

## PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

**Cuaderno del Instructor**

**Operador Especialista Equipos Perforación Mina Rajo**

**Módulo III: Operación de Equipo de Perforación Rajo**

**PFERA-4-02/V.1-[PE01-M03/V.1]**

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

**Innovum** | **FCH**  
FUNDACIÓN CHILE



## **Equipo Consejo Minero**

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo  
Carlos Urenda A., Gerente General  
Christian Schnettler R., Gerente del Consejo de Competencias Mineras  
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios  
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones  
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales  
Christel Lindhorst F., Jefe de Proyectos

## **Equipo Innovum Fundación Chile**

Hernán Araneda D., Gerente  
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera  
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos  
Eduardo Soto S., Consultor Senior  
Ignacio Riffo C., Consultor Senior  
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos

Consejo Minero  
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)



## Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile - Innovum, con la colaboración técnica del Centro Tecnológico Minero, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero - del cual pasa a ser propiedad -.

Este material está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS  
QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.**

© Anglo American Chile Ltda., Anglo American Sur S.A., Antofagasta Minerals S.A., Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA)., Asociación Gremial de Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin)., BHP Chile Inc., Compañía Contractual Minera Candelaria., Compañía Minera Cerro Colorado Limitada., Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM., Consejo Minero de Chile A.G., Corporación Nacional del Cobre de Chile, CODELCO CHILE., Finning Chile S.A., Glencore Chile SA., Kinross Minera Chile Ltda., Komatsu Chile S.A., Minera Escondida Limitada., Minera Freeport-McMoRan South America Ltda., Minera Spence S.A., Sierra Gorda SCM., Sociedad Contractual Minera El Abra., Teck Resources Chile Limitada.; 2016.



## Índice

3	Módulo III: Operación de equipo de perforación rajo .....	5
3.1	Capítulo I: Conducción del equipo .....	5
3.1.1	Diagrama radio de trabajo .....	5
3.1.2	Simbología de tránsito .....	8
3.1.3	Acercamiento y alejamiento .....	12
3.1.4	Comunicación inicio de operación .....	12
3.1.5	Nivelación de la perforadora .....	12
3.1.6	Traslado del equipo .....	12
3.1.7	Bajada y subida desde cama baja .....	14
3.1.8	Abastecimiento de combustible .....	16
3.1.9	Puesta en marcha.....	16
3.1.10	Marcha atrás .....	16
3.1.11	Marcha adelante.....	17
3.1.12	Piso nivelado .....	17
3.1.13	Pendientes ascendentes y descendentes .....	17
3.1.14	Conducción en piso irregular.....	17
3.1.15	Detención estacionamiento del equipo.....	17
3.2	Capítulo II: Operación del equipo .....	18
3.2.1	Delimitar el área de trabajo.....	18
3.2.2	Parámetros operacionales.....	18
3.2.3	Condiciones operacionales.....	19
3.2.4	Puesta en marcha del equipo .....	22
3.2.5	Condiciones del terreno.....	22
3.2.6	Condiciones anómalas de operación.....	22
3.2.7	Condiciones ambientales.....	23
3.2.8	Perforación de los pozos .....	24
3.2.9	Muestreo.....	24
3.2.10	Cambios de barras .....	28
3.2.11	Cambio de pozos .....	32
3.2.12	Abastecimiento de agua .....	33
3.2.13	Registros de los pozos .....	36
	Actividad N°8: Conducción y operación simulada de la perforadora rajo .....	37



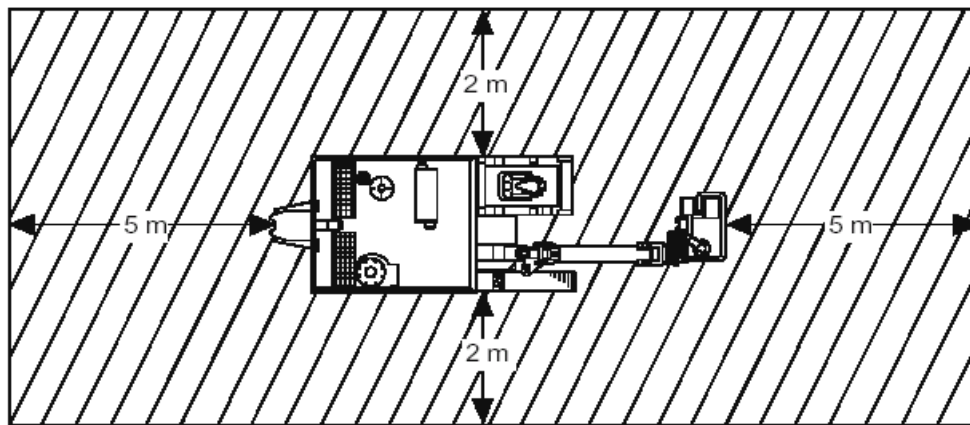
### 3 Módulo III: Operación de equipo de perforación rajo

#### 3.1 Capítulo I: Conducción del equipo

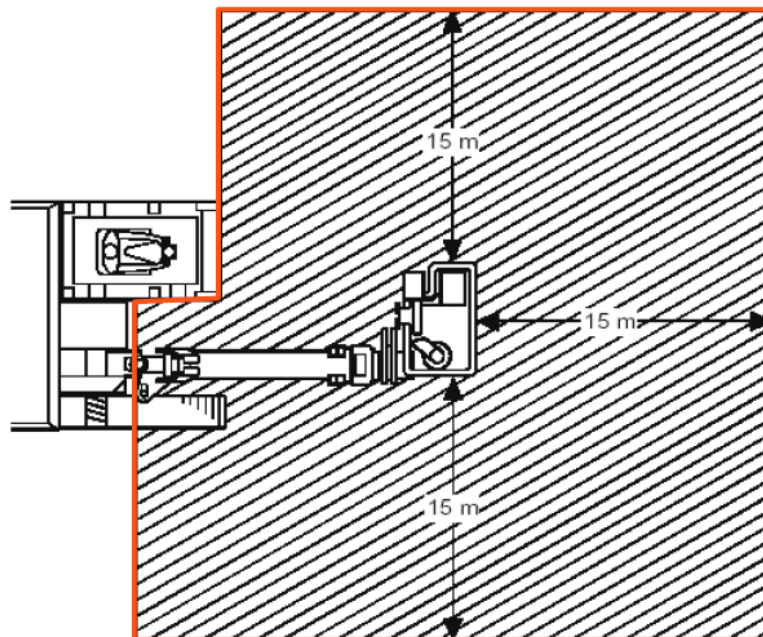
##### 3.1.1 Diagrama radio de trabajo

El radio de trabajo depende del piso del banco, donde hay dos situaciones piso nivelado, el entorno cara del banco superior línea de inicio debe dar preferencia a la posición del equipo.

- Zonas de riesgo del equipo perforador



Desplazamiento

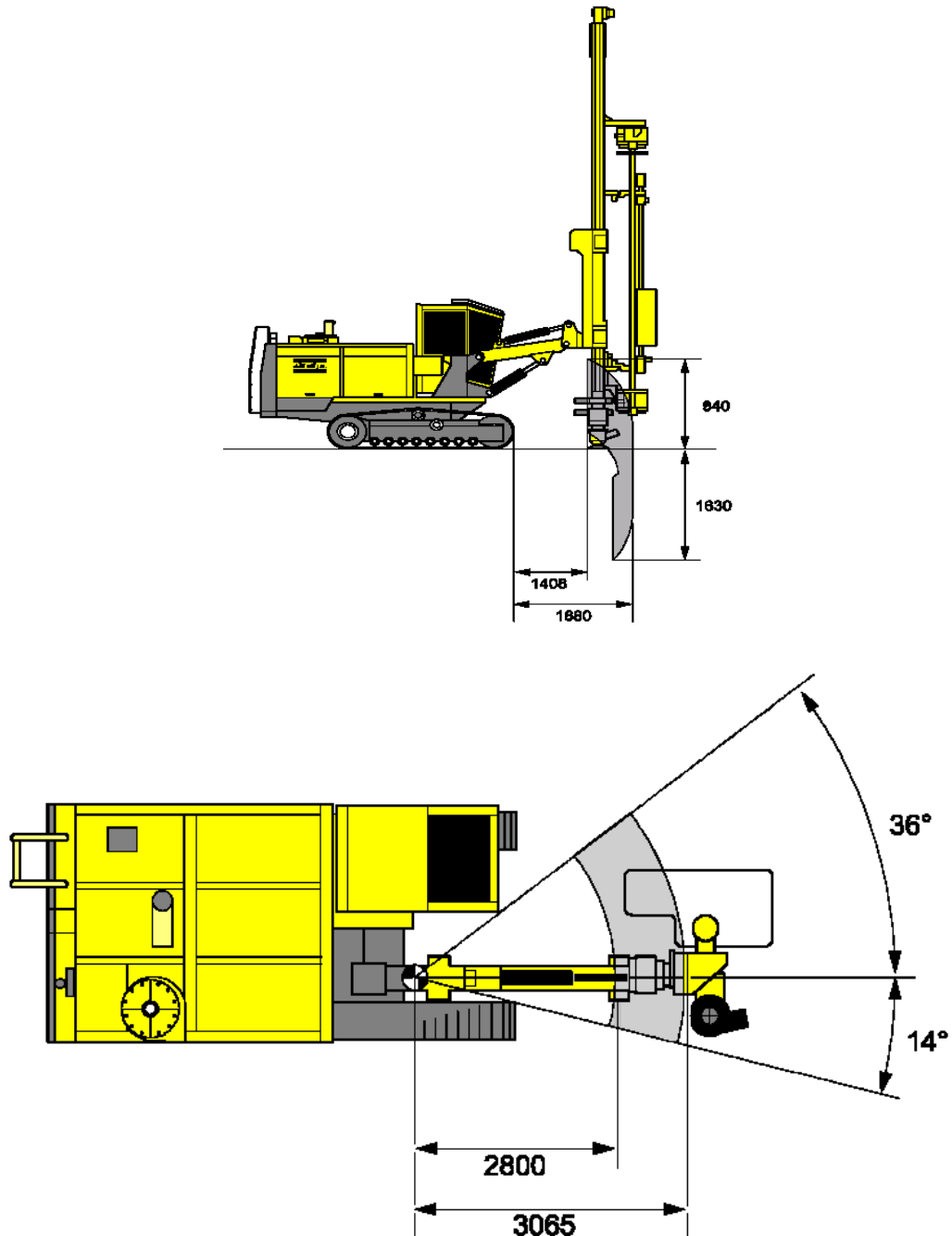


Laboreo en bancos

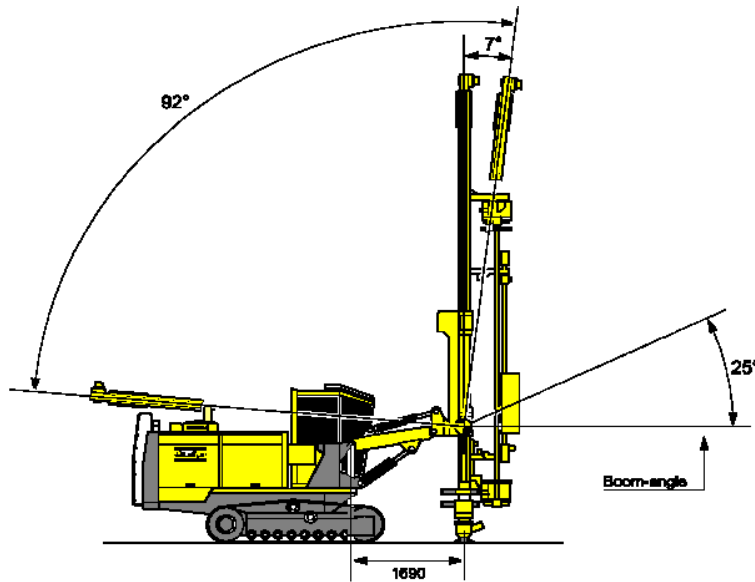


- **Área de cobertura**

Corresponde a las de movimientos de la torre de perforación, por ejemplo de manera vertical, radial, angular, etc.



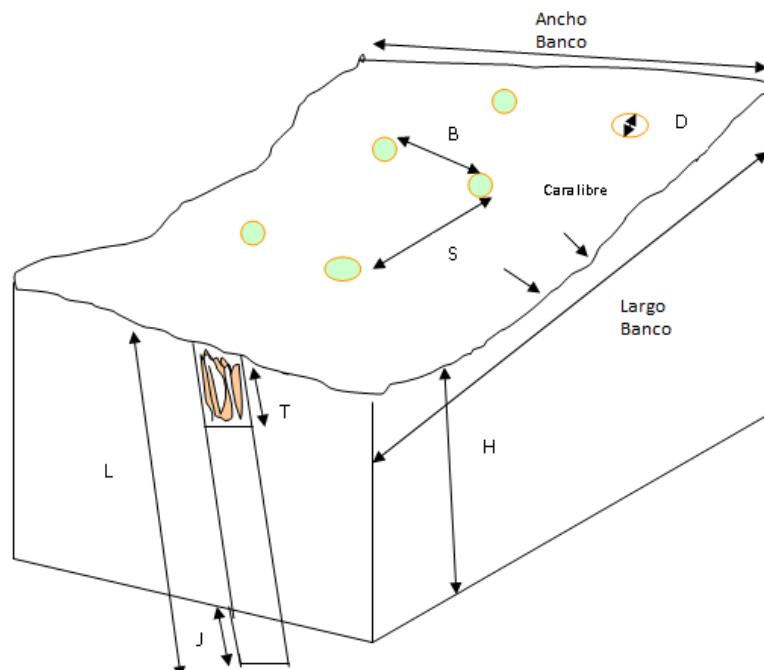




Con elevación máxima del brazo y ángulo de perforación mínimo

Se debe realizar el movimiento apropiado de giro, no pasar por sobre tiros realizados.

Las variables que inciden en el diseño de un diagrama de perforación están dadas en la siguiente figura.





### 3.1.2 Simbología de tránsito

Respetar la simbología existente en el trayecto especialmente la que está dirigida a la perforadora y la simbología del equipo por su funcionamiento debe de ser conocida por el operador.



- Simbología al ingresar interior mina



Dispositivo para verificar: luces, pértiga, chequeo general del vehículo





Rotonda para cambiar sentido de circulación al hacer ingreso a la mina

El tema a que se refiere en este estándar son las actividades que involucran contacto con explosivos y su detonación de una manera controlada y previsible. Este estándar consiste en salvaguardar los explosivos en el transporte, almacenaje y uso y prevenir las lesiones que se deben a rocas voladoras, contusión, vibración y detonación no controlada.

**Los Conductores durante el proceso de tronadura debemos estar informados de:**

- El área de Tronadura.
- La hora del silencio Radial.
- Los bloqueos de Caminos.
- La hora de despejar la Mina



Para la comunicación de este proceso se realiza una reunión basada en el protocolo de tronadura, esta se realiza normalmente a las 10:30 horas, informando a los involucrados, el cierre, la hora y los pormenores del procedimiento. El tema a



que se refiere en este estándar son las actividades que involucran contacto con explosivos y su detonación de una manera controlada y previsible. Este estándar consiste en salvaguardar los explosivos en el transporte, almacenaje y uso y prevenir las lesiones que se deben a rocas voladoras, contusión, vibración y detonación no controlada.

- Para el proceso de tronadura, el uso del canal de operaciones mina queda de uso exclusivo para las coordinaciones relacionadas a la tronadura y situaciones de emergencias. La persona a cargo de la tronadura es el Líder de Operaciones Mina, quien podrá dar las autorizaciones correspondientes para utilizar este canal durante este proceso.
- Todo conductor al encontrarse en el camino con leyendas alusivas a explosivos cerrando el paso, deberá respetar o abandonar el lugar, de no cumplir estas advertencias será considerado como falta gravísima.



- **1.2.3. Señalética al interior mina**

### **Pare**

Detenerse y ceder el paso a todos los demás vehículos que se acercan a la intersección.





## **Ceda el Paso**

Bajar la velocidad y ceder el paso a todos los demás vehículos que se acercan a la intersección.



## **Ceda No Virar en “U”**

En los caminos principales o secundarios del área mina está prohibido virar en “U”.



## **Ceda Zona de espera**

Lugar para comunicarse con despacho mina, para ingresar o salir del área mina.

La simbología de marcación de tiros la dirección es la que se le debe de dar a cada tiro.





### 3.1.3 Acercamiento y alejamiento

El acercamiento a la perforadora siempre se debe de tener en cuenta ubicación del cable de alimentación (en caso de equipo eléctrico), al retirarse se debe de comunicar que se está fuera del área de trabajo si se trata de personal de mantención u otros.

### 3.1.4 Comunicación inicio de operación

Observación en 180° a la cara del banco que está al frente comunicar si hay alguna situación que requiere de una atención para que el operador tome la mejor decisión y comunicar que en tal banco se está perforando, sobre todo si hay equipos en el banco superior y en el banco inferior.

### 3.1.5 Nivelación de la perforadora

Los gatos son los principales componentes para mantener nivelada la perforadora, no se debe de trabajar si uno de ellos no está 100% operativo



### 3.1.6 Traslado del equipo

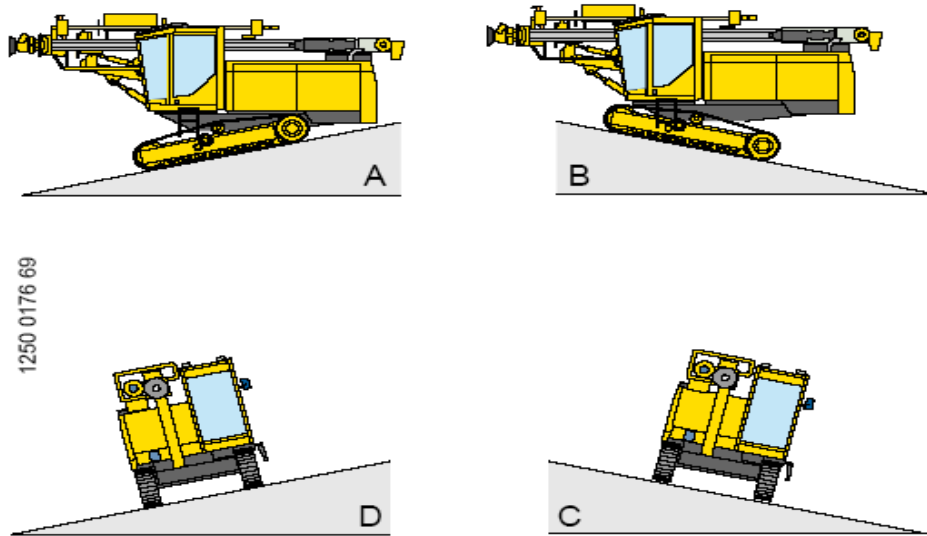
Durante este proceso se debe:

- Trasladar el equipo con la torre abajo.
- Seleccionar la marcha adecuada, cuando corresponda ahora
- Si el movimiento es en el área de los pozos se debe de tomar la precaución de no pasar por sobre los que están terminado.



- Al contar con cama baja debe de usarse las ventajas durabilidad del rodado y el tiempo de traslado.
- Asegurarse que las barras están fuera del pozo
- No subirse al equipo al estar en movimiento.
- Conocer, largo, ancho, alto, peso
- Verificar los frenos, precaución en las curvas

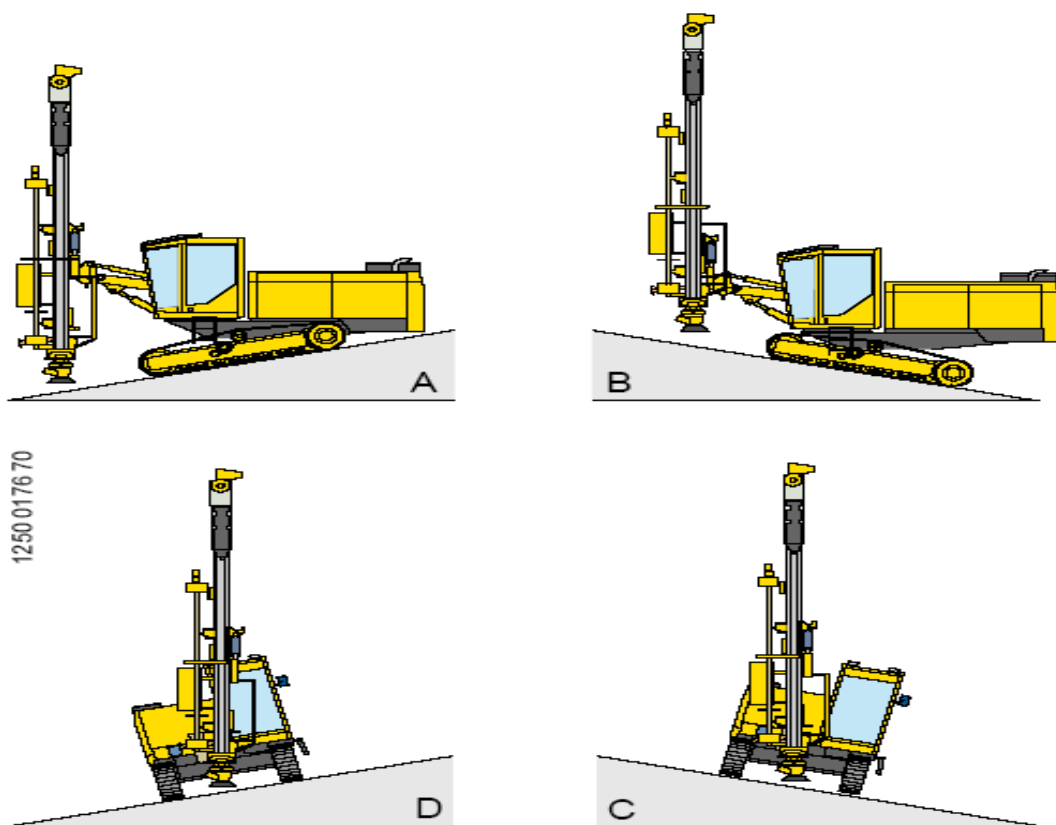
Por ejemplo el traslado en la perforadora ROC L8 debe realizarse según las indicaciones dadas en tablas respectivas.



Referencia de figuras	Dirección	Ángulo de inclinación máx.	
		L6	L8
A	Hacia adelante	20	20
B	Hacia atrás	20	20
C	Izquierda	20	20
D	Derecha	20	17

Tabla





Referencia de figuras	Dirección	Ángulo de inclinación máx.	
		L6	L8
A	Hacia adelante	20	19
B	Hacia atrás	20	20
C	Izquierda	20	20
D	Derecha	20	20

Tabla

### 3.1.7 Bajada y subida desde cama baja

La subida a la cama baja debe de efectuarse de frente sobre la cama baja movimientos suaves y controlados las distancias laterales deben de ser iguales.

La bajada se debe realizar retrocediendo y evitando movimientos bruscos.





Cuando se opere en pendientes o en desnivelaciones, siempre mantenga velocidades programadas que le permitan el control absoluto del Equipo.





### **3.1.8 Abastecimiento de combustible**

Establecer comunicación radial con el operador, para coordinar la detención del equipo. Si la perforadora, estuviera en un lugar inaccesible para el camión abastecedor, se deberá coordinar un traslado en acercamiento, hacia el equipo de servicio.

Si la máquina estuviera perforando, en el momento de llegar el camión abastecedor, el operador de la perforadora, deberá terminar el pozo y posteriormente autorizar el ingreso.

Si el vehículo de servicio ingresa a la malla de perforación, deberá tener el máximo de cuidado, de no pasar sobre los pozos o marcas.

Mientras la perforadora es abastecida de combustible o lubricante, no deberá operar ni ejecutar ningún movimiento, de traslado o nivelación.

Una vez finalizado el abastecimiento, el operador de la perforadora, deberá verificar que el camión abandone el lugar, antes de ejecutar cualquier movimiento, con la máquina.

El abastecimiento, sólo debe realizarse con los motores detenidos y el sistema de bloqueo instalado.

En caso que se use una perforadora eléctrica, se debe verificar que el cable de alimentación esté en una posición que dificulte o entorpezca la interacción, con otros vehículos o equipos, se debe reubicar el cable, solicitando asistencia al Supervisor de Operaciones Mina, quien en conjunto con el operador, planificará la mejor ubicación de éste y proveerá los recursos necesarios, para la acción de reubicar, el cable de alimentación eléctrico.

### **3.1.9 Puesta en marcha**

Tomar posición en el asiento colocarse cinturón de seguridad tocar la bocina realizar pruebas de los sistemas, revisar consola de arranque activar botón de arranque.

### **3.1.10 Marcha atrás**

Al retroceder debe de hacerlo con un control total del equipo. Considerar el largo por seguridad



### 3.1.11 Marcha adelante

El avance hacia adelante debe de hacerse siempre con los motores de traslado posición atrás y direccionar el equipo frente a la zona de marcas evitar girar demasiado el equipo por muy leves que sean.

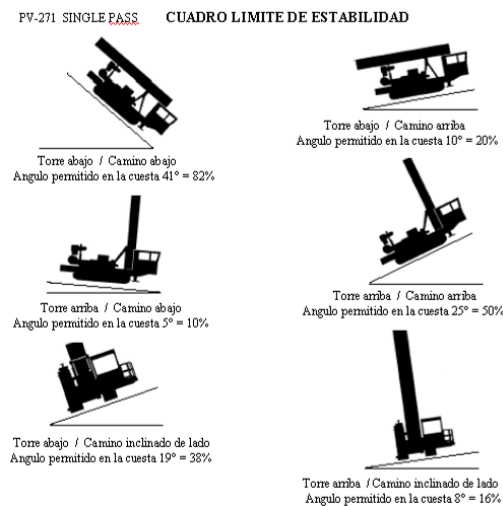
### 3.1.12 Piso nivelado

Siempre que el equipo se traslade debe hacerlo en piso limpio y parejo evitar pasar por sobre rocas, baches considerables o montículos.

### 3.1.13 Pendientes ascendentes y descendentes

Tiene que evitarse que la perforadora trabaje en pendientes fuera de parámetros

Siempre se debe trabajar con los gatos en uso ya sea en pendientes ascendentes o descendentes



### 3.1.14 Conducción en piso irregular

Si se presenta tal situación siempre con la torre abajo velocidad de desplazamiento lenta observar posición de los gatos.

### 3.1.15 Detención estacionamiento del equipo

En caso que se deba detener el equipo, hacerlo en una zona despejada buscando, la mejor posición posible, tanto para la mantención como para el abastecimiento de agua y combustible. Así también, para evitar tapar los pozos de perforación.



## 3.2 Capítulo II: Operación del equipo

### 3.2.1 Delimitar el área de trabajo

El área de trabajo debe de estar bien señalizado (sobre todo el cable alimentación si corresponde) que se destaquen los conos siempre deben de estar a la vista.



### 3.2.2 Parámetros operacionales

En el procedimiento de perforación es necesario considerar diferentes parámetros con el fin de realizar una operación óptima. Las variables internas que intervienen en la perforación son:

- **Empuje**

El empuje aplicado sobre la broca o bit debe ser suficiente para sobrepasar la resistencia a la compresión que opone la roca, pero no debe ser excesivo, puesto que puede causar fallas en todo el sistema de perforación, como el "atascamiento" de las barras.

En el caso de la perforación de rocas duras, el empuje elevado sobre la roca puede producir roturas en los insertos (botones) y disminuir la vida útil de los cojinetes (triconos), pero no necesariamente aumentará la longitud de perforación.



- **Revoluciones por minuto**

La velocidad con que se va penetrando la roca (velocidad de penetración) es directamente proporcional a las revoluciones por minuto, en una proporción algo menor que la unidad, hasta el límite impuesto por la evacuación de detritos.

En el caso de la perforación rotativa con triconos, las velocidades de rotación varían desde 60 a 120 RPM, y el límite de velocidad de rotación queda determinado por el desgaste en los cojinetes, el que también tiene relación con el empuje y evacuación de detritos (barrido).

- **Velocidad de penetración**

La velocidad con que se penetra la roca (perforación) depende de muchos factores externos (por ejemplo factores geológicos), tales como las propiedades físicas de la roca y la resistencia a la compresión. Si bien es difícil determinar la velocidad de penetración, ésta define un conjunto de parámetros de rendimiento de la operación minera. Existen dos procedimientos para determinar la velocidad de penetración:

Realizar ensayos reales con rocas representativas y perforarlas. En función de los resultados obtenidos, se determina un conjunto de parámetros de diseño, como el tipo de bit o tricono recomendado, el empuje requerido y la duración de los aceros de perforación.

Calcular la velocidad de penetración a partir de la resistencia a la compresión de la roca, utilizando fórmulas empíricas que relacionan el avance del bit o tricono por cada revolución. Una vez determinada la velocidad de penetración (m/h), es posible calcular la velocidad media de perforación, en cuyo cálculo se incluyen los tiempos que el equipo no está trabajando y la disponibilidad mecánica.

### **3.2.3 Condiciones operacionales**

- **Medidas de seguridad previas al arranque de la máquina**

El operador debe revisar la máquina y chequear el correcto funcionamiento de:

Los sistemas hidráulicos (mangueras, bombas) y eléctricos, así como también el de los elementos de control (manómetros) y de comunicaciones (radios). En especial, se debe vigilar que los niveles de aceite y puntos de engrase sean los adecuados.



Las mangueras presurizadas, que deben estar debidamente aseguradas, al igual que todas las conexiones, tanto en el equipo de perforación como en las barras y bits.

Las señales y etiquetas de advertencia, que deben inspeccionarse para comprobar todas las indicaciones, señales o etiquetas de advertencia de la perforadora; por ejemplo, un bajo nivel de aceite o bit en mal estado.

- **Medidas de seguridad en el arranque**

**El operador debe:**

Revisar cuidadosamente el lugar de trabajo. En las labores cercanas a los taludes (cielo abierto) debe considerar, especialmente, el estado de los bancos y posibles desprendimientos de roca.

Asegurarse de no interrumpir otras labores en la faena minera, especialmente cuando se trata de trabajo con explosivos. Por esta razón es importante revisar la disponibilidad de energía para que el equipo no se detenga.

Comprobar la ausencia de personas u otros equipos (camionetas) en el lugar de trabajo.

Mantenerse en su lugar de trabajo y nunca abandonar la máquina si ésta se encuentra en funcionamiento.

- **Medidas de seguridad después del arranque**

**El operador debe:**

Comprobar el correcto funcionamiento de todos los controles.

Prestar atención a ruidos no habituales.

- **Medidas de seguridad en los desplazamientos a cielo abierto**

El terreno donde se realizará la perforación debe estar en buen estado para el correcto desplazamiento de la máquina. En caso de existir elementos ajenos que representen riesgos tanto para la máquina como para el operador (roca de gran tamaño), éste deberá solicitar un equipo auxiliar para el despeje.



El operador debe chequear que no existan líneas eléctricas aéreas o superficiales en el sector. De haber un cable u otro elemento extraño a la perforadora, se aconseja dejar una distancia de seguridad mínima de 10 metros.

Nunca se debe subir el mástil o torre de perforación durante el traslado.

Nunca se debe circular por zonas previamente perforadas, ya que existe el riesgo de que se "tapen" las perforaciones con el detritus.

- **Medidas de seguridad durante la perforación**

La perforadora debe posicionarse considerando las inestabilidades del terreno. Al respecto, siempre se deben utilizar los dispositivos hidráulicos de posicionamiento antes de perforar.

La elevación del mástil o torre de perforación se debe hacer una vez que la máquina se encuentre nivelada.

El operador siempre debe tener óptimas condiciones de visibilidad.

En las maniobras de cambios de barras se debe tener especial cuidado con los mecanismos de inmovilización de los accesorios de perforación (carrusel, mordazas).

Se deben anotar los valores indicados por los controles, en especial registrar las profundidades de cada pozo perforado y el tiempo de perforación de cada uno de éstos.

El operador no se debe introducir debajo de una perforadora rotativa cuando ésta se encuentre trabajando.

Es recomendable observar el bit o tricono durante el ascenso / descenso hacia la perforación con el fin de detectar cualquier anomalía.

Los operadores siempre deben mantenerse lejos de los componentes de la perforadora en movimiento, tales como cadenas de arrastre, cables, correas, etcétera.

No acercar las manos ni tocar los elementos de acero, ya que se corre el riesgo de quemaduras por la temperatura de éstos.



- **Medidas de seguridad al finalizar la perforación**

Nunca se debe abandonar la máquina con el motor en movimiento.

No estacionar la máquina en áreas potencialmente inundables o cercanas a proyecciones de roca por efecto de las tronaduras.

Evitar el estacionamiento de la perforadora en zonas de pendiente. Si es necesaria esta operación, se debe señalizar y tomar las precauciones de estacionamiento.

Antes de abandonar la máquina (cambio de turno o tronadura), se liberarán de presión los circuitos, dejando los controles en posición de parada y estacionamiento con los bloqueos existentes. Se deben retirar las llaves de arranque si fuese necesario.

### **3.2.4 Puesta en marcha del equipo**

Tomar posición en el asiento colocarse cinturón de seguridad tocar la bocina realizar pruebas de los sistemas, revisar consola del arranque activar botón de arranque.

### **3.2.5 Condiciones del terreno**

- Siempre perforar con el equipo totalmente nivelado
- Identificar ubicar las marcas de los pozos
- El cable en el lugar correcto y señalizado si aplica
- No dejar de observar la caída de material estar atento a la caída de gran volumen.
- Terreno blando sinónimo de hundimiento del equipo
- Tener claro el tipo de piso
- Conocer condición del banco
- Conocer estado de la tronadura anterior

### **3.2.6 Condiciones anómalas de operación**

- Un piso irregular por problema de tronadura
- La perforadora con problema eléctrico, hidráulico, mecánico
- Aplicación de técnicas fuera de tiempo de ciclo
- Aceros desgaste del balde fuera de norma de trabajo
- Exceso de suciedad
- Exceso de tiempo en la ejecución de hoyo



- Exceso cambio de posición
- Demasiado retrocesos

### **3.2.7 Condiciones ambientales**

En algunas faenas existen factores climáticos que no se pueden dejar de considerar ya que afectan al normal desarrollo del trabajo, es por esto que deben existir procedimientos específicos para esta situaciones los cuales se deben respetar.

Uno de estos procedimientos específicos es para el invierno en algunas regiones del país, caracterizada por lluvias intermitentes, caída de rayos y ocasionalmente granizos o por caída de nieve y temperaturas bajo cero



Congelamiento de caminos



Condiciones Climáticas





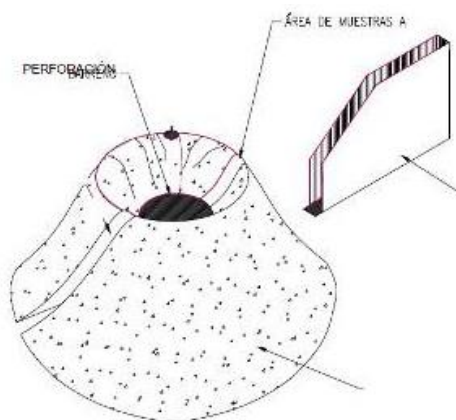
Efectos de rayos en vehículos

### 3.2.8 Perforación de los pozos

- Primero que nada sin dejar de lado la seguridad, personal y el cuidado del equipo.
- Sin excederse en los tiempos de los ciclos
- Un piso nivelado
- Evitar el exceso de movimientos del equipo
- Correcta ubicación del equipo en la marca del pozo
- Las orugas libremente del piso
- Las RPM al máximo al estar perforando.
- Dominio y conocimiento de los controles de perforación
- Perforar a la máxima profundidad

### 3.2.9 Muestreo

Debido a la gran importancia que representa la información generada con la perforación de los pozos de tronadura, se hace necesario establecer un manejo adecuado y operativo del proceso de captación y manipulación de las muestras.



Ubicación del área de muestras





El objetivo es obtener una muestra y una ley representativa, de los sectores perforados para efectos de planificación, cálculo de la ley del material tronado, definición del destino de los materiales extraídos, además reconciliaciones mensuales y anuales por parte de Geología.

### **Metodología**

Como condición óptima se establece como regla general que se muestrearán todos los pozos de una tronadura, la metodología a utilizar es:





## 1 Etapa de perforación

La perforación de pozos pueden ser realizados por máquinas Ingersoll Rand PIT-VIPER (en aquellas faenas que las tienen), con diámetros de perforación de 10” 5/8 en bancos de 15 m, generando un cono de detritus.

Uno de los sistemas más simples y económicos que en estos momentos cumple con los estándares internacionales de muestreo en minería, es la utilización de un captador de muestra (cortador sectorial).

A continuación se describe la metodología a utilizar:

- **Muestreo con captador de muestra**

Esta técnica se emplea simultáneamente con el proceso de perforación y su particularidad es la de representar adecuadamente la granulometría del cono de perforación.

Este proceso implica el uso de una bandeja de material liviano, cuyo diseño dependerá del volumen de muestra que se requiere tomar de acuerdo a lo determinado por un ensayo de heterogeneidad.

### Metodología

- Perforación y tronadura entregan diseños de mallas de perforación a topografía.
- Topografía replantea los pozos en terreno materializándolos con estacas de madera de 25 a 30 cm. de largo y con la identificación del número de pozo correspondiente. Se entrega a Operaciones Mina los planos con las mallas de perforación.
- Operaciones Mina muestrea pozos mediante un método que consiste en ubicar la bandeja de muestreo junto a la boca del pozo.
- La perforadora deberá contar con faldones en sus cuatro costados (generalmente fabricados con un tipo de goma gruesa) a fin de evitar que el material fino escape fuera del pozo.
- Empatar el tricono unos 30 centímetros a modo que se evacue el material y polvo superficial. **“Este material no deberá ser muestreado.”**
- Se deberá chequear el piso por donde se ubicara la bandeja de muestreo, el cual deberá estar nivelado.



- La bandeja deberá quedar a unos 20 a 30 cm. del centro del pozo y en forma radial a la barra de perforación.
- Se muestrearán los pozos sólo hasta alcanzar el piso del siguiente banco, es decir aproximadamente 15 metros. Extrema precaución se deberá tener a fin de no muestrear la pasadura.
- Al finalizar el muestreo se deberá retirar la bandeja a fin de que el perforista continúe con la perforación hasta completar la pasadura. El proceso de retiro de la bandeja junto al pozo deberá realizarse con sumo cuidado a fin de evitar volcar la bandeja.
- El material del captador deberá ser introducido en la bolsa por el operador, introducir una tarjeta con la identificación del pozo y cerrar la bolsa.
- En caso que la muestra de material exceda la capacidad de la bolsa, el remanente se deberá colocar en otra bolsa con la misma identificación que la primera.
- La bolsa deberá ser retirada del pozo a una distancia prudente con el fin de evitar que pueda ser aplastada por las orugas del equipo y además prevenir posibles contaminaciones con otro punto de muestreo. Si esto último ocurriera en forma accidental, los operadores darán cuenta a su supervisor directo quién lo hará saber al personal de Geología.
- En situaciones con nieve, los operadores deberán comunicar al Jefe de turno la posición exacta de las bolsas a fin de evitar que cualquier equipo pesado de apoyo a la producción, pudiera pasar por sobre las bolsas.
- Los muestreros del área de Geología tendrán la responsabilidad de mantener siempre en la perforadora una cantidad suficiente de bolsas y tarjetas para al menos dos turnos. Sin embargo el perforista deberá avisar con anticipación a Geología, en el caso que el stock de bolsas sea menor al antes señalado, para su oportuna reposición.
- Ante cualquier situación dudosa, ya sea de posible contaminación de muestras, destrucción de bolsas, etc., se deberá consultar al área de Geología para que ésta defina los pasos a seguir.

## Recomendaciones

- En la perforadora se deberá contar con una pala punta de huevo para limpiar faldones y área de instalación del cortador de muestras.
- En la perforadora deberán existir siempre al menos dos cortadores de muestra, uno operando y otro en reserva. En la eventualidad que uno se destruya, el operador deberá comunicarlo inmediatamente para su reposición.



- Instalar focos que permitan iluminar el área para una correcta manipulación del cortador en horas de la noche.
- Evitar ingreso de detritus de perforación al pozo durante la operación de retirar o instalar la bandeja, por riesgo de que queden barras pegadas.
- Se contempla que debieran realizarse capacitaciones periódicas a todo el personal involucrado en este proceso como también inspecciones, con el fin de chequear la correcta ejecución de este procedimiento (Geología). Se establece la siguiente variación al muestreo con bandeja, la cual deberá ser aplicada por los operadores cada vez que el área de Geología así lo indique en el diagrama de perforación entregado por Ingeniería.
- **Muestreo doble con captador de muestra**

El proceso que a continuación se describe tiene como única diferencia con el proceso normal que en vez de obtener una muestra de todo el pozo se deberán obtener dos.

El operador deberá aplicar el mismo procedimiento pero una vez perforados los primeros 7.5 m deberá obtener la primera muestra. Para este efecto se deberá retirar la bandeja con cuidado, vaciar la muestra a la bolsa y nuevamente colocar la bandeja de modo que quede lo más horizontal posible y seguir perforando hasta los 15 mt. finales donde se obtendrá una segunda muestra.

Es importante que las pilas de detritus de perforación no se alteren cuando la columna de perforación se extrae así como también no se contaminen con aceite hidráulico y lubricante.

El muestreo va a depender de lo siguiente factores:

- Sacar muestra a ciertos metros de avance
- Contar con el material (bolsa las herramientas necesarias)
- Evitar la contaminación
- Evitar cambiar la información

### **3.2.10 Cambios de barras**

Respecto de la Operación de Cambio de Barras de Perforación por desgaste es necesario considerar que existe probabilidad que ocurran accidentes e incidentes de alto potencial, por lo cual podemos deducir que las causas y factores que contribuyen a estos incidentes han sido:



- Falla de huinche
- Problemas en cable de huinche.
- Descoordinación en maniobras de izaje.
- Mala nivelación del equipo
- Terreno en malas condiciones
- Volcadura
- Caída a otro nivel
- Agentes ambientales: Viento, Polvo, Neblina, etc.
- Exposición a agentes contaminantes (Polvo, Ruido, etc.)
- Movimientos no planeados por distracción
- Comunicaciones ineficaces
- Mala visibilidad
- Fallas mecánicas
- Fatiga del operador

La columna de perforación se compone de una barra, un adaptador superior, un adaptador de tricono y un tricono. Al armarse la columna de perforación, el primer ítem que se instala es el adaptador superior, seguido por una sección de barras, adaptador de tricono y finalmente por la broca o tricono. En la manipulación de ésta columna, se tiene riesgos potenciales de producir accidente y pérdidas. Por lo cual, se deben tomar las siguientes precauciones:

- **Consideraciones y condiciones para el cambio de barras y aceros de perforación**

Para cambiar y rotar barras será necesario un lugar amplio, delimitado y libre de tránsito, para que puedan operar en forma cómoda los equipos de apoyo que participan en esta operación (camión grúa, camioneta).

Usar siempre los implementos de protección personal, especialmente guantes en la maniobra de cambio de aceros.





En esta maniobra sólo debe estar el personal capacitado, necesario e indispensable para ejecutar la tarea.

Cuando esté trabajando con la llave de corte, chequear que queden bien posicionadas, antes de accionarlas plenamente.

En el cambio o rotación de barras, al usar la llave de corte y muelas hidráulicas no acercar las manos a la herramienta mientras trabaja.

Se debe evitar cambiar brocas frente a pozos perforados, por el riesgo de caída de elementos dentro de ellos.

Los hilos deben presentar una terminación suave y sin rebabas ni suciedad que puedan dificultar la formación de la junta. Las pestañas de la junta también deben estar limpias, suaves y revestidas con una mano de grasa.

La operación deberá realizarse con luz natural, de preferencia, de lo contrario se deberá proveer la iluminación artificial necesaria y con la presencia del Asistente de Líder de Grupo.

Previo a comenzar la operación, el operador deberá verificar las condiciones físicas y mecánicas del huinche, además queda estrictamente prohibido que el operador suba por la torre de perforación y use el cabezal de rotación como ascensor.

El operador del huinche debe estar atento al correcto enrollado del cable en el tambor mientras se practica alguna maniobra de izaje.

Antes y durante la maniobra de cambio de barras se deberá inspeccionar las condiciones del equipo de perforación y los elementos que serán utilizados en la



maniobra, en caso de existir algún derrame o fuga de aceite, petróleo, grasa o algún desperfecto mecánico se deberá informar al Supervisor a Cargo el cual decidirá las acciones a realizar.

- **Maniobra de retiro de barras**

La barra o las barras nuevas deben ser ubicadas en línea con la perforadora y con el conector Pin en dirección del ensamble.

Deberá perforarse un pozo con longitud suficiente para que las barras sean tomadas del conector Pin por la llave de desacople.

Antes de desmontar barras será necesario haber desmontado el estabilizador, adaptador y tricono.

Revisar condición y estado del cable del huinche y su bobinado.

La barra usada se debe bajar nuevamente al fondo del pozo, se suelta el cabezal, dejándola apoyada con la llave de desacople en la base y se levanta el cabezal hasta el tope.

El “gorro” se coloca en forma manual en el conector Pin de la barra usada y con el gancho del huinche se levanta, sacándola sobre la base (plataforma de perforación). Posterior a esto se fija un cable de acero en la parte inferior de la barra usada y debe ser tirado con un vehículo de apoyo (camión pluma) a medida que se baja la barra dejando la barra acostada en el piso. Esta operación deberá hacerse cuidando que la barra no se balancee hacia la cabina del operador.

Las maniobras anteriores se realizan en coordinación entre el operador del vehículo de apoyo y el operador del huinche (ambos equipos deben tener equipo de radio para una correcta comunicación).

- **Maniobras de instalación de barras nuevas**

Verificar el nivel de la máquina, para que al elevar la barra quede correctamente alineada con el pozo.

Ubicar las barras que se van a instalar, lo más cerca posible de la plataforma de perforación, cerciorándose que el alcance del huinche sea suficiente (paralelo y delante de la perforadora).



Se debe levantar la barra con el huinche sobre la plataforma y se debe hacer pasar por el plato centralizador para introducirla en el pozo. Se ajusta la llave de acople y se deja apoyada en la plataforma de perforación sacando el gorro y gancho del huinche.

Conectar el gancho del cable del huinche al gorro y proceder a levantar lentamente, para evitar golpear las estructuras de la máquina, guiar la barra desde la parte inferior amarrándola con faja o cable enganchado al equipo de apoyo.

Introducir la barra en el pozo perforado. Aprisionar la barra con las mordazas de la prensa y soltar levemente el huinche para verificar que la barra esté firmemente sujeta.

Retirar el gorro, limpiar muy bien los hilos y engrasar.

El cabezal de rotación debe bajarse, para ser atornillado a la barra y se levanta todo el conjunto hasta el tope, se levanta el adaptador y tricono con el huinche y se dejan apoyados en la plataforma con la llave de acople, posterior a esto se saca el gorro y el gancho del huinche y se baja el cabezal con la barra, se atornilla y se saca la llave de acople quedando lista para operar.

- **Retiro de la barra seguidora**

En el caso de cambio de la barra seguidora la operación es similar a la anteriormente descrita salvo la necesidad de sacar primero la barra patera, por lo tanto la longitud del pozo debe ser igual al largo de la barra seguidora. Una vez que se ha instalado la barra en la máquina, esta se deja en el carrusel y se instala la barra patera de acuerdo al procedimiento descrito con antelación.

### **3.2.11 Cambio de pozos**

Antes de cambiarse de pozo, tomar las siguientes precauciones: Chequear que la profundidad del pozo perforado sea la correcta midiendo con huincha verificar que se hayan realizado las muestras correspondientes del pozo, luego de terminar un pozo, levantar completamente la columna, poner especial cuidado en la posición de las barras, en atención a que no queden introducidas dentro del pozo y que el tricono esté totalmente elevado, asegurarse que el estabilizador pase por la plataforma.

Durante el cambio de pozos se debe realizar como mínimo lo siguiente:

- Evitar de pasar por sobre los pozos realizados
- Seguir el orden correspondiente



- Asegurar que la barra está fuera del pozo
- Bajar la torre por seguridad
- No perder el control del entorno
- Ubicar el nuevo Pozo.
- Traslado al Pozo.
- Posición sobre el nuevo Pozo.

El operador debe realiza el movimiento de cambio de pozo desde la cabina. Si el equipo se encuentra en un sector complicado (estrecho, poca visibilidad), el operador podrá mover la perforadora, desde el piso del banco, utilizando el control remoto, si es que el equipo posee este sistema o visualizar desde el piso sus movimientos. Para cada uno de estos movimientos el operador de la perforadora deberá mantener siempre a la vista el cable eléctrico de la perforadora si es eléctrica. Si la situación lo requiere deberá solicitar apoyo al Jefe de Turno Mina.



### 3.2.12 Abastecimiento de agua

En relación al Abastecimiento de agua a perforadoras es necesario considerar que existe probabilidad que ocurran accidentes e incidentes de alto potencial, por lo cual podemos deducir que las causas y factores que contribuyen a estos incidentes han sido:

- Terreno desnivelado y en malas condiciones
- Colisiones o Choques
- Incendios
- Caídas a igual y distinto nivel



- Virajes bruscos
- Exposición a agentes contaminantes
- Movimientos no planeados por distracción
- Comunicaciones ineficaces
- Distracción o falta de concentración.

Se debe efectuar un control permanente de los equipos para esto es necesario realizar un listado de chequeo, los cuales deben encontrarse en buenas condiciones antes de comenzar la operación

- Sistemas de frenos
- Radio comunicaciones
- Sistema de iluminación
- Sistema contra incendio

#### ➤ **Comunicación entre equipos**

Establecer comunicación radial con el operador, para coordinar la detención del equipo, de preferencia, la perforadora saldrá del patio de perforación acercándose al camión abastecedor, se deberá coordinar un traslado, en acercamiento hacia el equipo de servicio. Si la máquina estuviera perforando en el momento de llegar el camión abastecedor, el operador de la perforadora deberá terminar el pozo y posteriormente coordinar el abastecimiento. El operador del camión aljibe no se acercará a la perforadora sin el consentimiento del operador de la perforadora.

#### ➤ **Antes del abastecimiento de agua**

El operador del camión aljibe avisa en forma radial al ingresar algún sector de perforación y esperar autorización antes de coordinar el abastecimiento.

Se debe tener buena visibilidad y mantener baliza, pértiga y luces encendidas.

#### ➤ **Abastecimiento de agua**

Una vez autorizado por el operador de la perforadora, este, de preferencia, se acercará al camión de abastecimiento.

La circulación de personas está restringida en el área de abastecimiento de agua.

El operador del equipo debe reducir la velocidad a menos de 10 Km/Hr. al ingresar al sector.



El operador debe chequear el sector realizando una inspección visual de esta, verificando que no se encuentre personal circulando por el sector.



El operador, debe siempre bajar correctamente, de frente a la pisadera, no debe saltar, también siempre debe utilizar los tres puntos de apoyo.

En la operación del llenado de agua se deberá verificar que las conexiones se encuentren en buen estado para evitar derrames. Además se deberá tener la precaución para evitar que el agua del estanque rebalse en el abastecimiento de agua.

El operador del camión aljibe deberá permanecer cerca de la llave de cierre para cortar el abastecimiento en cualquier momento.

Al terminar el llenado, cerrar llave de llenado, retirar y enrollar la manguera asegurándola en su soporte.

El operador del camión aljibe debe revisar el entorno del camión antes de subir y ponerlo en marcha. El operador de la perforadora le indicará que puede salir del sector.

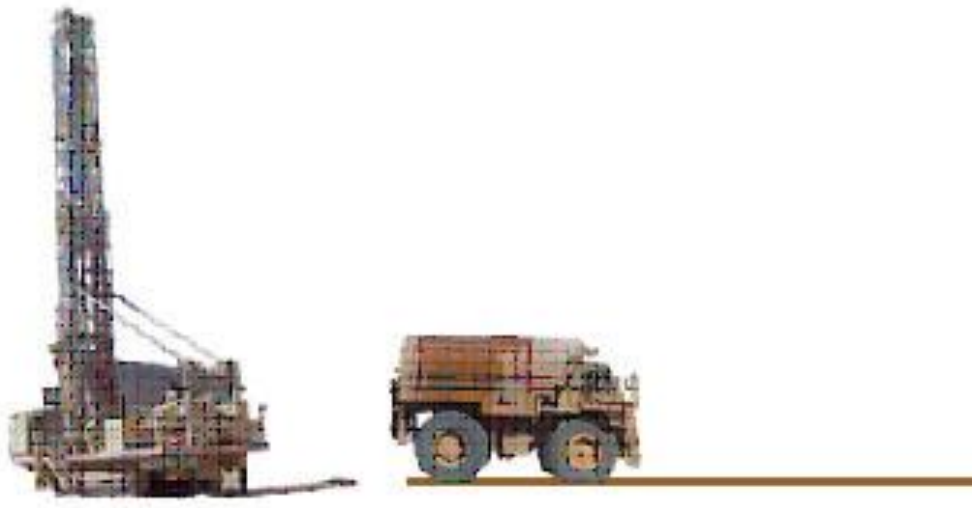
➤ **Al finalizar abastecimiento de agua**

El operador de la perforadora, debe constatar que la maniobra ha finalizado y que el operador del camión aljibe ha retirado la manguera.

El operador debe subir siempre correctamente, de frente a la pisadera y utilizar los tres puntos de apoyo. El operador no debe llevar ningún objeto en las manos mientras realiza la maniobra.

El operador del equipo, debe verificar que el operador el camión aljibe se encuentra en zona segura y a la vista, también debe tocar bocina antes de arrancar equipo.





### 3.2.13 Registros de los pozos

Durante este proceso es importante

- Mantener la información del plano
- Mantener el orden de ejecución
- Evitar realizar pozos tomando otros parámetros
- Profundización según plano



## **Actividad N°8: Conducción y operación simulada de la perforadora rajo**

### **Lo que hay que hacer**

De manera individual, cada participante deberá realizar distintas maniobras con un simulador de perforadora, o bien con un equipo real. Las maniobras estarán focalizadas en las aristas relacionadas a conducción y operación del equipo.

### **Para qué sirve**

A través de la realización de esta actividad, los participantes podrán aplicar los contenidos desarrollados hasta el momento, mediante la ejecución de actividades de conducción y operación de la perforadora; reforzando la actitud preventiva y seguridad en los procesos de operación.

### **Materiales**

- Simulador de gama media o alta de cargador frontal, o bien equipo real.
- Circuito de entrenamiento (en el caso de utilizar equipo real).

### **Manos a la obra**

Cada uno de los participantes, de manera individual, deberá ejecutar las siguientes actividades según arista de entrenamiento:

#### **Conducción del equipo:**

- Puesta en marcha del equipo.
- Marcha adelante.
- Marcha atrás.
- Piso nivelado.
- Conducción en pendiente ascendente.
- Conducción en pendiente descendente.
- Conducción en piso resbaloso.
- Conducción en piso irregular.
- Detención del equipo.
- Estacionamiento del equipo.
- Maniobra para carguío de combustible.
- Maniobra para bajada y subida de cama baja.
- Maniobra para nivelación de la perforadora.

#### **Operación del equipo:**

- Descripción de parámetros operacionales.



- Descripción de condiciones operacionales.
- Perforación de pozos.
- Muestreo.
- Maniobra para cambio de barra.
- Maniobra para cambio de pozo.
- Abastecimiento de agua.
- Registro de pozos.

### **Puesta en común**

El instructor retroalimentará a cada participante respecto del desempeño evidenciado durante la actividad de simulación, para ello utilizará un registro documental en formato lista de chequeo (check list), donde aparecerán todas las actividades a desarrollar y la denominación en términos de logro o aún no logrado.

Finalmente, cada participante deberá comentar a los demás cuál fue la tarea de mayor y menor dificultad según criterio personal. Además deberá indicar la estrategia que utilizó para lograr un buen desempeño, focalizándose en las buenas prácticas de operación.





Consejo Minero  
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)



## SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de: