


c) **Stoper.-** Perforadora que se emplea para la construcción de chimeneas y tajeado en labores de explotación (perforación vertical hacia arriba). Esta constituido por un equipo perforador adosado a la barra de avance que hace una unidad sólida y compacta.



## 1.2. ACCESORIOS PARA LA PERFORACION:

- a. Barreno (juego) 3 pies (patero), 5 pies (seguidor).



- b. Saca barrenos.- construido de un barreno roto, que encaja perfectamente en el hexagonal del barreno, para hacer la función de una llave, a fin de mover el barreno plantado.
- c. Cucharilla.- Sirve para limpiar del taladro las partículas de roca o mineral, que se encuentran dentro.
- d. Atacador de madera.- Sirve para cebar el taladro y aumentar la densidad del explosivo.
- e. Botella de aceite (para la lubricadora de la perforadora).
- f. Llave Stilson
- g. Tanque de agua o Botella de Perforación, sirve para realizar el barrido del taladro, así como el enfriamiento del barreno y evitar el polvo durante la perforación.
- h. Mangueras para agua y Aire (1/2" y 3/4")

## 1.3. OPERACIONES ANTES DE LA PERFORACIÓN:

Ventilación de la labor, para eliminar los gases de la voladura, desatado de rocas (desquinchar), limpieza del material disparado, sostenimiento si es necesario.

Revisión del frente, para ver si hay tiros fallados, cortados o quemados, en caso de su existencia, recargar el taladro y disparar, nunca perforar al lado del taladro o en el mismo taladro.

## 1.4. PROCEDIMIENTO PARA LA PERFORACION:

Para iniciar la perforación se debe verificar primero: la cantidad de aceite en la lubricadora, la cantidad de agua en la botella de agua, que la perforadora esté apagada; previamente se debe sopletear la manguera de aire, para evitar que entre partículas a la perforadora, empalmar las conexiones de agua y aire a la perforadora y a la botella de agua, tener las válvulas de la perforadora cerradas.

Contar con los barrenos, saca barrenos, cucharilla, llave, stilson y atacador a la mano.

El perforista como su ayudante utilizarán los equipos adecuados de protección: Guantes, Botas de jebe punta de acero, ropa de agua, protector, lentes de seguridad, lámpara y correa de seguridad.

## 1.5. TECNICA DE PERFORACION:

Posicionar la perforadora para iniciar la perforación.

El perforista para iniciar la perforación debe posicionarse a un lado de la perforadora, mientras que el ayudante de perforista debe estar pegado al frente agarrando el barreno para empatar en el punto indicado para la perforación.

El perforista una vez que el barreno empató (patero) debe abrir el agua, para evitar la producción del polvo. De cuando en cuando debe sopletear para eliminar el detritus del taladro.

La barra de avance, la perforadora, el barreno y el taladro deben estar

alineadas en todo momento para evitar desviaciones en la perforación

El juego de barrenos a usar debe ser (patero, Seguidor y pasador)

Cuando el barreno se planta no se debe usar la máquina perforadora para extraerlo, porque los accesorios de bronce del interior se malogran por el esfuerzo dando lugar al desgaste de las mismas, por lo que se debe usar el saca barrenos, girando y jalando cada vez.

## 1.6. TRAZOS DE PERFORACION:

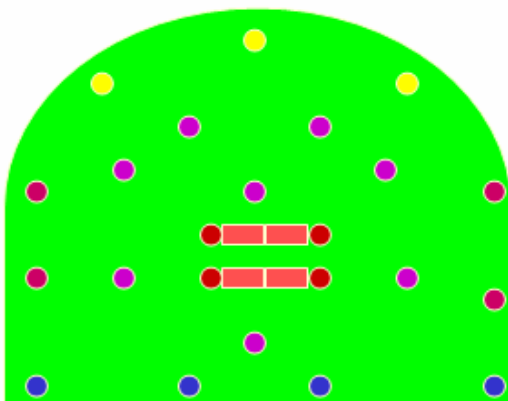
Es un conjunto de taladros que se perforan en un frente y que tienen una ubicación, dirección, inclinación y profundidad determinados. Lo cual presenta numerosas alternativas de acuerdo al tipo de roca, al equipo de perforación, al tamaño de la sección a disparar.

El trazo se hace con el objeto de:

- Distribuir los taladros
- Determinar el orden de la salida de los taladros
- Reducir los gastos de perforación y cantidad de explosivo.
- Obtener un buen avance.
- Mantener el tamaño o la sección de la labor uniforme.

### 1.7.1. PARTES DEL TRAZO:

El trazo de perforación está formado por los taladros del corte, ayudas, cuadradores, alzas, arrastres. Los que se distribuyen en el frente de voladura. De los cuales el más importante es el corte, que está formado por 2 o más taladros dependiendo del tipo de corte adoptado.



**Arranque o Corte.-** Son aquellos taladros que se ubican en la parte central de la sección, los cuales tienen la función de aperturar o agregar el número de caras libres del frente; siendo los taladros fundamentales para cada voladura, del éxito de la voladura de los taladros del corte depende el éxito de la voladura del frente; por lo tanto un buen corte dará lugar a un buen disparo. Se tienen los siguientes tipos de corte: Corte cuña (en "V"), corte quemado, Corte piramidal, Escalonado, etc.

**Corte Cuña (corte en "V").-** Está formado por 2 o más taladros que forman una "V", debe ser perforada en forma simétrica a ambos lados del eje del túnel, separados por una distancia considerable, tendiendo a encontrarse en la parte central, se usa principalmente en terreno semiduro a suave, siendo la ventaja de este corte que es de fácil perforación, el máximo de avance que se logra es el ancho de la galería.

El ángulo que forman los taladros con el frente varía de 60 a 70°, las ayudas, cuadradores, alzas y arrastres se perforan de acuerdo a la figura adjunta.

**Corte Piramidal o Diamante.-** Esta formado por 3 o 4 taladros que se perforan y tienden a encontrarse en el fondo. La voladura formará una abertura parecida a un cono o pirámide.

**Corte quemado.-** Este corte consiste en perforar 3 o más taladros que deben ser paralelos, lo más cerca posible el uno del otro y al centro del frente; se usa generalmente en terreno duro, dejando uno o algunos taladros vacíos con la finalidad de que se constituyan en cara libre, a fin de que la roca triturada se expanda hacia el espacio libre, logrando su expulsión, los taladros del corte deben ser los más profundos. Las causas frecuentes de falla son:

- Carga explosiva insuficiente o dinamita de baja potencia.

- Los taladros perforados muy lejos uno del otro o que no sean paralelos.
- Espacio vacío insuficiente, o sea, cuando no se dejan suficientes huecos sin cargar, a fin de que la roca quebrada pueda expandirse

- **Ayudas.-** Son aquellos taladros que sirven para ampliar la cara libre formada por el corte, por lo general son taladros paralelos.

**Cuadradores.-** Son aquellos taladros que permiten dar la forma lateral a la labor, son taladros que van ligeramente dirigidos hacia fuera de la sección, con la finalidad de mantener la sección del frente. Su número depende de la dureza de la roca y del tamaño de la sección.

**Alzas.-** Son aquellos taladros que van en la parte de la corona de la sección y también se perforan ligeramente dirigidos hacia el techo, para mantener la sección.

**Arrastres.-** Son aquellos taladros que van en el piso y tienen la finalidad de darle un acabado al piso de la labor, de acuerdo a la gradiente que se lleva, varían en número de acuerdo a la dureza de la roca y ancho de la labor.

Si perforamos un frente sin usar un trazo adecuado, tendríamos que hacer un mayor número de taladros que el necesario, con un gasto excesivo. Además, probablemente no conseguiríamos un avance satisfactorio, e inclusive podría soplar o fracasar el disparo.

Para pequeñas secciones que son lo que trabajan Uds., será necesario primero determinar los factores de los cuales depende la elección del trazo, siendo imposible establecer un solo tipo de trazo para las labores mineras, ya que las condiciones siempre tienen que variar, por lo que hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Clase de terreno.
- Tamaño del frente y el número de caras libres.

- Explosivos, equipo de perforación, etc.
- Tipo de labor que se perfora.

**1.7.2. Clase de terreno.-** La dureza del terreno es un factor determinante, ya que en un terreno duro será necesario emplear el corte quemado y se perforarán gran cantidad de taladros; mientras que en un terreno suave solo se empleará el corte cuña o en "V" y la cantidad de taladros será menor. Así mismo la existencia de fracturas, fallas, etc., naturalmente un terreno uniforme es el ideal para la perforación.

**1.7.3 Tamaño del frente y número de caras libres.-** A mayor tamaño del frente será necesario hacer mayor cantidad de taladros y a la inversa, a menor tamaño menos cantidad de taladros. Sin embargo, a menor tamaño del frente se conseguirá menor avance, excepto con el uso de corte quemado. El mayor número de caras libres hace que el trazo sea más sencillo, siendo más difícil si es un frente con una sola cara libre.

**1.7.4. Los explosivos y el equipo de perforación.-** Si se usa explosivos de mayor potencia se reduce la cantidad de taladros, en el caso de que sea de baja potencia, será necesario el uso de más taladros. El equipo de perforación influye especialmente en la perforación de los cortes, siendo también fundamental la habilidad del perforista, que le permitirá efectuar cortes complicados.

**1.7.5. Tipo de labor en la que se perfora.-** Es el factor que más hay que tomar en cuenta principalmente para usar un trazo determinado.

#### **1.7.6. PERFORACIÓN DEL TRAZO:**

El procedimiento para la perforación de trazos es el siguiente:

- Marcado del centro del frente.
- Marcado del trazo.
- Determinación de la dirección del trazo.

- Determinación de la dirección de los taladros.
- Perforación del trazo.

#### **Trazo de Galerías:**

Son labores que ofrecen mayor dificultad para la voladura, pues con un solo disparo deberá obtenerse la apertura de la sección de manera uniforme, con un buen avance; la eficiencia del disparo dependerá de:

#### **a) Orden de salida de los taladros.-**

Se realiza teniendo en cuenta el número de caras libres y el tamaño de estas, en primer lugar se dispara el corte, por lo que se iniciará juntos los taladros del corte; enseguida se harán salir las ayudas, que actuarán sobre dos caras libres formadas por los taladros del corte; estas ayudas amplían las dimensiones de la cara libre, enseguida se disparan los cuadradores, las alzas y finalmente los arrastres.

#### **b) Número de taladros que forman la sección y su ubicación.-**

El número de taladros son los siguientes:

- Las alzas serán en la mayoría de los casos 3 taladros.
- Los cuadradores serán por lo general 2 a cada lado.
- Los arrastres serán 3 o 4 dependiendo del terreno y de la sección.

En cuanto a la **ubicación** tenemos:

- De las 3 alzas, una estará más alta (la del centro) que las otras dos, con la finalidad de darle la forma de bóveda. El taladro del centro se perfora inclinado y subiendo y los otros dos se perforan subiendo y abriéndose.
- Los cuadradores se perforan horizontalmente a ambos lados del frente, abriéndose ligeramente.
- Los arrastres se perforan inclinados hacia abajo, los centrales se perforan siguiendo la dirección de la labor, mientras que los laterales se abren un poco a ambos lados. Teniendo ubicado los taladros mencionados se colocarán los taladros de corte y seguidamente las ayudas necesarias.

c) **El grado de fragmentación.-** El tamaño del material obtenido nos dará la pauta para determinar si hubo exceso en el número de taladros del trazo. Si el material está finamente fragmentado (molido), deberemos eliminar unos cuantos taladros y debemos hacerlo hasta que el grado de fragmentación sea el adecuado (la granulometría o tamaño del material debe ser de 4" como promedio, dependiendo del tratamiento del mineral, si entra en chancadoras o entra directamente al molino).

#### **1.7.7. NUMERO DE TALADROS:**

Para Terreno suave se puede usar 3 cortes en "V" horizontales, 3 alzas, 4 cuadradores y tres arrastres, con un total de 16 taladros, para una galería de 8'x7', si la galería es de 7'x6' se podrá usar solo dos cortes en "V" con lo que tendríamos 14 taladros.

Para **terreno duro** en una labor de 8'x7' se puede hacer 3 cortes en "V" con 5 ayudas, que con los otros taladros puede hacer un total de 21 a 23 taladros, para un frente menor se emplean 20 taladros.

Para terreno duro se usará el corte quemado, formado por taladros paralelos que van desde 3 taladros hasta 9 taladros, según la dureza de la roca y la sección del frente. Para una sección de 8'x7' el corte de 6 taladros en dos filas de 3 taladros cada fila; en las que 3 se cargan y 3 no, si es demasiado duro 4 se cargan y dos no, luego las 4 primeras ayudas y después otras seis ayudas, que con los demás taladros hará un total de 26 taladros. La distribución de las ayudas debe ser en forma uniforme, dejando espacios iguales para ser rotos por los taladros, pudiendo ser este espacio para los taladros superiores un poco mayor, ya que el peso del material ayuda al explosivo. El corte ocupa más bien una posición un poco más baja que él dentro del frente, precisamente por la razón anterior. Facilitándose así la perforación del corte quemado pues dicha altura es más conveniente para un perforista de talla mediana.

### **1.8. DIRECCION Y GRADIENTE DE LA LABOR:**

**Dirección.-** La dirección se refiere al rumbo que debe tomar la labor, sea galería, subnivel, si es en veta generalmente sigue el rumbo de la veta.

En una cortada conociendo la dirección a seguir se procede de la siguiente manera: se ubica el punto inicial que se ubica en superficie, con este punto se ubica uno al interior de la labor, realizando una perforación en el techo se coloca un tarugo con su alcayata (clavo), se estaciona un teodolito en el primer punto y se visa el punto al interior de la labor, enseguida se marca otro punto para poner otro tarugo más adelante del anterior (a 3 mts. del anterior), una vez colocado en la dirección correcta, se coloca en cada punto una pita con un trozo de roca o mineral en el extremo, haciendo coincidir ambas pitas se ubica el centro de la labor (frente) determinando el eje, que nos dará la dirección a seguir.

**Gradiente.-** Es la inclinación que debe tener la labor en construcción; la cual debe ser positiva, por lo general cinco por mil o seis por mil (5 x 1000 ó 6 x 1000); lo cual quiere decir que para cada 100 metros de galería se debe levantar 50 ó 60 cm de altura, primero para facilitar la circulación de los carros mineros y segundo para facilitar el drenaje del agua.

#### **Modalidades del control de gradiente:**

**a) Con tarugos en el techo de la labor.-** Cuando se ha colocado los puntos de dirección cada 3 mts, se está dando la posibilidad de controlar la gradiente empleando estos mismos puntos. Para ello se hace necesario colgar en los tarugos unos medidores con una argolla en el extremo siendo el primero 1.8 cm más largo que el segundo y se ubica a 1 mt del piso; haciendo coincidir las dos argollas se ubica en el frente el punto en el centro, se mide 1 mt y se determina el piso de la labor.

**b) Con tarugos en las paredes de la labor.-** En la labor se coloca frente a frente dos tarugos con su respectivo clavo a una altura de 50 cm del piso, 3 mts, más adelante se colocan dos tarugos de igual forma, pero a 1.8 cm más alto que los anteriores. Se amarra pitas a los respectivos clavos de los primeros tarugos y luego de los siguientes, se hace coincidir ambas pitas y se marca la altura en el frente, bajándose 50 cm. Por debajo de la marca para ubicar el piso.

**c) Con Regla de Gradiente.-** Se utiliza una regla de madera de 1 m de largo, 6 cm de ancho, 8.6 cm de alto en un lado y 8 cm en el otro lado; se coloca sobre un riel de la línea de cauville, con el lado menor hacia delante, sobre la regla se pone un nivel de albañil. La gradiente se consigue subiendo y bajando el riel hasta que la burbuja del nivel entre en sus reparos, en este momento se asegura el riel a los durmientes.