

PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

Cuaderno del Instructor

Operador Especialista Equipos Perforación Mina Rajo

Módulo II: Estructura y Funcionamiento de la Perforadora

PFERA-4-02/V.1-[PE01-M02/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

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

2	Módulo II Estructura y Funcionamiento de la Perforadora	5
2.1	Capítulo I: Chequeo Pre-Operacional	5
2.1.1	Tipo de perforadora	5
2.1.2	Perforadoras eléctricas	5
2.1.3	Perforadoras motor diésel	6
2.1.4	Componentes de equipo.....	7
2.1.5	Condiciones operacionales.....	10
2.1.6	Estructura del equipo.....	11
2.1.7	Acceso al equipo	12
2.1.8	Chequeo de cabina.....	13
2.1.9	Compresor	14
2.1.10	Motor	14
2.1.11	Sistema hidráulico	15
2.1.12	Sistema de aire	16
2.1.13	Sistema eléctrico	17
2.1.14	Tren de rodado	18
	Actividad N°6: Confección y aplicación de una pauta de inspección Pre-operacional.....	19
2.2	Capítulo II: Chequeo de sistemas	20
2.2.1	Sistema de iluminación.....	20
2.2.2	Sistema de dirección y freno	21
2.2.3	Sistema de comunicación	23
2.2.4	Sistema de perforación	25
2.2.5	Sistema de avance y rotación.....	26
2.2.6	Sistema mecánico	27
2.2.7	Sistema de lubricación.....	27
2.2.8	Sistema aire acondicionado.....	28
2.2.9	Sistema contraincendios.....	28
2.2.10	Sistemas de supresión de polvo.....	29
2.3	Capítulo III: Detección de síntomas de fallas en la operación del equipo	31
2.3.1	Interpretación de alarmas	31
2.3.2	Tipos de alarmas	31
2.3.3	Parámetros de los sistemas	32
2.3.4	Elementos de desgaste	32
2.3.5	Pérdida de potencia o fuerza	36
2.3.6	Informar fallas	36
	Actividad N°7: Comparación de equipos	44

2 Módulo II Estructura y Funcionamiento de la Perforadora

2.1 Capítulo I: Chequeo Pre-Operacional

2.1.1 Tipo de perforadora

La perforación sea cualquiera el método con que se lleva a cabo se basa en el mismo principio, o sea en la percusión y el giro continuo de un barreno, de tal manera que cada giro produce un corte en la roca en diferente posición.

El objetivo de la perforación es arrancar la máxima cantidad de mineral o roca situando el explosivo en el lugar apropiado con el mínimo de explosivos que se pueda.

Entre los tipos de perforación se encuentran:

- Manual
- Perforación Neumática
- Perforación Eléctrica
- Perforación hidráulica

Entre los tipos de perforadoras a rajo abierto se encuentran las siguientes:

2.1.2 Perforadoras eléctricas

Bucyrus 35R – 39R – 45R – 49R – 59R – 60R – 6420B



2.1.3 Perforadoras motor diésel

MD 6240 – 6290 – 6420 – 6540 – 6640

MD 5150 – MD 5050 – MD 5075 – MD 5090

DM 25 – DM 30 –DM 45 -DM 50

VIT PIPER 351



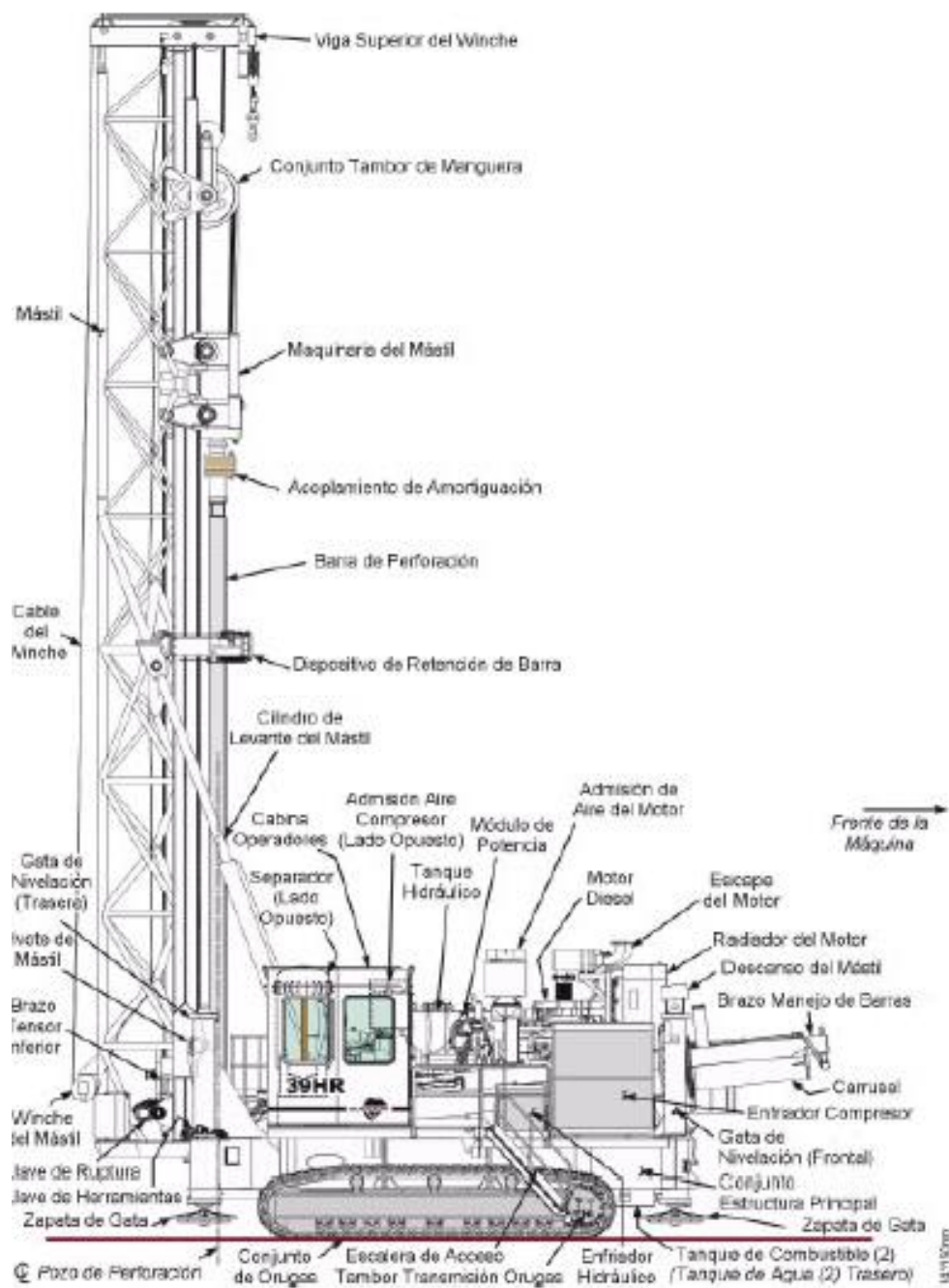
2.1.4 Componentes de equipo

Los componentes principales de una perforadora vista desde el exterior son:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Carrusel porta barra | 12. Torre |
| 2. Compresor de aire | 13. Mangueras en la torre |
| 3. Cilindros hidráulicos | 14. Motor diésel |
| 4. Motores de desplazamiento | 15. Cables de levante |
| 5. sistema guía de cabezal | 16. Bomba de lubricación |
| 6. Gatos de nivelación | 17. Desacople de barras |
| 7. Rodillos guías | 18. Tanque de agua |
| 8. Rodillos inferiores | 19. Tanque de combustible |
| 9. Cables de avance | 20. Estructura principal |
| 10. Zapata, | 21. Rodado, protección rodado |
| 11. Motor eléctrico | 22. Enfriadores, bombas |



Perforadora hidráulica



Perforadora eléctrica



Perforadora hidráulica

2.1.5 Condiciones operacionales

Como todo trabajo que involucra personas, equipos y medio ambiente, en la perforación existen normas y procedimientos que velan porque ésta sea realizada de manera segura y limpia. En particular, en todo el proceso de perforación, y en cada una de las etapas, deben contemplarse las medidas de seguridad que sean necesarias para cumplir con las exigencias de seguridad y limpieza planteadas.

Entre las medidas generales por considerar en la perforación cabe destacar que:

- La perforación debe realizarse de acuerdo con normas existentes y procedimientos internos.
- El personal involucrado debe tener la formación técnica necesaria para el desarrollo de sus funciones y conocer en detalle el manual de operación del equipo con el que trabaja.
- Los operadores deben tener siempre todos los elementos de protección personal (casco, botas, guantes, gafas, mascarillas, etc.) y usar ropas y accesorios que impidan su enganche en partes móviles de la máquina.



Al comienzo del turno, el operador de la perforadora debe recibir instrucciones, respecto a la ubicación del equipo, su disponibilidad, estado mecánico y eléctrico y la secuencia de operación, de la malla de perforación.

Inspección preliminar a la partida

Antes de poner en marcha, una inspección pre operacional a la perforadora completa es muy importante. Esta inspección debe ser realizada antes de cada turno y en cada puesta en marcha. Esto se debe realizar además del mantenimiento diario de rutina. La ejecución de ésta inspección permitirá una vida útil más prolongada y la máxima productividad de la perforadora.

Debe efectuarse un control permanente, de las partes críticas de los sistemas que comprometen la eficiencia de los equipos de perforación, los cuales deben encontrarse en buenas condiciones, antes de comenzar la operación:

- Sistema de frenos
- Sistema de rodado

- Estructura
- Herramientas de perforación
- Sistemas de recolección de polvo
- Niveladores (Gatos) hidráulicos
- Sistema de rotación
- Sistema de pull down
- Sistema de radio comunicaciones
- Sistema de iluminación
- Sistemas contra incendio
- Sistema de accesos

Las siguientes son algunas de las revisiones y verificaciones que se deben realizar en las perforadoras antes de la partida (dependiendo del tipo y componentes).

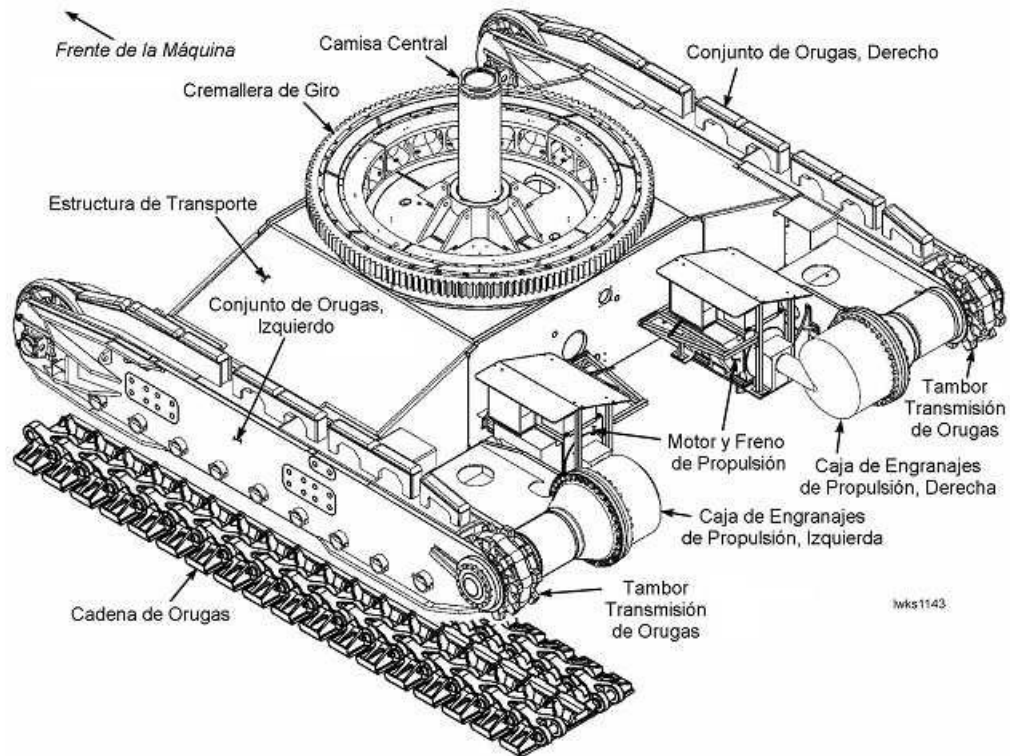
- Revisar nivel de aceite del motor
- Revisar nivel de refrigerante del motor
- Revisar nivel de combustible
- Drenar separador agua / combustible
- Revisar nivel de aceite compresor
- Drenar agua del tanque separador
- Revisar las baterías
- Revisar nivel de aceite de la caja de bombas hidráulicas.
- Revisar nivel de aceite hidráulico

2.1.6 Estructura del equipo

La estructura del equipo está definida como el conjunto de piezas, componentes, elementos importantes del equipo.

Dependiendo del modelo de equipo, se pueden encontrar entre otros:

- Conjunto de orugas izquierdo y derecho
- Cadena de orugas
- Cremallera de giro
- Camisa central
- Motor y freno de propulsión
- Tambor transmisión orugas
- Caja de engranaje de propulsión izquierda y derecha
- Etc.



2.1.7 Acceso al equipo

El acceso al equipo es a través de la escalera, pasamanos, sistema de levante escalera, plataforma y acceso a cabina



Bajar o subir siempre, por la escalera diseñada para tal efecto. Verificar que, las escaleras de acceso al equipo, estén libres de riesgos en las superficies de apoyo, que impidan una adecuada adherencia, tanto de las manos como del calzado

(barro, aceites, grasas, peldaños gastados, sueltos o falta de ellos, pasamanos en mal estado, superficies resbalosas, etc.). Aplicar la técnica de los tres puntos de apoyo, para sostenerse. Asentar correctamente la extremidad de apoyo, antes de continuar con el movimiento del otro pie o mano. No saltar al piso, desde una altura superior al alcance del pie.



2.1.8 Chequeo de cabina

Se debe chequear el estado de la estructura, cristales, alumbrado, tablero, asiento y cinturón de seguridad.

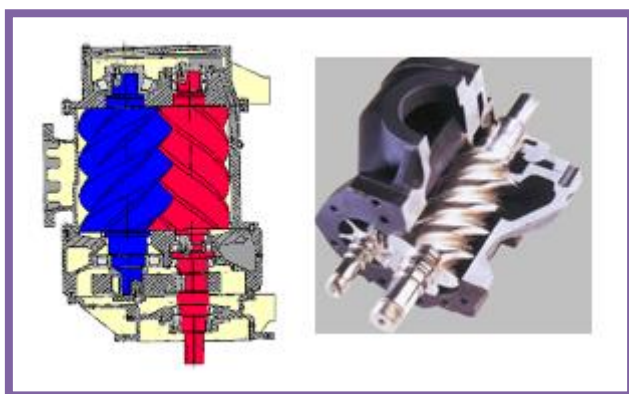


Mantener toda la cabina limpia. El barro, latas, botellas, herramientas y otros desechos pueden atascar pedales y otros controles pueden causar fallas.



2.1.9 Compresor

La función del compresor es controlar el flujo de aire variable. Bombas de Lubricación minimizan la carga.



- **Revisar fugas de aceite del sistema del compresor**

Una inspección cuidadosa a todos los componentes del compresor (unidad compresora, bomba, válvulas, mangueras y filtros) debe ser realizada para asegurar que no haya fugas de aceite del compresor o cualquier irregularidad.

2.1.10 Motor

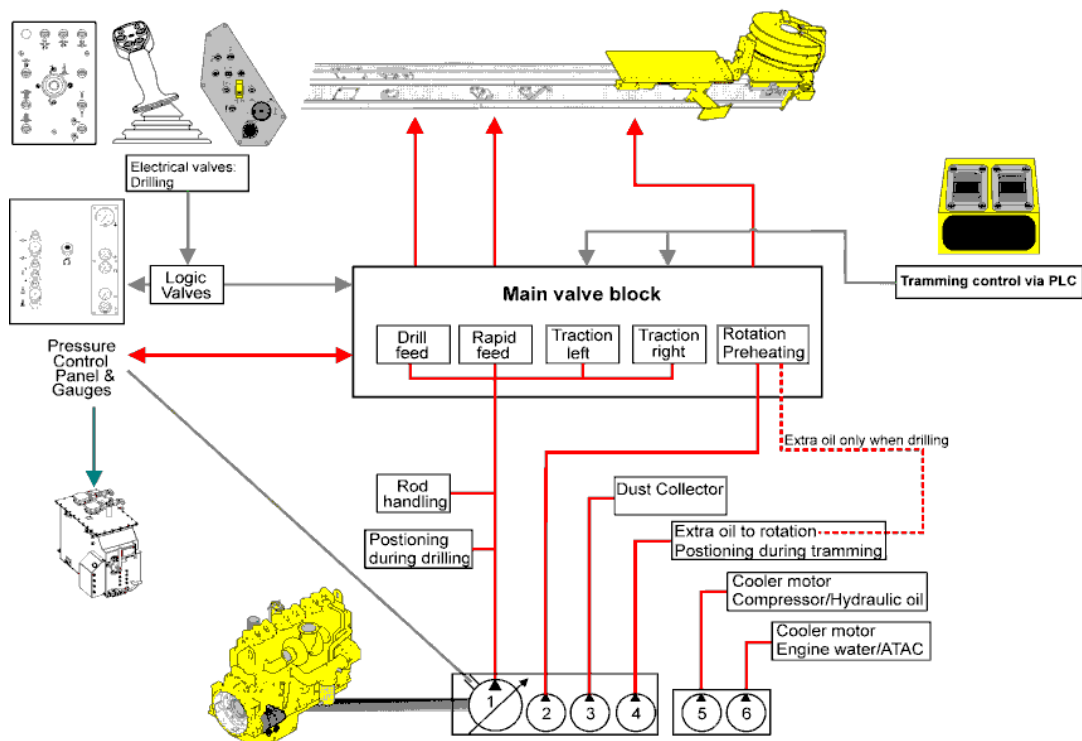
Componente en que todas sus piezas funcionan sincronizada mente capaz de hacer funcionar un sistema transformando algún tipo de energía en energía mecánica para realizar un trabajo. **Fuerza que produce un movimiento.**

Los motores de la perforadora pueden ser eléctricos o mecánicos.

Un motor mecánico cuenta entre otros, con los siguientes sistemas para trabajar.



2.1.11 Sistema hidráulico



Entre los chequeos que se deben realizar están:

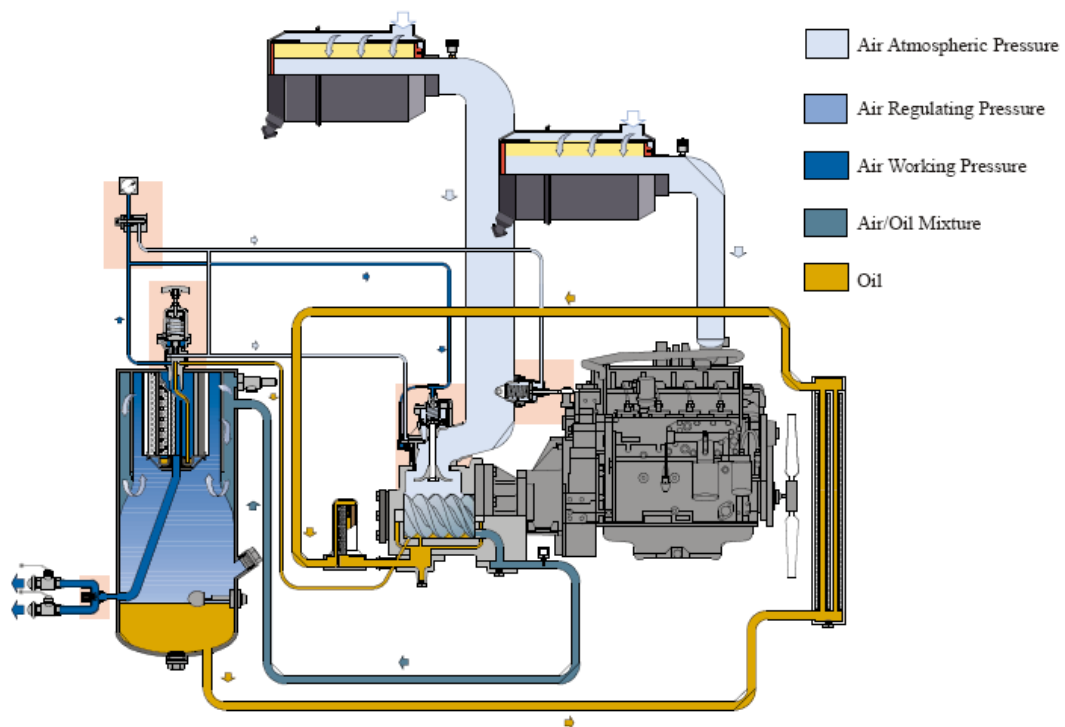
- Piola de seguridad
- Inspección de fugas
- Bomba hidráulica
- Motor Hidráulico
- Cilindro de avance

- Cilindro de posicionamiento
- Perforadora
- Prensa

Una inspección cuidadosa de todos los componentes hidráulicos (bombas, motores, válvulas, mangueras etc.) debe ser realizada para detectar posibles fugas o cualquier irregularidad. Esto es particularmente importante cuando la perforadora está nueva. La perforadora ha sido equipada en la fábrica con un aceite hidráulico que contiene un color azul que ayudará en la detección de fugas.

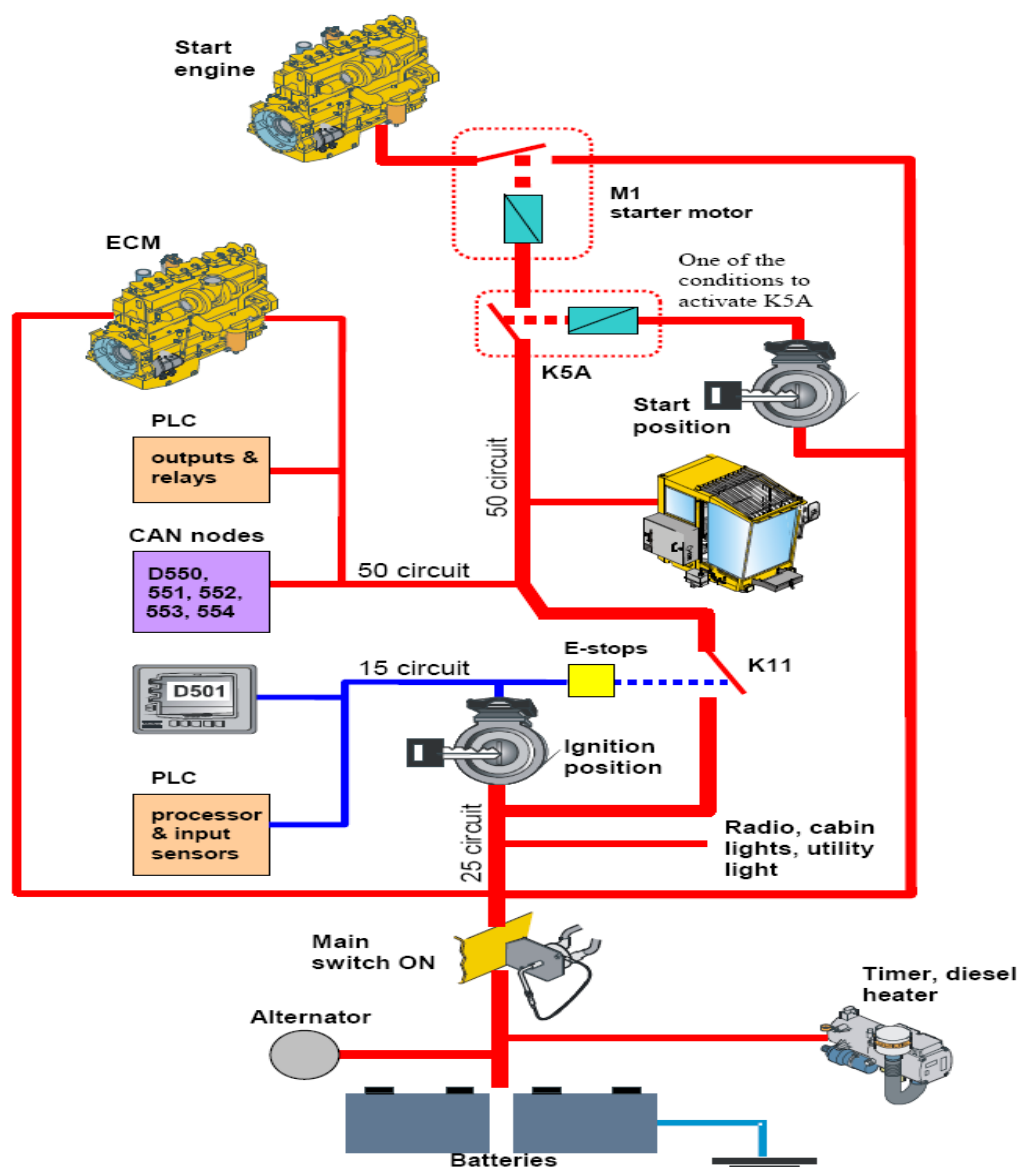


2.1.12 Sistema de aire



El radiador del motor del paquete de potencia debe ser revisado por fugas. Una falla en el enfriamiento adecuado del motor puede causar una falla en el motor o reducir severamente la vida del motor.

2.1.13 Sistema eléctrico



Entre los chequeos que se deben realizar están:

- Interruptores y botoneras
- Luces piloto
- Corta corriente

2.1.14 Tren de rodado

El tren de rodado es un conjunto de piezas que se fabrican como conjunto y se gastan como conjunto el valor alcanza cercano al 40% del valor del equipo por lo tanto las malas prácticas aplicadas en los traslados, giros incorrecto, mal posicionamiento al estar cargando se acorta la vida útil la rodado, algunos componentes del tren de rodado: zapata, bastidores, rodillos, ruedas guías, motores de traslado.



Actividad N°6: Confección y aplicación de una pauta de inspección Pre-operacional

Lo que hay que hacer

En grupos, los participantes deberán confeccionar una pauta donde se pueda chequear la perforadora, previo a la operación. A través de un análisis de la estructura y sus componentes, tendrán que confeccionar un listado de puntos a revisar para posteriormente aplicarla de manera simulada.

Para qué sirve

A través de la realización de esta actividad, los participantes podrán aplicar los contenidos desarrollados hasta el momento, así como también recurrir al trabajo en equipo.

Materiales

- Lápices
- Hojas

Manos a la obra

Según lo revisado hasta el momento y aplicando los contenidos del capítulo anterior, se deberá discutir, analizar y confeccionar un listado de los principales componentes a revisar en la perforadora, antes de iniciar su operación.

Puesta en común

El instructor le pedirá a un representante por grupo que comente las conclusiones y acuerdos a los que llegaron, comparando las respuestas entre los grupos, indagando el nivel de dificultad de la actividad y qué se aprendió de ella.

Finalmente, cada grupo deberá entregar el formato de pauta de inspección pre-operacional escrita que diseñaron y la misma pauta aplicada de manera simulada, con el detalle de integrantes que participaron en su elaboración.

2.2 Capítulo II: Chequeo de sistemas

2.2.1 Sistema de iluminación

Los sistemas de iluminación son básicamente los siguientes:

- **Alumbrado interno**

El equipo cuenta con iluminación interna, la que iluminara la cabina.

- **Luces en el tablero de instrumentos**

El tablero se encuentra completamente iluminado, el cual entregará información al operador del equipo sobre la advertencia de desperfectos, niveles y otros acontecimientos que se presenten

- **Alumbrado externo**

También cuenta con iluminación para la parte superior del equipo accesos y componentes.

- **Luces intermitentes de peligro**

El equipo cuenta con luces y alarmas de emergencia, las cuales se encenderán cuando el equipo detecte alguna falla en el sistema.

- **Luces de trabajo delanteras y traseras ajustables**

Luces frontales universales compuestas de altas y bajas densidad para traslado. Y luces de faena ajustable según las condiciones de trabajo y retroceso.

No se debe de trabajar de noche si esta quemada o no enciende una de los focos de trabajo

- **Faros delanteros**

Como todo equipo y/o vehículo este debe contar con luces alimentadas por corriente

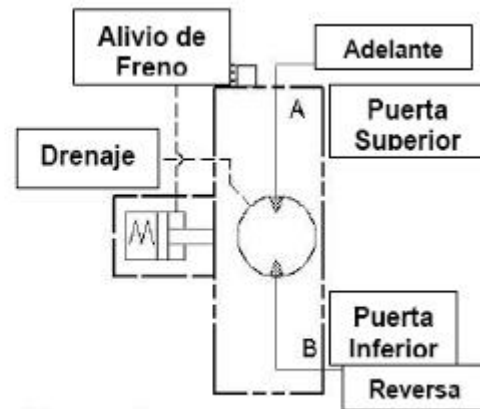
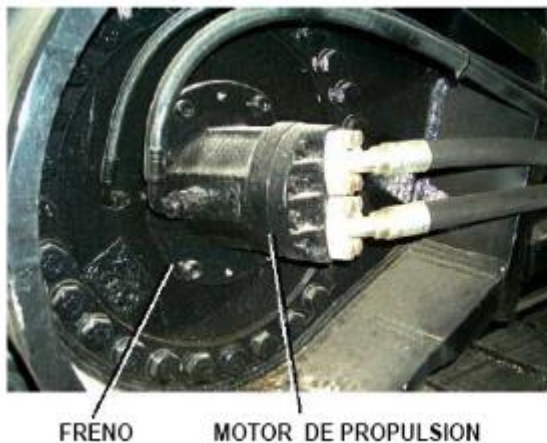
- **Luces de posición y parada**

El equipo cuenta con sus respectivas luces de aviso de estacionamiento

2.2.2 Sistema de dirección y freno

- **Sistema de dirección**

Los sistemas de dirección están compuestos por motores de propulsión que operan independientemente el uno del otro. El giro de la perforadora se hace mediante el movimiento de los controles de propulsión los cuales controlan la dirección de la rotación de las orugas del lado derecho y del lado izquierdo. De ésta forma, la perforadora puede girar sobre su eje cuando está operando en áreas confinadas.



Por lo tanto para la dirección de la perforadora el operador solo debe accionar el sistema de oruga izquierda para tener dirección hacia la derecha y el accionamiento del sistema de oruga derecha para tener dirección hacia la izquierda.

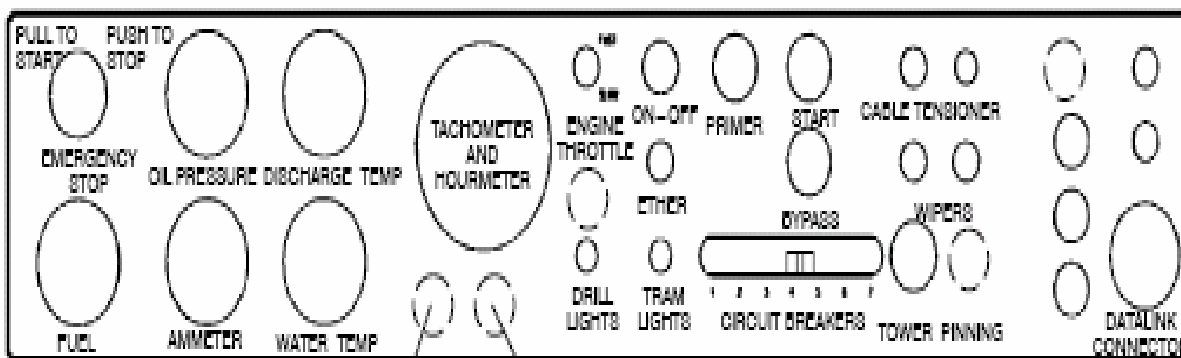
- **Sistema de freno**

El sistema de freno forma parte de la propulsión del equipo.

Dependiendo del fabricante del equipo, se pueden tener los siguientes tipos de frenos, los cuales deben ser revisados antes de operar la perforadora:

- **Freno de parqueo**

El interruptor encendido / apagado del freno de parqueo se usa para revisar los frenos antes de mover la perforadora. Aplique el interruptor con los frenos aplicados y la luz de precaución del freno de parqueo ROJA se encenderá. Suelte el interruptor del freno de parqueo para aliviar los frenos y la luz de precaución del freno de parqueo ROJA se deberá apagar.



Luz indicadora freno parqueo / Interruptor de freno de parqueo

Para revisar efectivamente el freno de parqueo, intente trasladar la perforadora desde una posición estacionaria con el interruptor del freno de parqueo en la posición encendido.

Esta revisión indicará la condición de los frenos. Los frenos trabajan apropiadamente si la perforadora no se puede mover.

Nota: Si la luz indicadora de los frenos se enciende mientras la perforadora está moviéndose, llame al personal de servicio para rectificar la causa.

No intente mover la máquina cuando la luz ROJA se mantiene encendida. En el modo propulsión, moviendo los controles de propulsión fuera de la posición neutra hará que la luz de los frenos se apague en tanto los frenos se alivian automáticamente.

Nota: No aplique los frenos de parqueo cuando la perforadora esté en movimiento. Pueden ocurrir desgaste y daños severos en el freno.

- **Freno hidrostático**

- Observe el área alrededor de la perforadora por la presencia de personal y obstrucciones.
- Revise la correcta operación del sistema de los frenos hidrostáticos moviendo la perforadora hacia adelante y hacia atrás usando los controles de propulsión para alternadamente acelerar y frenar el movimiento de la perforadora.

Nota: El frenado debe ser suave y capaz de mantener la perforadora completamente detenida cuando los controles de propulsión se ponen en posición neutra. Si no es así, se debe contactar al personal de servicio inmediatamente.

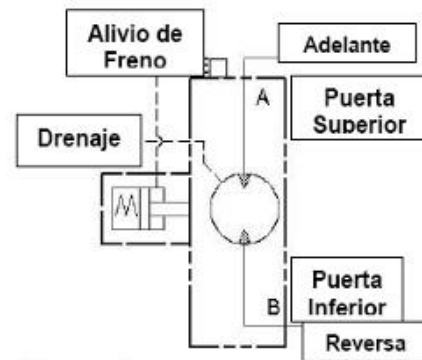
Nota: La perforadora está equipada con frenos aplicados por resorte los cuales automáticamente se aplican en el evento que el motor se detenga o una falla en una manguera que cause una pérdida de presión de alivio de frenos.

- **Freno del motor de propulsión**

Como no hay un sistema de frenos dinámico por fricción en una perforadora hidráulicamente operada, el freno se suministra por un mecanismo que evita que el motor hidráulico gire. Esto bloquea el mando final y evita que las orugas se muevan.

El freno del motor actúa mediante resortes y alivia hidráulicamente de múltiples discos, unidad de freno estático. Hay un perno en la unidad que fija entre el motor de propulsión y el mando final. En la operación normal, los resortes cargan los discos de freno para mantener el eje del motor sin girar. Este sistema de operación asegura que el freno será automáticamente aplicado si el aceite no es suministrado a la puerta del freno.

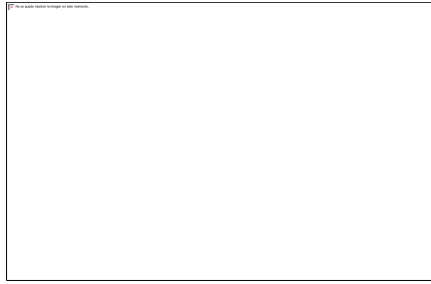
El freno es aliviado suministrando aceite a su puerta. La presión empuja los resortes para aliviar la carga en los discos de freno. Esto permite girar al eje del motor. El freno se mantendrá aliviado mientras se le esté suministrando presión.



- **Freno dinámico por fricción**

2.2.3 Sistema de comunicación

Existe un sistema de planificación dinámica (sistema de despacho) que dirige y controla los movimientos de los equipos de carguío y transporte en forma remota, con el objetivo de cumplir diariamente con el programa de extracción. Este sistema se basa en tecnología computacional, y efectúa la combinación de los diferentes frentes de carguío, el tipo de material y sus destinos, y los equipos asociados al movimiento de material (palas y camiones), todo lo cual obedece a una programación diaria que es manejada por los ingenieros a cargo de la mina.



La coordinación de las actividades en el rajo se realiza con la ayuda de un moderno sistema computacional que procesa la información que envían los sensores instalados en las máquinas y camiones.

Este sistema permite obtener información al momento acerca de los equipos que:

- Están trabajando.
- Están detenidos por diferentes causas (esperando carguío o transporte, operador en colación, cargando combustible, etc.).
- Están en mantención.

También se obtiene la información de producción como por ejemplo: toneladas cargadas, tiempo de traslado, tiempos de espera, cantidad de combustible, velocidad, ubicación, etc.

La información obtenida permite ir tomando decisiones durante el proceso, de manera de realizar un trabajo eficiente y seguro, logrando las metas propuestas y optimizando los recursos.

Las instrucciones y comunicaciones directas entre los distintos operadores y profesionales en la mina, se efectúan mediante radios de comunicación portátiles o instaladas en los equipos, las que están sintonizadas en una frecuencia definida para cada área de trabajo.

No se debe olvidar que las radios de dos vías son instrumentos de trabajo y el mal uso lo puede llevar a sanciones administrativas. En algún momento el mal uso de la radio podría atentar contra los valores de la compañía.



2.2.4 Sistema de perforación

Debe efectuarse un control permanente (Check List), de las partes críticas de los sistemas, que comprometen la eficiencia de los equipos de perforación; los cuales, deben encontrarse en buenas condiciones, antes de comenzar la operación.



La perforación cuenta con 5 sistemas básicos del equipo de perforación estos son:

- 1) Sistema de propulsión
- 2) Sistema de suministro de energía
- 3) Sistema de rotación
- 4) Sistema de empuje y elevación
- 5) Mástil o cambiador de barras

- **Montaje y sistemas de propulsión.**

Hay dos sistemas de montaje para las perforadoras rotativas: sobre orugas y sobre neumáticos, los factores que influyen en la elección de un tipo u otro son las condiciones de terreno y el grado de movilidad requerido. Las perforadoras montadas con orugas de teja, tipo tractor, son útiles en terrenos difíciles y accidentados, sin embargo su principal inconveniente es su baja velocidad de traslación. Pero en las grandes operaciones de equipos se desplazan poco debido a que perforan gran cantidad de taladros en un solo nivel.

- **Fuentes de energía**

Las fuentes principales de energía pueden ser: motores diésel o eléctricos. Las perforadoras con un diámetro de perforación por encima de los 9" (230mm) están generalizadas en empleo de energía eléctrica a media tensión, alimentando la perforadora con corriente alterna mediante cable de cuatro conductores con recubrimiento de goma.

- **Sistemas de rotación**

Con el fin de hacer girar las barras y transmitir el par, las perforadoras llevan un sistema de rotación montado generalmente sobre un bastidor que se realiza a lo largo del mástil de la perforadora. El sistema hidráulico consiste en un circuito cerrado con la bomba de presión constante y un convertidor de par con el que se logra variar la velocidad de rotación del motor hidráulico, situado en la cabeza situada en la cabeza de sarta de perforación.

- **Sistemas de empuje y elevación**

Para obtener una buena velocidad de penetración en la broca es precisó un determinado empuje, que depende tanto de la resistencia de la roca como del diámetro del barreno que se pretende perforar. Como el peso de las barras no es suficiente para obtener la carga precisa, se hace necesario aplicar fuerzas adicionales que suelen transmitirse casi exclusivamente a través de energía hidráulica.

Existen básicamente cuatro sistemas:

- Cremallera y piñón directo.
- Cadena directa.
- Cremallera y piñón con cadena.
- Constituido con uno o dos cilindros accionados hidráulicamente.

- **Mástil o cambiador de barras**

La estructura del mástil que soporta las barras y la cabeza de rotación, debe estar diseñada para resistir las flexiones debidas al peso, el esfuerzo de empuje y las tensiones originadas por el par de rotación. La perforación inclinada suele ser perjudicial por los esfuerzos de fatiga a los que se somete al mástil y a las barras, además de la disminución de la capacidad de empuje y dificultad en la evacuación del detritus.

2.2.5 Sistema de avance y rotación

El sistema de avance es la forma o el esquema el cual se ataca la sección de un túnel, galería, dependiendo de diferentes factores como:

- Equipo empleado
- Tiempo para la ejecución
- Tipo de roca a enfrenar
- Tipo de sostenimiento
- Sistema de ventilación

El sistema de rotación comprende los siguientes componentes

- Ensamblaje rotatorio
- Sarta de perforación
- Herramienta de corte y o fractura

El sistema de rotación por el fluido de perforación se inyecta a alta presión desde el cabezal a la herramienta de corte el mecanismo impulsor es una bomba de pistones.

El sistema de rotación tiene como primordial función es hacer girar el elemento cortante a fin de penetrar en la corteza

2.2.6 Sistema mecánico

El sistema mecánico en la perforación hoy en día no es muy utilizado se emplean en algunos equipos antiguos consiste en una serie de correas, cadenas, poleas, piñones dentados, y engranajes.

2.2.7 Sistema de lubricación

Sistema centralizado de lubricación garantizando la seguridad lubricación ya no se tiene que dejar de perforar para engrasar manualmente ahorro de horas al año de engrases con este sistema, alargando al vida útil del componente a la vez se monitorea en la pantalla



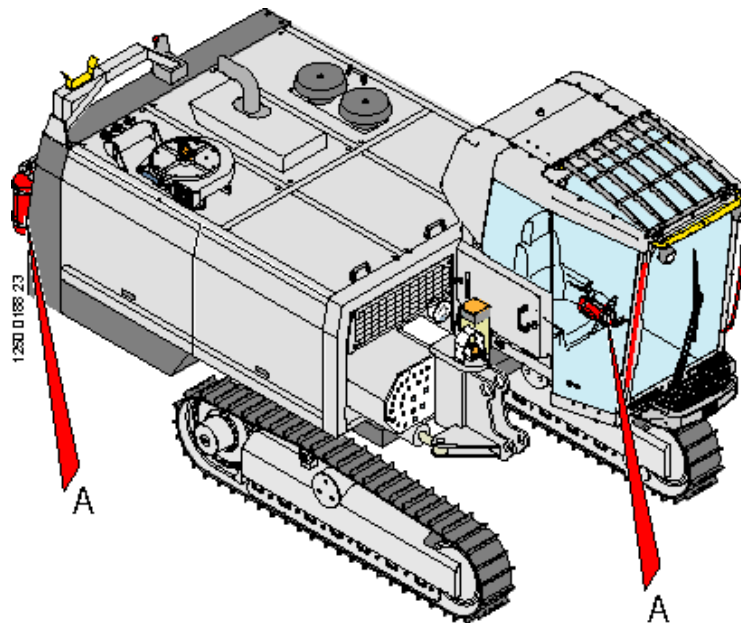
2.2.8 Sistema aire acondicionado

Con un sistema exclusivo en la cabina de operación es fundamental durante la operación con temperaturas altas.



2.2.9 Sistema contra incendios

Un sistema instalado en el equipo de una capacidad de funcionamiento muy preciso y amplio con una distribución en todas las partes donde se puede producir altas temperaturas que pueden llevar a que se produzca un incendio actuando automáticamente por la alta temperatura en algún punto.



2.2.10 Sistemas de supresión de polvo

La técnica de control de polvo en las operaciones de perforación rocas se divide en dos grandes grupos.

- 1) Vía húmeda
- 2) Evacuación en seco

- **Vía Húmeda**

Es el equipamiento de las perforadoras con sistema de inyección de agua, el primer paso para el control de la silicosis.

El método consiste en la introducción de agua a través de la barrena hueca hasta el fondo de la herramienta que está perforando consiguiendo la fijación del polvo **“garantizando el suministro de agua”**



- **Evacuación en seco**

Es cuando el análisis de las diferentes condiciones técnicas de una labor desaconseja la vía húmeda, como sistema de barrido y por consiguiente como sistema de control de polvo se hace necesario dotar de equipos captadores de polvo que eliminen este a la salida de la boca del taladro.

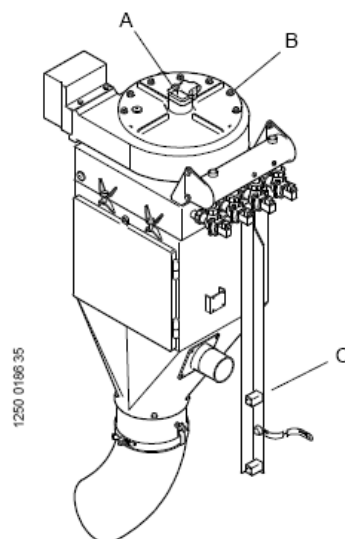


Figura: DCT

Tabla: DCT

Punto de control	Objeto de control
A	Motor
B	Placa de motor
C	Captador de polvo



2.3 Capítulo III: Detección de síntomas de fallas en la operación del equipo

2.3.1 Interpretación de alarmas

El operador debe de estar preparado para reconocer una alarma saber interpretarla, reconocer el evento determinado y tomar la decisión adecuada.

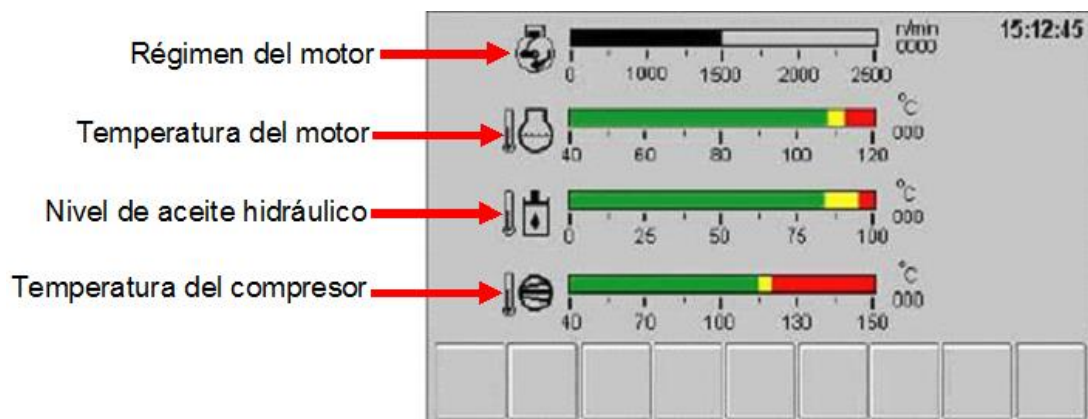


2.3.2 Tipos de alarmas

Existen alarmas sonoras acompañadas de destello de luz.

Existen alarmas solamente de luz

Existen las categorías de advertencia con sus respectivos niveles necesidades del equipo.



2.3.3 Parámetros de los sistemas

Por ningún motivo operar el equipo fuera de parámetros según fabrica como:

- Temperatura mínima y máxima
- Presión mínima y máxima
- Flujo mínimo y máximo
- Caudal mínimo máximo
- Velocidad mínima y máxima
- Niveles mínimo y máximo

2.3.4 Elementos de desgaste

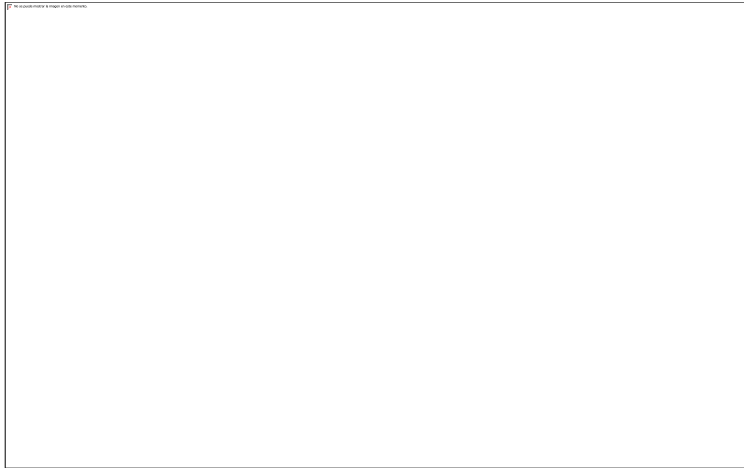
Los elementos de desgaste tienen su vida útil y se puede calcular en horas de trabajo.

Cuando no se aplican las técnicas adecuadas su vida útil se ve disminuida, algunos elementos en las perforadoras son:

- **Engranaje**



- **Rodado**



- **Barras**

El desgaste de la barra va a depender de factores como:

- Tipo de roca
- Velocidad de barrido del cutting
- Pulldown
- Espacio anular
- Nivelación de los gatos hidráulicos
- Uso de amortiguador, anillo guía y estabilizador
- Manipulación, traslado, etc.

Los desgastes sufridos por las barras, en condiciones normales de operación, se enmarcan dentro del fenómeno denominado “punta de lápiz” y que está regido por un desgaste, o pérdida de diámetro, mayor hacia el extremo inferior de la barra, aquel que va acoplado al amortiguador, si es el caso, o al adaptador de barra y broca.

Otros problemas presentados por las barras, son; torceduras de barras, fricción o engranamiento y el desgaste de hilos, problemas típicos de las barras y suelen producirse por fallas operacionales, siendo las más comunes:

- Desvíos de la tubería por mala estabilización
- Golpe de las barras o tuberías
- Carro descentrado
- Desnivelaciones
- Caída de barras dentro del pozo
- Mal acople de los hilos

- Falta de grasa adecuada para los hilos
- **Desgaste uniforme de las barras de perforación**

Un desgaste uniforme de las barras de perforación, se consigue alternando sistemáticamente las posiciones de las barras en la columna, de modo que si en la perforación de un pozo, la barra A está en el primer lugar (junto al bit o tricono), en la siguiente perforación (de otro pozo) debe o tendría que ser la última, y así sucesivamente. De esta forma, cada barra que es sometida a un esfuerzo fuerte y prolongado, “descansará” en la perforación del siguiente pozo.

➤ **Incorporación de barras externas**

Si la profundidad de los tiros son de “n” barras, se debe tener “n+1” o “n+2” barras. Con esto se consigue prolongar la vida útil del conjunto de barras más allá de la fatiga o fractura prematura de uno de sus elementos. Esto es muy importante, ya que no es recomendable mezclar componentes nuevos con los antiguos en la operación.

Para esto puede ser necesario el uso de “Caballetes o Bastidores” para la ubicación de las barras, para ser situados cerca de la perforadora, permitiendo mantener las barras en posiciones determinadas de acuerdo con el orden en que se van empleando, haciendo posible además una correcta mantención.

➤ **Alineación**

De una mala o buena alineación de la perforadora va a depender en cierto grado el resultado de los rendimientos de perforación y los desgastes presentados por las herramientas que conforman la sarta de perforación.

La nivelación o alineación de la perforadora es controlada o ajustada por el perforista una vez que sitúa la perforadora en el lugar donde perforará cada pozo. Esta maniobra, consistente en la retracción o prolongación de los gatos hidráulicos dispuestos en la máquina. Debe ser realizada con la mayor precisión posible puesto que desajustes en la nivelación pueden provocar el desgaste prematuro de la barras por roce contra las paredes del pozo de perforación y flexiones innecesarias que disminuyen su vida útil.

Además del desgaste y disminución de la vida útil de las barras de perforación, se produce la pérdida de la verticalidad del pozo, fallas prematuras en la broca o tricono y desgastes prematuros de las demás herramientas de perforación como: estabilizador o adaptador, anillo guía, etc.



- **Tricono**

Cuando se utilizan triconos de dientes, la velocidad de penetración disminuye considerablemente conforme aumenta el desgaste de la broca.

La figura muestra como con un tricono a mitad de uso, la velocidad de penetración puede reducirse de un 50% a un 75% con respecto a la obtenida con un tricono nuevo.



Quiebre de Conos

- **Martillo**



2.3.5 Pérdida de potencia o fuerza

En las palas eléctricas no es común esta situación debido a que este equipo solo necesita alimentación eléctrica es decir hay corriente o no hay corriente

2.3.6 Informar fallas

Entre las fallas típicas asociadas a los principales sistemas del equipo se pueden encontrar las siguientes, las cuales están estructuradas sólo como una ayuda al operador, para que conozca la causa de los problemas a los que pudiera verse enfrentado y actúe en consecuencia.

Estas fallas deben ser informadas inmediatamente a personal de mantenimiento y supervisores.

En este capítulo se presenta una guía resumida de fallas típicas asociadas a los principales sistemas del equipo, la cual se ha estructurado sólo como una ayuda al operador, para que conozca la causa de los problemas a los que pudiera verse enfrentado y actúe en consecuencia.

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN
Motor no parte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo voltaje de baterías 2. Motor de partida defectuoso. 3. Bajo nivel de combustible. 4. Desgaste motor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccionar baterías, bornes. 2. Inspecciona motor de partida, cables sueltos. 3. Inspecciona nivel de combustible. 4. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
Motor gira pero no arranca	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo nivel de combustible 2. Filtros de combustible saturados. 3. Bomba de transferencia combustible defectuosa. 4. bajo voltaje 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise el nivel de combustible llame a su supervisor si es necesario. 2. Notifique a mantenimiento. 3. notifique a personal de mantenimiento. 4. Revise bornes sueltos, llame a personal de mantenimiento.
Motor arranca, pero ratea	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gobernador defectuoso 2. Inyectores defectuosos 3. Filtros saturados. 4. Baja presión de combustible. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
Motor con baja potencia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gobernador defectuoso. 2. Inyectores defectuosos. 3. Baja presión de combustible. 4. filtros saturados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores
Alta temperatura de trabajo del motor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo nivel de refrigerante 2. Radiador obstruido. 3. Filtro de aire saturado 4. bomba de agua en mal estado 5. termostatos defectuosos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN
Desperfecto del sistema hidráulico	1. El sistema no produce presión. a. Desperfecto de la válvula de control. b. Válvula del tubo de succión cerrada. c. Bajo nivel de aceite del sistema. d. Filtración externa en el sistema. e. Filtros sucios. f. Tuberías o respiradero obstruidos. g. Fluido demasiado frío. h. Falla del acoplamiento de accionamiento de la bomba. i. Válvula de presión máxima y descarga ajustadas en un valor demasiado bajo. j. Bomba dañada.	1. Revise el nivel en el reservorio de aceite hidráulico. 2. Asegúrese de que esté operando el motor principal. 3. Avise a mantenimiento y a los supervisores.
	2. Ruido excesivo de la bomba hidráulica. a. Cavitación de la bomba. b. Aire en el fluido. c. Eje desalineado. d. Falla mecánica en la bomba.	1. Vea No. 1 anterior (el sistema no logra acumular presión). 2. Avise a mantenimiento y a los supervisores.
	3. Calor excesivo en el sistema. a. Cavitación de la bomba. b. Aire en el fluido. c. Fluido contaminado.	1. Vea No. 1 anterior (el sistema no logra acumular presión). 2. Avise a mantenimiento y a los supervisores.
Desperfecto del sistema de aire	1. La unidad arranca, pero se detiene después de un corto tiempo. a. Altas temperaturas de descarga de aire.	1. Revise si el nivel de aceite del compresor es bajo. 2. Revise la ventilación de la unidad y/o el enfriar de aceite. 3. Si están conectados, revise los amortiguadores opcionales de la admisión y el escape para climas fríos estén operando adecuadamente. 4. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN
	2. Excesivo consumo de aceite. a. El aceite se pasa por la tubería de descarga. b. El aceite se filtra en las conexiones y empaquetaduras.	1. Revise si hay tuberías de retorno de aceite están obstruidas, rotas o sueltas. 2. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	3. Suministro y presión bajos en el compresor. a. Filtro de aire obstruido. b. Válvula de admisión rota. c. Resorte de válvula de admisión roto. d. Pistón de válvula de admisión trabado.	1. Revise y reemplace el filtro de aire si es necesario. 2. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
Desperfecto en el sistema de lubricación automática	1. Falta de grasa en la serie de inyectoros. a. Manguera(s) de suministro obstruida(s) o rota(s). b. Múltiple bloqueado.	1. Revise el tanque de grasa y reponga según sea necesario. 2. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	2. Grasa inadecuada en los puntos de lubricación. a. No hay suministro de grasa. b. Viscosidad incorrecta. c. Filtración en tuberías. d. Bomba de grasa defectuosa.	
	3. La bomba de grasa funciona, pero el ciclo no se completa. a. Ajuste de interruptor de presión incorrecto. b. Interruptor de presión defectuoso. c. Válvula de ventilación defectuosa.	
Desperfecto en el sistema de nivelación	1. Los cilindros se deslizan hacia abajo. a. Filtración hidráulica interna. b. Filtraciones de anillo del pistón del cilindro. c. Cilindro rayado. 2. Los gatos funcionan de manera lenta o errática. a. Aire en el sistema hidráulico. b. Derivación interna o filtraciones en el sistema hidráulico. c. La elevación de la máquina excede los límites.	1. Los problemas con el sistema de nivelación son casi siempre provocados por fallas en el sistema hidráulico o en el circuito de control eléctrico. Consulte <i>Desperfecto del sistema hidráulico</i> en esta tabla. 2. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN
Desperfecto en el huinche auxiliar	1. El huinche no funciona a la velocidad nominal. a. Las poleas del huinche no giran libremente. b. La válvula de presión máxima está ajustada en un valor demasiado bajo. c. Tambor del huinche trabado. d. Desperfecto en el motor del huinche.	1. Inspeccione las poleas para ver si presentan obstrucción, trabas o daños. Retire toda obstrucción. 2. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	2. El huinche no se revierte. a. Filtración en pistón del freno. b. Sello defectuoso en canal de liberación de freno. c. Conducto de liberación del freno obstruido. d. Insuficiente presión hidráulica.	1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	3. Pérdida de aceite en respiradero del huinche y/o caja de frenos. a. Sello dañado entre el interior del tambor y la caja de frenos.	1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	4. Pérdida de aceite en adaptador y brida del motor de huinche. a. Montaje del motor suelto. b. Anillos o defectuosos entre el adaptador y la brida del motor.	1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	5. El freno del huinche no se retendrá. a. Cuerda metálica conectada a la ranura de anclaje del cable incorrecta. b. Contrapresión excesiva hace que el freno se suelte. c. Placas de freno dañadas. d. Desperfecto de control hidráulico.	1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	6. El freno del huinche vibra al bajar la carga. a. Aire retenido en aceite hidráulico. b. El freno del hinche se calienta debido a un insuficiente flujo de aceite. c. Embrague de sobremarcha dañado. d. Placas de freno dañadas.	1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN
Desperfecto en el área de la torre	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saltos de la torre mientras se levanta o baja. <ol style="list-style-type: none"> a. Aire atrapado en los cilindros. b. Válvula de contrapeso defectuosa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Purgue el aire de los cilindros subiendo y bajando alternativamente (consulte la sección 6.5, <i>Tareas del operador: Subida y bajada de la torre</i>). 2. Haga correr los cilindros en toda su carrera. 3. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Movimiento errático de cilindro(s) hidráulicos. <ol style="list-style-type: none"> a. Aire atrapado en cilindro(s) y/o circuito hidráulico. b. Mecanismo trabado. c. Desperfecto del circuito de control hidráulico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
Desperfecto de la maquinaria rotatoria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de fuerza rotatoria. <ol style="list-style-type: none"> a. No existe presión hidráulica para accionar el motor. b. Motor o piñón de accionamiento defectuoso. c. Caja de engranajes rotatoria dañada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Insuficiente potencia rotatoria. <ol style="list-style-type: none"> a. No existe presión hidráulica para accionar el motor. b. Motor o piñón de accionamiento defectuoso. c. Caja de engranajes rotatoria dañada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN
Desperfecto del huinche de desconexión	1. La grampa del huinche de desconexión no opera. <ol style="list-style-type: none"> Mecanismo trabado. Desperfecto del circuito de control hidráulico. Desperfecto del cilindro hidráulico de la grampa. 	1. Inspeccione si hay pasadores de pivote de la grampa rotos o trabados. 2. Inspeccione si hay pasadores de pivote de cilindro de la grampa rotos o trabados. 3. Inspeccione si las tuberías hidráulicas para los cilindros de la grampa tienen filtraciones y/o conexiones sueltas. 4. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	2. El brazo del huinche de desconexión no oscila. <ol style="list-style-type: none"> Mecanismo trabado. Desperfecto del circuito de control hidráulico. Desperfecto del cilindro hidráulico de oscilación. 	1. Inspeccione si en el brazo existe interferencia mecánica. Retire todos los obstáculos. 2. Inspeccione si hay pasadores de pivotes rotos o trabados. 3. Inspeccione si existe distorsión de brazo y soporte. 4. Inspeccione si las tuberías hidráulicas para el cilindro oscilante presentan filtraciones y/o conexiones sueltas. 5. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	3. La grampa del huinche de desconexión no gira. <ol style="list-style-type: none"> Mecanismo trabado. Desperfecto del circuito de control hidráulico. Desperfecto del cilindro hidráulico de torsión. 	1. Inspeccione si hay pasadores de pivote de cilindro de torsión rotos o trabados. 2. Inspeccione si hay bujes de pasadores de cilindro de torsión gastados o raspados. 3. Inspeccione si las tuberías hidráulicas para los cilindros de torsión tienen filtraciones y/o conexiones sueltas. 4. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN
Desperfecto del sistema de inyección de agua.	<ol style="list-style-type: none"> La bomba no funciona. <ol style="list-style-type: none"> No hay agua en el tanque. Aire de barrena apagado. Perforadora en el modo <i>Propulsión</i>. Presión de aire de barrena insuficiente. No hay energía para la bomba. Interruptor de presión de barrena defectuoso. Bomba o motor de bomba defectuoso. 	<ol style="list-style-type: none"> Revise el nivel de agua en el tanque y rellene si es necesario. Encienda el aire de la barrena. Coloque la perforadora en el modo <i>Huínche</i> o <i>Perforación</i>. Investigue la causa de una baja presión de aire de la barrena y corrija la deficiencia. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	<ol style="list-style-type: none"> La bomba funciona erráticamente. <ol style="list-style-type: none"> Válvula de presión máxima defectuosa. Desperfecto del circuito de control o bajo voltaje. Bomba o motor de bomba defectuoso. 	<ol style="list-style-type: none"> Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	<ol style="list-style-type: none"> Bajo flujo de agua. <ol style="list-style-type: none"> Filtración en mangueras o conexión. Válvula de control de flujo defectuosa. Potenciómetro de control defectuoso. Entrada de bomba obstruida. Bomba o motor de bomba defectuoso. 	<ol style="list-style-type: none"> Revise la condición de las mangueras y la firmeza de las conexiones. Notifique a mantenimiento y a los supervisores.
	<ol style="list-style-type: none"> Se está agregando agua al aire de la barrena con la bomba apagada. <ol style="list-style-type: none"> Válvula de retención defectuosa. 	<ol style="list-style-type: none"> Notifique a mantenimiento y a los supervisores.

Actividad N°7: Comparación de equipos

Lo que hay que hacer

En grupos, los participantes deberán elegir un modelo de perforadora específico y buscar la mayor cantidad de información en relación a su estructura y funcionamiento (web/bibliografía técnica/catálogos/manuales). Luego deberán confeccionar una presentación, indicando en forma muy resumida, los principales sistemas que lo conforman, sus principales características y diferencias con los modelos elegidos por los otros grupos.

Para qué sirve

A través de la realización de esta actividad, los participantes podrán aplicar los contenidos desarrollados hasta el momento, así como también recurrir al trabajo en equipo.

Materiales

- Lápices
- Hojas
- Conexión a Internet
- Acceso a Bibliotecas
- Acceso a Manuales/Catálogos de Equipos

Manos a la obra

Según lo revisado hasta el momento y aplicando los conocimientos de estructura y funcionamiento de la perforadora, se deberá discutir, analizar y confeccionar una presentación resumida considerando un equipo específico, y luego será expuesto en clases hacia el curso.

Puesta en común

El instructor le pedirá a un representante por grupo que comente las conclusiones y acuerdos a los que llegaron, comparando las respuestas entre los grupos, indagando el nivel de dificultad de la actividad y qué se aprendió de ella.

Finalmente, cada grupo deberá entregar la presentación que generaron, con el detalle de integrantes que participaron en su elaboración.



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

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

