



**TRENCHLESS EQUIPMENT SPECIALISTS**

# MANUAL DE OPERACIÓN

**Tuneladora  
Máquina con ruedas 960B**

**BH S/N: 29800**

**No. de Publicación 050038A**

**Rev. No. 061010**

© Akkerman Inc. 2006  
Todos los derechos reservados.

Akkerman Inc. 58256 266th Street Brownsdale, MN 55918  
Phone: 507-567-2261 Fax: 507-567-2605 email: [akk@akkerman.com](mailto:akk@akkerman.com)

**SERVICE • RELIABILITY • INNOVATION**



# Introducción

Este manual del operador incluye información importante de seguridad, operación y mantenimiento de su Tuneladora (TBM) Akkerman. Antes de operar y dar mantenimiento a este equipo es preciso que lea y entienda este manual, el manual del operador de la unidad de acarreo, el manual de operación del sistema de detección de gases y del sistema de hincado. Conserve este manual con la TBM en todo momento. Puede adquirir copias adicionales de este manual con el Departamento de Soporte de Productos de Akkerman.

El contratista será responsable del programa de seguridad general en el sitio de trabajo. Utilice este manual como parte del programa de seguridad.

El uso de partes de baja calidad puede afectar el desempeño eficiente del Escudo de Presión de Tierra. SIEMPRE debe utilizar partes Akkerman genuinas.

Es preciso que entienda las señales de seguridad, PELIGRO, ADVERTENCIA, PRECAUCIÓN, INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD y AVISO. Cuando vea estas palabras en este manual o en las etiquetas de seguridad que se encuentran en el equipo, debe obedecer el mensaje de seguridad para evitar lesiones personales o daños materiales.

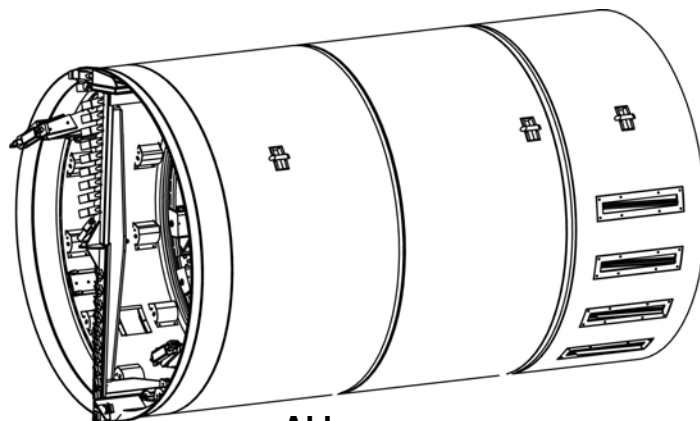
**▲ PELIGRO** Indica una situación de peligro extremo que, de no evitarse, CAUSARÁ la muerte o una lesión grave.

**▲ ADVERTENCIA** Indica una situación potencialmente peligrosa que, de no evitarse, PODRÍA causar la muerte o una lesión grave.

**▲ PRECAUCIÓN** Indica una situación potencialmente peligrosa que, de no evitarse, PODRÍA causar una lesión menor o leve. También se puede utilizar para alertar sobre prácticas poco seguras.

**INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD** Generalmente, consiste en mensajes individuales que indican los procedimientos o acciones que se deben seguir para la operación segura de un producto.

**AVISO** Identifica posibles daños materiales e información importante sobre la instalación, el operador o el mantenimiento.



**Akkerman  
Tuneladora 960B**

El hincado y la excavación son un tipo de “tecnología sin zanjas” que utiliza una tuneladora (TBM). La TBM avanza a través de la tierra mediante cilindros de hincado hidráulico en un sistema de hincado desde el tiro de lanzamiento. Conforme avanza la TBM, los potentes motores hidráulicos rotan dentro de un tambor interno. El cabezal cortante o dispositivo de placa cerrada se conecta al tambor. Al rotar, los dientes del dispositivo excavan la tierra y los desechos caen dentro del tambor. En el tambor hay cucharas y paletas que vacían los desechos en una banda transportadora que acarrea el material a una tolva. Una vez que se llena la tolva, ésta se retira de los conductos a través de una unidad de acarreo hasta el área de descarga en el tiro de lanzamiento, donde la tolva se levanta, se retira del tiro y se descarga.

Si encuentra algún error en este manual o conoce alguna manera de mejorar los procedimientos, le agradeceremos que lo haga de nuestro conocimiento. Puede enviar sus sugerencias por correo a: Akkerman Inc., Atención: Publicaciones Técnicas (Technical Publications), 58256 266th Street, Brownsdale, MN 55918.

Akkerman Inc. se reserva el derecho a mejorar sus productos sin previo aviso u obligación.

---

# NOTAS

# Contenido

<b>Seguridad</b> .....	<b>1</b>	<b>Inspección previa al arranque</b> .....	<b>4</b>
Esté al pendiente de la Información de seguridad .....	1-1	<b>Operación</b> .....	<b>5</b>
Lea el Manual del Operador .....	1-1	Lineamientos de operación .....	5-1
Utilice ropa de protección .....	1-1	Revisión del equipo antes del arranque .....	5-2
Realice los procedimientos de bloqueo de energía antes de dar servicio .....	1-2	Uso del paro de emergencia .....	5-3
Aceite/Líquidos hidráulicos bajo presión .....	1-2	Detector de gases .....	5-3
Tenga cuidado con las cargas suspendidas ...	1-2	Configuración del sistema .....	5-3
Mantenga al personal alejado de las partes en movimiento .....	1-3	Configuración de doble y triple abastecimiento del sistema hidráulico de la TBM .....	5-5
Soldadura no autorizada .....	1-3	Procedimiento de arranque .....	5-6
Limpie/Inspeccione el equipo con regularidad .....	1-3	Ajustes de dirección .....	5-7
Inspeccione las conexiones eléctricas .....	1-3	Uso de las aspas para polvo .....	5-8
Realice el mantenimiento de manera segura ..	1-4	Ajuste del control de rotación del tambor interno .....	5-8
Evite los puntos de apriete .....	1-4	Acceso al frente de la máquina .....	5-8
Manténgase alejado de la grúa .....	1-4	Paro diario .....	5-8
Pruebe la ventilación del túnel .....	1-5	<b>Transporte</b> .....	<b>6</b>
Resbaloso cuando está húmedo .....	1-5	Reglas de transporte .....	6-1
Prevención de incendios .....	1-5	Instrucciones de elevación .....	6-2
Prohibido fumar en el tiro o en el túnel .....	1-6	<b>Lubricantes</b> .....	<b>7</b>
Mantenga el sitio de trabajo limpio y organizado .....	1-6	Lubricante del tanque hidráulico .....	7-1
Manténgase alejado de la banda transportadora .....	1-6	Grasa .....	7-1
Manténgase alejado de la perforadora de tornillo sin fin .....	1-6	Almacenamiento de los lubricantes .....	7-1
Mantenga a las personas alejadas de la unidad de acarreo .....	1-7	<b>Mantenimiento periódico</b> .....	<b>8</b>
Evite el contacto con la pared del túnel .....	1-7	Intervalos de lubricación y mantenimiento .....	8-1
Tenga cuidado con la banda transportadora ...	1-7	Antes de realizar el mantenimiento .....	8-1
Realice los procedimientos de bloqueo de energía antes de dar servicio a la unidad de acarreo .....	1-8	Realice los procedimientos de bloqueo de energía antes de dar servicio .....	8-1
Evite la exposición a la luz del rayo láser .....	1-8	Aceite/Líquidos hidráulicos bajo presión .....	8-2
Recicle los desperdicios .....	1-8	Evite los puntos de apriete .....	8-2
<b>Etiquetas de seguridad</b> .....	<b>2</b>	Soldadura no autorizada .....	8-2
Tuneladora - Lado izquierdo .....	2-1	Tabla de mantenimiento .....	8-3
Tuneladora - Lado derecho .....	2-2	<b>Almacenamiento</b> .....	<b>9</b>
Banda transportadora .....	2-3	Preparación para el almacenamiento .....	9-1
Base del láser .....	2-4	Retiro del almacenamiento .....	9-1
<b>Terminología</b> .....	<b>3</b>	<b>Especificaciones</b> .....	<b>10</b>
Tuneladora .....	3-1	<b>Números de identificación</b> .....	<b>11</b>
Válvula de control de la TBM .....	3-3	<b>Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales</b> .....	<b>12</b>
Tablero de medidores .....	3-3	<b>Garantía</b> .....	<b>13</b>
Dispositivos del cabezal cortante .....	3-4		
Banda transportadora .....	3-5		
Base del láser .....	3-6		

## **NOTAS**

# Seguridad

---

## ESTÉ AL PENDIENTE DE LA INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

Cuando vea este símbolo de alerta de seguridad en el equipo o en este manual, debe estar al pendiente de la posibilidad de lesiones al personal o daños materiales.

Lea toda la información de seguridad.

Mantenga las etiquetas de seguridad limpias y en buenas condiciones. Reemplace las etiquetas de seguridad faltantes o dañadas.



**¡ATENCIÓN!  
¡ESTÉ ALERTA!  
¡SU SEGURIDAD ESTÁ EN JUEGO!**

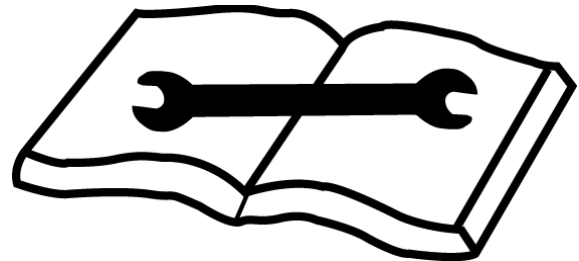
---

## LEA EL MANUAL DEL OPERADOR

**⚠ ADVERTENCIA** La operación o los procedimientos de mantenimiento poco seguros pueden causar lesiones graves o incluso la muerte.

Es preciso que lea y entienda el Manual del Operador antes de operar o dar servicio al equipo.

Toda modificación no autorizada invalidará la garantía.



---

## UTILICE ROPA DE PROTECCIÓN

Utilice la ropa de protección aprobada por la Administración de Seguridad e Higiene Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA, por sus siglas en inglés) para operar o dar mantenimiento a este equipo, incluyendo casco, guantes, anteojos de seguridad, tapones para los oídos u orejeras, visera y botas con punta de acero.

Utilice ropa que tenga un buen ajuste y retírese toda la joyería antes de trabajar en o cerca de este equipo. Esto evitará el peligro de que la ropa o las joyas queden atrapadas en las partes en movimiento o los controles.



---

## REALICE LOS PROCEDIMIENTOS DE BLOQUEO DE ENERGÍA ANTES DE DAR SERVICIO

**⚠ ADVERTENCIA** De no realizar los procedimientos de bloqueo antes de dar servicio se pueden causar lesiones graves o incluso la muerte.

Esta TBM contiene electricidad de alto voltaje.

Realice los procedimientos de BLOQUEO de la energía principal antes de dar servicio. Sólo un electricista certificado debe realizar las reparaciones eléctricas.



---

## ACEITE/LÍQUIDOS HIDRÁULICOS BAJO PRESIÓN

**⚠ ADVERTENCIA** El aceite u otros líquidos bajo presión que se escapan pueden penetrar la piel y causar lesiones graves o incluso la muerte.

Antes de realizar el mantenimiento o las reparaciones debe liberar la presión. Jamás realice trabajos de soldadura cerca de líneas de fluidos a presión.

NO utilice sus manos para revisar si hay fugas. Cuando revise si hay fugas, utilice un pedazo de madera o cartón.

Busque asistencia médica de inmediato en caso de que algún aceite o líquido sea inyectado en su piel. Si no consigue tratamiento médico adecuado puede sufrir una infección o reacción severa.



---

## TENGA CUIDADO CON LAS CARGAS SUSPENDIDAS

**⚠ ADVERTENCIA** Las cargas suspendidas pueden caer y causar lesiones graves o incluso la muerte.

En caso de ruptura de una manguera hidráulica del brazo de una grúa o excavadora, el brazo se puede caer inmediatamente.

No ingrese en áreas que se encuentren debajo o cerca de una carga.



---

## MANTENGA AL PERSONAL ALEJADO DE LAS PARTES EN MOVIMIENTO

**⚠ ADVERTENCIA** Riesgo de aplastamiento. Mantenga al personal alejado de la parte interna del sistema de hincado. De no hacerlo, se puede causar una lesión grave o incluso la muerte.

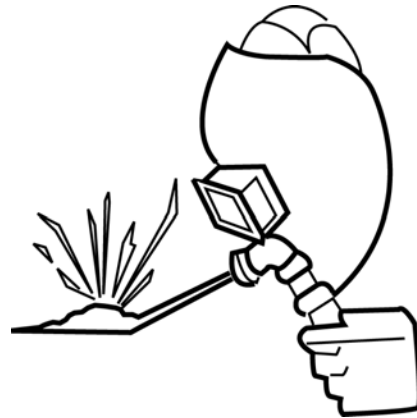


---

## SOLDADURA NO AUTORIZADA

**⚠ ADVERTENCIA** Los trabajos de soldadura no autorizada pueden causar daños estructurales que pueden provocar posibles lesiones o incluso la muerte.

No realice trabajos de soldadura en los elementos estructurales. Los trabajos no autorizados de soldadura o reparación invalidarán la garantía.

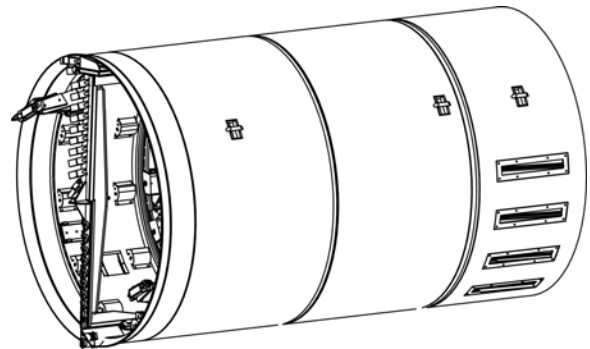


---

## LIMPIE E INSPECCIONE EL EQUIPO CON REGULARIDAD

Retire la grasa, aceite o desechos acumulados para evitar lesiones o daños potenciales al equipo.

Inspeccione el equipo para asegurarse de que no esté dañado. En caso de daños, repare o reemplace de inmediato.



---

## INSPECCIONE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS

**⚠ ADVERTENCIA** Inspeccione las conexiones eléctricas de manera regular para confirmar que sean seguras. De no hacerlo, se puede causar una explosión si la humedad penetra en las conexiones eléctricas poco seguras.



---

## REALICE LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO DE MANERA SEGURA

**⚠ ADVERTENCIA** Los movimientos inesperados del equipo pueden causar graves lesiones personales.

Realice los procedimientos de BLOQUEO de la energía antes de realizar el mantenimiento.

Antes de realizar reparaciones, ajustes o retirar obstáculos, apague el equipo.

Sólo el personal calificado y capacitado debe realizar los trabajos de mantenimiento o reparación.

Mantenga el área cerca del equipo limpia y seca mientras realiza los trabajos de mantenimiento.

Evite dar servicio a la máquina mientras esté en movimiento.

Reemplace las partes desgastadas o dañadas. Retire la grasa, aceite o desechos acumulados.



---

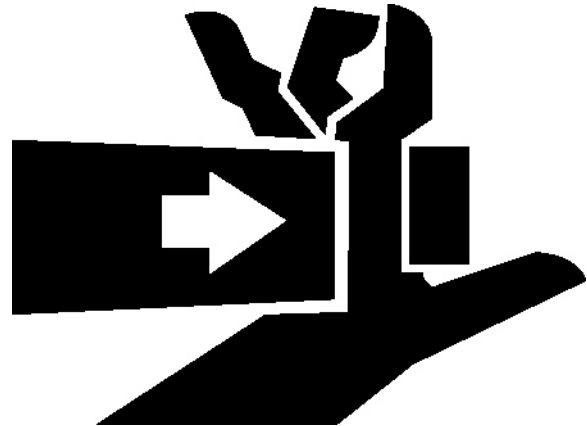
## EVITE LOS PUNTOS DE APRIETE

**⚠ ADVERTENCIA** Las partes en movimiento o el manejo inadecuado de las partes pueden causar graves lesiones personales.

Mantenga las manos alejadas de las partes en movimiento.

Cuide sus dedos, manos y piernas mientras el equipo esté en operación.

Maneje las partes con cuidado para evitar los riesgos de aplastamiento y de los puntos de apriete.



---

## MANTÉNGASE ALEJADO DE LA GRÚA

**⚠ PELIGRO** Manténgase alejado de las grúas en operación. Si están cerca de las líneas de energía, es posible que la grúa, la carga y la tierra se electrifiquen y causen lesiones graves o incluso la muerte.



---

## REALICE UNA PRUEBA DE LA VENTILACIÓN DEL TÚNEL

**⚠ ADVERTENCIA** Mantenga el cabezal de excavación y el túnel bien ventilados en todo momento.

Utilice un analizador de aire autorizado para detectar el contenido de oxígeno y gases peligrosos.

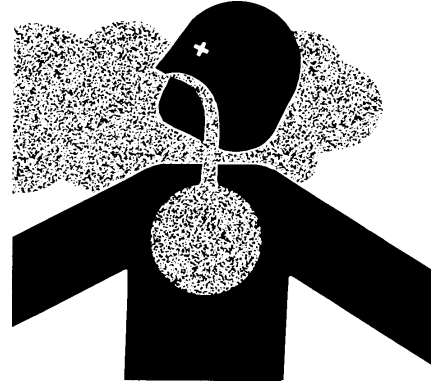
Antes y durante la operación del tiro, pruebe si hay presencia de combustibles y gases tóxicos o deficiencia de oxígeno.

Si se exceden los niveles prescritos por OSHA, ¡salga inmediatamente del túnel y el tiro! No active ni desactive los dispositivos eléctricos o hidráulicos, ya que las chispas pueden causar alguna explosión.

Una vez que TODO el personal haya salido del túnel/tiro, corte la energía desde la fuente.

Antes de volver a ingresar al túnel/tiro, es preciso retirar los gases.

No utilice la unidad de acarreo para evacuar el túnel. Los contactos eléctricos con la unidad pueden provocar una explosión.



---

## RESBALOSO CUANDO ESTÁ HÚMEDO

**⚠ ADVERTENCIA** Los resbalones y las caídas pueden causar graves lesiones al personal.

Asegúrese de pisar con firmeza cuando las condiciones sean húmedas o resbalosas.

Para evitar resbalones y caídas, reemplace el material anti-derrapante si está dañado o falta.

Retire la grasa, aceite o desechos acumulados.



---

## PREVENCIÓN DE INCENDIOS

**⚠ PRECAUCIÓN** Los incendios pueden causar lesiones o daños a la propiedad.

Mantenga el equipo limpio. Retire todos los desechos del equipo.

Tenga un extintor a la mano en todo momento. Mantenga el extintor totalmente cargado.



---

## SE PROHÍBE FUMAR EN EL TIRO O TÚNEL

**⚠ ADVERTENCIA** Fumar en el tiro o en el túnel puede causar una explosión en caso de que haya presencia de gases combustibles.

Se prohíbe fumar en el tiro o túnel.



---

## MANTENGA EL SITIO DE TRABAJO LIMPIO Y ORGANIZADO

**⚠ ADVERTENCIA** Los tropiezos pueden causar graves lesiones personales.

Asegúrese de mantener el sitio de trabajo limpio y organizado.



---

## MANTÉNGASE ALEJADO DE LA BANDA TRANSPORTADORA (SI EL EQUIPO CUENTA CON ELLA)

**⚠ PELIGRO** El contacto con la banda transportadora en movimiento o los rodillos tensores causa graves lesiones o incluso la muerte.

Mantenga las manos, el cuerpo y cualquier objeto lejos de la banda transportadora en movimiento.

Opere sólo con las cubiertas y protecciones apropiadas.

Bloquee la alimentación de energía antes de dar servicio a la banda transportadora.



---

## MANTÉNGASE ALEJADO DE LA PERFORADORA DE TORNILLO SIN FIN (SI EL EQUIPO CUENTA CON ELLA)

**⚠ PELIGRO** El contacto con la perforadora de tornillo sin fin causa lesiones graves o incluso la muerte.

Mantenga las manos, el cuerpo y los objetos alejados de la perforadora de tornillo sin fin.

Opere sólo con las cubiertas y protecciones apropiadas.

Realice los procedimientos de bloqueo de energía antes de dar servicio.



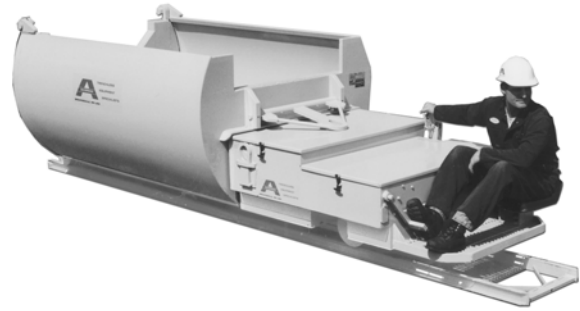
---

## MANTENGA AL PERSONAL ALEJADO DE LA UNIDAD DE ACARREO

Cuando la unidad de acarreo está en movimiento sólo el operador tiene permitido estar en el asiento de operación. No permita que otras personas se suban.

Las personas que se suben a la unidad de acarreo pueden sufrir lesiones al ser golpeadas por objetos o al salir expulsadas de la misma. Los pasajeros también pueden obstruir la visibilidad del operador, causando una operación poco segura del equipo.

Se puede permitir que un pasajero viaje en la tolva vacía (sólo con autorización del contratista) para efectuar el transporte del personal de la apertura del túnel al cabezal de excavación. En caso de autorizarse, el pasajero DEBE estar totalmente dentro de la tolva, incluyendo la cabeza y otras partes del cuerpo, para evitar el contacto con los obstáculos. Además, el pasajero no debe obstruir la visibilidad del operador.



---

## EVITE EL CONTACTO CON LA PARED DEL TÚNEL

**⚠ ADVERTENCIA** El contacto con la pared del túnel y otros obstáculos pueden causar graves lesiones personales o incluso la muerte.

Mantenga todas las partes del cuerpo dentro de la unidad de acarreo mientras esté en movimiento.



---

## TENGA CUIDADO CON LA BANDA TRANSPORTADORA

**⚠ ADVERTENCIA** Evite el contacto con la banda transportadora. De no hacerlo, se pueden causar lesiones graves o incluso la muerte.

Se debe evitar golpear la banda transportadora mientras se transporta la unidad de acarreo al túnel.



---

## REALICE LOS PROCEDIMIENTOS DE BLOQUEO DE ENERGÍA ANTES DE DAR SERVICIO A LA UNIDAD DE ACARREO

**⚠ ADVERTENCIA** De no realizar los procedimientos de bloqueo antes de dar servicio se pueden causar lesiones graves o incluso la muerte.

Desconecte el arnés de la batería del arnés del contactor y retire la batería de la unidad de acarreo para realizar el BLOQUEO de energía antes de dar mantenimiento.



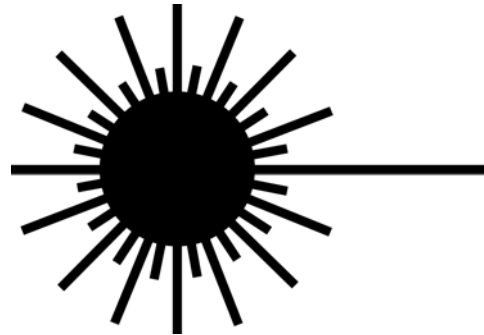
---

## EVITE LA EXPOSICIÓN A LA LUZ DEL LÁSER

**⚠ PELIGRO** Mirar hacia la luz láser provoca heridas graves.

No mire hacia el rayo de luz del sistema de teledirección láser. Evite la exposición directa de los ojos.

Para evitar una posible exposición a la radiación que exceda los límites aceptables de emisión, todas las reparaciones del láser deben ser realizadas por el fabricante original o por un técnico de servicio autorizado.

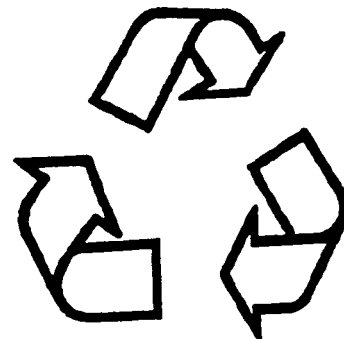


---

## RECICLE LOS DESPERDICIOS

Siga los reglamentos locales, estatales, federales e internacionales para reciclar o eliminar los desechos. Los desechos incluyen los líquidos/aceite, combustible, filtros, refrigerante y baterías.

Utilice recipientes a prueba de fugas cuando drene los líquidos/aceite. No vacíe los desechos en la tierra, por los drenajes o en las fuentes de agua.



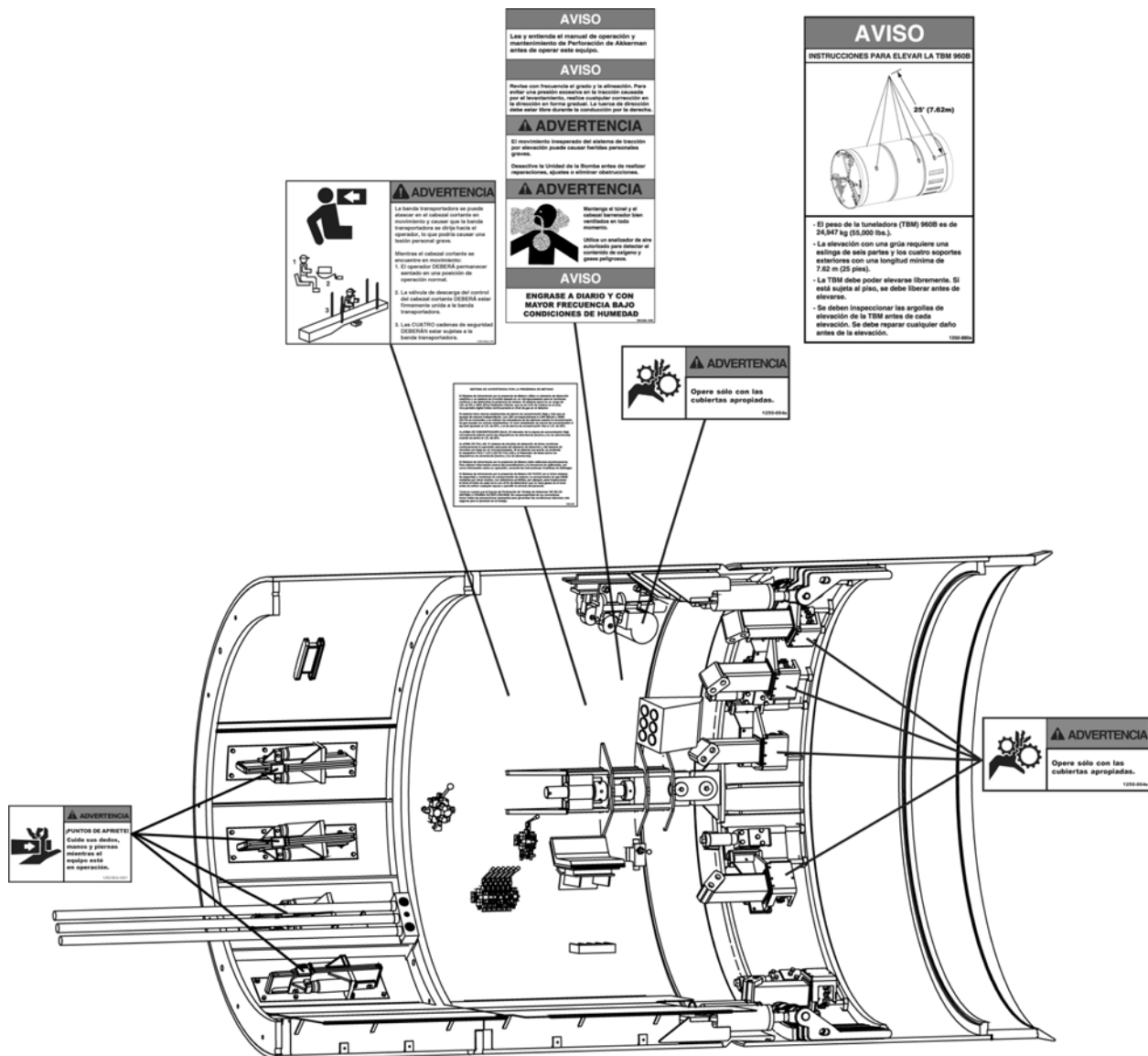
# Etiquetas de seguridad

Mantenga las etiquetas de seguridad limpias y legibles. Utilice un trapo suave, agua y jabón suave para limpiar las etiquetas en caso de que estén demasiado sucias para leerlas. NO limpie las etiquetas de seguridad con solventes. Los solventes pueden dañar las etiquetas. Reemplace las etiquetas de seguridad de inmediato en caso de que estén dañadas, desprendidas o sean difíciles de leer.

En caso de no seguir las instrucciones de seguridad se pueden causar lesiones graves o daños materiales. Para obtener etiquetas de seguridad de reemplazo gratuitas, llame a su representante de Soporte de Productos de Akkerman.

Si se reemplaza una parte que tenga una etiqueta de seguridad, se debe colocar una etiqueta de seguridad en la parte de reemplazo. Antes de colocar una nueva etiqueta, asegúrese de que la superficie esté limpia y seca.

## TUNELADORA - LADO IZQUIERDO

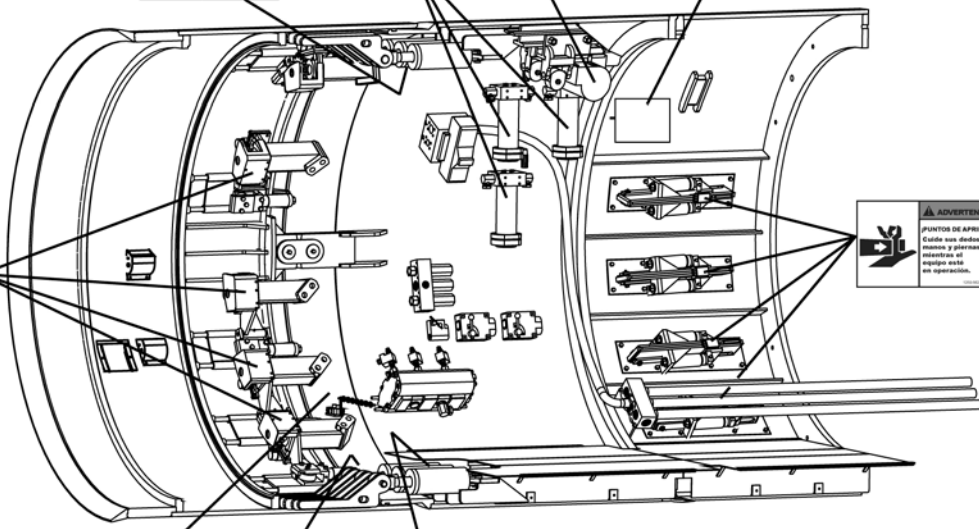


# TUNELADORA - LADO DERECHO

**AVISO**  
INSTRUCCIONES PARA ELEVAR LA TBM 960B



El peso de la tuneladora (TBM) 960B es de 24,947 kg (55,000 lbs.).  
 La elevación con una grúa requiere una estalga de sala partes y los cuatro apoyos exteriores con una longitud mínima de 7.62 m (25 pies).  
 La TBM debe poder elevarse libremente. Si está sujeta al piso, se debe liberar antes de elevarla.  
 Se deben inspeccionar las argollas de elevación de la TBM antes de cada elevación. Se debe reparar cualquier daño antes de la elevación.



**ADVERTENCIA**  
PUNTOS DE APRIETE: Cuida sus dedos, manos y piernas mientras el equipo esté en operación.

**AVISO**  
CAMBIE LOS ELEMENTOS DEL FILTRO CUANDO ASI SE INDIQUE

**ADVERTENCIA**  
Opere sólo con las cubiertas apropiadas.

**ADVERTENCIA**  
Opere sólo con las cubiertas apropiadas.

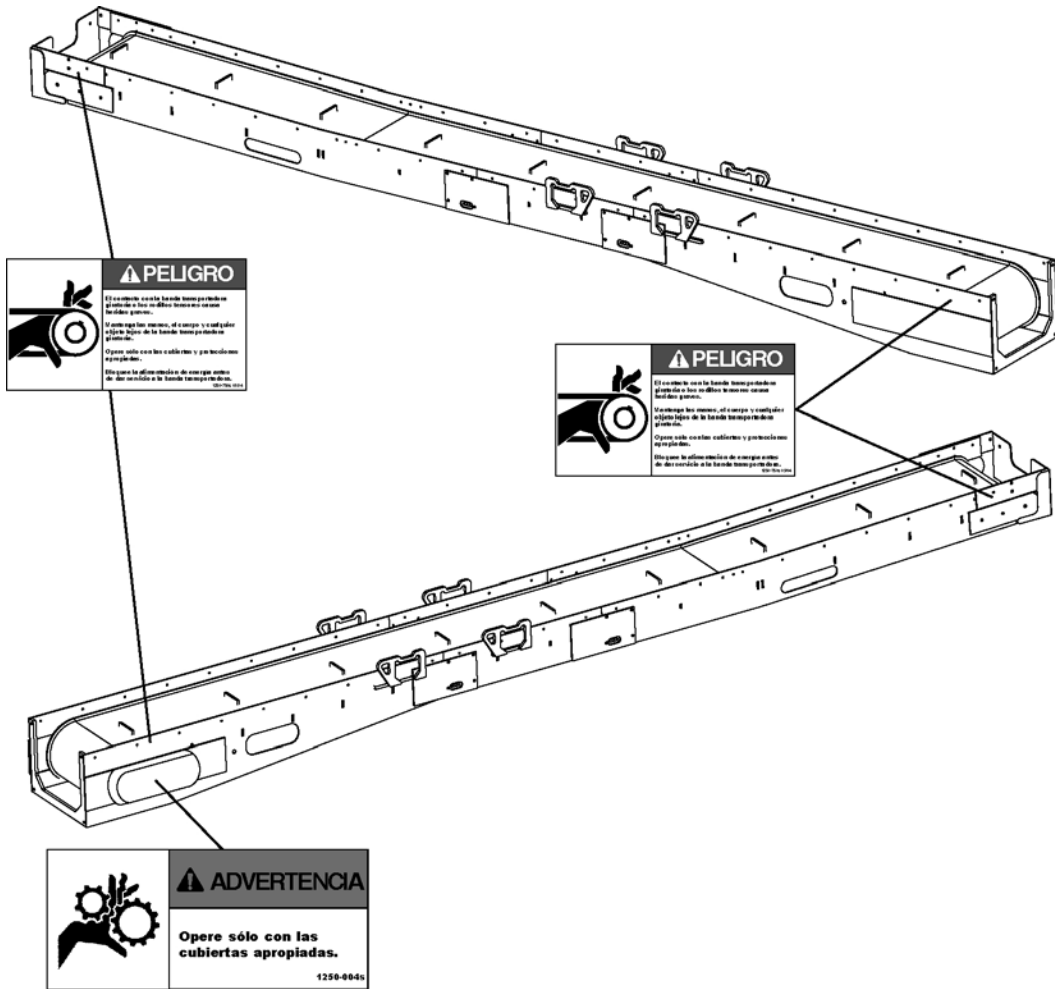
**ADVERTENCIA**  
PUNTOS DE APRIETE: Cuida sus dedos, manos y piernas mientras el equipo esté en operación.

**ADVERTENCIA**  
Opere sólo con las cubiertas apropiadas.

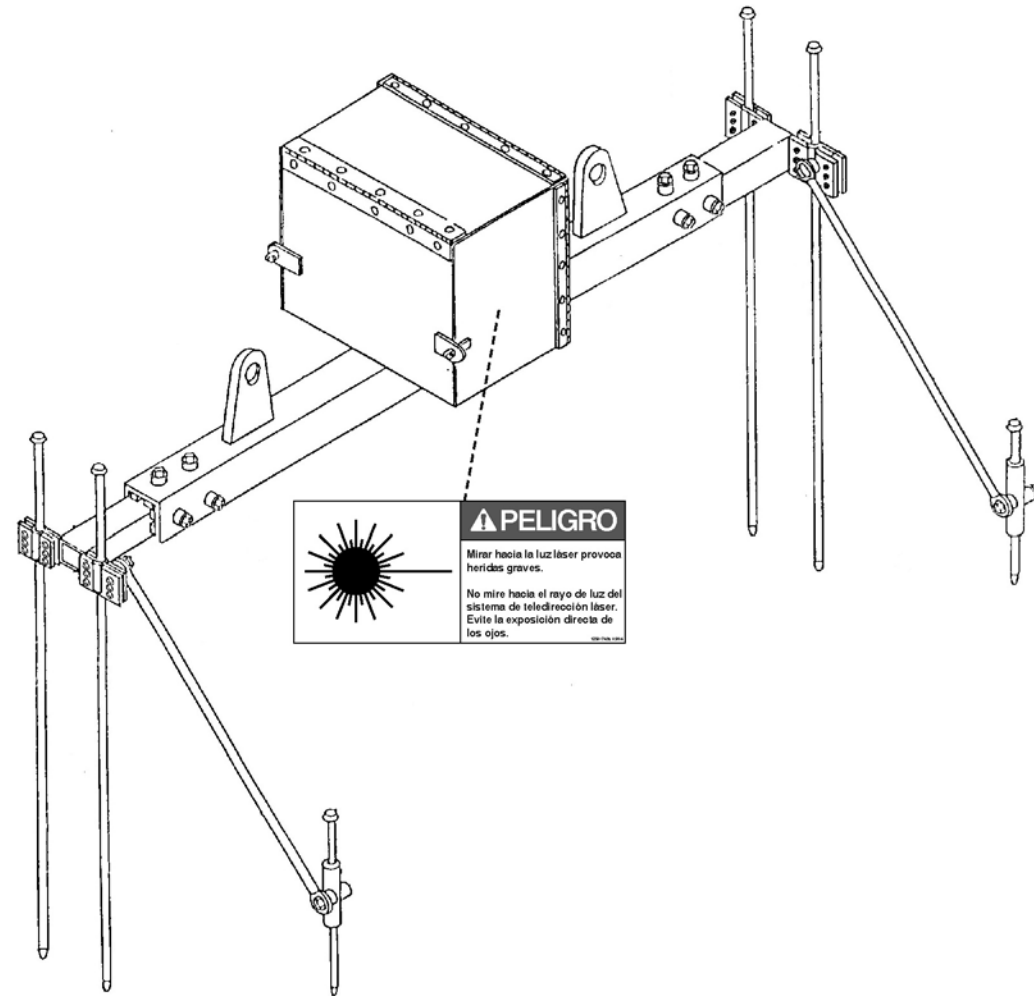
**ADVERTENCIA**  
PUNTOS DE APRIETE: Cuida sus dedos, manos y piernas mientras el equipo esté en operación.

**ADVERTENCIA**  
LA CADENA DE SEGURIDAD DEBE ESTAR CONECTADA A LA CINTA TRANSPORTADORA ANTES DE OPERAR EL TAMBOR INTERIOR.

# BANDA TRANSPORTADORA



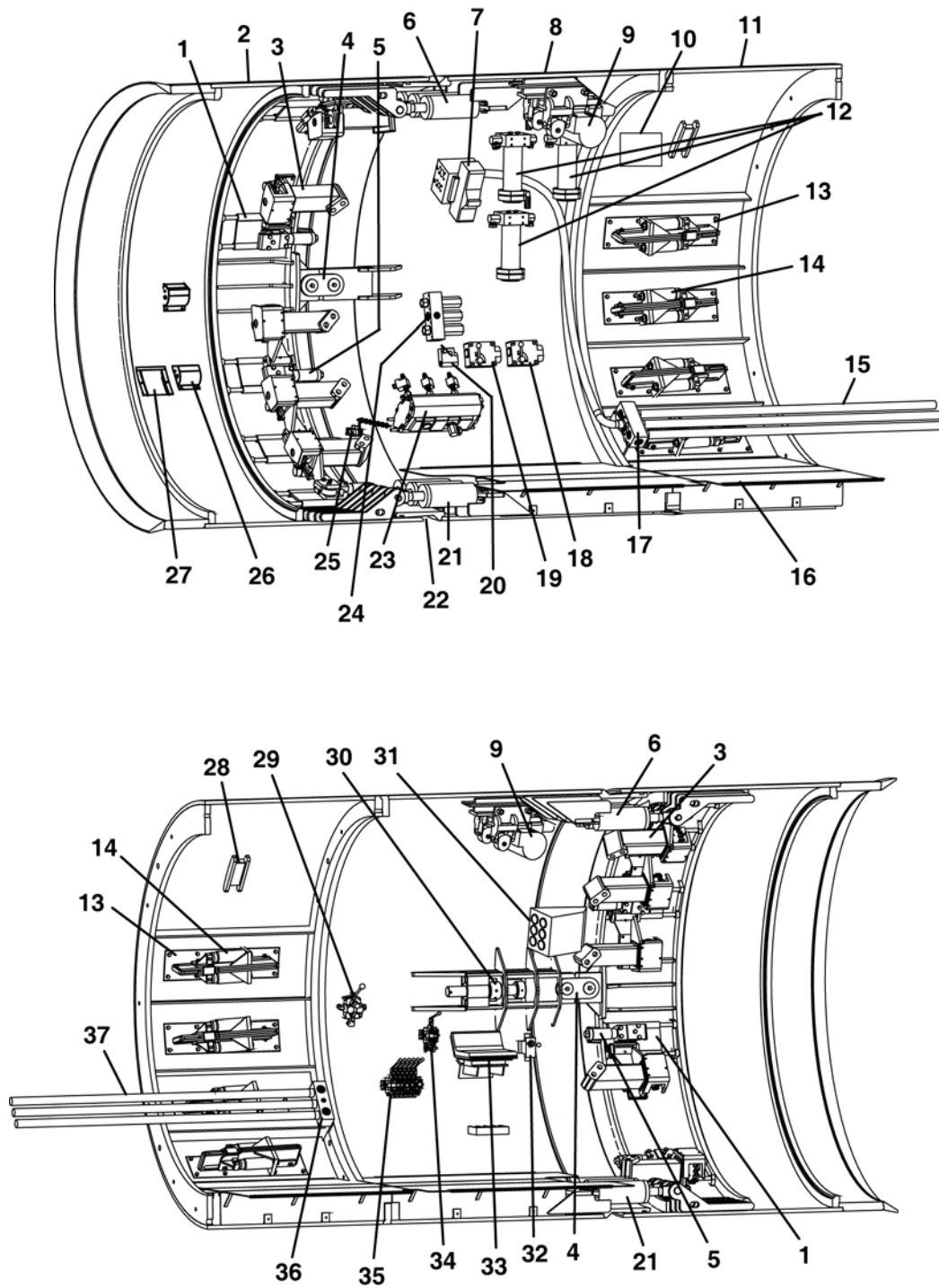
## BASE DEL LÁSER



# NOTAS

# Terminología

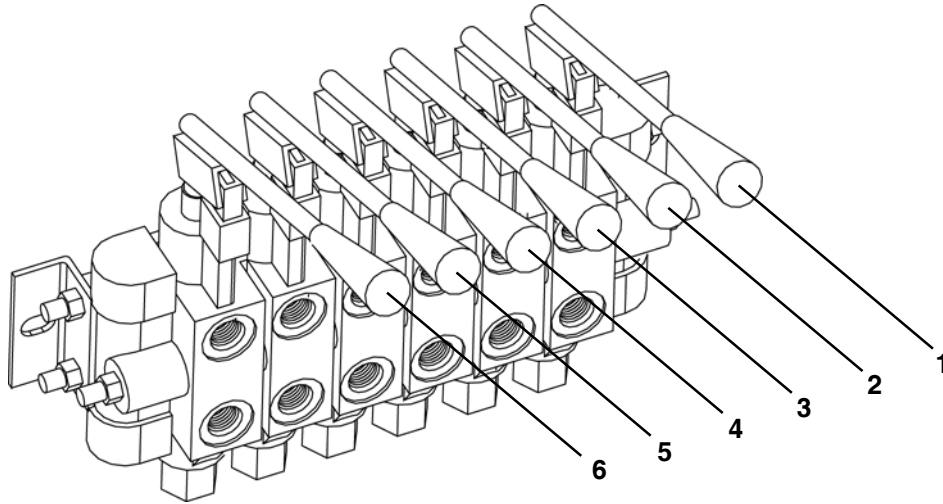
## TUNELADORA



### Terminología de la Tuneladora (cont.)

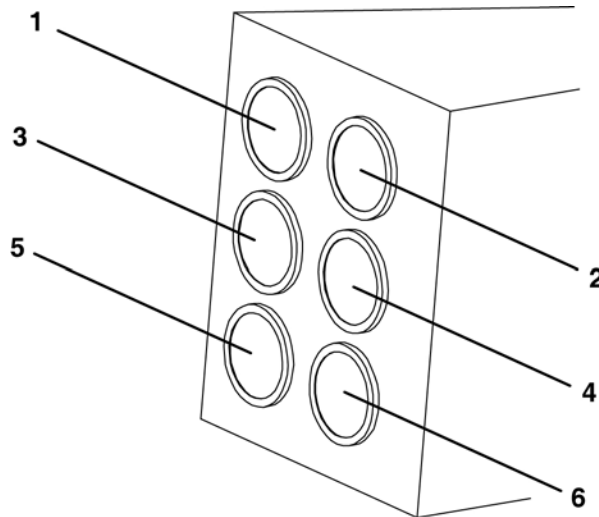
1. Ensamble de avance
2. Ensamble del tambor frontal y el motor
3. Motor de impulso
4. Biela de la dirección
5. Cilindro de avance
6. Cilindro de dirección (Superior)
7. Válvula de motor
8. Ensamble del tambor medio
9. Unidad de elevación de la banda transportadora
10. Sistema de detección de gases
11. Ensamble del tambor de aspas para polvo
12. Filtros de presión
13. Ensamble de las aspas para polvo
14. Cilindro de las aspas para polvo
15. Mangueras de retorno
16. Ensamble del suelo
17. Múltiple de retorno
18. Control de velocidad de la banda transportadora
19. Control de velocidad del tambor interno
20. Control de velocidad del selector
21. Cilindro de dirección (Inferior)
22. Articulación de la dirección
23. Distribuidor de caudal
24. Múltiple de abastecimiento
25. Válvula de seguridad de la banda transportadora
26. Rodillo del tambor
27. Cuchara para polvo
28. Cámara de elevación
29. Control de impulso de la banda transportadora
30. Ajuste de la dirección (Lado a Lado)
31. Tablero de medidores
32. Control de rotación del tambor interno
33. Asiento del operador
34. Control de grado/alineación
35. Válvula de control de la TBM
36. Múltiple de abastecimiento
37. Mangueras de abastecimiento

## VÁLVULA DE CONTROL DE LA TBM



- |   |                                      |                                      |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Avance del tambor interno                      | 4. Auxiliar                          | 6. Cilindros de las aspas para polvo |
| 2. Unidad de elevación de la banda transportadora | 5. Cilindros de las aspas para polvo |                                      |
| 3. Cilindros de dirección                         |                                      |                                      |

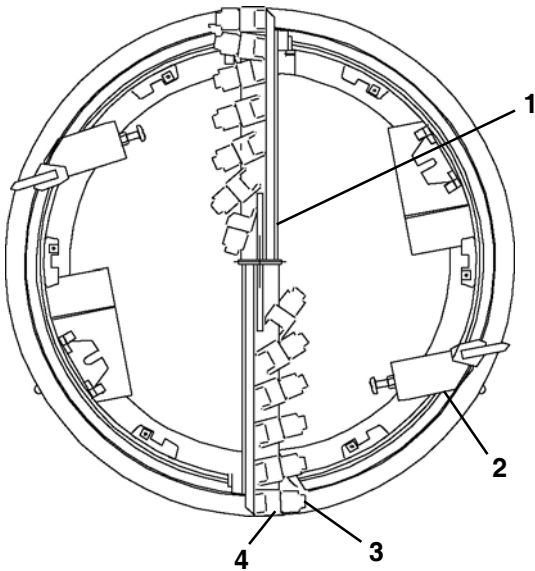
## TABLERO DE MEDIDORES



- |                             |                              |                               |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Dirección superior - PSI | 3. Piloto - PSI              | 5. Auxiliar - PSI             |
| 2. Dirección Inferior - PSI | 4. Rotación del tambor - PSI | 6. Banda transportadora - PSI |

## DISPOSITIVOS DEL CABEZAL CORTANTE

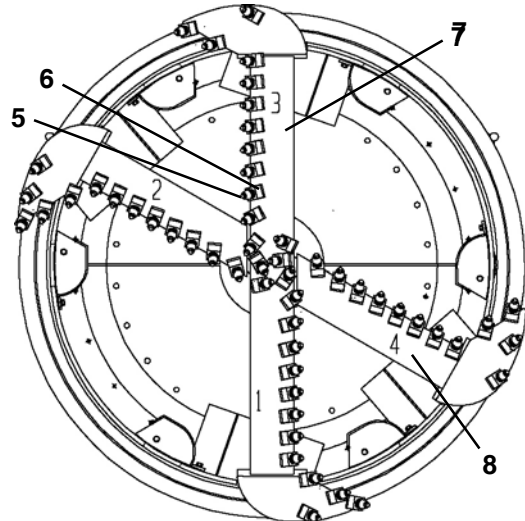
**Cabezal cortante de tierra**



**Cabezal cortante de tierra**

1. Barra del barreno
2. Barreno ajustable
3. Barreno dentado
4. Cámara dentada

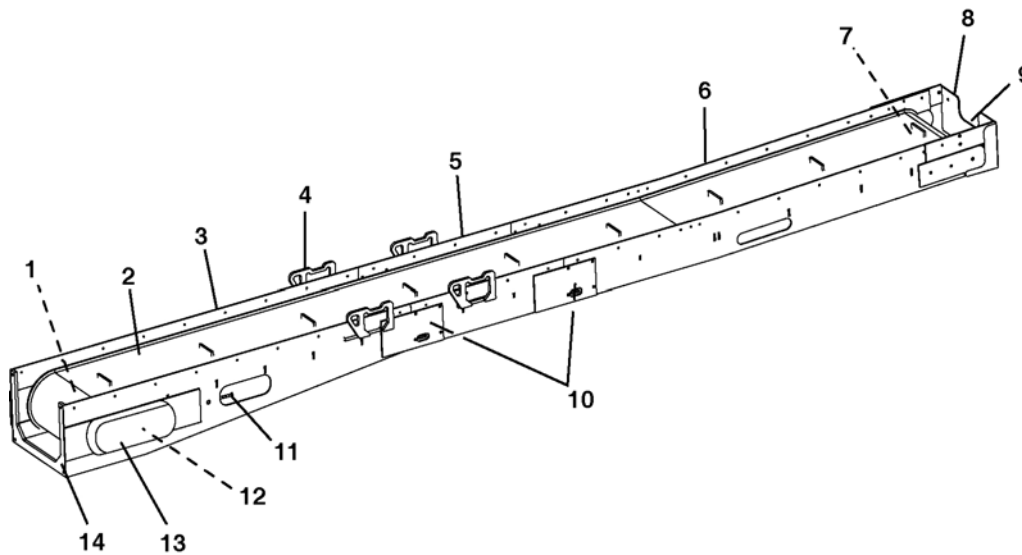
**Cabezal de la barra cuádruple de carburo**



**Cabezal de la barra cuádruple de carburo**

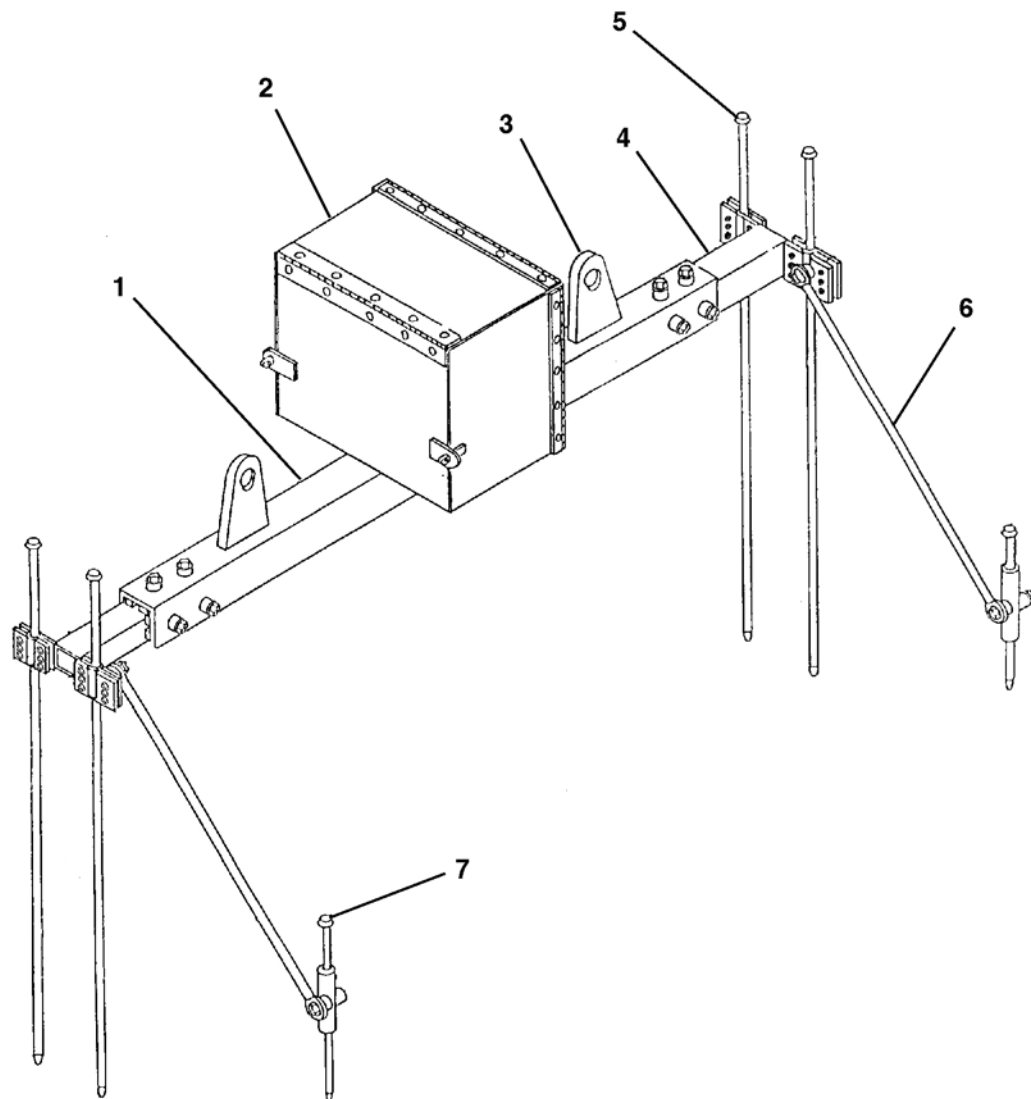
5. Diente de carburo
6. Soporte del diente
7. Estructura soldada de la barra del barreno
8. Estructura soldada de la barra cuádruple

## BANDA - TRANSPORTADORA



- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1. Ensamble del sistema del motor de impulso | 7. Ensamble del rodillo frontal                | 13. Cubierta de la cadena de la banda transportadora |
| 2. Bandas                                    | 8. Protección contra el polvo                  | 14. Soporte del extremo libre del sistema de impulso |
| 3. Ensamble del sistema de impulso           | 9. Cojinete de apoyo                           | 15. Cadena de seguridad (no se muestra)              |
| 4. Abrazadera del elevador                   | 10. Rodillo tensor                             |  |
| 5. Ensamble del sistema de extensión         | 11. Tornillo de ajuste de tensión de la banda  |  |
| 6. Ensamble del sistema de alimentación      | 12. Ensamble del motor de impulso y el rodillo |  |

## BASE DEL LÁSER



- 1. Marco ajustable
- 2. Ensamble de la caja del láser
- 3. Abrazadera del elevador
- 4. Tubo de corredera

- 5. Poste largo
- 6. Tubo de soporte
- 7. Poste corto

# Inspección previa al arranque

**⚠ ADVERTENCIA** Evite operar este equipo antes de haber leído, estudiado y entendido este manual y los manuales de operación de su bloque de alimentación, de la unidad de acarreo, del sistema de detección de gases y del sistema de hincado. Se debe realizar una inspección diaria del equipo para evitar lesiones graves o la muerte del personal, o daños al equipo.

El contratista es totalmente responsable de la seguridad de todo el personal en el sitio de trabajo. Confirme con el contratista que se ha cumplido con todos los requisitos de preparación del sitio. Asegúrese de cumplir con todos los reglamentos de OSHA, como: un programa de seguridad activo y en práctica, permiso para trabajos en espacios confinados (de ser necesario), uso de equipo de protección personal, los materiales inflamables, combustibles y peligrosos están bien almacenados; se cuenta con procedimientos de bloqueo/señalización.

Utilice la siguiente lista de verificación ✓ como una guía para la inspección diaria previa al arranque.

1.	Utilice la notificación "ONE-CALL" para revisar que no haya líneas de servicios subterráneas antes de comenzar a excavar.
2.	Revise que los tiros excavados de lanzamiento y recepción estén bien apuntalados y reforzados para evitar deslaves o derrumbes.
3.	Limpie por completo el equipo para eliminar cualquier rastro de lodo y tierra. Mantenga el sitio de trabajo limpio y organizado.
4.	Revise la condición del equipo de protección personal. Reemplace el equipo si está defectuoso.
5.	El contratista es responsable de que todo el personal utilice el equipo de protección adecuado en el sitio de trabajo.
6.	Retire del equipo cualquier material combustible o inflamable. Almacene los materiales adecuadamente.
7.	Al inicio de cada turno, pruebe el botón de Paro de Emergencia en el bloque de alimentación (y cualesquiera botones remotos) para verificar su operación correcta.
8.	Compruebe que la operación de los detectores de monitoreo del aire y ventilación sea adecuada.
9.	El sensor del detector de gases debe estar instalado con el sensor hacia abajo para asegurar su operación correcta y prevenir la acumulación de humedad o contaminantes, tales como aceite y tierra.
10.	Inspeccione a detalle todos los equipos en busca de daños, incluyendo partes sueltas o faltantes. Repáre o reemplace esas partes antes de operar.
11.	Asegúrese de que todas las cubiertas y protecciones estén en su lugar antes de operar la máquina.
12.	Revise las líneas eléctricas en busca de cables o aislamientos pelados, dañados o desgastados. Reemplace las líneas o conexiones eléctricas dañadas o desgastadas.
13.	Revise que no haya fugas de fluidos. Repare las fugas o reemplace los componentes.
14.	Mantenga el sitio de trabajo limpio y organizado.
15.	Realice todos los procedimientos de lubricación y mantenimiento. Consulte la Sección 9, Mantenimiento periódico.
16.	Pruebe cada función y control para asegurar su operación correcta.
17.	Revise las mangueras y tubos hidráulicos en busca de fugas, desgaste o daños. Reemplace cualquier manguera o tubo defectuoso.
18.	Revise el nivel de aceite hidráulico de los tanques. Añada aceite si es necesario.
19.	Realice una inspección en su equipo previa al arranque. Consulte el manual del operador de su equipo.
20.	La banda transportadora se DEBE afianzar con cuatro cadenas de seguridad sujetas a la abrazadera de la banda transportadora en la TBM y la cadena de la válvula de control del cabezal cortante debe estar sujeta a la banda transportadora.
21.	Compruebe que los motores eléctricos tengan la rotación correcta antes de operar la tuneladora.

# Operación

## LÍNEAMIENTOS DE OPERACIÓN

**⚠ ADVERTENCIA** Evite operar este equipo antes de haber leído, estudiado y entendido este manual y los manuales de operación de la unidad de acarreo, del sistema de detección de gases y del sistema de hincado. De no hacerlo, se puede causar una lesión grave o incluso la muerte.

1. Antes de la operación, debe leer y entender las secciones de Seguridad, Inspección previa al arranque, Operación y Mantenimiento.
2. No opere el equipo bajo la influencia de alcohol, drogas o medicamentos.
3. Siga todos los reglamentos y procedimientos de seguridad Federales, Estatales y Locales.
4. Asegúrese de que todo el personal utilice el equipo de protección indicado por OSHA.
5. Cerciórese de que el área sea segura para la operación. Mantenga el sitio de trabajo limpio y en orden.
6. **JAMÁS** opere el equipo si ha sido inundado por agua. Contacte al representante de Soporte de Productos de Akkerman para que le indique los procedimientos adecuados para volver a poner el equipo en operación.
7. Debe tener un extintor de incendios cargado en el sitio de trabajo en todo momento.
8. Antes de la operación, inspeccione bien todo el equipo y repare cualquier problema. Revise que las mangueras no tengan cortes ni protuberancias. Reemplace las mangueras desgastadas o dañadas.
9. Asegúrese de que los tiros excavados de lanzamiento y recepción estén bien apuntalados y reforzados para evitar deslaves o derrumbes.
10. Compruebe que la operación de los detectores de monitoreo del aire y ventilación sea adecuada. Jamás ingrese a un túnel sin detectores de gases combustibles y detectores de falta de oxígeno.
11. Todas las áreas de trabajo subterráneas deben contar con un suministro de aire fresco suficiente para evitar acumulaciones peligrosas de polvo, humos, rocíos, vapores o gases.
12. Una persona totalmente capacitada y calificada en señalizaciones debe dirigir al operador de la tuneladora o de la grúa durante las operaciones de elevación y descenso de equipo en los tiros de lanzamiento o recepción.
13. Jamás camine ni trabaje bajo ninguna parte de la tuneladora, la grúa o las cargas suspendidas.
14. Pruebe cada función y control para asegurarse de que funcionen adecuadamente.
15. Realice el bloqueo de la energía eléctrica en la fuente (generador) antes de dar servicio a los componentes eléctricos.
16. No realice modificaciones a los productos Akkerman. Ello puede causar fallas estructurales e invalidar la garantía.
17. Revise los blindajes y protecciones. Deben estar en su lugar y sin daños.
18. Antes de arrancar el equipo, inspecciónelo con detalle. Haga saber al personal del sitio de trabajo que está arrancando el equipo. No arranque el equipo sin antes asegurarse de que todo el personal no autorizado esté lejos del mismo.

*(continúa en la siguiente página)*

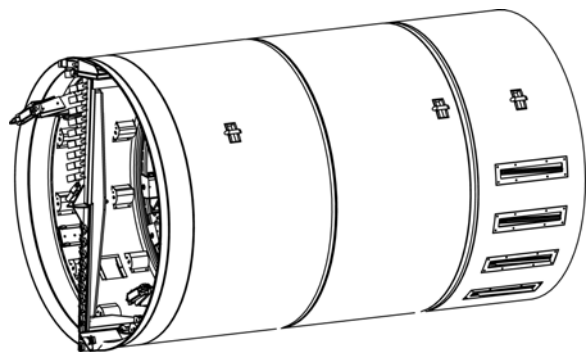
### Lineamientos de operación (cont.)

19. Antes de dejar el asiento del operador, libere la presión hidráulica, realice el procedimiento de paro diario del sistema y desconecte la fuente de energía principal.
20. Realice el procedimiento de bloqueo del interruptor de la energía principal, apague el generador u otra fuente externa de energía y coloque una señalización de NO OPERAR o una señalización similar de advertencia en el interruptor de la energía principal antes de realizar el mantenimiento.
21. Revise con frecuencia la alineación de la línea y el grado.
22. La banda transportadora se DEBE afianzar con cuatro cadenas de seguridad sujetas a la abrazadera de la banda transportadora en la TBM y la cadena de la válvula de control del cabezal cortante debe estar sujeto a la banda transportadora.
23. En caso de perder este manual, contacte a su representante de Soporte de Productos de Akkerman para recibir uno nuevo.
24. El operador deberá anotar e informar de cualquier disminución en el tiempo de operación de la máquina que pudiera ser una advertencia de futuros problemas.
25. No realice ajustes ni reparaciones en los componentes del sistema mientras esté en operación o antes de haber liberado la presión y realizado el bloqueo y la señalización de la energía eléctrica.
26. Esta tuneladora utiliza elementos hidráulicos de alta presión. Asegúrese de que todas las cubiertas y protecciones estén en su lugar antes de operar la máquina.
27. Revise con frecuencia el rayo del láser para evitar problemas de alineación. Mantenga el cabezal de excavación bien ventilado para lograr una temperatura consistente en todos los conductos, ya que los cambios de temperatura dentro de los mismos pueden causar que el láser se desvíe del objetivo.

---

## REVISIÓN DEL EQUIPO ANTES DEL ARRANQUE

1. Engrase los componentes como se indica en la sección "Mantenimiento Periódico".
2. Revise el nivel de aceite del tanque hidráulico del bloque de alimentación. Si es necesario, agregue aceite.
3. Inspeccione diariamente los cables del elevador de la banda transportadora y replácelos de inmediato si hay señales de desgaste.
4. Inspeccione todas las mangueras y líneas eléctricas para verificar su instalación correcta y que no estén dañadas. Si están dañadas, replácelas con nuevas antes de operar.
5. Consulte los manuales de operación de su bloque de alimentación, la unidad de acarreo, el sistema de detección de gases y el sistema de hincado para realizar las inspecciones previas al arranque.



---

## USO DEL PARO DE EMERGENCIA

El tablero de control del Bloque de Alimentación P600 cuenta con un botón de Paro de emergencia (E-Stop) y sensores.

Presione el botón E-Stop para detener la energía hidráulica y eléctrica, aunque las luces de operación permanezcan encendidas.

Se debe jalar el botón E-Stop para reanudar la operación.

---

## DETECTOR DE GASES

**⚠ PELIGRO** Recuerde que los efectos dañinos de entrar en una atmósfera con deficiencia de oxígeno pueden ser tan inmediatos que podría resultar imposible regresar a un espacio seguro.

El sistema de detección de gases instalado en el sistema de la TBM sólo monitorea los niveles de gases combustibles. El monitoreo de los niveles de gases es responsabilidad del contratista. Esto incluye la acumulación de gases combustibles y tóxicos, así como el agotamiento del oxígeno. El contratista debe mantener el túnel ventilado con aire fresco.

El sistema de detección de gases instalado en la TBM NO DEBE ser el único sistema de monitoreo de metano u otros combustibles. Se debe medir la concentración de gases con otros detectores portátiles para inspeccionar el túnel al comienzo de cada turno y determinar si el túnel está libre de gases antes de energizar el equipo del túnel o de permitir que el personal ingrese en el mismo. El contratista es responsable de proporcionar analizadores de aire para detectar gases peligrosos o la deficiencia de oxígeno en el trabajo y en el túnel en todo momento.

---

## CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

1. El contratista es totalmente responsable del diseño y la construcción de los tiros de lanzamiento y recepción requeridos por OSHA. Para obtener diagramas de configuración e instalación específicos para el proyecto, el tamaño de los conductos y el tipo de apuntalamiento, contacte al Departamento de Ventas de Akkerman.

**⚠ ADVERTENCIA** Es posible que haya gases presentes durante la excavación que podrían causar lesiones graves o incluso la muerte del personal. Utilice un analizador de aire aprobado para detectar gases peligrosos en el sitio de trabajo y el túnel en todo momento.

2. Después de completar el análisis del suelo, el diseño de la disposición de los tiros y el levantamiento, se deben excavar los tiros de lanzamiento y recepción. Asegúrese de que todos los tiros estén bien drenados antes de utilizar el apuntalamiento y el refuerzo adecuados, conforme a los reglamentos locales, estatales y federales.

3. Construya un piso en el tiro con una base sólida adecuada para el peso del sistema de hincado, el sistema de la TBM y la tubería. Para conocer los requisitos del suelo del tiro, contacte a los ingenieros civiles y estructurales.

4. Coloque placas de acero en el piso del tiro de hincado para soportar la base del patín (rieles), el sistema de hincado, la TBM y los conductos.

5. Construya un macizo de anclaje que soporte la carga aplicada. Se debe consultar a un ingeniero estructural para el diseño del macizo. El macizo debe estar en ángulo recto con la línea del eje del túnel y el ensamble del patín.

**AVISO** Si se utiliza un sistema de hincado, se debe proporcionar el espacio necesario para el láser detrás del mismo.

*(continúa en la siguiente página)*

**Configuración del sistema (cont.)**

**⚠ ADVERTENCIA** Las cargas suspendidas pueden caer y causar graves lesiones o incluso la muerte. No permita que nadie ingrese en áreas que se encuentren debajo o cerca de una carga.

**AVISO** Asegúrese de que la grúa o la tuneladora y todo el equipo de elevación cuenten con la capacidad requerida para levantar la carga. Recuerde que tal vez pueda levantar la carga cerca del nivel del suelo, pero al cambiar el radio y la elevación de la carga, la capacidad de elevación de la grúa o tuneladora disminuye.

6. Haga descender el ensamble del patín en el tiro de lanzamiento utilizando los ensamblados de las orejas de elevación y colóquelo contra el macizo de anclaje. Corrija el grado y la línea del ensamble del patín con tornillos de nivelación. Asegúrese de que haya al menos 15.2 cm (6 pulg.) entre el frente de los rieles de hincado y el punto donde se ubicará el sello de lanzamiento. Haga descender los otros ensamblados del patín en el tiro de lanzamiento, según sea necesario. Alinee las secciones del patín y móntelas con pernos y tuercas de 2 pulg.

7. Instale las barras hendidas del patín en el ensamble de la base del patín, asegurándose de que los orificios de la barra queden alineados con los orificios del ensamble del patín. Inserte las chavetas hendidas con la hendidura de la chaveta en la posición de las 12:00 con respecto al tornillo de fijación. Asegure las chavetas hendidas del patín con tornillos de fijación.

8. Asegúrese de que el ensamble del patín esté en contacto total contra el macizo de apoyo.

**AVISO** Ambos extremos del marco del patín DEBEN estar contra el macizo de apoyo, de lo contrario se dañará el marco del patín durante la operación de hincado.

9. Una vez que los ensamblados del patín estén bien unidos, corrija el grado y la línea de ensamble del patín con los tornillos de nivelación.

10. Haga descender el sistema de hincado sobre los rieles del ensamble del patín y asegúrese de que el marco esté bien centrado sobre los rieles.

11. Haga descender el bloque de alimentación P600 sobre una base nivelada y sólida, a una distancia adecuada del borde del tiro, para evitar derrumbes en el mismo.

12. Haga descender la tuneladora (TBM) sobre el frente del ensamble del patín, asegurándose de que los dientes del barreno de la TBM no golpeen el ensamble del patín al rotar el cabezal cortante.

13. Coloque el generador o la fuente de alimentación principal lo más lejos que sea posible del tiro de lanzamiento. Esto reducirá el ruido para el operador y facilitará la comunicación con el personal en los tiros de lanzamiento y recepción.

14. Haga descender la base del sistema láser de guía lo más cerca posible de la parte posterior del tiro de hincado sin hacer contacto con el ensamble del patín, el sistema de hincado o el macizo de apoyo. Asegúrese de que el sistema de guía no se vea afectado por el empuje aplicado sobre el sistema de hincado.

**AVISO** Para una instalación adecuada del sistema de guía, consulte los requisitos de instalación del fabricante del láser. Asegúrese de que el rayo láser tenga una ruta sin obstáculos hasta el objetivo.

15. Instale el sello del tiro de lanzamiento y la tubería de perforación en el tiro de lanzamiento, si así se requiere.

16. Vuelva a revisar el marco de base del sistema de hincado y su alineación. Revise la elevación de la máquina y realice los cálculos finales de la tubería, dando margen al "sobrecorte" de la broca de corte.

17. Configure el bloque de alimentación, el sistema hidráulico (consulte "Configuración de doble y triple abastecimiento del sistema hidráulico de la TBM") y el sistema hidráulico del sistema de hincado, y realice las conexiones eléctricas. Revise que la rotación del motor eléctrico sea correcta.

18. Asegúrese de que el grado y la alineación de la TBM estén en paralelo con la base del sistema de hincado.

19. Instale la banda transportadora en la TBM y conecte los cables de elevación a la posición delantera de levantamiento de las orejas de elevación. Levante la banda transportadora y el cojinete deslizante al frente de la banda transportadora sobre la clavija en el centro de la barra del barreno. Coloque las cadenas de seguridad en la banda transportadora y haga bajar el elevador de la banda transportadora lo suficiente como para dar una holgura adecuada a los cables de elevación, de manera que pueda mover

## CONFIGURACIÓN DE DOBLE Y TRIPLE ABASTECIMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA TBM

Existen dos opciones de abastecimiento hidráulico/retorno disponibles para configurar el Bloque de Alimentación P600 con la Tuneladora 960B: el doble abastecimiento y el triple abastecimiento.

La opción de doble abastecimiento suministra 120 gpm de aceite de baja presión (3,000 psi) hacia el cabezal de excavación, la dirección y la banda transportadora. De manera específica, se alimentan 60 gpm a 3,000 psi al circuito de la banda transportadora, al circuito auxiliar (dirección, cilindro de las aspas para polvo, avance del tambor interno, etc.) y a la transmisión del cabezal, y otros 60 gpm a 3,000 psi se dedican a los motores de impulso del cabezal cortante.

La opción de triple abastecimiento suministra otros 60 gpm de aceite de baja presión (3,000 psi) para los motores de impulso del cabezal cortante, con lo que se obtiene un total de 120 gpm a 3,000 psi dedicados a dichos motores.

A un caudal máximo, el doble abastecimiento con 8 motores de impulso producen aproximadamente 3 rpm, mientras que el triple abastecimiento con 8 motores de impulso produce aproximadamente 5 rpm.

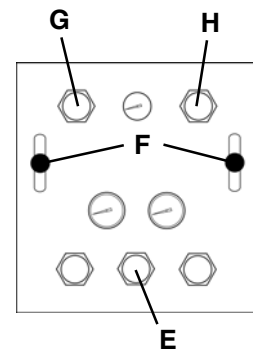
### Conexiones hidráulicas de la TBM:

#### • Doble abastecimiento (120 gpm de aceite de baja presión)

1. Conecte dos mangueras de abastecimiento del P600 a las dos mangueras de los orificios superiores (A) en el múltiple de abastecimiento.
2. Conecte dos mangueras de retorno del P600 a las dos mangueras de los orificios superiores (B) en el múltiple de retorno.

#### • Triple abastecimiento (180 gpm de aceite de baja presión)

1. Conecte tres mangueras de abastecimiento del P600 a las tres mangueras de los orificios (A, C) en el múltiple de abastecimiento.
2. Conecte tres mangueras de retorno del P600 a las tres mangueras de los orificios (B, C) en el múltiple de retorno.



Módulo de baja presión del P600

### Conexiones del Bloque de Alimentación:

#### • Doble abastecimiento

1. Conecte las dos mangueras de abastecimiento de la TBM al orificio (E) en los dos módulos de baja presión.
2. En cada módulo, baje AMBAS palancas de mando (F) a 60 gpm para cada módulo.

### AVISO

Deben activarse ambos controles de las bombas en cada módulo para combinar el caudal a 60 gpm para cada módulo o para un caudal combinado de 120 gpm para ambos módulos de baja presión. Al activar un control de bombas se producirán sólo 30 gpm de aceite de cada módulo de baja presión o un caudal combinado de 60 gpm de ambos módulos.

3. Conecte las mangueras de retorno de la TBM a los orificios de retorno (G o H) en los módulos del Bloque de Alimentación.

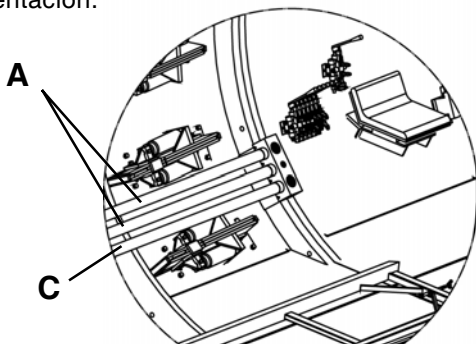
#### • Triple abastecimiento

1. Conecte las tres mangueras de abastecimiento de la TBM al orificio (E) en los tres módulos de baja presión.
2. En cada módulo, baje AMBAS palancas de mando (F) a 60 gpm para cada módulo.

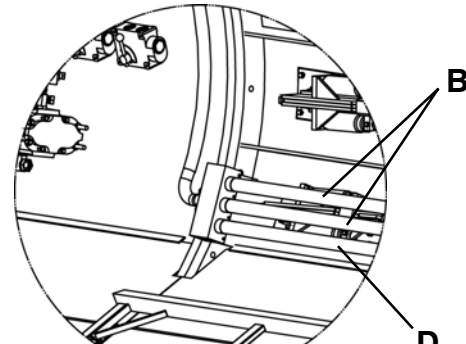
### AVISO

Deben activarse ambos controles de las bombas en cada módulo para combinar el caudal a 60 gpm para cada módulo o para un caudal combinado de 180 gpm para los tres módulos de baja presión. Al activar un control de bombas se producirán sólo 30 gpm de aceite de cada módulo de baja presión o un caudal combinado de 90 gpm de los tres módulos.

3. Conecte las mangueras de retorno de la TBM a los orificios de retorno (G o H) en los módulos del Bloque de Alimentación.



Múltiple de abastecimiento



Múltiple de retorno

## PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

### AVISO

Se deben realizar los procedimientos de configuración de doble y triple abastecimiento del sistema hidráulico y de configuración del sistema (consulte las páginas anteriores) antes de realizar el procedimiento de arranque.

1. Con el botón de Paro de Emergencia presionado hasta la posición de paro y todos los demás controles en la posición OFF (APAGADO), conecte el generador o alguna otra fuente de energía externa (480 V, 450 amp., como mínimo [se recomienda que no exceda de 500 amp.]) a la unidad de bombeo/bloque de alimentación.
2. Ajuste todos los controles de la TBM en la posición OFF.
3. Encienda el suministro de agua de enfriamiento hacia el intercambiador de calor del bloque de alimentación/la unidad de bombeo.
4. Jale el botón E-Stop para conectar la energía.
5. Encienda el bloque de alimentación de energía para operar las funciones: principal, auxiliar, enfriamiento y banda transportadora. Consulte el manual de operación de su Bloque de Alimentación P600 para más detalles.
6. Opere la válvula de control de Avance del tambor ajustándola en la posición más avanzada.

### AVISO

Asegúrese de que haya una tracción hacia delante en los cables de elevación de la banda transportadora y las cadenas de seguridad en todo el desplazamiento hacia delante.

7. Haga descender la banda transportadora y retraiga el Avance del tambor interno 1/4 del paso del cilindro. Si encuentra algún obstáculo o se deben reemplazar los dientes del barreno, se pueden retraer los cilindros de avance para dar espacio suficiente para retirar el obstáculo o reemplazar los dientes.

### AVISO

Antes de retraer el tambor interno, asegúrese de bajar la banda transportadora. De no hacerlo, se puede dañar la banda transportadora.

### PELIGRO

Mirar fijamente la luz del láser causa graves lesiones. No mire hacia el rayo de luz del sistema de teledirección láser. Evite la exposición directa de los ojos.

8. Coloque el sistema láser de guía nivelado y alineado. Asegúrese de que el rayo láser se pueda ver sin problemas sobre el perno del objetivo de la barra del barreno desde el asiento del operador cuando la barra del barreno esté a plomo. Levante la banda transportadora a la posición de operación.

### ADVERTENCIA

Las cargas suspendidas pueden caer y causar graves lesiones o incluso la muerte. No permita que nadie ingrese en áreas que se encuentren debajo o cerca de una carga.

9. Baje la tolva detrás de la banda transportadora; en este momento no instale la unidad de acarreo.
10. Opere las válvulas de control de la banda transportadora y del tambor y aplique impulso hacia delante a la TBM.
11. Revise que el sobrecorte de la TBM sea suficiente como para permitir correcciones en la dirección, pero que no exceda las especificaciones del trabajo. Reajuste el sobrecorte y revise el desgaste de los dientes diariamente o con mayor frecuencia bajo condiciones severas.
12. Revise y ajuste frecuentemente el grado y la alineación, después de retirar la tolva, para evitar una presión de hincado excesiva.
13. Continúe la operación hasta que la TBM haya avanzado lo suficiente como para bajar el primer tubo en su lugar.
14. Retire la tolva.
15. En el bloque de alimentación, presione el botón E-Stop para apagar la energía de la TBM y para apagar toda la energía del sistema de hincado.
16. Realice el procedimiento de bloqueo y señalización en el generador u otras fuentes de energía y en el bloque de alimentación.

(continúa en la siguiente página)

### Arranque (cont.)

17. Haga bajar el tubo sobre la base del sistema de hincado.
18. Realice el procedimiento de arranque del sistema.
19. Coloque el primer tubo, buscando lentamente la correspondencia entre el sistema de hincado con el tubo y la TBM.
20. Una vez colocado el primer tubo, instale la primera sección de pista y asegúrela a la TBM. Consulte las instrucciones de instalación de la pista en el Manual del Operador de la unidad de acarreo. Será necesario agregar secciones de pista al hacer bajar nuevos tubos. También se debe asegurar de que siempre haya un tramo de pista conectando la tubería y el sistema de hincado para la unidad de acarreo, así como para los procesos de carga y descarga de la tolva.
21. Haga descender la unidad de acarreo sobre la pista. Consulte las instrucciones de instalación de la unidad de acarreo en el Manual del Operador de la unidad de acarreo.
22. Haga descender la tolva sobre la unidad de acarreo. Mueva la unidad de acarreo hacia la tubería hasta que la tolva esté por debajo de la banda transportadora.
23. Verifique frecuentemente el sistema láser de guía, con y sin impulso aplicado hacia delante, para evitar hacer correcciones inadecuadas de dirección. En la mayoría de los casos será necesario levantar la banda transportadora para revisar el objetivo de grado y línea.
24. Continúe instalando tubos adicionales. Si existe la posibilidad de que la máxima capacidad de hincado exceda la máxima fuerza de hincado de su sistema, se deberán instalar estaciones intermedias.

---

## AJUSTES DE DIRECCIÓN

Cuando se requieran correcciones en la dirección (el láser no se ilumina en el perno objetivo), asegúrese de hacer **SÓLO** ajustes menores. Si se hacen ajustes más extremos en la dirección, será necesario aumentar la fuerza de hincado debido a que las secciones inicial y final no estarán paralelas.

Utilice el selector de dirección para seleccionar el ajuste de grado o la alineación.

**GRADO** (arriba/abajo):

Mueva el selector de dirección hacia **ARRIBA** para seleccionar el Grado y luego opere la válvula de dirección en la válvula de control de la TBM hacia arriba o hacia abajo para ajustar los cilindros de dirección según sea necesario. Con esto se moverá el tambor delantero hacia arriba o hacia abajo. **NO** utilice la tuerca de dirección para ajustar el grado.

**ALINEACIÓN** (izquierda/derecha): Mueva el selector de dirección hacia **ABAJO** para seleccionar la Alineación.

Giro a la izquierda: Opere la válvula del cilindro de la dirección en la válvula de control de la TBM hacia arriba al tiempo que gira la tuerca de dirección hacia adelante.

Giro a la derecha: Opere la válvula de dirección del cilindro de la válvula de control de la TBM hacia abajo al tiempo que gira la tuerca de dirección hacia atrás.

### **AVISO**

Si la TBM está entre 1/4" y 1/2" (6.35 y 12.7 mm) del nivel, podrían requerirse ajustes en las aspas para polvo. Consulte "Uso de las aspas para polvo" en esta sección.

## USO DE LAS ASPAS PARA POLVO

Cuando la TBM está entre 1/4" y 1/2" (6.35 y 12.7 mm) del nivel, se deben extender las espas para polvo. Al extender las espas para polvo de las TBM con cuatro, seis u ocho espas para polvo (la mitad en el sentido de las manecillas del reloj/la mitad en sentido contrario), los cilindros de las espas para polvo seleccionadas se extienden totalmente cuando la presión del medidor de la válvula de control indica 2,800-3,000 psi.

Si la TBM gira en el sentido de las manecillas del reloj, se deben extender las espas para polvo que giran en sentido contrario.

Si la TBM gira en sentido contrario a las manecillas del reloj, se deben extender las espas para polvo que giran en el sentido de las manecillas del reloj.

Mantenga las espas para polvo extendidas mientras la TBM regresa a la posición nivelada. Generalmente, cuando se trabaja en tierra dura o compacta, las espas para polvo cortan la tierra y rápidamente llevan la TBM de regreso a su posición nivelada; mientras que en tierra suave o suelta, es posible que se requiera una cierta distancia antes de que la TBM regrese a la posición nivelada.

### AVISO

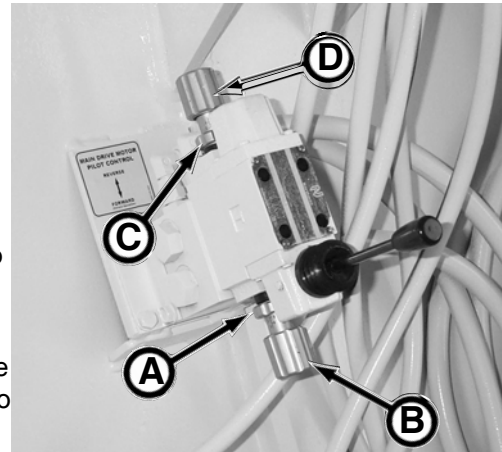
Dependiendo de las condiciones de la tierra o el sobrecorte, tal vez requiera usar las espas para polvo estándar para estabilizar el movimiento.

## AJUSTE DEL CONTROL DE ROTACIÓN DEL TAMBOR INTERNO

Si el acoplamiento del motor del tambor interno es demasiado abrupto, brusco o lento, ajústelo con los controles de caudal en el control de rotación del tambor interno (Control del piloto del motor principal).

**Ajuste hacia delante del acoplamiento del motor**  
Afloje la tuerca (A) y gire el control de caudal (B) en el sentido de las manecillas del reloj para reducir la velocidad del acoplamiento del motor del tambor interno, o en sentido contrario para aumentarla. Vuelva a apretar la tuerca (A).

**Ajuste hacia atrás del acoplamiento del motor**  
Afloje la tuerca (C) y gire el control de caudal (D) en el sentido de las manecillas del reloj para reducir la velocidad del acoplamiento del motor del tambor interno, o en sentido contrario para aumentarla. Vuelva a apretar la tuerca (C).



## ACCESO AL FRENTE DE LA MÁQUINA

Para acceder al frente de la máquina y la placa de perforación, retraiga los cilindros de avance del tambor interno y realice el procedimiento de bloqueo y señalización. Esto permitirá retirar obstáculos grandes, ya sea planeados o inesperados, facilitando la rutina de mantenimiento y las reparaciones.

## PARO DIARIO

1. Paro de los sistemas hidráulicos del sistema de hincado.
2. Ajuste todas las palancas o los interruptores en la posición OFF.
3. Presione el botón E-Stop para apagar la energía del bloque de alimentación.
4. Cierre el suministro de agua al intercambiador de calor del bloque de alimentación.
5. Apague la fuente principal de energía y realice el procedimiento de bloqueo y señalización.
6. Realice una inspección visual de la máquina, revisando los siguientes elementos: todos los niveles de líquidos y daños en la máquina. Realice las reparaciones antes de la operación. Revise también que las conexiones hidráulicas y eléctricas sean adecuadas y estén seguras.

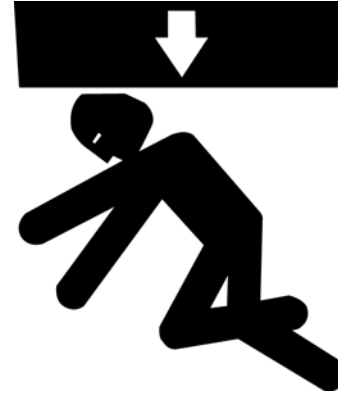
# Transporte

---

## REGLAS DE TRANSPORTE

**⚠ ADVERTENCIA** Las cargas suspendidas pueden caer y causar graves lesiones o incluso la muerte.

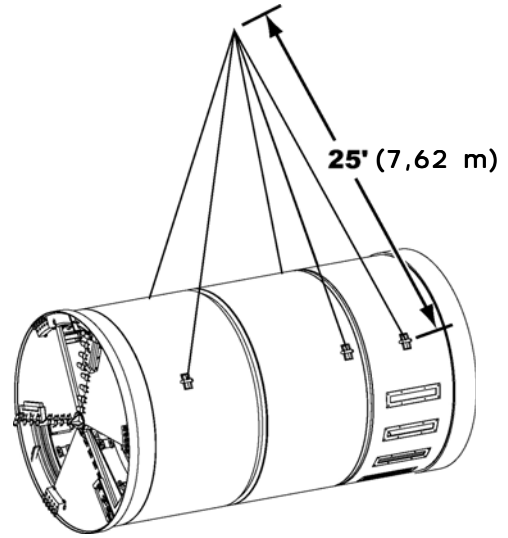
No ingrese en áreas que se encuentren debajo o cerca de una carga.



1. Debe conocer las reglas de transporte locales, estatales y federales.
2. Obtenga los permisos de transporte requeridos.
3. Retire los obstáculos del piso del remolque.
4. Limpie los desechos del equipo.
5. Cargue y descargue en un suelo nivelado.
6. Si se está levantando equipo con un malacate u otro dispositivo de elevación, es necesario inspeccionar las orejas de elevación y las eslingas antes del levantamiento. En caso de daños, reemplace las partes.
7. Asegure bien el equipo al suelo del remolque.
8. Observe y siga las instrucciones que aparecen en la siguiente página.

## INSTRUCCIONES DE ELEVACIÓN

- Una Tuneladora 960B pesa 55.000 lbs. (24.947 kg).
- La elevación con una grúa requiere una eslinga de seis partes con cuatro soportes exteriores con una longitud mínima de 7,62 m (25 pies).
- La TBM debe poder elevarse libremente. Si está sujeta al piso, se debe liberar antes de elevarse.
- Se deben inspeccionar las orejas de elevación de la TBM antes de cada elevación. Se debe reparar cualquier daño antes de la elevación.



# Lubricantes

## **AVISO**

El uso de lubricantes de calidad inferior puede afectar el desempeño eficiente de su Tuneladora. Utilice siempre lubricantes de alta calidad, como se especifica en esta sección. Consulte la sección “Mantenimiento periódico” para ver la cantidad adecuada de lubricante, los intervalos de mantenimiento y los procedimientos.

---

## **LUBRICANTE DEL TANQUE HIDRÁULICO**

Los tanques hidráulicos del Bloque de Alimentación P400/P600 y la Unidad de Bombeo 5000 están llenos con Aceite hidráulico/de turbina premium ISO-VG-46 20W.

Cuando agregue o cambie el lubricante, utilice API GL-1/GL-2 o su equivalente.

## **AVISO**

Si cambia a un aceite diferente, utilice un proveedor de buena reputación, de manera que cumpla o exceda la especificación ISO-VG-46 20W o API GL-1/GL-2 para aceites. No mezcle aceites de distintos fabricantes o grados.

La capacidad del tanque hidráulico es de aproximadamente:

Bloque de Alimentación P600 - 2.271 L (600 gal.)

---

## **GRASA**

Las graseras están engrasadas con Grasa lubricante premium XHP222 Mobilgrease®.

La grasa XHP222 es una grasa de litio multipropósito de alto desempeño y alta temperatura.

Cuando lubrique los puntos de lubricación, utilice Grasa lubricante premium XHP222 Mobilgrease® o su equivalente.

---

## **ALMACENAMIENTO DE LOS LUBRICANTES**

Su equipo podrá operar a su desempeño máximo sólo cuando se utilicen lubricantes limpios. Utilice recipientes limpios para manejar todos los lubricantes.

Los lubricantes se deben almacenar en un área donde queden protegidos del polvo, la humedad y otros contaminantes.

# Mantenimiento periódico

**⚠ ADVERTENCIA** Revise la sección “Seguridad” de este manual antes de realizar el mantenimiento. De no hacerlo, se pueden causar lesiones graves o incluso la muerte.

Sólo un técnico de servicio calificado puede realizar el mantenimiento y las reparaciones.

---

## INTERVALOS DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las tablas de mantenimiento de esta sección indican los requisitos de lubricación y mantenimiento.

Los intervalos de mantenimiento se basan en las condiciones de operación normal. Si se opera bajo condiciones más difíciles, se debe utilizar un intervalo de mantenimiento más corto.

---

## ANTES DE REALIZAR EL MANTENIMIENTO

1. Presione los botones E-Stop.
2. Libere la presión hidráulica.
3. No realice trabajos en el sistema hidráulico si la temperatura excede los 51° C (125° F).
4. **Realice el bloqueo de toda la energía. Realice el procedimiento de bloqueo/señalización.**

---

## REALICE LOS PROCEDIMIENTOS DE BLOQUEO DE ENERGÍA ANTES DE DAR SERVICIO

**⚠ ADVERTENCIA** El arranque inesperado de la unidad de la bomba o los movimientos repentinos de la máquina pueden causar graves lesiones o incluso la muerte.

Realice el procedimiento de BLOQUEO de energía antes de realizar reparaciones o ajustes en el equipo, a menos que se indique lo contrario. Un procedimiento de bloqueo adecuado evita accidentes y salva vidas. Además, el bloqueo evitará que el equipo se mueva u opere de manera inesperada.



---

## ACEITE/LÍQUIDOS HIDRÁULICOS BAJO PRESIÓN

**⚠ ADVERTENCIA** El aceite u otros líquidos bajo presión que se escapan pueden penetrar la piel y causar lesiones graves o incluso la muerte.

Antes de realizar el mantenimiento o las reparaciones debe liberar la presión. Jamás realice trabajos de soldadura cerca de líneas de fluidos a presión.

NO utilice sus manos para revisar si hay fugas. Cuando revise si hay fugas, utilice un pedazo de madera o cartón.

Busque asistencia médica de inmediato en caso de que algún aceite o líquido sea inyectado en su piel. Si no consigue tratamiento médico adecuado puede sufrir una infección o reacción severa.



---

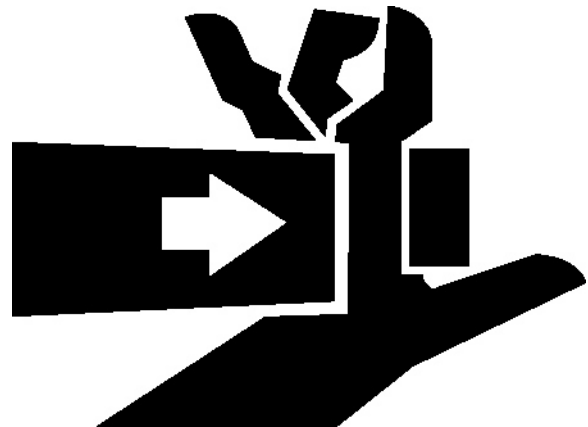
## EVITE LOS PUNTOS DE APRIETE

**⚠ ADVERTENCIA** Las partes en movimiento o el manejo inadecuado de las partes pueden causar graves lesiones personales.

Mantenga las manos alejadas de las partes en movimiento.

Cuide sus dedos, manos y piernas mientras el equipo esté en operación.

Maneje las partes con cuidado para evitar los riesgos de aplastamiento y de los puntos de apriete.

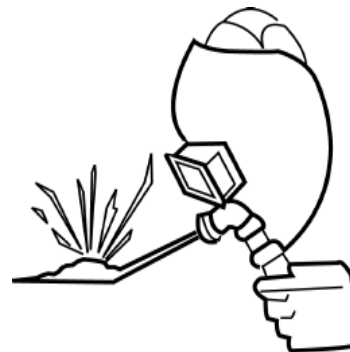


---

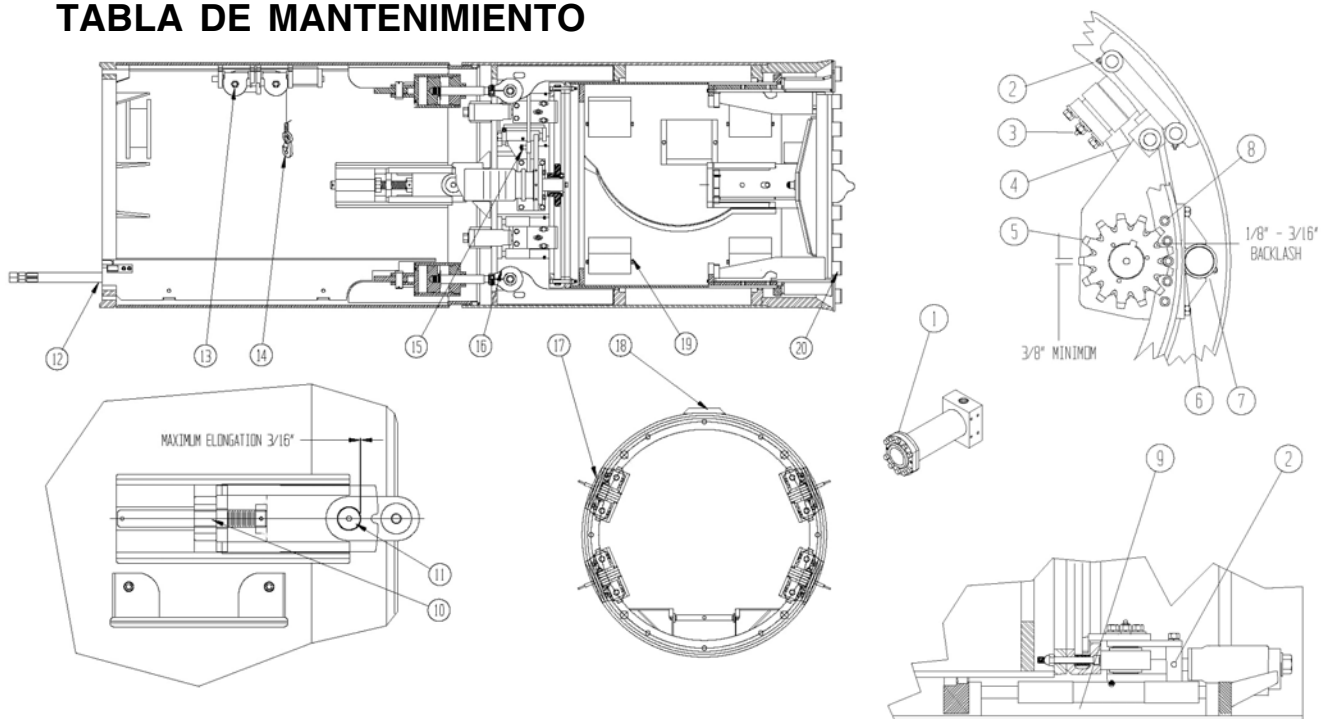
## SOLDADURA NO AUTORIZADA

**⚠ ADVERTENCIA** Los trabajos de soldadura no autorizada pueden causar daños estructurales que pueden provocar posibles lesiones o incluso la muerte.

No realice trabajos de soldadura en los elementos estructurales. Los trabajos no autorizados de soldadura o reparación invalidarán la garantía.



## TABLA DE MANTENIMIENTO



- 1 Reemplace los elementos del filtro cuando el indicador que se ubica en el filtro permanezca en rojo una vez que el aceite haya alcanzado la temperatura de operación.
- 2 Cada semana, engrase las guías de la abrazaderas de empuje y revise que la clavija del cilindro no tenga daños. Engrase con mayor frecuencia bajo condiciones de humedad.
- 3 Engrase diariamente el rodillo de empuje o con mayor frecuencia bajo condiciones de alto empuje o humedad (Precaución: No bombee más de dos veces la pistola de grasa).
- 4 Engrase cada semana la clavija del pivote de la abrazadera del motor o con mayor frecuencia bajo condiciones de humedad.
- 5 Retire las cubiertas de la rueda dentada (avance del tambor) e inspeccione las ruedas dentadas en busca de desgaste; reemplace las ruedas cuando la parte plana de la parte exterior del diente tenga menos de 9,5 mm (3/8").
- 6 Revise el contragolpe del motor de impulso con respecto al engrane y vuelva a ajustar las calzas para lograr un contragolpe de 4,7 mm (3/16"). Si no se puede ajustar un contragolpe adecuado, reemplace el eje del rodillo tensor.
- 7 Engrase el rodillo tensor diariamente o con mayor frecuencia bajo condiciones de humedad. Inspeccione el eje del rodillo y reemplácelo cuando el desgaste sea mayor que 1/8" por lado.
- 8 Inspeccione diariamente las clavijas del engrane de impulso de la corona dentada. Los carretes de los rodillos deben girar libremente. Reemplace las clavijas y los carretes cuando el desgaste sea mayor que 3,2 mm (1/8").
- 9 No permita que se acumulen los desechos bajo el área del engrane de impulso.
- 10 Aceite las tuercas y las roscas de la biela de la dirección de manera regular.
- 11 Retire el perno y la arandela de la biela de la dirección y revise que no haya alargamiento; si éste es mayor que 4,7 mm (3/16"), reemplace la pieza.
- 12 Realice una inspección visual de todas las mangueras para confirmar que no estén dañadas y reemplácelas si es necesario.
- 13 Engrase las clavijas del rodillo de la polea de levantamiento de la banda transportadora (4 lugares), las correderas y los pivotes de la abrazadera de la polea (4 lugares).
- 14 Inspeccione diariamente los cables del elevador de la banda transportadora y reemplácelos de inmediato si hay señales de desgaste.
- 15 Opere la válvula de control de caudal de la aceitera según se requiera para mantener una lubricación adecuada en el engrane de impulso.
- 16 Engrase cada semana las juntas de la horquilla de la dirección o con mayor frecuencia bajo condiciones de humedad.
- 17 Engrase cada semana las clavijas de los rodillos de las aspas para polvo o con mayor frecuencia bajo condiciones de humedad.

*Mantenimiento periódico - Aceite bajo presión / Evite los puntos de apriete / Soldadura no autorizada*

- 18 Antes de cada levantamiento, inspeccione que no haya daños o desgaste en las áreas de las orejas de elevación.
- 19 Retire las cubiertas de los rodillos del tambor y engráselos cada día o con mayor frecuencia bajo condiciones de humedad. Retire las calzas que se encuentran debajo de los pernos de sujeción del rodillo para compensar el desgaste del rodillo.
- 20 Inspeccione la barra del barreno y ajuste el sobrecorte cada día. Reemplace inmediatamente en caso de que los dientes estén desgastados o dañados.
- 21 Reemplace los filtros de detección de carga después de 10 horas de operación y después de cada cambio de aceite del tanque hidráulico.
- 22 Analice el aceite cada 250 horas o en cada operación. Si el análisis así lo indica, drene el aceite y reemplácelo.
- 23 Revise el nivel de aceite del tanque hidráulico. Drene y reemplace con aceite nuevo cada 500 horas.
- 24 Engrase los motores cada año.
- 25 Al completar cada impulso: Limpie y vacíe la banda transportadora, inspeccione los cables en busca de daño o desgaste - repare o reemplace; inspeccione los barrenos en busca de desgaste o daño - repare o reemplace.
26. Consulte los manuales de operación del Bloque de Alimentación P400/P600 y de la unidad de acarreo para su mantenimiento.

# Almacenamiento

---

## PREPARACIÓN PARA EL ALMACENAMIENTO

### AVISO

Siga los requisitos de lubricación y mantenimiento que se incluyen en la sección “Mantenimiento periódico”.

1. Repare las partes desgastadas o dañadas.
2. Lave bien todo el equipo.
3. Lubrique todos los puntos de engrase. Engrase las roscas de los pernos de ajuste.
4. Si es posible, retraiga los cilindros hidráulicos. De lo contrario, cubra las varillas de los cilindros expuestos con un agente que prevenga la corrosión.
5. Repare el equipo cuando sea necesario.
6. Drene el aceite hidráulico, lave los tanques de aceite, cambie los filtros hidráulicos y rellene los tanques hidráulicos. Revise que no haya fugas.
7. Limpie los derrames de lubricante. Deseche los trapos y la basura de manera adecuada. Almacene los trapos con aceite y otros materiales inflamables en recipientes de protección.
8. De ser posible, almacene el equipo bajo cubiertas, sin exponerlo a las condiciones climáticas y en un área ventilada.
9. Retire el objetivo de la guía y colóquelo en la caja de almacenamiento.
10. Afloje la banda transportadora para evitar su estiramiento.
11. No fume en las áreas donde se almacenan materiales inflamables.
12. Almacene los combustibles y los lubricantes en recipientes adecuadamente marcados.

---

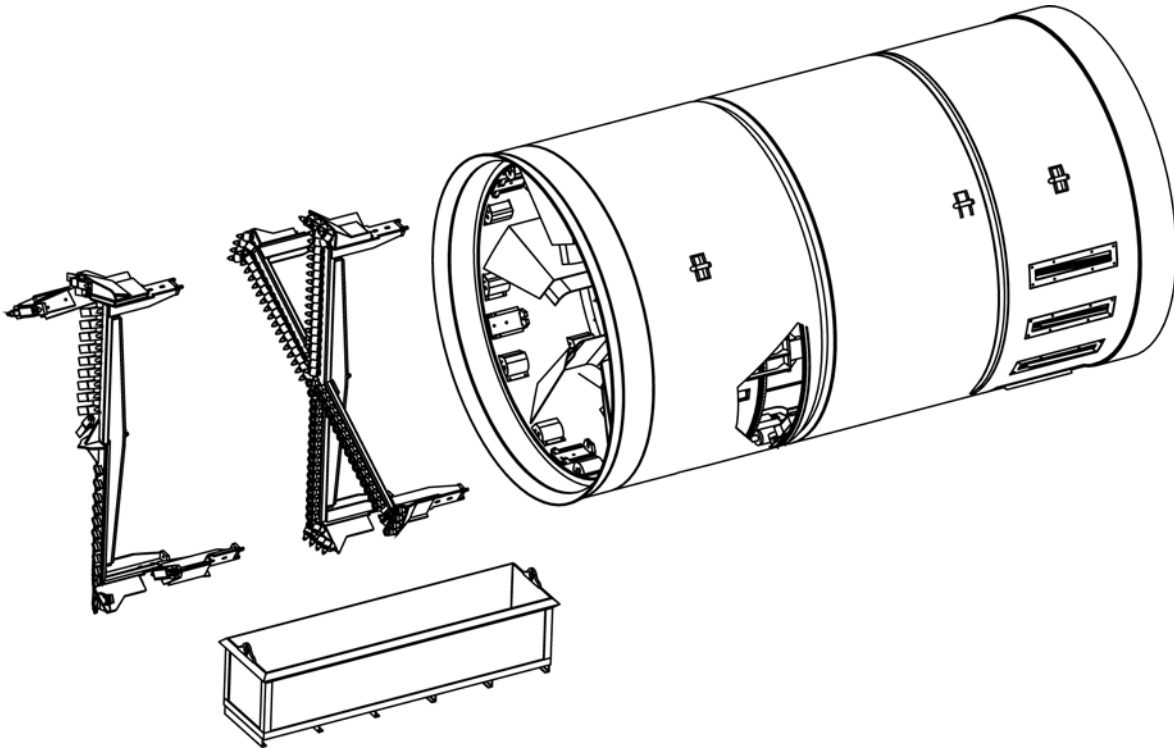
## RETIRO DEL ALMACENAMIENTO

### AVISO

Siga los requisitos de lubricación y mantenimiento que se incluyen en la sección “Mantenimiento periódico”.

1. Limpie bien el equipo.
2. Revise que todas las etiquetas, incluyendo las de seguridad, estén limpias y legibles.
3. Revise las condiciones de los alambres y los cables. Repare o reemplace según sea necesario.
4. Si el agente de prevención de corrosión de las varillas del cilindro no es compatible con el aceite hidráulico o los materiales de sellado, retírelo.
5. Revise que no haya fugas. Repare o reemplace según sea necesario.
6. Revise el nivel de aceite hidráulico de los tanques. Si el nivel es bajo, revise si hay fugas y agregue aceite si es necesario. Consulte la sección “Lubricantes”.
7. Revise la condición de todas las mangueras y conexiones. Apriete, repare o reemplace según sea necesario.
8. Antes de la operación, active las funciones hidráulicas varios ciclos para purgar el aire del sistema hidráulico.
9. Ajuste la banda transportadora para verificar que tenga la tensión correcta.
10. Revise este Manual del Operador.

# Especificaciones



- Cabezales cortantes estándar: barra del barreno de tierra y barra cuádruple de carburo.

## TBM

Diámetro externo. ....	114"/116"	Motores de impulso .....	(8) 57 CID
Diámetro de corte .....	115,5"/117,5"	Voltaje de operación	
Torsión de corte .....	200.000 pies-lbs.	de la TBM .....	120 VCA Monofásico
Velocidad de corte .....	0 - 5 rpm	Corriente de operación de la TBM .....	20 AMP.
Caudal del cabezal cortante .....	150 gpm	Presión de operación (Máxima) .....	2.800 psi

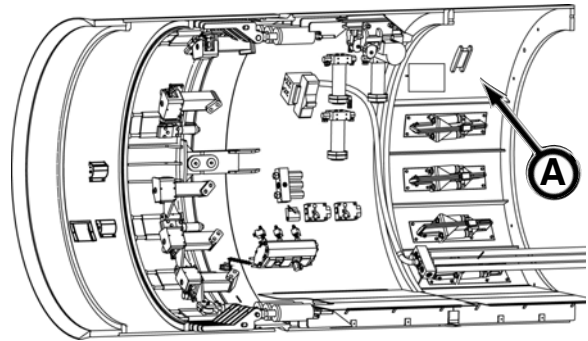
# Números de identificación

Para ordenar partes o solicitar información de servicio, requiere los números de modelo y de serie. Registre los números de modelo y de serie en el espacio que se proporciona abajo.

## TUNELADORA (A)

Número de modelo \_\_\_\_\_

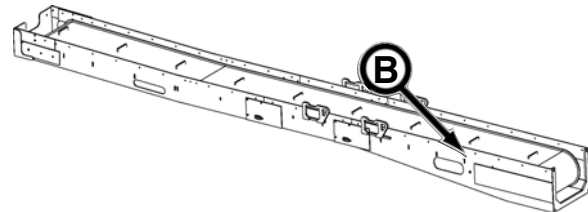
Número de serie \_\_\_\_\_



## BANDA TRANSPORTADORA (B)

Número de modelo \_\_\_\_\_

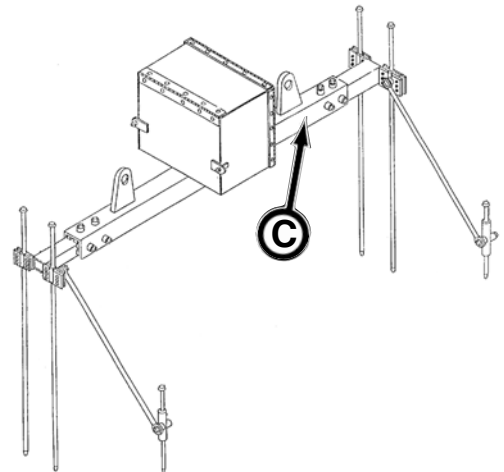
Número de serie \_\_\_\_\_



## BASE DEL RAYO LÁSER (C)

Número de modelo \_\_\_\_\_

Número de serie \_\_\_\_\_



# Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales

La Norma 29 CFR 1910.1200 de OSHA requiere que las hojas de datos de seguridad de los materiales (MSDS) correspondientes estén a disposición de los empleados antes de operar el equipo. Estas hojas pueden incluir información sobre las sustancias contenidas en el equipo, como el fluido hidráulico y el lubricante para engranajes.

Akkerman Inc. proporcionará las hojas MSDS correspondientes a esta línea de productos sin costo. Tan sólo debe comunicarse con su representante de Soporte de Productos de Akkerman.

Para garantizar una pronta respuesta a su solicitud de MSDS, debe incluir su dirección (incluyendo código postal) y los números de modelo y de serie del equipo junto con su solicitud.

# Garantía

Akkerman Inc. garantiza que todo el equipo que fabrica estará libre de defectos de mano de obra y material bajo uso y servicio normales durante un periodo de 90 días. Esta garantía no aplica a la piezas que sufren un desgaste normal, como los dientes de corte, los filtros, etc. Akkerman Inc. no garantiza la idoneidad del equipo para un propósito o aplicación en particular.