

Universidad Nacional de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y
METALURGICA



**ANALISIS COMPARATIVO DE
BARRENOS INTEGRALES Y BARRAS CONICAS**

Informe de Ingeniería

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

Orinson Rolando Bojórquez Quiñones
Promoción 96-I

Lima - Perú

2003

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO 1.- TEORIA DE LA PERFORACION

- 1.0 Descripción
- 1.1 Tipos de perforación
 - 1.1.1 Perforación por percusión
 - 1.1.2 Perforación por rotación y trituración
 - 1.1.3 Método de perforación por rotación y corte
 - 1.1.4 Método de rotación abrasiva
- 1.2 Características de los taladros
 - 1.2.1 Diámetro del taladro
 - 1.2.2 Longitud del taladro
 - 1.2.3 Rectitud y paralelismo de los taladros
 - 1.2.4 Estabilidad de los taladros
 - 1.2.5 Transmisión de energía
 - 1.2.6 Evacuación de detritus

CAPITULO 2.- ESTUDIO DE BARRENOS INTEGRALES

- 2.0 Descripción
- 2.1 Series de barrenos integrales
- 2.2 Perforación con barrenos integrales
 - 2.2.1 Arranque
 - 2.2.2 Profundización del taladro
 - 2.2.2.1 Rotación
 - 2.2.3 Alimentación y alineación del barreno
 - 2.2.3.1 Bocina
 - 2.2.4 Barrenos atascados y rotura de insertos
 - 2.2.5 Presión del aire
 - 2.2.6 Mantenimiento de barreno
 - 2.2.6.1 Desgaste
 - 2.2.6.2 Desgaste de inserto
 - 2.2.6.3 Desperfecto en la soldadura
 - 2.2.6.4 Desperfecto en el flanco
 - 2.2.7 Fallas en la culata
 - 2.2.7.1 Superficie de impacto dañado
 - 2.2.7.2 Hexagonal gastado de la culata
 - 2.2.7.3 Rotura de collarín
 - 2.2.8 Daños en el cuerpo
- 2.3 Barrenos doblados
- 2.4 Afilado
- 2.5 Maquinas afiladoras
 - 2.5.1 Afilado de corte centrado
 - 2.5.2 Angulo y radios correctos
 - 2.5.3 Afilado de las esquinas
 - 2.5.4 Eliminar contracono
 - 2.5.5 Afilar a tiempo
 - 2.5.6 Normas generales para el afilado
 - 2.5.7 Normas de seguridad
- 2.6 Instrucciones de afilado para barrenos integrales

- 2.6.1 Filo corte centrado
- 2.6.2 Angulo y radio correctos
- 2.6.3 Desgaste de esquinas
- 2.6.4 Eliminar el contracono
- 2.6.5 Afilar a tiempo
- 2.6.6 Normas generales para el afilado

CAPITULO 3

ESTUDIO DE BARRAS CONICAS Y BROCAS DESCARTABLES

- 3.1 Barras cónicas
- 3.2 Brocas descartables
 - 3.2.1 Cuidado de brocas descartables
- 3.3 Cuidado de las brocas descartables durante la perforación.
- 3.4 Ventajas y desventajas

CAPITULO 4

- 4.0 Prueba de barrenos en minera YAULIYACU
- 4.1 Objetivo
- 4.2 Alcance
- 4.3 Afiladoras en la mina
- 4.4 Especificaciones técnicas de los barrenos
- 4.5 Pruebas de campo
- 4.6 Análisis de rendimiento
 - 4.6.1 Brocas descartables
 - 4.6.2 Barras cónicas
 - 4.6.3 Barrenos integrales
- 4.7 Análisis de costos
 - 4.7.1 Rendimiento económico del sistema de perforación broca descartable - barra cónica
 - 4.7.2 Rendimiento económico de sistema de perforación barrenos integrales

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

CAPITULO 6

BIBLIOGRAFIA

DEDICATORIA:

A mis padres Rolando e Isabel por su sacrificio de toda la vida, a mis hermanos en especial a Melser y Ernesto pues con su apoyo pude culminar mis estudios universitarios.

Un agradecimiento muy especial a Hans Glaessner.

INTRODUCCION

La industria minera en los últimos años ha cambiado debido a las fuertes caídas en los precios de los minerales tradicionalmente de exportación plata, cobre, zinc y plomo y alzas notorias en los costos directos de extracción mano de obra, materiales y equipos, combustible, etc.

Así, es necesario llevar adelante una política de control de costos estricto, poniendo en práctica métodos innovadores de incremento de producción.

Toda empresa minera tiene que elegir el método adecuado de perforación, el equipo y las herramientas necesarias para optimizar costos de operación.

CAPITULO 1

TEORIA DE LA PERFORACION

1.0 Descripción

La perforación por percusión es una técnica que se basa en el transporte de energía en forma de ondas de impacto a través de barras largas. El barreno para perforar, tiene detrás de la barra, un pistón como generador de energía.

El pistón golpea el extremo del barreno con una frecuencia superior a 2000 golpes por minuto, la longitud de la onda de impacto, equivale a dos veces la longitud de trabajo del pistón.

Aquella parte del acero se comprime y se hace más corta y más gruesa. La onda de impacto se traslada a la broca con la velocidad del sonido en el acero, lo que significa 5000 metros por segundo. El acero se mueve ininterrumpidamente mientras las ondas de impacto pasan longitudinalmente por la barra haciéndola más corta y gruesa y más larga y delgada de nuevo. Después de mucho tiempo y un gran número de ciclos de fatiga el acero se rompe. En el punto más débil se empiezan a desarrollar pequeñas fisuras convirtiéndose rápidamente en una grieta de fatiga causando la rotura del acero.

La forma de la onda de impacto es muy importante para la vida del acero. Una onda de alta amplitud agota el acero más rápidamente en comparación con ondas de baja amplitud. Una onda larga lleva consigo más energía que una onda corta y por consiguiente penetra más rápidamente.

1.1 Tipos de perforación

1.1.1 Perforación por percusión

También conocida como perforación con martillo, es el método más comúnmente usado con la mayoría de las rocas. Se usa tanto en máquinas con martillo en la cabeza (Top Hammer), como con martillo en el fondo del taladro (Down The Hole)

1.1.2 Perforación por rotación y trituración

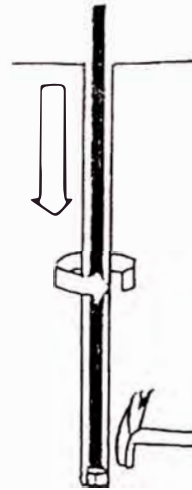
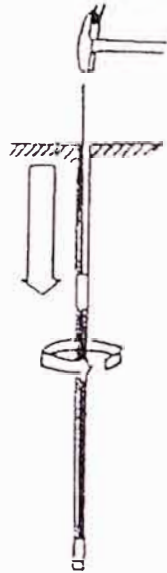
Se usó primero en la perforación de pozos de petróleo, pero ahora se usa para la perforación de chimeneas, el rimado de chimeneas y la perforación a sección completa de túneles (minado continuo).

1.1.3 Método de perforación por rotación y corte

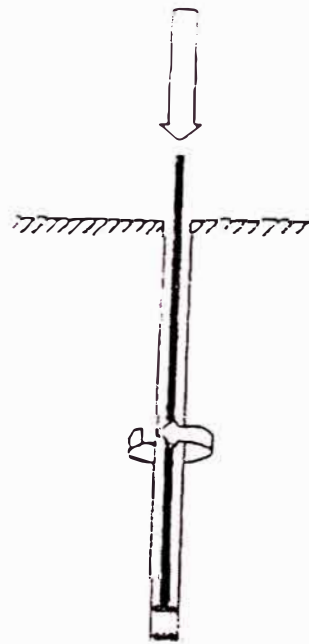
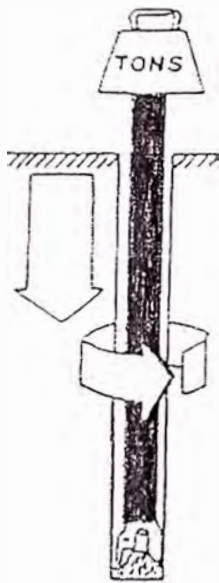
Es aplicado principalmente para rocas blandas con una resistencia compresiva de hasta 1500 bares.

1.1.4 Método de rotación abrasiva (Perforación Diamantina)

Se usa principalmente en la prospección para obtener testigos de la roca. El método se usa en la mayor parte de las minas existentes.



PERFORACION POR ROTACION



PERFORACION POR ROTACION Y CORTE

PERFORACION POR ROTACION ABRASIVA

1.2 Características de los taladros

Los taladros se caracterizan en cuatro factores:

1.2.1 Diámetro del Taladro

En la perforación de taladros para voladura son muchos los factores que influyen en la elección del diámetro, como ejemplo, la fragmentación que se desea obtener, el explosivo que será usado, las vibraciones que se permiten en el terreno.

En minas a cielo abierto y canteras, trabajan con taladros de gran diámetro permiten menores costos de perforación y voladura por tonelada de material extraído.

En minas subterráneas, las dimensiones del taladro se limitan por el espacio disponible y la elección del equipo de perforación.

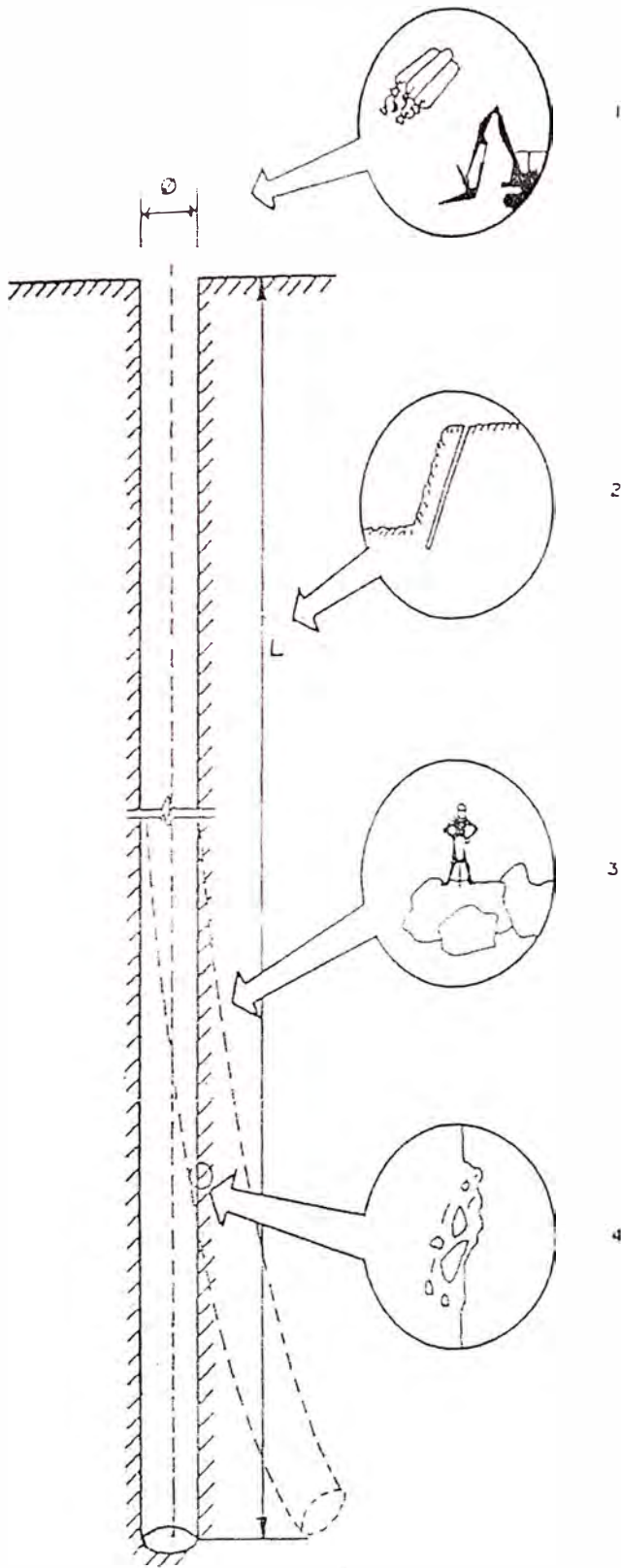
En el anclaje e inyección de cemento para sostenimiento, se elige el diámetro del taladro que ofrezca una seguridad satisfactoria.

1.2.2 Longitud del Taladro

La longitud del taladro puede ser seleccionado de acuerdo a la elección del equipo de perforación.

En espacios pequeños o estrechos solo se pueden usar barras cortas.

En la perforación de taladros para voladura, tanto horizontales como verticales, se debe tener presente que la longitud del taladro es algo mayor que el avance requerido. Es conocido el hecho en minería subterránea de que la sección del túnel limita el avance que se puede obtener por disparo, y por ello no tiene objeto perforar taladros de longitud mayor al ancho del túnel, pues no se va a conseguir avances superiores a esta última dimensión.



Características de los taladros

- 1.- Diámetro de taladro
- 2.- Longitud de taladro
- 3.- Rectitud y paralelismo de los taladros
- 4.- Estabilidad de los taladros

1.2.3 Rectitud y paralelismo de los Taladros

La rectitud del taladro varia con el tipo de roca, método de perforación y equipo de perforación usado.

El taladro para voladura debe ser lo mas derecho posible cuando se perfore taladros más profundos, para que el explosivo se coloque en el lugar correcto y el efecto de la voladura sea el deseado.

Para controlar la desviación de los taladros, se usan distintos tipos de dispositivos guías, ejemplo: Broca guía, Barra guía, etc.

El paralelismo entre taladros es un factor determinante para una buena voladura tanto en perforaciones horizontales (frentes de avance), como verticales (tajeos).

1.2.4 Estabilidad de los Taladros

Otro aspecto esencial de un taladro es que este permanezca "abierto" hasta el momento en que se utilice, para cargarlo con explosivo u otros fines.

En determinadas condiciones, por ejemplo cuando se perfora en material suelto o en roca blanda (con tendencia a desprenderse y bloquear el barreno) es esencial revestir el taladro con mangueras o tubos de P.V.C.

1.2.5 Transmisión de energía

En la perforación por percusión se transmite la energía de una perforadora por el acero y el inserto de metal duro de la broca a la roca, donde se realiza el trabajo de trituración.

El componente principal en una perforadora es el pistón, que se lanza hacia delante y golpea la culata del barreno. La energía cinética del pistón se transmite al

barreno en la forma de una onda de choque a una velocidad de aproximadamente 5000 metros por segundo.

Para poder transmitir la mayor cantidad de energía posible, manteniendo al mismo tiempo una larga vida del barreno, la onda de choque ideal debe ser extendida y tener un bajo nivel de esfuerzos uniformemente distribuido.

1.2.6 Evacuación de detritus

Para que se pueda realizar la perforación se debe mantener limpio el fondo del taladro, o sea, se deben sacar continuamente de este las partículas de roca que se han soltado. Esto, se hace con un medio de barrido, aire o agua, que es forzado al fondo del taladro por el orificio central de barrido del barreno y canales de barrido de la broca. Los detritus se saca a presión del taladro por el espacio entre la barra y la pared del taladro.

El uso del agua como medio de barrido cumple también la finalidad de proteger al perforista del polvo de la perforación, este es muy dañino para la salud de las personas, pues su acumulación en los pulmones produce enfermedades irreversibles, tales como la silicosis.

El barrido con agua se usa en la perforación de subsuelo, desde que el polvo que se forma durante la perforación es colectado eficazmente por el agua.

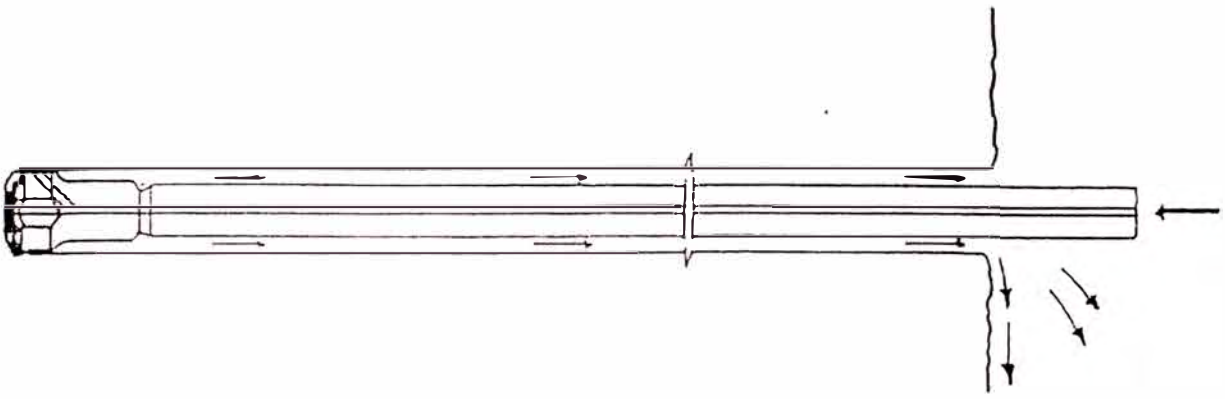
Un barrido insuficiente puede originar:

- Un mayor riesgo de atascamiento del varillaje

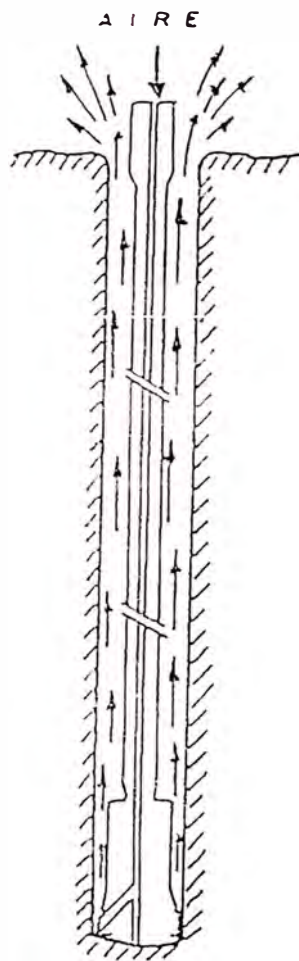
- Una reducción de la velocidad de perforación

- Un incremento del desgaste diametral de la broca

EVACUACION DE DETRITUS



Barrido con Agua



Barrido con Aire

CAPITULO 2

ESTUDIO DE LOS BARRENOS INTEGRALES

2.0 Descripción

El barreno integral es una barra de acero hexagonal hueca, consta de una culata endurecida en un extremo y un collarín forjado; una longitud de barra hexagonal y una broca forjada con inserto de metal duro en el otro extremo. Se usa comúnmente una culata hexagonal de 108 mm. De longitud y transmite el movimiento de rotación.

El collarín delimita la penetración del barreno al interior de la perforadora, recibiendo de ésta la presión de avance, sirve además para asegurar el barreno a la perforadora, impidiendo una eventual pérdida de la herramienta en perforaciones inclinadas o verticales.

El elemento de corte o inserto de carburo tiene propiedades que desempeñan un papel muy importante en la perforación, éstos son: la dureza, la tenacidad y la resistencia al desgaste. La dureza es necesaria para que el borde de la pieza incrustada no sufra deformaciones en su trabajo de trituración de la roca. Sin suficiente tenacidad la pieza incrustada se fracturaría pronto al ser martillada contra la roca. Es preciso una gran resistencia al desgaste para que la proporción del consumo del carburo incrustado sea lo más bajo posible.

A los barrenos integrales se les aplican diferentes tratamientos a fin de darles una mayor resistencia al acero de perforación.

Tratamiento térmico, le da un templeado al acero que lo hace resistente a fatigas prematuras.

Tratamiento mecánico, como el "perdigoneo", donde se proyectan pequeñas bolitas de acero sobre la barra mantenida en continua rotación, para que reciban un

tratamiento uniforme, proporciona una dureza superficial del acero.

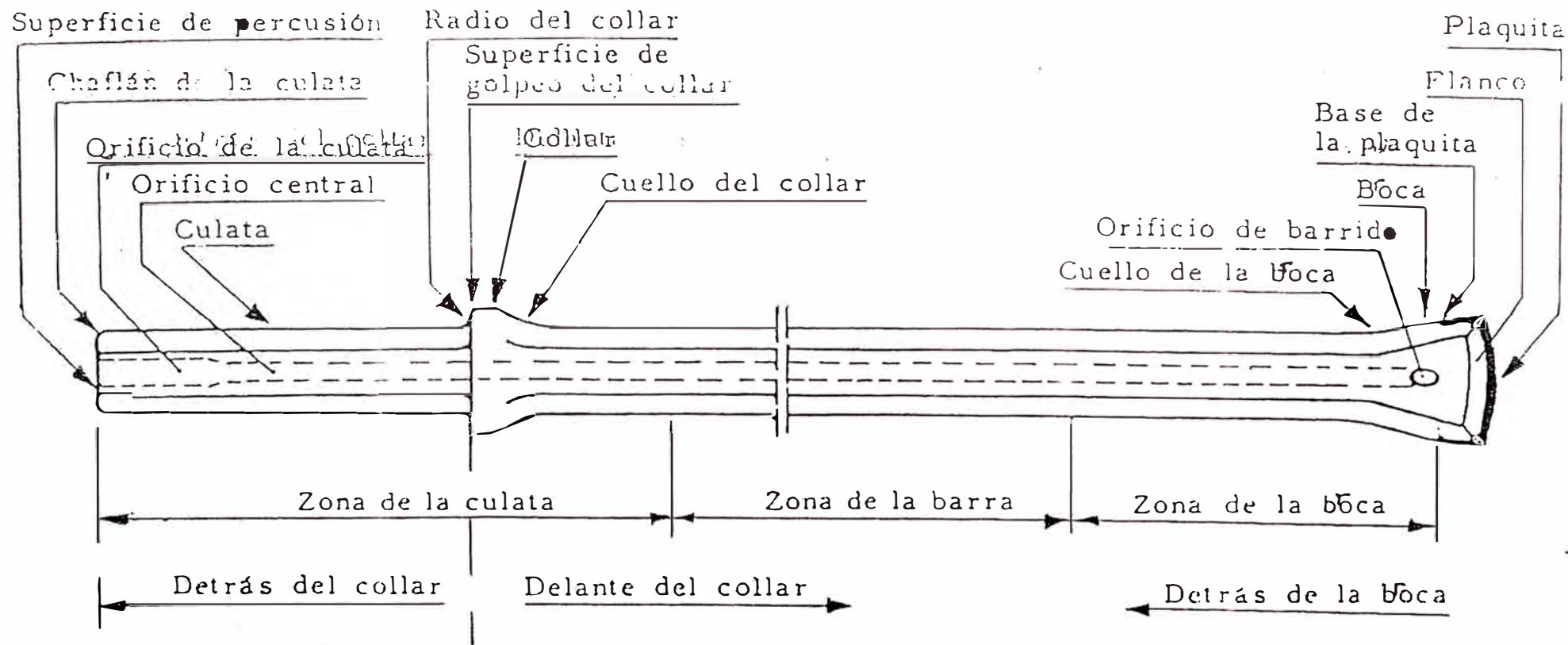
Tratamiento químico de superficie, es un baño de ácido fosfórico que se aplica en toda la barra así como el orificio de barrido formando una capa antioxidante. Este tratamiento protege al acero de la corrosión de los ambientes húmedos.

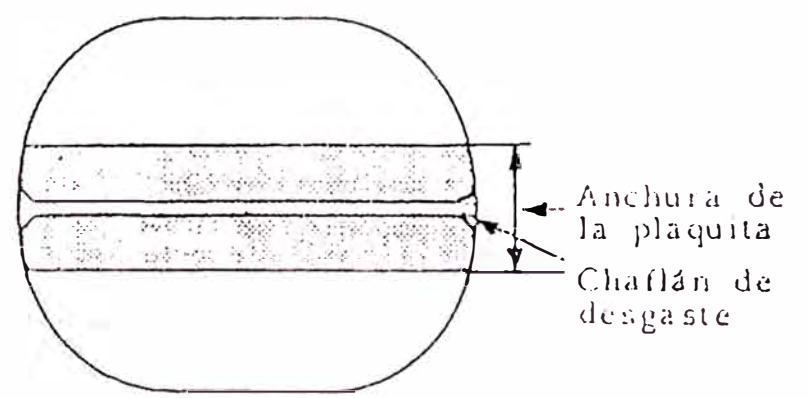
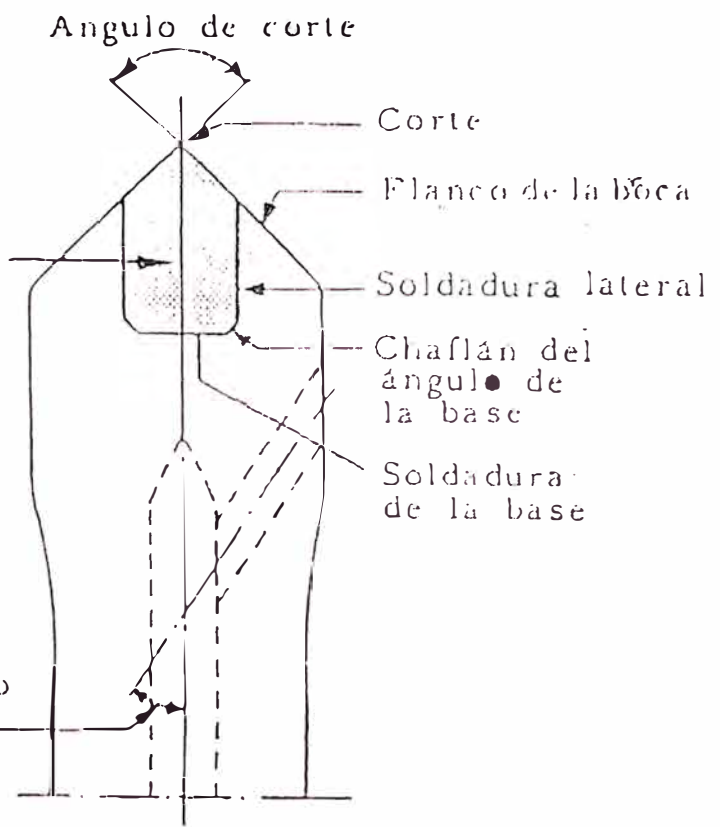
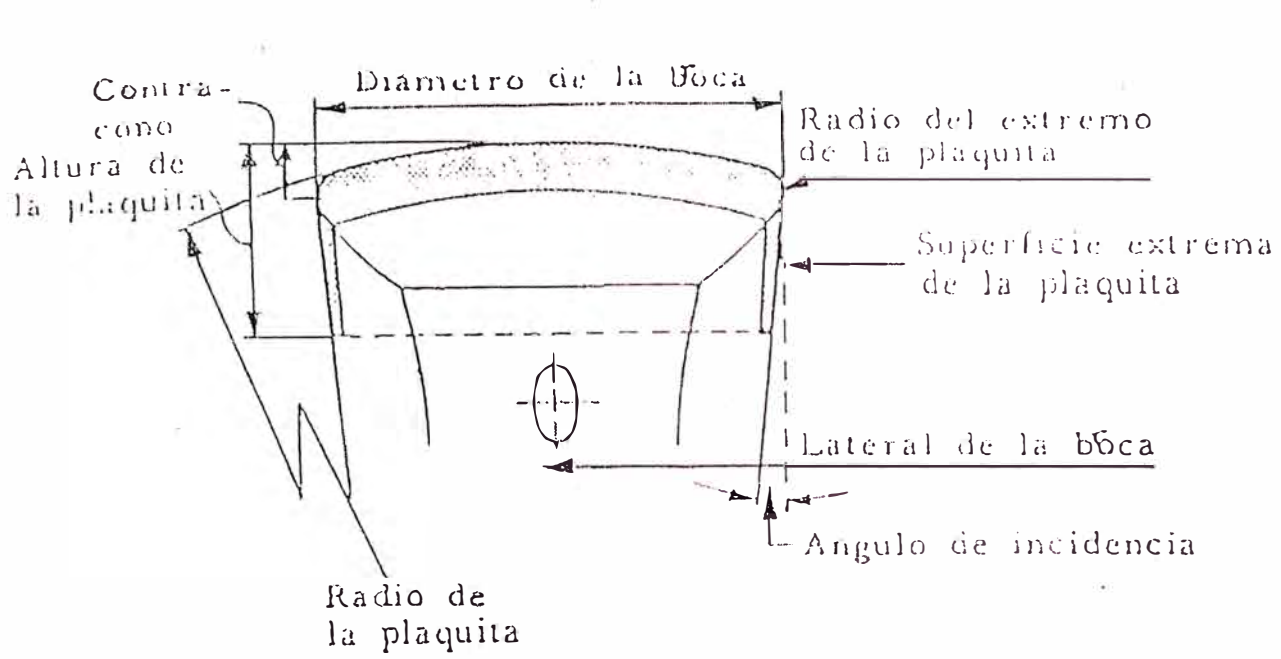
2.1 Series de barrenos integrales

Los barrenos integrales son fabricados en juegos o series que constan de dos o mas unidades de diferentes longitudes. Se tiene entonces que el barreno tiene una longitud dada y que no puede ser aumentada. Cuando el primer barreno ha sido introducido por completo, se cambia por un barreno mas largo para continuar perforando.

Los barrenos están ordenados en series donde el diámetro del barreno disminuye al aumentar la longitud.

Longitud (Pies)	Diámetro del inserto (mm)	Peso (Kg)
2	41	2,4
3	40	3,0
4	40	4,2
5	39	5,4
6	39	6,0
8	38	7,9





2.2 Perforación con barrenos integrales

2.2.1 Arranque

El Arranque es la operación en la cual el barreno con filo cortante en el extremo es golpeado y girado en forma continua, de tal manera que cada golpe produce un corte en la roca en diferente posición. Se deberán tomar precauciones para reducir la presión del aire tanto en la perforadora como el pie de avance u otro dispositivo de alimentación. Esto es especialmente importante cuando se usan barrenos nuevos o barrenos recientemente afilados.

La naturaleza de la roca es también un factor vital al que se les debe prestar consideraciones especiales, sobre todo cuando se encuentran fallas geológicas que implican en sí grandes problemas de perforación.

Asimismo, cuando se inicia un trabajo con un barreno mas largo en un taladro previamente perforado, se deberá manejar el acero con precaución, si éste es nuevo o recién afilado, especialmente en rocas que sean propensas a causar roturas de insertos. En terreno ordinario que no implique grandes riesgos de rotura y cuando se va a profundizar todavía más un taladro previamente perforado, se acostumbra operar las máquinas de inmediato a plena capacidad.

Cuando se hacen los arranques es preferible abrir la llave del agua de barrido al momento de atacar la roca. Debido al salpicado del agua no se hace por lo regular esta operación hasta que el acero ha perforado el arranque. Se recomienda evitar el perforar en seco tanto como sea posible, pues de otra forma el acero se calentará excesivamente y el inserto se puede romper debido al enfriamiento rápido que toma lugar cuando se abre la válvula de agua. En perforación en seco a menudo se llega a

calentar tanto el acero que no se puede tocar; este acero no se debe enfriar rápidamente, sino que se deberá dejar enfriar lentamente en el aire ya que en otra forma se pueden iniciar algunas grietas. En adición a lo anterior se deberán tomar precauciones para no usar barrenos de una longitud mayor a 1600 mm. Para el arranque, ya que si se usan barrenos más largos se expondrán, tanto los insertos de carburo de tungsteno como el mismo acero, a esfuerzos muy pesados.

2.2.2 Profundización del taladro

Cuando se continúa un trabajo con un barreno más largo en un taladro previamente perforado, se deberá tener cuidado que el nuevo barreno no se atasque en el taladro. Preferiblemente se deberá tener la seguridad de que el barreno puede girar libremente antes de continuar la nueva perforación. Si el barreno se atasca en el taladro, generalmente se rompen los insertos.

La mayoría de las series de barrenos de perforación tienen por lo tanto una diferencia en diámetro de 1 mm. entre las diferentes longitudes de barrenos. El maestro afilador de barrenos deberá vigilar que queden afilados en juegos dándole el diámetro correcto, evitando en esta forma el riesgo de que los barrenos se atasquen. Si un barreno de un juego se rompe y requiere que se reemplace, el diámetro del nuevo barreno resulta generalmente demasiado grande para proporcionar la diferencia adecuada en proporción al barreno más próximo de longitud menor. Resulta a menudo necesario efectuar el afilado reduciendo el diámetro del barreno hasta que se obtenga el diámetro apropiado en relación a los otros barrenos de juego. Esto no es económico y en tales casos resulta preferible almacenar los barrenos restantes de un juego e incluirlas en otro juego

de barrenos del diámetro correspondiente, cuando un barreno de este juego se rompa. Los barrenos con zancos rotos se pueden reconstruir a veces, dejándolas en la medida próxima mas corta. Por lo que puede suceder que en esta forma se obtenga un barreno de arranque de pequeño diámetro creando un riesgo considerable de rotura, puesto que el próximo barreno que le sigue lo más probable es que tenga el mismo diámetro o un mayor.

2.2.2.1 Rotación

Es muy importante el asegurarse que la rotación del acero sea satisfactoria ya que en otra forma los esfuerzos causados aumentan rápidamente produciendo frecuentes roturas. Una rotación deficiente se puede atribuir a una alimentación excesiva, a alguna falla en el mecanismo de rotación o a fisuras en la roca. Para eliminar las fallas de las maquinas se deberán sujetar constantemente a una inspección muy cuidadosa y a reparaciones regulares, en la que se deberán renovar todas las partes desgastadas para asegurar que la máquina pueda operar a plena potencia. El desgaste helicoidal de un barreno es causado a menudo por una rotación deficiente.

Cuando se encuentran rocas fisuradas se deberá reducir inmediatamente la presión de alimentación o cortarse completamente si la rotación se detiene, después de lo cual se podrá continuar la perforación con presión de alimentación y con admisión de aire reducidas hasta que se obtenga la rotación normal. Si estos pasos se descuidan, el barreno tendrá el desgaste helicoidal descrito anteriormente.

2.2.3 Alimentación y alineación del barreno

Otro factor importante que requiere atención para evitar una reducción en la vida útil del barreno de perforación, consiste en que la presión de alimentación se debe regular en tal forma que el acero se mantenga constantemente haciendo presión contra la roca. No se debe permitir que la perforación brinque en el zanco del barreno, ya que en esta forma puede ocurrir prematuramente la rotura de la misma por fatiga del acero.

Cuando se perfora se debe tener cuidado de que el barreno no esté doblado debido a una presión de alimentación excesiva. Se suelen doblar también los barrenos cuando la dirección del taladro se cambia en tal forma que se delinea en relación con la dirección perforada previamente. Esto también expone el acero a esfuerzos excesivos durante la perforación.

2.2.3.1 Bocina

Los bocina excesivamente desgastados implican esfuerzos flexionantes anormales en los barrenos. La cara del golpeo del barreno se inclina con respecto al pistón y causa esfuerzos fuertes especialmente en el barreno. Los calibradores de bocina deben usarse para asegurar que los bocina se cambien a su debido tiempo.

2.2.4 Barrenos atascados y rotura de insertos

Si por alguna razón el barreno se ha atascado en el taladro y no puede ser sacado usando el freno de la perforadora, se deberá usar entonces una llave especial para barrenos. Los barrenos no se deben usar como barretas o palancas, ya que se producen grietas incipientes en el acero que conducen a roturas prematuras. Si por alguna razón un barreno se llega a doblar, deberá entonces

enderezarse inmediatamente. Cuando se rompen los insertos, parte del carburo de tungsteno a menudo se queda en el agujero. En este caso no se debe tomar un nuevo barreno y continuar la perforación, ya que se romperá inmediatamente el inserto de la misma. Se debe limpiar primeramente el agujero sacando todos los fragmentos del inserto y, si esto no es posible, se deberá perforar un taladro nuevo. La profundidad del taladro determina cuál de éstas medidas es conveniente.

2.2.5 Presión del aire

La capacidad de perforación aumenta proporcionalmente con la presión del aire, pero al mismo tiempo aumentan los esfuerzos en el barreno. La presión del aire más apropiada en relación con la vida del barreno es de 6 a 7 kg/cm², pero por supuesto es una cuestión económica el decidir que resulta más favorable: una capacidad de perforación alta o una vida más larga del barreno.

2.2.6 Mantenimiento de barrenos

El inserto insertos se desgasta durante la perforación. Este desgaste es causado por abrasión contra el fondo del taladro y las paredes del taladro, cuando va girando la broca.

Si el desgaste llegara a ser excesivo disminuye la velocidad de penetración y tanto el metal duro como las piezas de acero quedan sujetos a esfuerzos anormales. Por esto se debe afilar el metal duro con regularidad para restaurar su forma original.

2.2.6.1 Desgaste

Distintos tipos de rocas causan distintos grados y formas de desgaste:

El desgaste frontal

Ocurre cuando uno perfora una roca dura, como granito y gneis. El metal duro se desgasta en su altura.

Una vez afilado la broca, con un calibrador se verifica el ángulo de corte, el filo de corte debe ser rebajado muy suavemente con una piedra descartada, esto se hace para evitar perforar con un "filo de cuchillo" que puede ocasionar roturas prematuras de la pastilla.



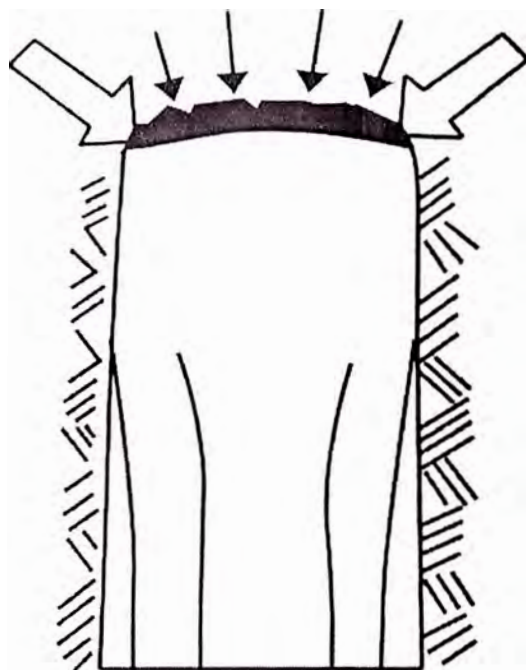
El desgaste diametral

Ocurre en rocas abrasivas con un gran contenido de cuarzo. El metal duro en la periferia de broca se desgasta anormalmente, de manera que se produce una contra conicidad y desaparece el ángulo de incidencia de la broca.

En tales condiciones la broca trabaja acuñaada a la roca, generando grandes tensiones en sus extremos y también disminuye la velocidad de perforación que puede ocasionar la rotura de pastilla, debido al aumento de esfuerzos de torsión de la misma broca.

El afilado es similar al afilado por desgaste frontal, pero tratando de reducir en este caso la altura de la pastilla, para que sea posible restaurar el ángulo de cono libre.

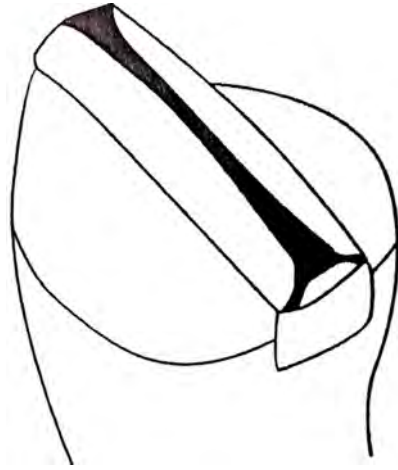
Para evitar una reducción excesiva de la altura de la pastilla, se recomienda un afilado complementario en los extremos laterales de la broca a fin de eliminar totalmente la contra conicidad.



Desgaste Helicoidal

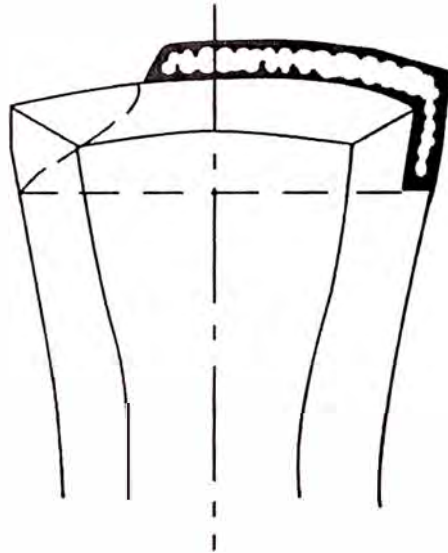
Este desgaste es frecuente en perforaciones con baja rotación o insuficiencia de barrido, asociada a una presión de avance excesiva, provocando desgaste de la pastilla alrededor de las extremidades opuestas de la pastilla.

Para corregir este desgaste, cuando no está muy profundo, basta con eliminar la parte saliente de la pastilla en la afiladora.

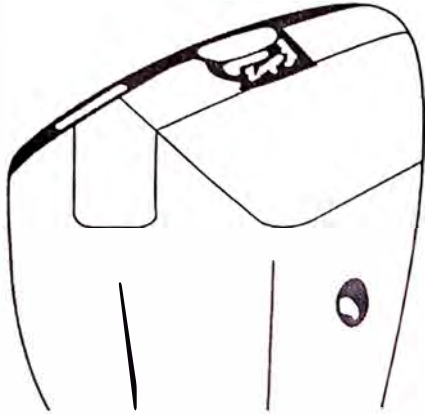


2.2.6.2 Desperfectos en la plaquita

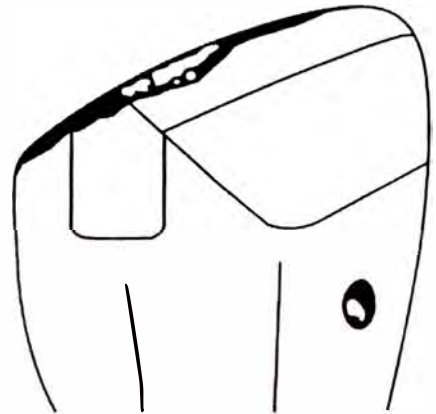
Rotura de la plaquita, combinado con roturas de la soldadura.



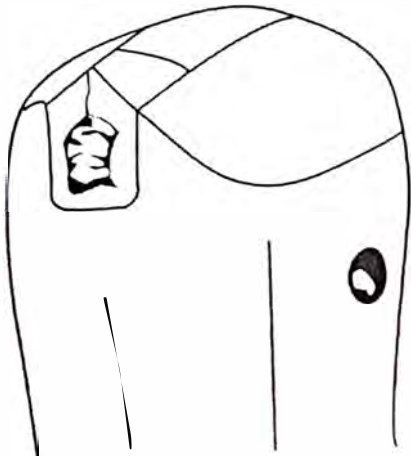
Ejemplo de desperfecto en la placa



Trozo arrancado de la
plaquita entre
grietas



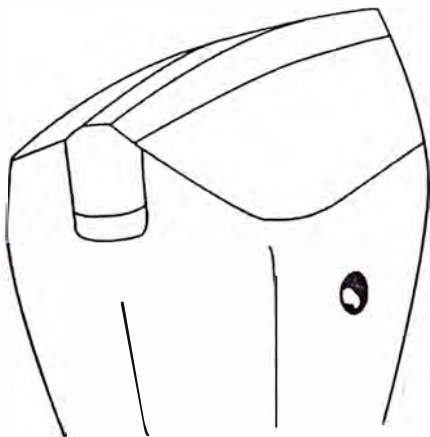
Desperfecto en el filo



Angulo quebrantado
convinado con grietas
parcialmente
longitudinales



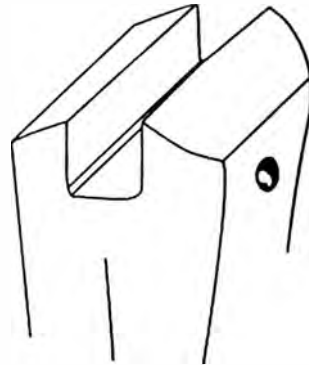
Rotura en forma de silla.
Queda metal duro en el fondo
de la ranura



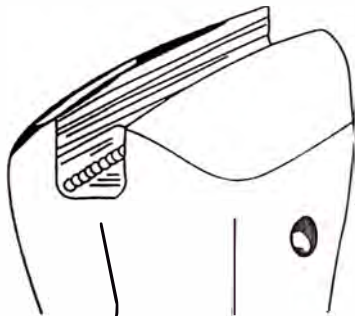
Grieta transversal o
trozo arrancado

2.2.6.3 Desperfecto en la soldadura

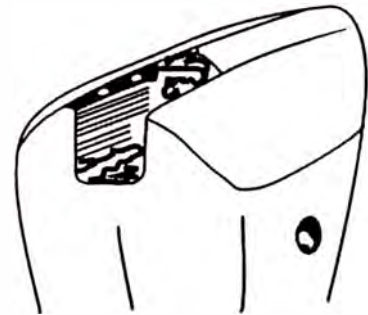
Indica rotura en la soldadura, en que la plaquita se ha desprendido total o parcialmente en la soldadura de la base.



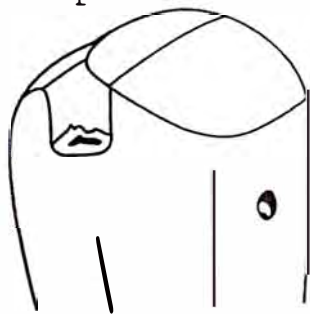
Ejemplo de Soldadura



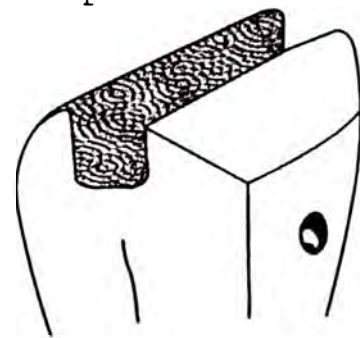
Toda la placa desprendida



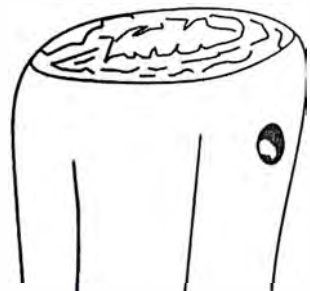
Parte de la Placa desprendida



Astilla desprendida de la placa a la base (frecuentemente originado por el contracono)



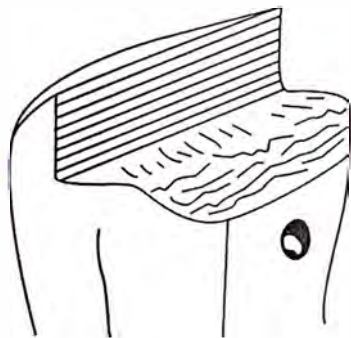
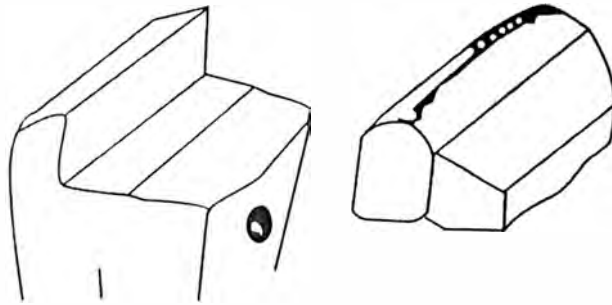
Desperfecto tota



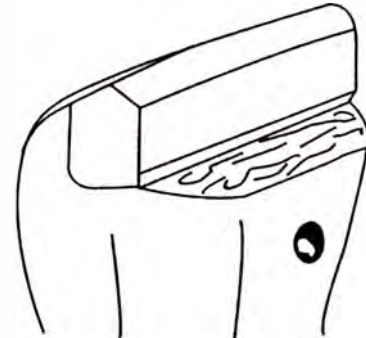
Queda algo de metal duro en la ranura

2.2.6.4 Desperfecto en el flanco

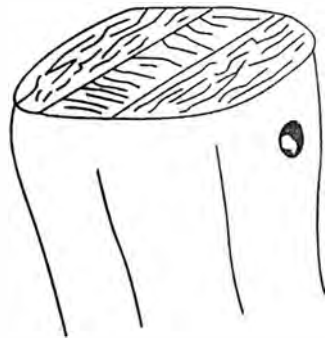
Indica rotura en los flancos de la boca alrededor de la plaquita, eventualmente combinadas con roturas en la plaquita y/o soldadura.



La placa un flanco parcialmente rotos



Un flanco desaparecido por completo



La placa y ambos flancos desaparecidos por completo

2.2.7 Fallas en la culata

Las causas de la rotura de la culata son:

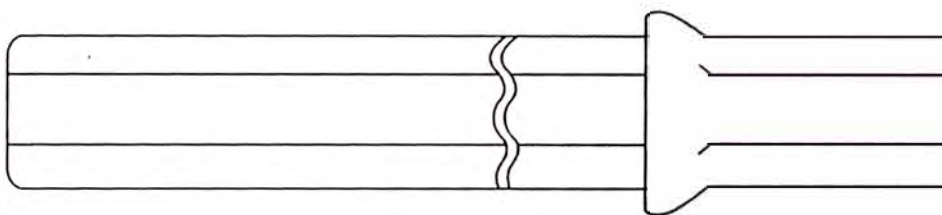
Desgaste del buje de rotación.

Lubricación insuficiente o inadecuada.

Presión del agua mayor que la del aire.

Rotura de la empaquetadura del barreno.

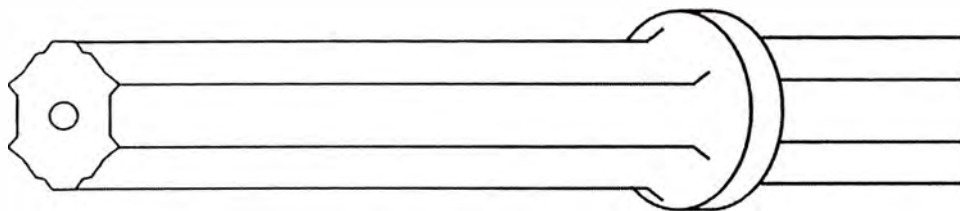
El agua lava la lubricación, lo cual provoca el desgaste de la culata recristalizándose el acero hasta que se rompe.



2.2.7.1 Superficie de impacto dañado

Se le conoce como culatin champeado, las causas probables son:

Buje de rotación gastado y pistón de la perforadora gastado. Cuando ocurre esta falla es común que la aguja de barrido se rompa o se quede dentro del barreno.



2.2.7.2 Hexagonal gastado de la culata

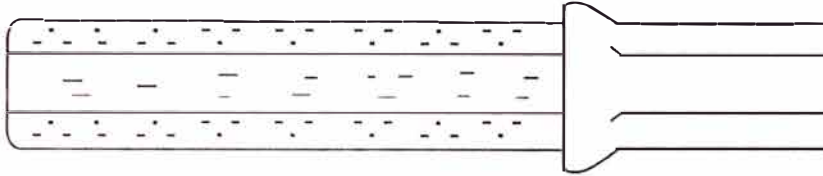
Causas:

Lubricación insuficiente.

Presión del agua mayor que la presión del aire.

El agua ingresa a la perforadora y lava la lubricación, es entonces que se inicia un progresivo

desgaste de las aristas del hexágono de la culata hasta quedar casi redondeado, dañando de esta forma el buje de rotación y la aguja de barrido de la maquina perforadora.

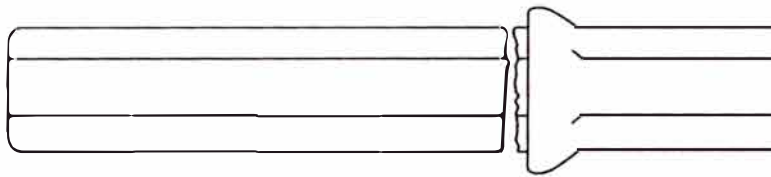


2.2.7.3 Rotura del collarin

Causas:

Desgaste del buje de rotación o defecto de fabricación en el radio de curvatura.

Baja presión de avance que ocasiona golpes en vacío y traqueteo entre la culata y el buje.



2.2.8 Daños en el cuerpo

a) La rotura del cuerpo entre el collarin y la broca, se da por las siguientes causas:

Flexión causada por el desajuste entre el barreno y perforadora.

Flexión causada por excesiva presión de avance.

Golpe externo.

b) Rotura del cuerpo en la broca, causas:

Torsión causada por broca atascada en la roca.

Torsión causada por acúñamiento de broca con contracono.

c) Rotura del cuerpo por falla del tubo de barrido, causas:

Almacenamiento en ambiente corrosivo

Agente de barrido con elemento corrosivo.

Oxidación prematura del orificio de barrido por defecto de fabricación.

2.3 Barrenos integrales doblados

Los barrenos integrales doblados se pueden enderezar, a menos el doblado no sea excesivo. Por lo regular los barrenos dañados por las explosiones se doblan y se dañan excesivamente ocasionando que el proceso de enderezado implique esfuerzos extremadamente pesados e irregulares teniéndose como resultado roturas prematuras. Por lo tanto, enderezar estos barrenos resulta antieconómico.

Los barrenos doblados ligeramente se pueden enderezar de preferencia en una prensa, ya sea en fríos o calentadas a una temperatura que no exceda los 200°C, es decir, bastante debajo de la temperatura en la que el acero empieza a tener una coloración rojo oscuro (600°C). Si las barrenas se van a enderezar usando yunque y comba o marro, se debe tener la precaución de que la comba o marro no tenga filos agudos para evitar marcas en los barrenos en donde se pudieran iniciar grietas por fatiga.

2.4 Maquinas afiladoras

El funcionamiento de estas maquinas es por medio de electricidad o aire comprimido.

Estas maquinas a través de un fijador posicionan al barreno

En relación a la piedra de afilado, luego mediante movimientos oscilatorios se permite la recomposición del ángulo correcto y del radio de la broca.

La presión que se ejerza con la piedra de la broca es importante. Una presión excesiva quemara el inserto, una deficiente presión dará origen a un pulimiento de la pastilla y a la aparición de micro fisuras, en ambos casos se puede provocar la rotura de la pastilla.

Otro aspecto importante es usar en forma constante el agua como refrigerante desde el inicio del afilado, si no se usara se recalentara el inserto produciéndose una recristalización que puede provocar la rotura de la pastilla en cualquier momento.

Después de afilar un barrenador integral hay que medir el diámetro para verificar que todavía se puede seguir usando en la serie respectiva.

Las piedras de afilar deben ser capas de carburo de silicio con aglutinante vitrificado con una dureza y tamaño de grano correctos.

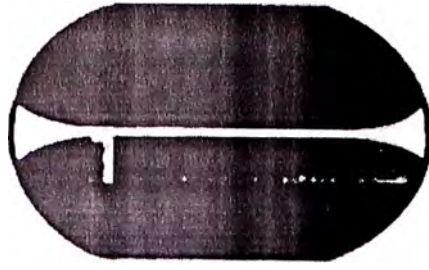
Desventajas

Los barrenadores integrales pueden ser afilados manualmente, pero es sumamente difícil obtener resultados correctos tales como restituir el ángulo correcto y su radio en una sola operación. Estas imperfecciones en el afilado manual que se observan constantemente, recomienda que se utilicen máquinas especiales de afilado semiautomáticas.

2.5 Instrucciones de afilado para barrenadores integrales

2.5.1 Filo de corte centrado

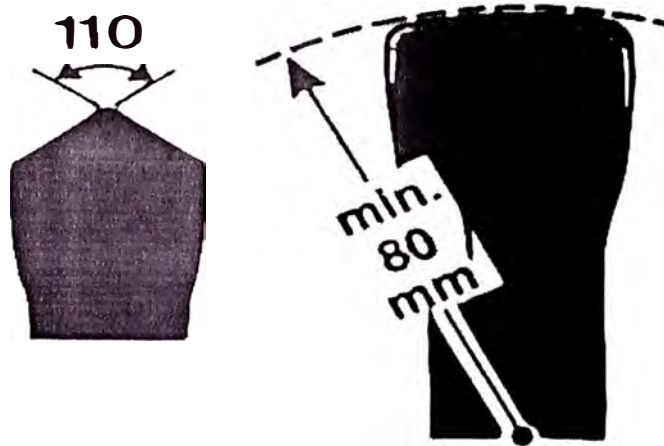
El filo de corte debe estar recto y correctamente centrado en la plaquita. Afilar por igual en ambos lados.



Filo de corte centrado

2.5.2 Aángulo y radio correctos

El ángulo de incidencia debe tener 110° y el radio min. 80 mm.



Angulo y radio correctos

2.5.3 Afilado de las esquinas

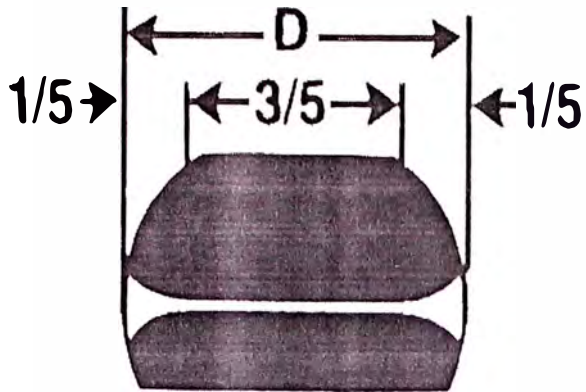
a. Desgaste normal

No afilar las plaquitas hasta las esquinas. Afilar solo $3/5$ de D.

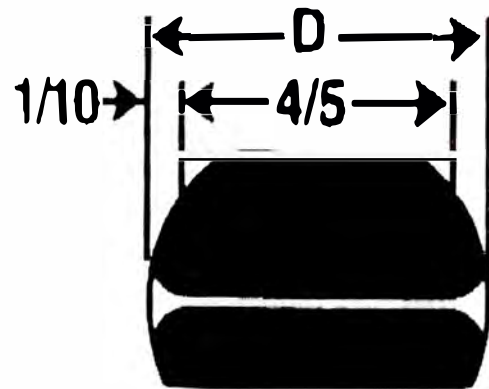
b. Fuerte desgaste en las esquinas.

Algunas rocas producen un fuerte desgaste en las esquinas. En tal caso, afilar un poco más y dejar solo $1/10$ de D para las esquinas.

(a)

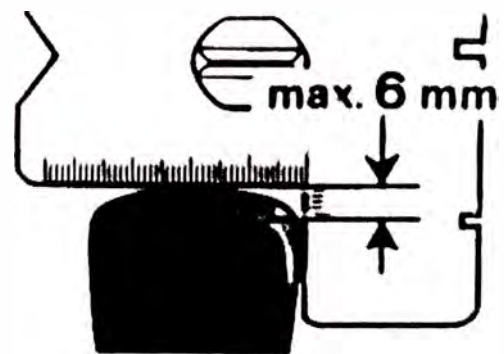


(b)



2.5.4 Eliminar el contracono

Si existe contracono, reducirlo mediante un afilado frontal y diametral combinado o solo con afilado frontal. Afilar hasta que el contracono tenga un a altura máxima de 6mm. Después del afilado, comprobar el diámetro y asignar a la barrena la serie adecuada.



Eliminar el contracono

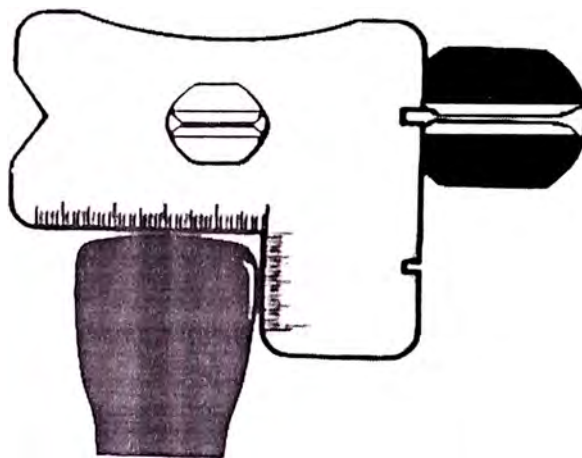
2.5.5 Afilar a tiempo

En caso de desgaste diametral

Afilar cuando la altura del contracono alcance los 8 mm.
(en roca blanda y plástica, un máx. de 5 - 6 mm.)

En caso de desgaste frontal

Afilar cuando el filo e corte tenga una anchura de 8 mm.
medido a 5 mm. del extremo de la plaquita (2 mm. en barreras
as H19 para perforadoras ligeras)



2.5.6 Normas generales para el afilado

a) Seleccionar la muela de afilar **correcta**

Utilizar muelas de carburo de silicio mezclado con
cerámica de la designación y tamaño correctos.

Dureza: J para afilado con agua

H para afilado en seco.

Tamaño de grano: 40 - 60.

En afiladoras eléctricas, comprobar la rotación. La
muela debe girar en el sentido plaquita acero, para
comenzar el afilado por el inserto.

b) El carburo cementado no debe **sobrecalentarse**

Aplicar la presión adecuada y mantener la muela en
movimiento durante el afilado. No quemar la plaquita.

Asegurarse que la muela este limpia y no este embozada con partículas metálicas. Rectificar la muela si fuese necesario.

c) Evitar un enfriamiento repentino de las plaquitas

No enfriar la barrena con agua, nieve, etc.

d) Despues del afilado

Rectificar todas las aristas vivas.

2.5.7 Normas de seguridad

Comprobar que la muela está en buen estado antes de montarla en la afiladora.

Asegurarse que no exceda la velocidad máxima para la muela (velocidad periférica máx. 33m/s)

No quitar las etiquetas de las muelas ya que actúan a modo junta entre la muela y la brida metálica de la afiladora.

Utilizar bridas metálicas correctas y asegurarse que están limpias y sin trozos de papel de etiqueta.

No desmontar los dispositivos de seguridad de la afiladora.

Asegurarse que no hay explosivo en los orificios de barrido de la broca.

Utilizar gafas de seguridad durante el afilado.

ESTUDIO DE BARRAS CONICAS Y BROCAS DESCARTABLES

3.1 Barras cónicas

Son barras hexagonales con una culata endurecida en un extremo y un collarín forjado, una longitud de barra de forma hexagonal; y en el extremo de la punta en forma cónica.

Se puede obtener barras cónicas de un barreno integral descartado por desgaste del inserto. Primero se selecciona el barreno sin dañar la culata, luego se efectúa el corte de la longitud deseada y es torneada en el extremo un cono de 11° grados en una superficie suave.

Este sistema permite reducir costos al reutilizar la barra del barreno integral descartado. Sin embargo no debe esperarse una vida útil similar al de una barra cónica nueva.

3.2 Brocas descartables

Las brocas descartables o brocas cónicas son aquellas donde los elementos de corte están diseñados en "cruz", "equis" y "botones", una de sus características es que se acopla a la barra con una lina para facilitar su desmontaje.

La broca descartable no requieren mantenimiento (afilado) durante su vida útil, es decir se usa luego se desecha.

Estas brocas tienen orificios (central y laterales) para el paso del agua, la cantidad de orificios dependen de la presión de agua. Para presión alta las brocas tienen 2 orificios centrales y 1 orificio lateral. El número de orificios no debilita la broca ya que el tratamiento

térmico se realiza después de haber realizado los orificios.

El diámetro de las brocas cónicas descartables es variable. Para las barras cónicas de 7/8" el diámetro es:

Diametro de brocas mm	Orifico Central	Orifico Lateral
32	1	2
34	1	1
36	1	2
38	2	1
41	2	1

3.2.1 Cuidado de brocas descartables

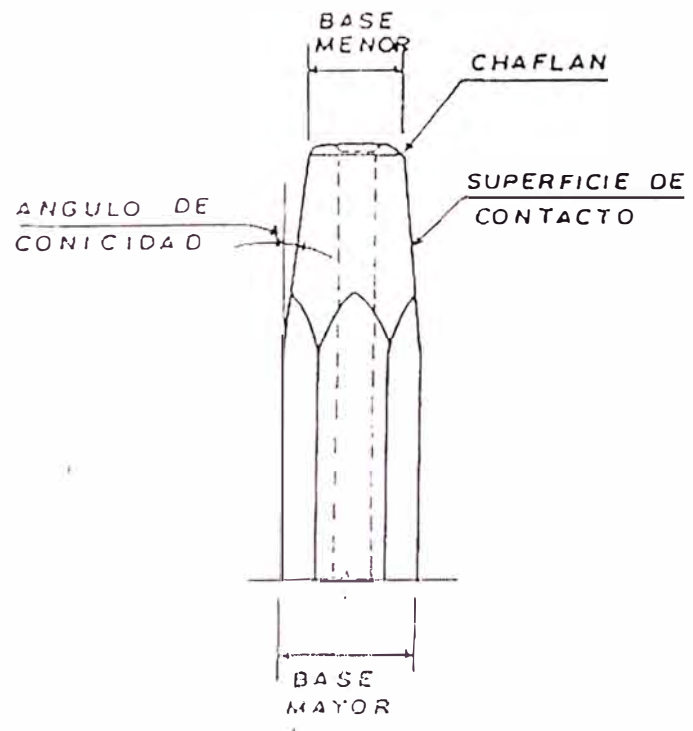
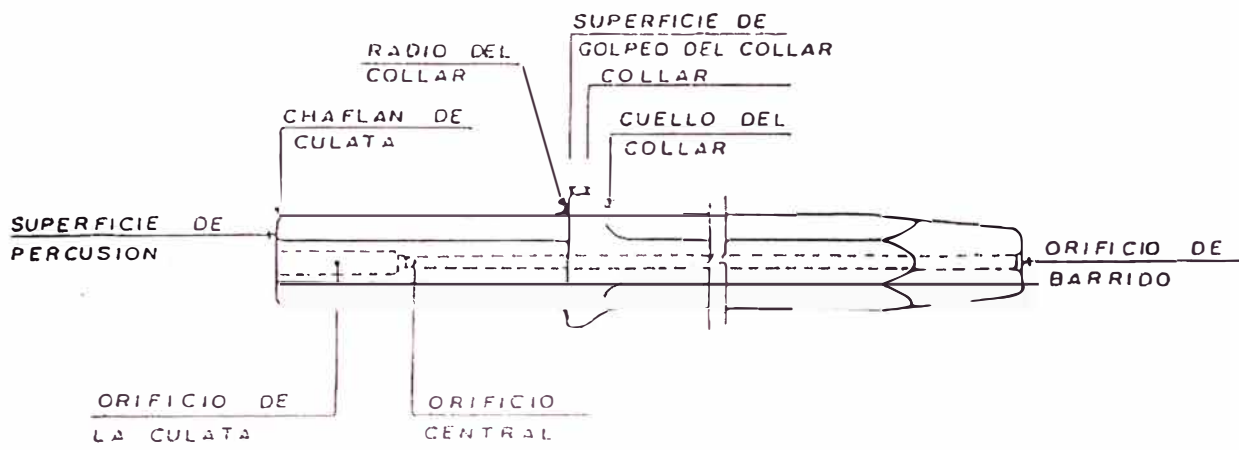
La vida útil de la broca descartable dependerá, de una serie de factores entre los cuales tenemos:

- Manipuleo
- Modo de operar
- Almacenamiento
- Mantenimiento

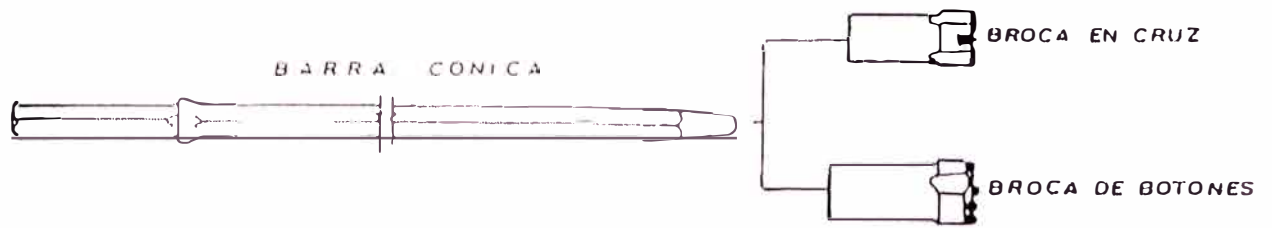
Antes de empezar la perforación asentar firme la broca sobre la roca de tal manera que los primeros golpes del pistón sean transmitidos totalmente sin causar sobre-esfuerzo a la broca, la misma que deberá estar siempre bajo presión para evitar que la vibración tienda a desajustarlo del barreno, con lo que se perderán los insertos.

Los primeros pies del taladro deberá realizarse con baja rotación y baja presión de avance.

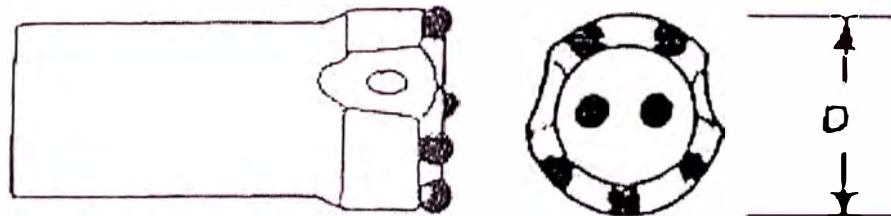
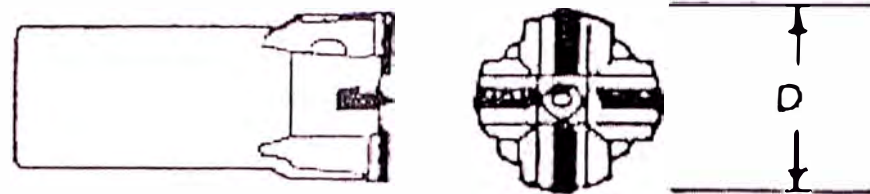
Parte de las Barras Conicas



Sistema de perforación Broca descartable-barra conica



Brocas descartables



3.3 Cuidado de las brocas descartables durante la perforación

Mantener una presión de avance constante sobre la roca mientras se perfore.

Las brocas no deben golpearse, se pueden dañar las pastillas y deformar el acero.

Cuando se cambie de barreno, asegurarse de que la broca se halle fuera del taladro.

Cuando una broca se fracture o rompa durante la perforación, se debe parar inmediatamente y retirar los fragmentos de inserto rotos, pues estos puede dañar la siguiente broca. Se recomienda iniciar otro taladro.

El atascamiento de las brocas en los taladros se produce cuando se atraviesa zonas de fisura, estratificación fina, panizo, fallas y también en terrenos demasiados sueltos, cuando el agua no es suficiente para evacuar los detritus del fondo del taladro.

Una broca usada más allá de su vida útil reduce la velocidad de perforación.

Cuando se quiere cambiar una broca desgastada y la broca se encuentra con la barra, se usa una saca broca para no dañar la barra cónica al momento de golpear.

3.4 Ventajas y desventajas

Ventajas:

Costos de perforación menores.

Se puede utilizar la barra hasta para tres brocas.

Permite reutilizar barrenos descartables conificados.

Mejor velocidad de penetración en terrenos de dureza media baja.

La operación con brocas descartables es sencilla.

Desventajas:

Se atascan con mucha facilidad en terrenos sueltos o fisurados.

Baja velocidad de penetración en roca alta.

Requiere mejores presiones de aire comprimido.

Por su tamaño pueden ser fácilmente sustraída

CAPITULO 4 PRUEBAS DE CAMPO

4.0 Prueba de barrenos en minera **Yauliyacu**

La prueba se realizo a solicitud de la Gerencia de Operaciones de la Empresa Minera Yauliyacu.

4.1 Objetivo

Evaluar la performance de la broca de botones, barras cónicas y barrenos integrales con el fin de comparar costos de perforación.

Otro de los objetivos es analizar que tipo de sistemas de perforación vamos a utilizar, ya que cada labor se caracteriza por un determinado tipo de roca y esta se adecua a un determinado sistema de perforación

4.2 Alcance

Las pruebas fueron realizadas en las diferentes zonas de producción:

Labor 36M Carlos Francisco

Tipo de roca: Semi dura y abrasiva

Labor : 36N-265,36N-267, 39MSur

Tipo de roca: Veta silicificada, duro

Labor : 36M-198,36M200

Tipo de roca: Duro y abrasiva

Labor : 36N-367,36N-270,39MSur

Tipo de roca: Dura

4.3 Afiladoras en mina

Las maquinas afiladores se encuentran en las bodegas de las siguientes contratas:

Mines Stop NV 2 Afiladora eléctrica

Mine Stop NV Afiladora Atlas Copco, eléctrica

Delmahisac NV 4 Afiladora Atlas Copco, eléctrica

4.4 Especificaciones técnicas de los barrenos Boart Longyear.

CUADRO 1

Código	Longitud de barreno	Dimensiones del inserto		Dimensiones del culatin
	Pies	Diámetro	Altura	Diámetro
7140641	2	42 mm	18 mm	Hex. de 7/8
7141240	4	40 mm	18 mm	Hex de 7/8
7141839	6	39 mm	18 mm	Hex de 7/8
7142438	8	38 mm	18 mm	Hex de 7/8

Orificio de barrido de agua: diámetro 7 mm

Precios de los barrenos Boart Longyear:

Barreno de 2 pies :\$ USA 40,67

Barreno de 4 pies :\$ USA 53,33

Barreno de 6 pies :\$ USA 61,83

Barreno de 8 pies :\$ USA 71,17

5. Pruebas de Campo

**PERFORMANCE DE BROCAS DE BOTONES DESCARTABLES
DE BOART LONGYEAR**

CODIGO : V1
LABORES ENSAYADAS : 36M CARLOS FRANCISCO
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 9
TIPO DE TERRENO : Semi Duro y abrasivo
 Presencia de Pirita y Cuazo en abundancia
 Tiene zonas brechosas

DIAMETRO (m.m.)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	41 mm
JUEGO 1		315 p.p.	198 p.p.	326 p.p.	468 p.p.
JUEGO 2		317 p.p.		350 p.p.	476 p.p.
JUEGO 3				378 p.p.	
JUEGO 4				316 p.p.	
PROMEDIO	0 p.p.	316 p.p.	198 p.p.	342 p.p.	472 p.p.

CODIGO : V2
LABORES ENSAYADAS : 36 M CARLOS FRANCISCO
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 9
TIPO DE TERRENO : Semi duro y abrasivo
 Presencia de Pirita y Cuarzo en abundancia
 Tiene zonas brechosas

DIAMETRO (m.m.)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	41 mm
JUEGO 1		296 p.p.	300 p.p.	345 p.p.	478 p.p.
JUEGO 2		266 p.p.		398 p.p.	
JUEGO 3				398 p.p.	
JUEGO 4				324 p.p.	
JUEGO 5				371 p.p.	
PROMEDIO	0 p.p.	281 p.p.	300 p.p.	367 p.p.	478 p.p.

CODIGO : **V3**
LABORES ENSAYADAS : 36M 191, 194
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 4
TIPO DE TERRENO : Duro y Abrasivo
Presencia de Pirita y Cuarzo
Tiene zonas diaclasadas y otras discontinuidades

DIAMETRO (m.m.)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	41 mm
JUEGO 1	167 p.p.	208 p.p.		358 p.p.	
JUEGO 2	169 p.p.				
PROMEDIO	168 p.p.	208 p.p.	0 p.p.	358 p.p.	0 p.p.

CODIGO : **V4**
LABORES ENSAYADAS : 36 M 191, 194
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 5
TIPO DE TERRENO : Duro y Abrasivo
Presencia de Pirita y Cuarzo
Tiene zonas diaclasadas y otras discontinuidades

DIAMETRO (m.m.)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	41 mm
JUEGO 1	200 p.p.	200 p.p.		308 p.p.	
JUEGO 2	156 p.p.	209 p.p.			
PROMEDIO	178 p.p.	205 p.p.	0 p.p.	308 p.p.	0 p.p.

CODIGO : **V5**
LABORES ENSAYADAS : 36 N - 267, 36 N-270, 39 M SUR
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 12
TIPO DE TERRENO : Duro a la perforación, presencia de discontinuidades importantes, fracturada y diaclasada. Veta silificada con presencia de algunas geodas.

DIAMETRO (m.m.)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	38 mm
JUEGO 1	90 p.p.	122 p.p.	264 p.p.	174 p.p.	140 p.p.
JUEGO 2	144 p.p.	112 p.p.		225 p.p.	
JUEGO 3	275 p.p.	185 p.p.		334 p.p.	0 p.p.
JUEGO 4	254 p.p.				
PROMEDIO	183 p.p.	140 p.p.	264 p.p.	244 p.p.	140 p.p.
			PROMEDIO		192 p.p.

CODIGO : V6
LABORES ENSAYADAS
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 8
TIPO DE TERRENO : Dura a la perforación, presencia de discontinuidades importantes, fracturada y diaclasada. Veta silisificada con presencia de algunas geodas.

DIAMETRO (m.m.)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	41 mm
JUEGO 1	54 p.p.	54 p.p.		162 p.p.	211 p.p.
JUEGO 2	108 p.p.	108 p.p.			
JUEGO 3		280 p.p.	280 p.p.		
JUEGO 4					
PROMEDIO	108 p.p.	194 p.p.	280 p.p.	462 p.p.	211 p.p.
			PROMEDIO	187 p.p.	

JUEGO 1 (32 Y 34 m.m.) SACADOS ANTES DE TIEMPO TODAVIA SE PUEDE PERFORAR

CODIGO : V7
LABORES ENSAYADAS
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 9
TIPO DE TERRENO : Duro a la perforación, presencia de discontinuidades importantes, fracturada y diaclasada. Veta silicificada con presencia de algunas geodas.

DIAMETRO (m.m.)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	41 mm
JUEGO 1	265 p.p.	265 p.p.	278 p.p.	226 p.p.	152 p.p.
JUEGO 2	258 p.p.	278 p.p.			
JUEGO 3	276 p.p.	276 p.p.			
PROMEDIO	266 p.p.	273 p.p.	278 p.p.	226 p.p.	152 p.p.
			PROMEDIO	189 p.p.	

CODIGO : V8
LABORES ENSAYADAS
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 3
TIPO DE TERRENO : Semi Dura y muy silisificada, con geodas frecuentes.

DIAMETRO (mm)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm
JUEGO 1	132 p.p.	170 p.p.		240 p.p.
PROMEDIO	132 p.p.	170 p.p.		240 p.p.

CODIGO : V9
LABORES ENSAYADAS : 36M-198, 36M-200
NUMERO DE BROCAS ENSAYADAS : 4
TIPO DE TERRENO : Semi Dura y muy silicificada,
 con geodas frecuentes
 tiene zonas brechosas

DIAMETRO (mm)	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm
JUEGO 1	96 p.p.	96 p.p.	231 p.p.	330 p.p.
PROMEDIO	96 p.p.	96 p.p.	231 p.p.	330 p.p.

PROMEDIO GENERAL POR DIAMETROS

32 mm	34 mm.	36 mm	38 mm	41 mm
162 p.p.	209 p.p.	259 p.p.	279 p.p.	475 p.p.

PROMEDIO TOTAL DE BROCAS 277 PIES

**CONSUMO DE BARRAS CONICAS
DEL 09 DE JUNIO AL 09 DE JULIO**

LONGITUD	2 pies	4 pies	6 pies	8 pies	TOTAL
CONSUMO C/U	10	11	14	14	49

NOTA: 1 JUEGOS SE ENCUENTRAN OPERATIVOS (4 BARRAS); 2 JUEGOS SE EVALUAN (8 BARRAS)

**CONSUMO DE BROCAS
DEL 09 DE JUNIO AL 09 DE JULIO**

PRECISIONES	41 mm	38 mm	36 mm	34 mm	32 mm	TOTAL
CONSUMO C/U	8	54	30	35	35	152
SALIDA DE ALMACEN	25	75	50	50	50	250
STOCK OFICINA	17	21	20	20	15	98

NOTA: CINCO JUEGOS SE ENCUENTRAN OPERATIVOS

**CONSUMO MENSUAL DE
BARRENOS INTEGRALES**

SECCION :

MES	GA				GB				TOTAL
	2 pies	4 pies	6 pies	8 pies	2 pies	4 pies	6 pies	8 pies	
ABRIL	11	11	15	11	12	12	19	12	90
MARZO	9	9	13	9	8	8	14	8	78
FEBRERO	11	11	18	11	10	10	13	11	95
ENERO	11	11	13	12	11	12	13	13	96
TOTAL	42	42	59	43	41	42	59	44	359
PROM./MES	10.5	10.5	14.75	10.75	10.25	10.5	14.75	11	89.75

**SEGUIMIENTO O MUESTREO DE PERFORMANCE
DE BARRENOS INTEGRALES (ABRIL)**

CODIGO DEL JUEGO DE BARRENO	NUEVO	A #1	A #2	A #3	A #4	A #5	A #6	A #7	A #8	A #9	A #10	A #11	A #12	A #13	#13 TOTAL DE TALD.
70	20 TALD	14 TALD	21 TALD	30 TALD	14 TALD	20 TALD	15 TALD	17 TALD	15 TALD	12 TALD	16 TALD	13 TALD	0 TALD	0 TALD	201
69	21 TALD	25 TALD	20 TALD	15 TALD	18 TALD	21 TALD	20 TALD	19 TALD	15 TALD	23 TALD	9 TALD	6 TALD	17 TALD	0 TALD	218
45	25 TALD	19 TALD	16 TALD	18 TALD	15 TALD	25 TALD	18 TALD	15 TALD	9 TALD	18 TALD	17 TALD	14 TALD	19 TALD	0 TALD	223

PROM. DE TALD. POR JUEGO	214 TALD.
PROFUNDIDAD DE TALADRO	7 PIES
PIES PERF. POR JUEGO BARRENO	1498 PIES
PIES PERF. POR BARRENO	375 PIES

**MEDICION IN SITU DE PERFORMANCE
DE BARRENOS INTEGRALES**

# DE AFILADOS	TALD. PERF.	PROF. DE TALD.	PIES PERF. POR TALD.
NUEVO	15	6.7	101
1	20	7.0	140
2	16	7.5	120
3	22	7.0	154
4	16	6.5	104
5	17	7.0	119
6	19	7.0	133
7	15	7.0	105
8	16	7.0	112
9	18	7.5	135
10	16	6.7	107
11	17	7.0	119
12	20	7.5	150
TOTAL PIES PERF.			1600 PIES

PIES PERFORADOS POR BARRENO : 400 PIES

COTIZACION DE BROCAS, BARRAS CONICAS Y BARRENOS INTEGRALES

A. BROCAS DE BOTONES DESCARTABLES

DIAMETROS	32 mm	34 mm	36 mm	38 mm	41 mm	PROMEDIO \$/BROCA
\$/UNID. MERCADO	12	12.5	12.5	13	13.5	12.7
\$/UNID. DESCUENTO	11.6	12	12	12.35	13.5	12.29

B. BARRAS CONICAS

LONGITUD	2 Pies	4 Pies	6 Pies	8 Pies	PROMEDIO \$/BARRA
\$/UNID.	48	62	72	86	67
\$/UNID. DESCUENTO	43.2	55.8	54.8	57.8	57.8

C. BARRENOS INTEGRALES

LONGITUD	2 Pies	4 Pies	6 Pies	8 Pies	PROMEDIO
\$/UNIDAD	60.2	67.2	79.62	85.9	73.3

PERFORMANCE DE BARRAS CONICAS

CODIGO : V1
LABORES ENSAYADAS : 36M CARLOS FRANCISCO
NUMERO DE BARRAS : 5

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	1100	CONTINUA OPERATIVO
4 Pies	1	1800	CULATIN CHAMPEADO
6 Pies	1	1100	CULATIN CHAMPEADO
	1	1453	CULATIN CHAMPEADO
8 Pies	1	2100	FATIGADO
TOTAL	5	7553	
PROMEDIO/POR BARRA		1510	

CODIGO : V2
LABORES ENSAYADAS : 36 M CARLOS FRANCISCO
NUMERO DE BARRAS : 6

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	1150	CONTINUA OPERATIVO
4 Pies	1	1483	CULATIN CHAMPEADO
6 Pies	1	2024	CULATIN CHAMPEADO
	1	1006	CULATIN CHAMPEADO
8 Pies	1	1346	DESCARTE POR ROTURA DE CULATA
	1	1200	CONTINUA OPERATIVO
TOTAL	6	8209	
PROMEDIO/POR BARRA		1368	

o

CODIGO : V3
LABORES ENSAYADAS : 36M 191, 194
NUMERO DE BARRAS : 4

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	1050	CONTINUA OPERATIVO
4 Pies	1	1150	ROTURA DE ESPIGA
6 Pies	1	1125	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
8 Pies	1	998	CONTINUA OPERATIVO
TOTAL	4	4323	
PROMEDIO/POR BARRA		1081	

CODIGO : V4
LABORES ENSAYADAS : 36 M 191, 194
NUMERO DE BARRAS : 4

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	811	CONTINUA OPERATIVO
4 Pies	1	850	ROTURA DE ESPIGA
6 Pies	1	900	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
8 Pies	1	825	CONTINUA OPERATIVO
TOTAL	4	3386	
PROMEDIO/POR BARRA		847	

CODIGO : V5
LABORES ENSAYADAS : 36N-267, 36N-270, 39MSUR
NUMERO DE BARRAS : 4

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	1300	CONTINUA OPERATIVO
4 Pies	1	1250	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
6 Pies	1	1250	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
8 Pies	1	1150	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
TOTAL	4	4950	
PROMEDIO/POR BARRA		1237	

CODIGO : V6
LABORES ENSAYADAS : 36N-265, 36N-267, 39MSUR
NUMERO DE BARRAS : 4

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	1180	ROTURA DE CULATIN
4 Pies	1	1250	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
6 Pies	1	1250	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
8 Pies	1	1250	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
TOTAL	4	4930	
PROMEDIO/POR BARRA		1232	

CODIGO : V7
LABORES ENSAYADAS : 36N-265
NUMERO DE BARRAS : 6

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	1150	CONTINUA OPERATIVO
4 Pies	1	1250	ROTURA DE CULATIN
6 Pies	1	1150	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
	1	1150	CULATIN CHAMPEADO
8 Pies	1	1250	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
	1	1200	CONTINUA OPERATIVO
TOTAL	6	7150	
PROMEDIO/POR BARRA	6	1192	

CODIGO : V8
LABORES ENSAYADAS : 36 M-198, 36M-200
NUMERO DE BARRAS : 4

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	484	CONTINUA OPERATIVO
4 Pies	1	619	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
6 Pies	1	699	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
8 Pies	1	659	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
TOTAL	4	2461	
PROMEDIO/POR BARRA		615	

CODIGO : V9
LABORES ENSAYADAS : 36M-198, 36M-200
NUMERO DE BARRAS : 4

LONGITUD DE BARRAS	# BARRAS	PIES PERF.	OBSERVACIONES
2 Pies	1	1100	FATIGADO
4 Pies	1	1059	FATIGADO
6 Pies	1	1120	FATIGADO
8 Pies	1	1050	ROTURA DE LA BARRA POR PUNTOS DE MARCA
TOTAL	4	4329	
PROMEDIO/POR BARRA		1082	

CUADRO DE RESUMEN DE LOS PIES PERFORADOS POR BARRA

LONGITUD DE BARRAS	2 Pies	4 Pies	6 Pies	8 Pies
NUMERO DE BARRAS	9	9	12	11
SUMA TOTAL DE LOS				
PIES PERFORADOS	9325	10702	14224	13028
PROM. PERF. POR BARRA	1036	1189	1185	1184

PROMEDIO TOTAL	1149 Pies perforados
-----------------------	-----------------------------

CUADRO A
COMPARACION DE COSTOS
SISTEMA PERFORACION BROCAS DESCARTABLES - BARRAS CONICAS Y
SISTEMA DE PERFORACION INTEGRAL

Costo Sistema de Perforación Broca descartable - Broca Cónica		Sistema de Perforación Integral
Costo de Perforación Broca descartable (\$/pie)	0.044	0.1833
Costo de perforación Barra Cónica (\$/pie)	0.05	
Total (\$/pie)	0.094	0.1833

4.6 Análisis de rendimiento

4.6.1 Brocas

Se tiene un rendimiento promedio de:
277 pies perf./broca

La velocidad de perforación y la durabilidad de la broca esta relacionado directamente con el diámetro de la misma.

Los descartes de las brocas mayormente se han hecho por desgaste diametral, en algunos casos quedan botones en condiciones de seguir perforando. Lo que nos sugiere, que mejorando el barrido de detritus, se puede mejorar la performance.

4.6.2 Barras Cónicas

Se ha logrado medir un rendimiento promedio de:
1,149 pp/barra.

En las roturas de barras se detectaron fallas por el inadecuado "marcado" para su reconocimiento.

Se han descartado barras (14.6%) por "champeado" y despostillado del culatín de la barra, como consecuencia del mal estado de las maquinas perforadoras (principalmente por el desgaste de la bocina) y por la baja presión neumática.

4.6.3 Barrenos integrales

Se ha medido rendimiento insitu de:
400 pp/barreno

De acuerdo a tres muestreos (abril)

375 pp/barreno/mes

Consumo promedio es de:

90 barrenos/mes

A los barrenos integrales se les aplica de 8 - 12 afiladas, dependiendo del cuidado que se les de en los tajos.

La "champeada" o despostilladas, del culatin, también se presentan en los barrenos integrales, como consecuencia del desgaste de las bocinas de las maquinas perforadoras y la baja presión del aire.

4.7 Análisis de costos

4.7.1 Rendimiento económico de sistema de perforación broca - barra cónica

a) Costo prom. por broca: 12.29 \$/U.

Rendimiento Prom. por broca: 277 pies perf.

COSTO DE PERFORACION DE BROCA : 0.44\$/pie perf.

b) Costo prom. Por barra: \$ 7.80

Rendimiento Prom. Por barra: 1149 Pies perforados

COSTO DE PERFORACION POR BARRA: 0.050\$/pie perf.

COSTO DE PERFORACION DEL SISTEMA: 0.094\$/Pie perf.

4.7.2 Rendimiento económico del sistema de barreno integrales

Costo promedio por barreno: 73.30 \$/U.

Rendimiento prom. por barreno: 400 pies perf.

COSTO DEL SISTEMA: 0.1833 \$/pie perforado

CUADRO A
COMPARACION DE COSTOS
SIITEMA PERFORAICON BROCAS DESCARTABLES - BARRAS CONICAS Y
SISTEMA DE PERFORACION INTEGRAL

COSTO DE SISTEMA DE PERFORACION BROCA DESCARTABLE - BARRA CONICA		SISTEMA DE PERFORACION INTEGRAL
COSTO DE PERFORACION BROCA DESCARTABLE (US\$ /PIE)	0.044	0.183
COSTO DE PERFORACION BARRA CONICA (US\$ /PIE)	0.050	
TOTAL (US\$ /PIE)	0.094	0.183

CAPITULO V
CONCLUSIONES

- 1.- El costo de sistema de **perforación** de brocas descartables y barras cónicas tiene un mejor rendimiento **económico** al compararlo con el sistema integral.
- 2.- La velocidad de perforación de sistema cónico es mayor que el sistema integral.
- 3.- El sistema de perforación se elige de acuerdo al terreno:
 - Roca suave: sistema integral
 - Roca semidura: sistema de perforación cónico
 - Roca extremadamente dura y abrasiva sistema cónico
- 4.- El emboquillado del sistema cónico con la roca es mejor que el sistema integral
- 5.- No marcar los barrenos y barras cónicas con hoja de sierra por que ocasiona rotura de barra.
- 6.- el afilado es muy importante para aumentar la vida útil del barreno integral.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE PERFORACION BOART LONGYEAR

MANUAL DE PERFORACION SANDVIK TAMROCK

TECNICAS DE OPERACIONES MINERAS ING. AUGUSTO ZEVALLOS
MARCAS