



## CUADERNO DE INSTRUCTOR

**MÓDULO:** INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE  
HARNEROS Y ALIMENTADORES

**PROGRAMA:** OPERADOR MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE



## Contenido

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE HARNEROS Y ALIMENTADORES .....	4
1. Introducción a la operación de sistemas de harneros y alimentadores .....	4
1.1. Procedimientos de Operación de Harneros y Alimentadores .....	4
1.2 Identificación de Peligros y Evaluación del Riesgo.....	8
Actividad: Introducción a la Operación de Sistemas de Harneros y alimentadores .....	14
2. Características y tipos de Alimentadores y Harneros. ....	19
2.1 Tipos de Harneros y Alimentadores .....	19
2.2 Componentes .....	41
Actividad: Características y tipos de Alimentadores y Harneros. ....	46
3. Monitoreo de Operación de Sistemas de Harneros y alimentadores .....	52
3.1 Problemas y fallas más frecuentes.....	52
Actividad: Monitoreo de Operación de Sistemas de Harneros y alimentadores .....	62
4. Monitoreo de la entrega de mineral .....	67
4.1 Tipos de criba .....	67
Actividad: Monitoreo de la entrega de Mineral .....	80
5. Registros e Información.....	84
5.1. Reconocimiento de informes asociados .....	84
5.2 Entrega de novedades del turno .....	85
Actividad: Registros e Información .....	87

## MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE HARNEROS Y ALIMENTADORES

### 1. Introducción a la operación de sistemas de harneros y alimentadores

**Aprendizaje esperado:** Comprender el proceso pre operacional y funcionamiento de harneros y alimentadores de acuerdo a procedimientos de la empresa.

#### Conceptos Claves

##### PROCEDIMIENTOS PRE OPERACIONALES

Procesos que garantizan que todo el equipo con el que se está trabajando se encuentre en buen estado de funcionamiento y no existan riesgos para los trabajadores, el equipo y las operaciones.

##### IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DEL RIESGO

Identificar los riesgos y peligros con el fin de determinar medidas de control.

#### Introducción

El presente capítulo tiene por objetivo indicar el proceso pre operacional y operacional de los harneros y alimentadores y comprender que estos equipos de minería son utilizados para separar y manipular el mineral y que la separación y la manipulación de material en las minas son importantes para el flujo continuo del procesamiento de minerales.

#### 1.1. Procedimientos de Operación de Harneros y Alimentadores

##### Procedimientos pre-operacionales

##### Revisiones antes del inicio

Las revisiones antes del inicio previenen los daños a las personas, mientras se realiza el trabajo y deben completarse para asegurar que usted y sus compañeros de trabajo estén a salvo. Son importantes, ya que garantizan que todo el equipo con el que se está trabajando se encuentra en buen estado de funcionamiento y no existen riesgos para los trabajadores, el equipo y las operaciones.

Lugar de trabajo:

- Llevar a cabo un Análisis o Evaluación de Riesgos de Seguridad del Trabajo para identificar los riesgos y peligros potenciales.
- Conocer la mejor manera de hacer el trabajo.
- **Cumplir los procedimientos de trabajo.**
- Asegurar que las vías de acceso están despejadas de obstáculos.
- Asegurar que el área de trabajo está limpia y ordenada, y lista para el trabajo
- **Revisar y comprender la información de trabajo seguro, suministrada por el fabricante del equipo.**
- Asegurar que los dispositivos de seguridad son los correctos, que están en su lugar, y están funcionando correctamente.
- Asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de comunicación.
- Asegurar que los kits de primeros auxilios están bien equipados y disponibles.
- Garantizar el correcto funcionamiento de los dispositivos de emergencia sistemas de alarma, extintores contra incendios, paradas de emergencia
- Colocar señaléticas de emergencia y barreras.
- **Asegurar que se está usando todos los EPP necesarios.**

#### **Inspección General de Equipos**

- Comprobar que no hay tarjetas de aislamiento o seguros en los controles que va a utilizar.
- Comprobar que no hay personas trabajando en el área que puedan estar en riesgo cuando empiece a trabajar.
- Comprobar que todos los dispositivos de seguridad están en su lugar antes de operar el alimentador.
- Comprobar que los cables de seguridad del alimentador son seguros y no están en contacto con la unidad de alimentación.
- Revisar en equipo en busca de daño, desgaste o roturas.
- Revisar si los componentes del equipo están dañados, rotos o sueltos.
- Revisar si el equipo está asegurado y correctamente alineado.
- Buscar signos de sobrecalentamiento.
- Comprobar si hay fugas, como aceite y líquido de lubricación.
- Observar las luces, dispositivos de advertencia, señales, e indicadores de daño al equipo.

#### **Inspección de Equipo Específico:**

- Comprobar los cables de suspensión o resortes montados en la base para ver si están debidamente ajustados de modo que los resortes aisladores están igualmente cargados en cada lado del alimentador.
- Comprobar que el hardware de montaje en suspensión está apretado.
- Comprobar que todos los resortes de montaje de bobinas están correctamente colocados.
- Asegurar que los cables de suspensión no se azotan.

- Asegurar que el alimentador está libre de estructuras adyacentes, tales como tolvas, zócalos, etc. La acción vibratoria del alimentador no debe verse obstaculizada en modo alguno.
- Comprobar que la anchura entre las placas del zócalo de la tolva es mayor en la descarga de la canaleta que en la abertura de la tolva.
- Comprobar que las placas del zócalo están más cerca de la parte inferior a través de la abertura de la tolva y se elevan hacia el extremo de descarga
- Comprobar que todas las conexiones con el alimentador (sellos contra el polvo, cables eléctricos, líneas de aire, etc.) son flexibles.
- Comprobar que la tensión y frecuencia de la fuente de alimentación es la misma que la especificada en el manual del fabricante o en la placa de identificación en el alimentador y el controlador / caja de control.

## **Alimentadores**

### **Procedimientos de Operación – Alimentadores Vibradores**

#### **Controladores / Caja de Control**

El controlador o la caja de control deben instalarse lo más cerca posible del alimentador, en una ubicación en la que se vea fácilmente y sea accesible para el operador. Si es posible, instale el controlador donde recibirá buena ventilación (temperatura ambiente inferior a 40 ° C), preferiblemente en una pared en un lugar limpio y seco, libre de vibraciones.

Las opciones de control incluyen radio control remoto / o perillas de control ubicadas en la caja de control.

#### **Las características y beneficios de un radio control del alimentador incluyen:**

- El alimentador se puede detener e iniciar desde la radio manual
- La radio manual permite al operador un control total sobre el material que entra en la chancadora
- El radio control permite al operador detener el alimentador si ocurren obstrucciones innecesarias
- Las sirenas pueden activarse en caso de una emergencia, sobrecarga o problemas de distribución del alimentador. (ver figuras 1, 2 y 3)



figura 1

Radio control básico de un alimentador



figura 2

Panel de control con perillas

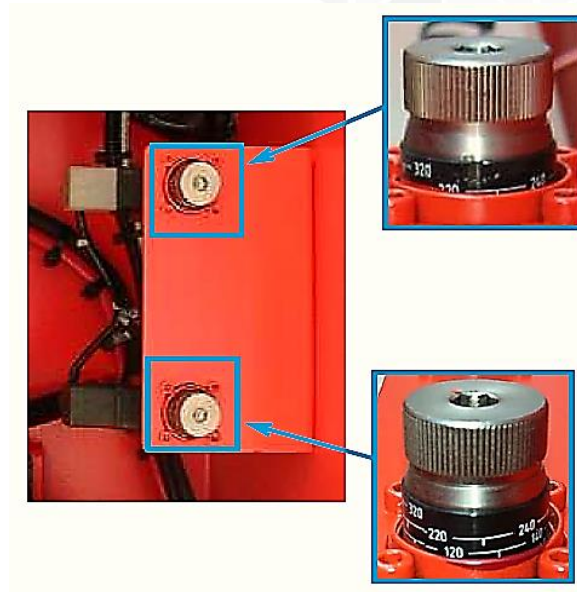


figura 3

Perillas de control

### Seguridad alrededor de los Controladores / cajas de control

Todos los cables eléctricos procedentes de la unidad de operación deben tener una holgura de 15 pulgadas mínimo entre el alimentador y la ubicación más cercana de unión externa. Esto evita que estos cables puedan tensarse por tirones.

**Advertencia:** Se recomienda que el interruptor de seguridad se localice entre la fuente de alimentación y la caja de control. Aparte del peligro de una descarga eléctrica, si la unidad de operación es activada accidentalmente, el peso giratorio puede causar daños físicos graves al operador y daños al alimentador mismo. Al realizar las conexiones eléctricas del controlador al vibrador rotativo eléctrico, siga las cuidadosamente las instrucciones del fabricante del vibrador para la correcta instalación del cable a los terminales. El cable estará bajo constante vibración. Por lo tanto, debe mantenerse una adecuada holgura del cable.

## 1.2 Identificación de Peligros y Evaluación del Riesgo.

### Riesgos operacionales asociados

Los peligros asociados con la operación de los harneros y alimentadores incluyen:

Peligros en terreno:



- Otras máquinas que operan en las inmediaciones, por ejemplo, excavadoras.
- Visión borrosa debido a exceso de polvo.

### **Peligros Eléctricos**

Debido a que los alimentadores vibratorios son impulsados por motores eléctricos e incluyen componentes eléctricos, puede existir el riesgo de descarga eléctrica al operador. La instalación y el cableado de los componentes eléctricos deben estar de acuerdo con todos los códigos aplicables. Se debe tener precaución al operar y dar mantenimiento a los controladores de alimentación.

### **Informes operativos**

- Los componentes de la máquina son muy pesados; usar técnicas correctas de manipulación manual al levantar o mover componentes de la máquina. Pedir ayuda si es necesario. Usar ayudas mecánicas tales como montacargas.
- Realizar de manera incorrecta los procedimientos de lubricación es peligroso y puede causar lesiones o la muerte.
- Las modificaciones no autorizadas al equipo pueden afectar su correcto funcionamiento y la seguridad.
- Los escombros que salen expulsados y disparados (es decir, partes de las rocas) pueden provocar lesiones si lo golpean.
- Las partes móviles, rotatorias y afiladas de la máquina pueden cortar o quemar la piel si se tocan.
- Las piezas móviles emiten altas temperaturas después de operar, causando quemaduras si se tocan.
- Los componentes sueltos pueden desprenderse y causar lesiones y la muerte si lo golpean.
- Encender las máquinas cuando no está completamente listas para comenzar a trabajar puede ser peligroso y causar lesiones. Mantener las manos lejos del dispositivo de inicio y parada hasta que esté listo para comenzar a trabajar.
- El polvo y los humos. Los harneros y alimentadores en operación emiten polvo y humos peligrosos. Usar máscaras contra el polvo y ayudas respiratorias para reducir al mínimo la inhalación.
- Pueden ocurrir resbalones, tropezones y caídas debido a desniveles, mangueras y cables.
- La exposición al ruido puede causar pérdida de la audición. Usar protección para los oídos en todo momento.
- El cansancio, la fatiga, las drogas, el alcohol y los medicamentos pueden afectar el juicio y la concentración del operario. Esto puede conducir a reacciones pobres y evaluaciones erróneas, resultantes en accidentes graves o la muerte.

### **Evaluación de Riesgos**

Una evaluación de riesgos es un proceso de identificación de los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de trabajo. Estos peligros pueden provenir de los objetos y equipos que se utilizan, el ambiente de trabajo.

El objetivo del proceso de evaluación de riesgos es eliminar un peligro o reducir el nivel de su riesgo mediante el control de este, según sea necesario. De este modo, se ha creado un lugar de trabajo más seguro. Es un paso importante en la protección de suya y de sus compañeros de trabajo.

Las evaluaciones de riesgos son importantes, ya que ayudan a:

- Crear conciencia de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo.
- Identificar quién puede estar en riesgo.
- Determinar si las medidas de control existentes son adecuadas o si se debe hacer más.
- Prevenir lesiones o enfermedades.
- Priorizar los riesgos y medidas de control.

Debe llevarse a cabo una evaluación del riesgo para todas las tareas de trabajo antes de comenzar.

Una evaluación del riesgo implica:

- Identificar a la persona que estará involucrada en llevar a cabo el proceso.
- Identificar los peligros y riesgos en el lugar de trabajo y su mención en un registro.
- Obtener toda la información relevante acerca de los peligros y riesgos con el fin de minimizarlos.
- Observar la naturaleza del trabajo y el tipo de riesgo que implica.
- Observar las consecuencias si se produjese un incidente.

¿Cómo se hace una evaluación del riesgo?

En general, para hacer una evaluación del riesgo, es necesario:

- Mirar bien y caminar alrededor del lugar de trabajo.
- Observar todos los aspectos de su trabajo.
- Considerar la posibilidad de situaciones operativas normales, así como eventos no deseados, tales como detenciones, cortes de energía, emergencias, etc.
- Identificar los peligros potenciales.
- Evaluar la probabilidad de que ocurra una lesión o enfermedad, y su gravedad en el peligro identificado.
- Identificar las acciones necesarias para eliminar o controlar los riesgos.
- Notifique al personal pertinente, incluido su supervisor y representante de SSO.
- Comprobar que el área de trabajo está libre de personas (trabajadores de mantenimiento) antes de comenzar el trabajo.

- Usar medidas de control de peatones, tales como una combinación de barreras y señales y / u otros dispositivos de advertencia para mantener al personal fuera del área de trabajo.
- Notificar a todos los trabajadores que hay una actividad de trabajo en proceso.
- Utilizar las alarmas operativas para alertar a todos los trabajadores que se ha iniciado una labor.
- Notificar a todos los trabajadores en caso de que mantenimiento u otro personal está trabajando en la zona o de paso. Esta información se debe incluir en la reunión de cambio de turno.
- Colocar señales y barreras de SSO.
- Asegurar que las protecciones de seguridad están en su lugar.
- Asegurar que puede ver toda su área de trabajo antes de comenzar las operaciones.
- Asegurar que la iluminación de la zona de trabajo es suficiente para que pueda ver todo el lugar de trabajo claramente.
- Conocer el equipo que va a operar, incluyendo los indicadores y controles.
- Utilizar siempre las herramientas y los equipos adecuados para el trabajo que esté realizando
- Siempre usar EPP
- No usar ropa suelta o rota.
- No usar joyas o similares.
- Conocer los sonidos de alarma de emergencia del lugar de trabajo y las sirenas.
- Conocer la ubicación de los botiquines de primeros auxilios, extintores y mantas ignífugas y sepa cómo usarlos.
- Mantenerse al día con los primeros auxilios y el entrenamiento sobre los procedimientos de emergencia.
- Conocer la ubicación de los sistemas de comunicación de sus lugares de trabajo.
- Conocer las políticas y procedimientos de comunicación de sus lugares de trabajo.
- No trabajar bajo la influencia de drogas y alcohol.
- Tomar descansos regulares.
- Asegurar que está listo y bien descansado para el trabajo.
- Despeje los obstáculos del lugar de trabajo.
- Usar técnicas correctas de manipulación manual, incluyendo ayudas mecánicas.
- Conocer todos los signos de advertencia del equipo.

## Orden y Limpieza

El mantener limpia toda maquinaria, equipamiento, herramientas y lugar de trabajo es importante para la seguridad de todos. Por este motivo es de responsabilidad de todos los operadores mantener las actividades de limpieza y orden en su lugar de trabajo y turnos.

Durante el turno o al finalizar éste, los operadores deben:

- Limpiar toda maquinaria herramientas y equipamiento.
- Devolver y asegurar todas las herramientas, equipamiento, artículos y materiales reutilizables a su ubicación de almacenamiento correcto.
- Eliminar el polvo y tierra.
- Asegurarse de que todas las piezas funcionen de manera adecuada.
- Eliminar de manera adecuada los desechos, los materiales utilizados y sin usar tales como la grasa, aceite, lubricación según los procedimientos medioambientales y del lugar de trabajo.

La maquinaria, equipos y herramientas se deben mantener, reparar y limpiar de acuerdo con las especificaciones e instrucciones del fabricante para asegurar su uso seguro y eficaz.

La acumulación de polvo y piedra alrededor de las piezas en movimiento es una de las mayores causas de fallas de los componentes individuales. Las bases de motor de pivote, resortes de apoyo y marcos vibrantes son especialmente susceptibles a la falta de limpieza. Cualquier impacto recibido entre el marco vibrante y material acumulado llevará al agrietamiento de las chapas laterales y el soporte de la cubierta. Las poleas y correas son susceptibles a los materiales que saltan sobre las chapas laterales y causan daños. Siempre que sea posible, los guardapolvos o aletas de goma deben usarse para desviar el material disparado al aire de nuevo en la máquina. Las prácticas de limpieza regular reducirán en gran medida el precio de las piezas y el tiempo de inactividad.

### **Equipo de Protección Personal**

La seguridad personal es extremadamente importante cuando se utilizan harneros y alimentadores. Muchos de los accidentes y las lesiones graves que se han producido podrían haberse evitado si se utilizaba el equipo de protección personal adecuado. Al operar este equipo, los operadores deben vestirse con ropa adecuada y tomar las precauciones de seguridad adecuadas. Esto incluye asegurar el pelo largo y eliminar todas las joyas personales que pueden atorarse en las partes móviles del equipo.

A continuación se muestra una lista de la ropa y elementos de protección personal (EPP) (ver figura 4) que deben usarse SIEMPRE al operar harneros y alimentadores. Estos incluyen:

- Protección auditiva.
- Sombrero duro o casco de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Pantalla de protección facial.
- Máscara anti polvo o protección respiratoria.
- Guantes.

- Protección para las piernas.
- Calzado con punta de acero o bototos de seguridad.
- Chalecos reflectantes o de alta visibilidad.
- Overoles de trabajo adecuados o ropa similar que cubra sus brazos y piernas y no retenga el polvo.



figura 4

### Equipo de Protección Personal

#### Repaso de Conceptos Claves

##### PROCEDIMIENTOS PRE OPERACIONALES

Garantizan que todo el equipo con el que se está trabajando se encuentre en buen estado de funcionamiento y no existen riesgos para los trabajadores, el equipo y las operaciones.

##### IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DEL RIESGO

Identificar los riesgos y peligros con el fin de determinar medidas de control.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

### Actividad: Introducción a la Operación de Sistemas de Harneros y alimentadores

- Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades:

Estrategia de implementación:	Aplica
Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

#### 1. Objetivo:

Reconocer los procedimientos de operación establecidos y los riesgos asociados.


#### 2. Materiales y recursos

##### Recursos audiovisuales:

- Modelo 3d de funcionamiento de Harnero:  
<http://www.youtube.com/watch?v=YjqzzfMTWP8>
- Harnero:  
<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=cy5zZQQVd2E&NR=1>
- Harnero (2):  
<http://www.youtube.com/watch?v=nCiT48haZUs>
- Alimentador:  
[http://www.youtube.com/watch?v=Ly\\_Uz-FUiOM](http://www.youtube.com/watch?v=Ly_Uz-FUiOM)



### 3. Descripción de la Actividad :

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>Los participantes guiados por el instructor conocerán los procedimientos de operación de alimentadores y harneros así como también la identificación de peligros y la evaluación del riesgo. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con los equipos. Para complementar la actividad los participantes observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases.</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El Instructor en base a su experiencia podrá guiar la observación de los videos sugeridos y pedirles a los participantes que se fijen en las diferencias y similitudes de los equipos.</p> <p>Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los recursos visuales y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.</p> <p data-bbox="818 1224 1037 1251">Harnero vibratorio</p> 





Harnero Vibratorio (Operación con material húmedo)



Harnero Vibratorio (Tipos de Cribado)



Alimentador Vibratorio







El instructor luego de observar los videos y complementar la información con los contenidos vistos en clases, destacará que Los harneros y alimentadores son equipos de minería utilizados para separar y manipular material. La separación y la manipulación de material en las minas son importantes para el flujo continuo de procesamiento de minerales.

De acuerdo al material visto en clases el participante podrá contestar a la siguiente pregunta:

¿Selecciona los EPP que debe usar en la operación de los harneros y alimentadores?



¿Qué es una Evaluación de Riesgos?

Una evaluación de riesgos es un proceso de identificación de los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de trabajo. Estos peligros pueden provenir de los objetos y equipos que se utilizan, el ambiente de trabajo.

¿Cuáles son las acciones que se pueden llevar a cabo con el siguiente control del equipo? Identifique las acciones:



Duración  
de la  
actividad

60 minutos



#### **4. Cierre de la Actividad**

El instructor repasará los procedimientos de operación de alimentadores y harneros así como también la identificación de peligros y la evaluación del riesgo. El objetivo de remarcar estos conceptos, obedece básicamente a que se instauren prácticas de trabajo seguro asociadas a este equipo y los protocolos de seguridad internos de la mina.

## 2. Características y tipos de Alimentadores y Harneros.

**Aprendizaje esperado:** Identificar componentes críticos, principales y análisis de fallas para reportar oportunamente.

### Conceptos Claves

#### TIPOS DE HARNEROS Y ALIMENTADORES

Los harneros y alimentadores se utilizan para el suministro estable de mineral para maximizar la producción en la planta de procesamiento.

#### COMPONENTES CRÍTICOS

Componentes del equipo que cobra relevancia en el proceso de operación para mantener una continuidad operacional.

### Introducción.

El presente capítulo tiene como objetivo definir la especificación técnica particular de los Harneros y Alimentadores. En este documento se especifican los materiales de fabricación, condiciones de uso y de los accesorios requeridos por los equipos anteriormente señalados.

### 2.1 Tipos de Harneros y Alimentadores

#### Alimentadores

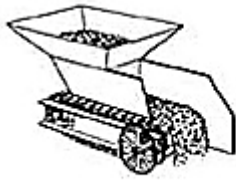
Los alimentadores son transportadores relativamente cortos que se utilizan para entregar un flujo controlado de mineral al equipo de procesamiento.

Un alimentador se coloca debajo de una tolva o pila que regula y transfiere material a otro elemento de la planta de procesamiento a una velocidad controlada.

Los alimentadores se utilizan para el mantenimiento y la regulación de las cargas de la pila y para promover un suministro estable de mineral para maximizar la producción en la planta de procesamiento.

Hay varios tipos diferentes de alimentadores (ver figura 5):

1. Placa.
2. Correa.
3. Placa alternativa.
4. Vibrador.



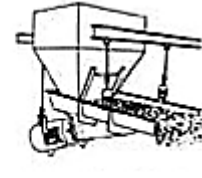
**Alimentador de bandeja**



**Alimentador de cinta**



**Alimentador con placa de movimiento alternativo**



**Alimentador vibrador**

**figura 5**

### Diferentes tipos de alimentadores

Aunque se emite polvo desde todos los tipos de alimentadores, la cantidad de polvo depende de:

- El tipo de material que está siendo manejado.
- El tamaño del material.
- El grado de agitación del material.

Los puntos de emisión de polvo de un alimentador son:

- Al final de la cola, donde se recibe el material.
- En el extremo de la cabeza, donde se descarga el material.

### Prevención del polvo en los Alimentadores

Reducir la producción de polvo durante las operaciones de alimentación mediante:

- Encierre los alimentadores tanto como sea posible.
- Seleccionar un alimentador de gran tamaño o un alimentador que produzca menos agitación del mineral.

### Alimentador de placa

Un alimentador de placas es similar a una cinta transportadora en que este tiene una cinta continua, pero en lugar de goma, está equipado con láminas de acero.

Debido a su construcción robusta, los alimentadores de placa pueden manejar grandes tonelajes y un gran tamaño de alimentación y se utilizan en áreas tales como:

- Bajo tolvas / unidades de almacenamiento.
- Para recibir material procedente de los sistemas de distribución (por ejemplo, camiones de volteo, cargadores frontales, bulldozer o trenes).
- Transferir el material de alimentación de la tolva a una chancadora, transportadores, harnero grizzly o parrilla, camión o vagón de ferrocarril.

Los alimentadores de placa están equipados con placas de acero de altas resistencias montadas en una cadena en un sin fin. La cadena se desplaza en rodillos montados a una base de soporte de acero sólido.

El alimentador es accionado a través de un eje principal equipado con ruedas dentadas que se enganchan a la cadena; el eje de cola está equipado con un rodillo de soporte giratorio para guiar la cadena. La cadena y los rodillos de transporte son componentes móviles estándar de maquinaria (es decir, tal como los de un bulldozer).

La operación es de velocidad variable general y puede ser electromecánica o hidráulica. Los alimentadores de placa se utilizan cuando se requieren máquinas muy robustas para manejar grandes alimentadores. También se utilizan para manejar material fangoso o pegajoso. Normalmente se encuentra por delante de las grandes chancadoras primarias inmóviles. A veces se utilizan para recoger el material de la descarga de grandes chancadoras primarias donde absorben más impacto que lo que una cinta transportadora de caucho puede soportar.

#### Ventajas:

- Adecuado para aplicaciones de trabajo pesado y materiales pegajosos-húmedos.
- Construcción industrial.
- Poco mantenimiento.
- Capaz de procesar tonelajes alto.
- Control de velocidad variable (hidráulica o electromecánica).
- Capacidad de reversa para ayudar a desbloquear la tolva.
- Puede instalarse en varias inclinaciones hasta un máximo de 26 grados cuando se usan barras de izaje.
- Altura reducida de la punta.
- Flujo consistente de material.
- Largo y tamaño ilimitado de la tolva.

#### Desventajas:

- Derrames bajo el alimentador.
- Los costes de instalación por peso.
- Altura de caída desde el extremo del alimentador.

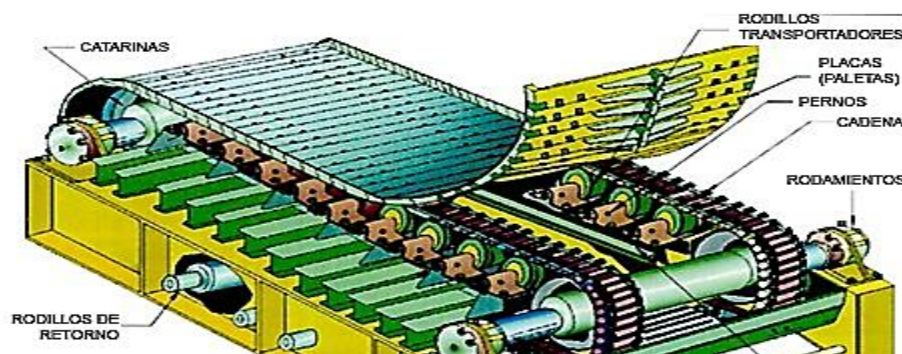




figura 6

### Alimentador de bandeja

#### Alimentador de correa

Los alimentadores de correa son similares a las transportadoras, pero están dispuestos con polines horizontales espaciados a intervalos cercanos de manera que la correa está sólidamente sostenida en su longitud completa y se posa plana a través de su anchura. Los alimentadores de correa se pueden disponer con paredes laterales moldeadas que retienen las materias primas. Los alimentadores de correa se utilizan normalmente en operaciones de arena y grava bajo una tolva o trampa.

Tienen la capacidad de operar a velocidad variable para ayudar con la tasa de flujo y la distribución del material alimentado.

Los alimentadores de correa se montan generalmente de forma horizontal, pero pueden estar inclinados, si es necesario. Son relativamente cortos, hasta aproximadamente 9 metros de largo y hasta 3 metros de ancho.

Los alimentadores de correa se utilizan en muchas aplicaciones desde la alimentación de una tolva sobre una transportadora, a una chancadora, harnero, camión, o sistema de mezclado.

#### Ventajas:

- Diseño simple.
- Control de velocidad variable.
- Ideal para sistemas de mezclado.
- Puede equiparse con una cinta de pesaje para una medición precisa.
- Diversos anchos y longitudes disponibles.
- Segregación mínima de la alimentación que se descarga.
- Ideal para el manejo de material fino, como arena, tierra o chancadora de finos.

#### Desventajas:



- Las correas de goma se pueden dañar por la alimentación prolongada y fuerte si se produce una situación de atasco.
- No es adecuada para el alto impacto del material de trabajo que se voltee sobre la cinta vacía.



figura 7

#### Alimentadores de correa

##### Alimentador de placas alternativas

Los alimentadores de placas alternativas comprenden una tolva de tres lados en el que la parte inferior está separada de los lados y accionada por un sistema hidráulico o mecánico para que la placa inferior (lámina) se mueva hacia atrás y hacia delante (conocido como movimiento alternativo o recíproco).

En la carrera hacia atrás, las placas inferiores se deslizan debajo de la carga en la tolva, el material en la parte delantera de la tolva no puede moverse hacia atrás, y se descarga del alimentador. En la carrera de avance de la placa, el material se lleva hacia adelante dejando un hueco en la parte trasera de la tolva que es llenado por la carga principal de material en la tolva. Este es un ciclo continuo, alimentando material fuera de la tolva cada vez que la placa se devuelve. Debido a la acción de alimentación de un alimentador de placas alternativo, no es posible vaciar completamente la tolva.

Los alimentadores de placas alternativas son diferentes de otros alimentadores en algunos aspectos muy importantes:

- La alimentación es discontinua, es decir, la alimentación es dispareja y desigual.
- El alimentador no puede vaciar la tolva.

- El funcionamiento del alimentador se basa más en las propiedades sólidas a granel y en las propiedades de fricción de la superficie que los otros alimentadores.

La alimentación discontinua es el resultado del movimiento alternativo de la placa, y la alimentación tiene lugar sólo durante la carrera de retorno. La rampa de descarga desde un alimentador de placas se convierte en un componente importante en ayudar a suavizar los aumentos repentinos de flujo a los procesos o transportadoras aguas abajo. La falta de uniformidad de los medios de alimentación significa que la anchura del alimentador tiene que ser más grande que la del alimentador de bandeja equivalente, la anchura del alimentador se rige por la dimensión de arqueo mínimo y la necesidad de lograr la tasa de flujo constante requerida.

#### Ventajas:

- Diseño simple.
- Viene en varios tamaños.
- De fácil mantención.
- Capaz de transferir grandes tonelajes.
- Siempre hay un lecho de material que queda en la placa de movimiento alternativo proporcionando un cojín para proteger el alimentador de daños por impacto.
- Reducción del daño de los grandes bultos.
- Reducción del derrame.
- 

#### Desventajas:

- Dificultad para vaciarlo completamente.
- Puede tener cargas intermitentes de descarga debido a la acción de alimentación de movimiento alternativo.
- Los derrames alrededor del alimentador pueden ser un problema si no se da mantenimiento a los sellos entre la placa y las paredes de la tolva.

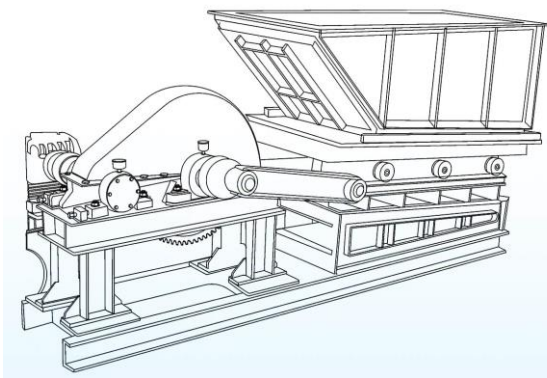


figura 8



## Alimentadores de placas de movimiento alternativo

### Alimentador Vibratorio

Los alimentadores vibratorios son equipos de alimentación de dirección en línea recta que utilizan vibraciones para "alimentar" el material a un proceso o máquina. Los alimentadores vibratorios trabajan para alimentar continuamente y de manera uniforme materiales en forma de bulto, partícula y polvo desde la tolva a la cinta transportadora, elevador de cubos, harneros y chancadoras, etc.

Los alimentadores vibratorios proporcionan velocidades controladas suaves de avance variable para maximizar la capacidad. Se utilizan para la transferencia de materiales a granel de tolvas, contenedores, chancadoras, etc. en una variedad de aplicaciones, incluyendo la química, la minería del carbón, fundiciones, canteras e industrias de hierro y acero. Pueden ser utilizados como alimentadores primarios de alta resistencia a alimentadores livianos de mezcla donde se requiere una derivación compacta con control de velocidad variable. O bien pueden ser montados sobre el suelo o suspendidos mediante cables (de seguridad) con resortes de acero o de goma de aislamiento. Vienen en diferentes diseños para adaptarse a diferentes disposiciones y requisitos de acceso.

Con su acción vibratoria, los alimentadores vibratorios están diseñados para manejar una amplia gama de materiales. El molde metálico se fija a una estructura de soporte que tiene muelles de compresión en cuatro esquinas. Esto permite el movimiento hacia adelante y hacia atrás de la bandeja, ayudando así al libre flujo de material de alimentación a la cinta transportadora.

El alimentador vibratorio se presenta en muchas formas y tamaños, pero todos utilizan el mismo principio, que es alimentar material a granel en la parte superior de forma incontrolada y sacar el material hacia fuera en la parte inferior a una velocidad controlada y constante.

#### **Cómo funciona:**

Los alimentadores vibratorios son unidades de propulsión eléctrica diseñados para proporcionar un método de transporte y controlar el flujo de material a granel. Estos alimentadores son unidades dinámicamente equilibradas, de dos masas, que constan de un conjunto de canaleta, con un resorte acoplado a una unidad vibratoria (excitador rotatorio).

La unidad vibratoria utiliza un vibrador rotativo eléctrico con contrapesos. Las fuerzas vibratorias desarrolladas por los pesos desbalanceados se magnifican a través de los resortes de polímero para proporcionar la vibración en la bandeja.

Esta fuerza produce un movimiento vibratorio constante, lineal, del alimentador mediante la conducción de la bandeja hacia abajo y atrás, luego hacia arriba y hacia adelante. Cuando el movimiento del excitador rotativo impulsa la bandeja hacia abajo y atrás, el material se suspende momentáneamente en el aire. Cuando el material cae a la superficie de la canaleta, aterriza en una nueva ubicación más adelante hacia el extremo de descarga. El movimiento de transmisión acciona entonces la canaleta hacia arriba y hacia adelante, llevando el material aún más a lo largo de la canaleta. Esta acción, repetida constantemente a alta velocidad, envía el material sin problemas a lo largo de la superficie de la canaleta hacia el extremo de descarga.

Los alimentadores vibratorios de mineral se utilizan principalmente para la alimentación de forma continua y uniformemente de chancadoras de grueso, harneo de agregado fino, y por lo tanto mejora la capacidad de la chancadora. Cuando está en funcionamiento, el alimentador vibratorio puede enviar materiales masivos y granulares al dispositivo receptor de manera uniforme, regular y continua.

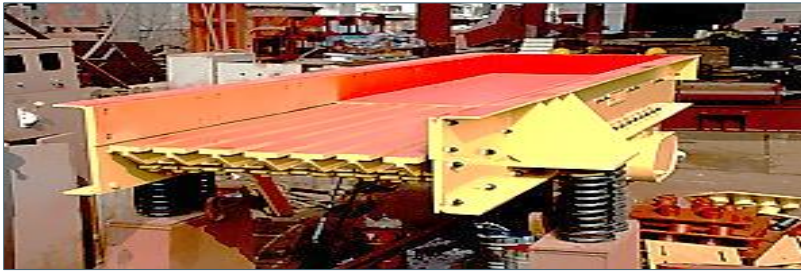


figura 9

#### Alimentador Vibratorio

##### **Alimentador vibratorio grizzly o parrilla**

Una combinación de un alimentador de bandeja y un harnero grizzly o de parrilla, que está diseñado para transportar el material y separar los finos, antes de descargar el material fuera del extremo del alimentador. Este tipo de alimentador se utiliza comúnmente para alimentar a una chancadora de mandíbula como alimentador principal de trabajo pesado, capaz de manejar un gran tamaño de alimentación y altos tonelajes. Estos alimentadores vienen en varios anchos de hasta aproximadamente 3 metros y longitudes de hasta 7 metros. El tamaño máximo depende de la masa total de la unidad. Un vibrador grizzly o de parrilla está equipado normalmente con una unidad de excitación (caja de cambios mecánica de equilibrio).

Los alimentadores vibratorios grizzly o de parrilla tienen características similares a los alimentadores vibratorios estándar más las barras grizzly o parrilla para la separación de los finos de la alimentación de la chancadora. Este alimentador aumenta la producción de plantas de chancado y reduce el desgaste del revestimiento de la chancadora, porque los finos son derivados alrededor del chancador primario.

### **Alimentador vibratorio de bandeja**

Similar al alimentador vibratorio grizzly o de parrilla pero sin el harnero grizzly. Puede utilizarse desde trabajo pesado hasta en aplicaciones relativamente ligeras y están disponibles en anchuras y longitudes similares.

### **Alimentador vibratorio de descarga de contenedor**

Los alimentadores vibratorios de descarga de contenedor son generalmente más cortos que los alimentadores mencionados anteriormente. Se utilizan para manejar material de hasta 400 mm de tamaño. Este alimentador se puede colocar debajo de las pilas de transición, tolvas de compensación, contenedores de materiales y recipientes de mezcla.

A pesar de que pueden estar equipados con control de velocidad variable, no pueden operar a velocidades bajas debido al problema con sus limitaciones de frecuencia naturales. Un alimentador de correa es más adecuado cuando se requiere una mezcla muy precisa de las tolvas.

Las aplicaciones típicas para este alimentador incluyen:

- La alimentación de una pila transición sobre un transportador
- La alimentación de una tolva en un harnero, chancadoras secundarias, terciarias o cuaternarias
- La alimentación en un sistema de transporte por camiones o de mezclado

### **Alimentadores vibratorios electromagnéticos**

En la operación, se suministra energía al imán del alimentador por medio de un control separado. Este control, en su forma más simple, consiste en un rectificador de conmutación, una caja de fusibles y fusibles, y un reóstato de control. El rectificador se utiliza para convertir la corriente alterna en una corriente de media onda pulsante.

Cada ciclo de potencia es seguido por un medio ciclo de flujo de corriente bloqueada. Durante este medio ciclo, la energía no está disponible para el imán y el imán se desactiva. La atracción magnética entre el imán y la armadura se libera y el resorte de lámina se devuelve a (y ligeramente a) su posición normal. Esto empuja la bandeja, el soporte y la armadura hacia arriba y adelante.

Ventajas:

- Disponibilidad de tamaños.
- Diseño simple.
- De fácil mantención.
- Compacto.

- Varios controles de velocidad.
- No limitado al derrame de material.
- 

#### Desventajas:

- No es adecuado para operaciones de mezclado exacto debido a las limitaciones en la velocidad mínima de funcionamiento.
- Puede ocurrir acumulación sobre la bandeja si el material es pegajoso.

#### Flujo de Material

Con el equipo en operación con una fuente de alimentación de 60 Hz, el ciclo del flujo de material se repite 3600 veces por minuto. La tasa de flujo de material se controla mediante la variación de la carrera de la bandeja. El número de carreras se mantendrá constante, pero la longitud de la carrera puede ser ajustada girando el mando de reóstato en el controlador para aumentar o disminuir la velocidad de alimentación.



figura 10

Alimentador vibratorio grizzly o de parrilla



figura 11

## Alimentador Vibratorio

Aplicación de Alimentadores	
Aplicación	Tipo de Alimentador
Camión o carga directa mediante bulldozer, pala o red de arrastre	Alimentador de placa
Bajo tolva o depósito, manipulación de materiales no abrasivos	Alimentador de placa
Debajo de la chancadora primaria o proteger la cinta transportadora	Alimentador vibratorio o alimentador grizzly
Bajo contenedores, tolvas o pilas de almacenamiento	Alimentador de correa
Bajo grandes chancadoras primarias	Alimentador de placa

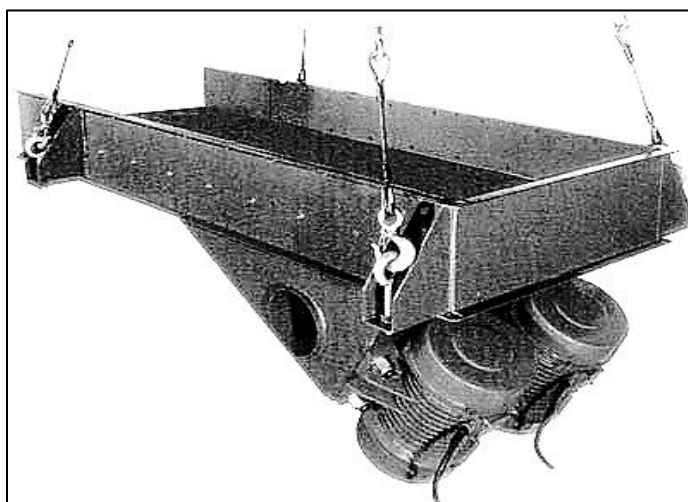


figura 12

Alimentador vibratorio con ganchos de suspensión y cables





figura 13

Alimentador en acción/posición



figura 14

Alimentador en acción

## Harneros

Los harneros se utilizan para ordenar material según el tamaño. El material alimentado en un harnero se separa en al menos dos tamaños:

- Materiales de menor tamaño, que pasan a través de la abertura del harnero.
- Material de gran tamaño, que se retienen en la superficie del harnero.

Aunque el harneado puede ser húmedo o seco, el harneado en seco es el más utilizado en las operaciones de procesamiento de minerales.

Los tipos de harneros incluyen:

1. Grizzly o de barras.
2. Trommel, giratorio o rotacional y/o tambor.
3. Inclinado.
4. Horizontal.
5. Curvos (Sieve Bend).
6. Vibratorios.

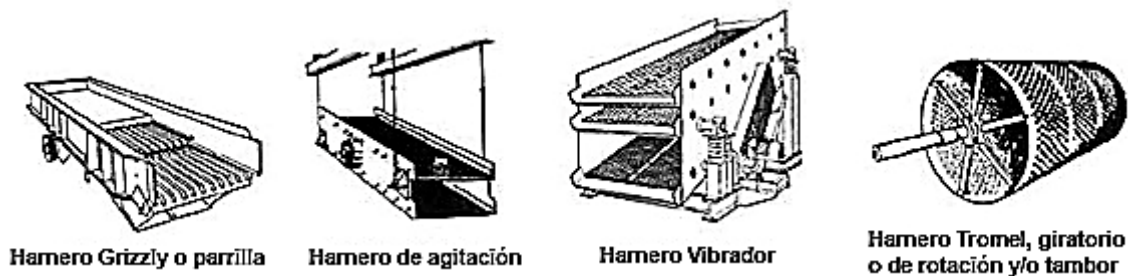


figura 15

El polvo se genera en todos los procesos de selección secos. Sin embargo, la cantidad de polvo depende del tamaño de las partículas contenidas en el mineral, el contenido de humedad, y el tipo de equipo de cribado utilizado.

En general, un harnero que procesa un material más fino produce más polvo. Además, los harneros agitados más fuerte y más rápido producen más polvo que los que vibran más suave y lentamente.

En general, los harneros emiten polvo de los siguientes puntos:

- El tercio superior de la superficie del harnero donde golpea el material entrante.
- Las aberturas entre las piezas móviles (el harnero) y partes estacionarias (los conductos de descarga).

- Tolvas de descarga.

### Prevención del polvo en los Harneros

La tasa de polvo generado por los harneros no puede ser alterada. Sin embargo, encerrar adecuadamente el harnero puede reducir las emisiones de polvo. Se debe utilizar un cierre completo que se pueda quitar fácilmente para el mantenimiento y la inspección. Un sistema de cierre disponible en el mercado consiste en una tela especial, moldura de caucho, y elementos de metal simple. La tela de caucho puede estar unida al harnero para proporcionar un sello para polvo casi perfecto entre el harnero y los conductos de descarga. La parte superior del harnero también puede encerrarse con el paño de caucho para evitar el escape de polvo. Esta cobertura de caucho ligera no sólo proporciona un receptáculo estanco al polvo, sino que también permite un fácil mantenimiento, inspección y sustitución de las superficies de harneado.

Un sistema de sellado hermético reduce las emisiones de polvo y también minimiza el flujo de aire, lo que reduce el volumen de salida para el sistema de recolección de polvo instalado aguas abajo.

Algunos fabricantes de harneros proporcionan coberturas de placas de metal para encerrar la parte superior del harnero. Estas cubiertas son eficaces cuando se mantienen adecuadamente. Sin embargo, no proporcionan un sello para el polvo entre las superficies del harnero en movimiento y los conductos estacionarios.



figura 16

Harneros vibratorios

### Harneros Grizzly o de barras

Los harneros grizzly o de barras se utilizan para manejar grandes tamaños de alimentación y proporcionar una separación gruesa de la alimentación. Los harneros de barras se utilizan habitualmente para llevar a cabo una separación irregular o por delante de la chancadora primaria o de la planta de selección. Los dos diseños principales son estático y vibrante, ambos de construcción de alta resistencia.





**figura 17**

Harnero vibratorio grizzly o de barras

### **Selección de componentes**

Como el harnero grizzly o de barras se utiliza en la aplicación principal, los tipos de selección de componentes se limita a ya sea una combinación de barras grizzly, placa plana o perforada dependiendo de la aplicación y los materiales que se están procesando.

### **Eficiencia**

La eficiencia del harnero es generalmente de hasta 90% como resultado de la inclinación y el tamaño de las aberturas o espaciado de las barras grizzly, sin embargo, el harnero puede tender a bloquearse o fijarse si el material de alimentación tiene un alto contenido de arcilla o gravilla.

### **Pesos/Movimiento**

Los pesos o el ajuste de los contrapesos de excitación afectarán a la estructura y el movimiento si están fuera de las especificaciones del fabricante original y podrían dañarlo o reducir la resistencia a la fatiga de los rodamientos.

### **Velocidad**

La velocidad del harnero en combinación con los pesos o el movimiento tendrá un gran efecto sobre la solidez y la vida útil del equipo.

### **Harnero Trommel**

El trommel consiste en un cilindro cubierto por el material de cribado.

Los harneros Tromel rara vez se utilizan como harneros de tamaño en la producción total, debido a sus limitaciones de capacidad, sin embargo, se utilizan para la separación y el lavado de roca, minerales, arena y grava. Los harneros Tromel son excelentes para materiales difíciles de harnear,

arcilla unida o cementada, y pueden tener múltiples divisiones para su uso en suelos superficiales pesados, arena, compostaje y productos reciclables.

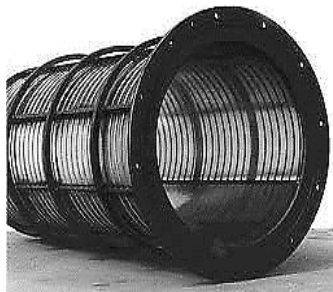


**figura 18**

Harnero Tromel

### Selección de componentes

La selección de los componentes variará de acuerdo al material que se procesa y la aplicación. Los componentes estándar incluyen mallas de alambre tejido, poliuretano, placas perforadas de diferentes aberturas y se puede equipar con elevador o paletas como se muestra a continuación.



**Figuras 19**

Material de cribado Trommel

### Eficiencia

La eficiencia del harnero depende del ángulo de inclinación y la velocidad de rotación del cribado. Son harneros de baja eficiencia de uso común en las plantas de reciclaje.

### Pesos/Movimiento

No hay pesos fijados a los harneros de cribado. Un harnero Trommel gira sobre su eje permitiendo que el material de tumbos y se rompa.

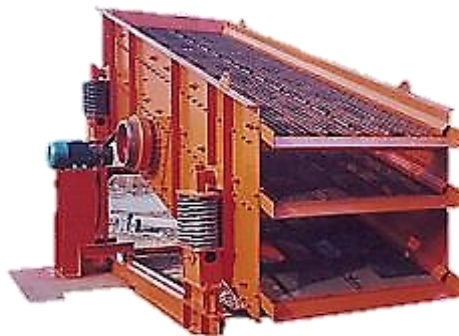
### **Velocidad**

El harnero Trommel funciona a bajas revoluciones y por lo tanto tienen muy poca vibración.

### **Harnero inclinado**

Un harnero inclinado está montado en un ángulo o inclinación y tiene un movimiento circular. Los harneros inclinados son adecuados para la mayoría de las aplicaciones solicitadas, incluyendo:

- Cribado.
- Dimensionado del material final.
- Re-beneficio.
- Retiro de basura.
- Lavado.
- Deshidratación.



**figura 20**

Harnero inclinado vibratorio de movimiento circular

### **Selección de componentes**

Hay varios tipos de componentes para los diversos usos y materiales diferentes que esté procesando.

El tipo más común es el tejido de malla de alambre. Este está disponible en diversos tamaños de cable, aberturas, longitudes y anchuras. Otros tipos de materiales de cribado incluyen:

- Agavibe, que se utiliza en una aplicación de harneo difícil o fino.
- Poliuretano, que se utiliza en aplicaciones húmedas o abrasivos.
- Poli-Vibe que se utiliza en una aplicación de enmascaramiento y vapor.

- Placa perforada que se utiliza en aplicaciones de harneado primario con una variedad de aberturas.

### **Eficiencia**

La eficiencia del harneo está determinada por la dirección de rotación del harnero. Si funciona a "contraflujo", o cuesta arriba, el harnero estará en sus criterios operativos más eficientes. Cuando funciona "a favor de la corriente", o cuesta abajo, el harnero sacrifica la eficiencia por la capacidad.

### **Pesos/Movimiento**

Los pesos del harnero son una característica muy importante que le da el movimiento al harnero. Las desviaciones del diseño inicial y la cantidad de peso se deben comparar con las especificaciones del fabricante.

Añadir pesos adicionales al harnero afecta la vida de los rodamientos. Por ejemplo, el aumento de la canaleta en un 10% reduce la resistencia a la fatiga del rodamiento hasta en un 75%.

### **Velocidad**

La combinación de la velocidad con los pesos instalados en el harnero tiene un efecto importante en el movimiento del harnero y las fuerzas G a las que se somete el harnero. La velocidad del harnero no debe alterarse sin consultar el manual del fabricante ya que esto afectará la estructura del harnero debido a las fuerzas G adicionales. Además, se verá comprometida la vida útil del rodamiento. Por ejemplo, el aumento de la velocidad en un 10% reduce la resistencia a la fatiga del rodamiento hasta en un 50%.

### **Harnero Horizontal**

Los harneros horizontales normalmente tienen un movimiento lineal adecuado para la mayoría de las aplicaciones de cribado. Estos harneros tienen una clara ventaja para los requisitos del lavado y la deshidratación, ya que es más fácil controlar el flujo de agua a través del harnero sin descargarla sobre el extremo.

Su baja altura de cabezal es ideal para las maquinarias portátiles y reduce la altura total de las maquinarias estáticas, incluyendo edificios.

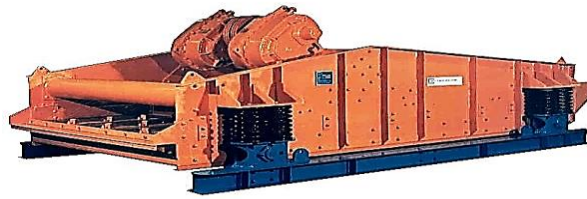


figura 21

Harnero Horizontal



figura 22

Harnero horizontal portátil

### Selección de componentes

Como es el caso de los harneros inclinados, el tipo de criba cambia con la aplicación y el material. El tipo más común de tipo de criba es el tejido de malla de alambre. Este tipo está disponible en diversas aberturas, tamaños de cable, longitudes y anchuras. Otros tipos de componentes son:

- Agavibe, que se utiliza en una aplicación de harneo difícil o fino.
- Poliuretano, que se utiliza en aplicaciones húmedas o abrasivos.
- Poli-Vibe que se utiliza en una aplicación de enmascaramiento y vapor.

### Eficiencia

Para lograr la máxima eficiencia del harnero hay varios factores que deben ser considerados, que son:

- Carrera (Amplitud).
- Velocidad de carrera (Frecuencia).
- Ángulo de Carrera (Temporización).

Todos son importantes para lograr la máxima eficiencia en la operación del harnero. El ajuste correcto de los tres ayuda a obtener una producción máxima del harnero. Generalmente, el material grueso requiere una carrera más horizontal más larga y una velocidad más lenta. Para separar finos e requieren una carrera vertical más corta y velocidades más altas para obtener la máxima eficiencia.



figura 23

Longitud: Completa, Velocidad: lenta, Angulo: 35 a 45 grados  
Configuración de los materiales gruesos

### Pesos/Movimiento

La posición de los pesos y la temporización de las marchas en combinación con la velocidad de funcionamiento del harnero le dan su carrera. La siguiente tabla 13 da una indicación de las variantes de los movimientos de los harneros.

Material	Carrera			
	Longitud		Velocidad	Ángulo
	Oval	Pesos/Rueda		
Grueso > 32mm	Máximo 19mm	3 ●●●	Lento	35 a 45 grados
Medio 19mm – 32mm	Medio	2 ●○●	Medio	40 a 50 grados
Fino 9.5mm – 19mm	Corto	1 ○●○	Rápido	45 a 50 grados
Extra fino <9.5mm	Mínimo 16mm	Niloooo	Muy Rápido	50 a 60 grados

### Velocidad



Como se mencionó antes, la combinación de la velocidad con la posición de los pesos instalados en el harnero tiene un efecto importante en el movimiento del harnero y las fuerzas G a las que se somete el harnero, y la eficiencia del harnero.

La siguiente tabla muestra las carreras típicas para adaptarse a la aplicación correspondiente.

Ángulos disponibles, ajustable en incrementos de 5 grados

Acción	Longitud	Velocidad	Ángulo
Cribado	Total	Lento	35 a 45 grados
Material de tamaño mediano	Medio	Medio	40 a 50 grados
Material de tamaño mediano Máxima eficiencia en la cubierta inferior	Medio	Medio	45 a 55 grados

### Harnero curvo (Sieve Bend)

El harnero curvo se utiliza con ventaja en aplicaciones que requieren que grandes toneladas atraviesen el harnero, y es más capaz de tolerar aumentos de sobrecarga. Es adecuado para manejar materiales con humedad de superficie alta o inclusiones de arcilla o barro que son propensos a cegar o tapar las aberturas.



figura 24

Harnero curvo

Para entender cómo un harnero curvo puede lograr este aumento en el rendimiento por sobre los harneros convencionales, será necesario volver a examinar algo de teoría fundamental de harneado.

Es un hecho bien conocido que la dificultad con la que una partícula puede pasar a través de una abertura es proporcional a la relación de tamaño de la partícula con el tamaño de la abertura. Por ejemplo, una partícula que es 9/10 del tamaño de la abertura tendrá 80 veces más

dificultad para pasar a través de la abertura de lo que lo haría una partícula que es sólo 1/10 del tamaño de la abertura.

Durante el procedimiento de harneado, las partículas que están cerca en tamaño a la abertura pasarán a través del harnero sólo si llegan a la abertura en una posición favorable. En consecuencia, estas se presentan varias veces a la malla, y se acumulan en una capa que permanece en el harnero mientras se mueven relativamente despacio por la cubierta.

Si el material contiene un alto porcentaje de partículas bajo la medida, capaces de pasar fácilmente a través de la cubierta, se deduce que su paso inmediato será obstruido (y la capacidad del harnero reducida) si el primero tiene que forzar su camino a través de un lecho de material que, si es demasiado grueso, actuará como una capa continua o como un tipo de filtro.

El harnero curvo reconoce la importancia de esta capa y funciona en el principio de que cuando el lecho de material en la cubierta se mantiene relativamente delgado, la cantidad de finos que pasan a través del tipo de criba por unidad de tiempo es mucho mayor que cuando se harnea con una capa gruesa.

Para lograr este objetivo, la primera parte del harnero está dispuesta para comenzar con una fuerte caída que causa una velocidad de flujo con tan alta velocidad que el harneo se lleva a cabo a una profundidad de lecho delgado. Esta capa fina y la alta velocidad de transporte también es bastante tolerante a los aumentos repentinos en la velocidad de avance.

Además, el harnero funciona con una gran carrera vibrante lineal que tiene el efecto no sólo de aumentar aún más la velocidad del material, sino que rompe el lecho, abriéndolo y garantizando que las partículas se mueven de forma individual y libremente para tener acceso inmediato a las aberturas.

Esto incluye el envío de finos húmedos que causarían el taponamiento de las aberturas si se dejase más tiempo en la cubierta. Asimismo la arcilla y el barro permanecen sueltos y tienen la oportunidad de bajar rápidamente a través de la cubierta.

La parte plana de la cubierta en el extremo de descarga adquiere entonces un efecto calmante sobre el material. La velocidad se reduce y la separación difícil de partículas cercanas al tamaño puede ocurrir sin obstáculos por parte de los finos.

### **Eficiencia**

La eficiencia se rige por la velocidad, la dirección de rotación, la selección de los medios y los pesos combinados con el ángulo de inclinación de los equipos. Siempre discuta cualquier problema con el manual del fabricante si experimenta problemas de eficiencia.

### **Selección de componentes**

Como en el caso con otros harneros, hay varios tipos de selección de componentes utilizados en los harneros curvos. Del mismo modo son de alambre, de caucho, poliuretano y con este último utilizado en secciones modulares, como se muestra.



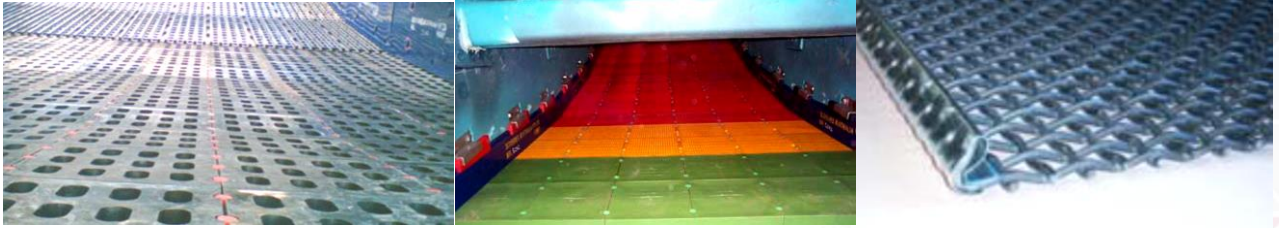


figura 25

Varios tipos de paneles modulares

### **Pesos/Movimiento**

Los pesos del harnero son una característica muy importante que le da su movimiento al harnero. Las desviaciones del diseño inicial y la cantidad de pesos se deben revisar en el manual del fabricante.

### **Velocidad**

Como en el caso con todos los harneros, la velocidad del harnero tiene un efecto importante sobre la integridad de la estructura; el movimiento, la eficiencia y la vida del rodamiento, por lo tanto, nunca cambie la velocidad sin revisar lo que dice el manual del fabricante.

### **Harnero vibratorio**

Los harneros vibratorios están diseñados con operación de una sola cubierta, dos cubiertas y de triple cubierta. La malla del harnero se fija sobre un marco y se atornillada a un harnero de alta compresión en suspensión. Todo esto está apoyado por una estructura de acero. Este equipo es muy eficaz en el harneo de las materias primas chancadas; aceptándolas o rechazándolas. Los harneros funcionan con un motor de capacidad adecuada.

Los harneros vibratorios se utilizan para separar los diferentes tamaños de material granular en tamaños más adecuados para su procesamiento posterior o para su reprocesamiento, que es el caso para el material que es demasiado grande y requiere más chancado secundario. El material se separa haciéndolo pasar a través de una “caja de harneo” vibratoria, que tiene una variedad de harneros de diferente tamaño, o mallas (aberturas), en las que el material cae a través como un tamiz, el material cae sobre transportadores que acumulan los productos finales. Los productos finales pueden ser enviados para su posterior procesamiento.

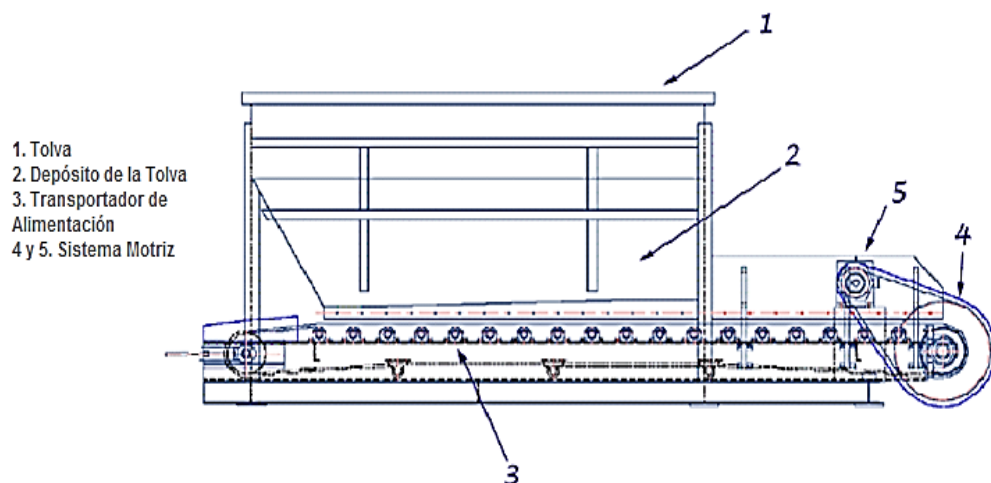
## **2.2 Componentes**

**Los componentes principales de los harneros son:**

- **Chasis:** Caja principal de acero estructurada, que soporta las hojas de resorte y la unidad motriz, sobre la cual se monta un contrapeso que balancea todo el sistema.
- **Hojas de Resorte:** Son elementos elásticos que soportan la bandeja. Diseñados de modo que su frecuencia natural de vibrar o frecuencia de resonancia sea la frecuencia de oscilación del sistema. Con ello se obtiene una acción elástica que mantiene el sistema en movimiento, debido a que la energía necesaria para hacer vibrar la bandeja es alternativamente almacenada y liberada por ellas, acción que se realiza a la misma frecuencia del sistema motriz. Una vez que el equipo se encuentra en movimiento, el motor solamente se encarga de compensar las pérdidas por rozamiento y variaciones en la carga, lo que se traduce en mínimo consumo de energía, mínimos esfuerzos en los sistemas de transmisión y una distribución uniforme de las fuerzas de inercia a lo largo de equipo.
- **Unidad Motriz:** Entrega el movimiento inicial a la bandeja y mantiene el sistema funcionado con un mínimo consumo de energía, debido a la acción de las hojas de resorte.

Existen dos tipos de unidades motrices:

- **Mecánicas:** Transmiten el movimiento de la bandeja mediante un sistema de biela y excéntrica.
- **Electromagnéticas:** Producen el movimiento de la bandeja por medio de electromagnetismo que funciona a la frecuencia de la red eléctrica.
  - **Bandeja:** Es una canoa generalmente metálica de sección rectangular, que oscila a una frecuencia y amplitud determinadas. Es la encargada de trasladar el material desde su sector de alimentación al de descarga, además soporta los diferentes accesorios que puede tener el equipo vibratorio (Harneros y compuertas entre otros).
  - **Pisos o decks:** Lugar en el que se posicionan mallas, con tensores en el caso de los vibratorios

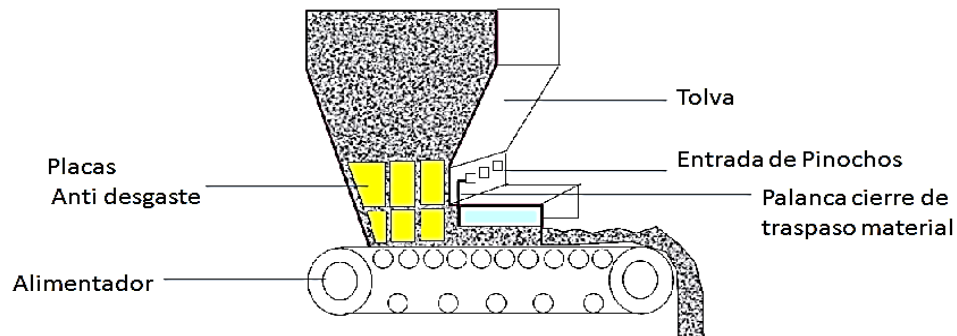


Descripción general básica de los alimentadores

figura 26

- Tolvas. Generalmente traspasan material hacia los alimentadores como se muestra en la siguiente representación:

figura 27



- Las tolvas son buzones de acumulación de material de gran capacidad. Su función es proporcionar una gran capacidad de regulación y permitir la alimentación de sólidos a la etapa subsiguiente de procesamiento a un régimen de alimentación controlado y especificado, ya que cualquier interrupción del flujo que sale de la tolva impide lograr una operación eficiente.
- Se compone de dos partes, una sección convergente situada en su parte inferior a la que se conoce como boquilla (la cual puede ser cónica o de forma de cuña), y una sección vertical superior que es la tolva propiamente tal, siendo esta la que proporciona la mayor parte del volumen de almacenamiento. Internamente las paredes de las tolvas son recubiertas con placas de desgaste, las cuales protegen el cuerpo principal de la tolva y son reemplazadas cuando se requiere.
- La abertura de descarga de material debe ser diseñada de forma tal que impida la obstrucción producida por rocas de gran tamaño o la formación de arcos cohesivos o ratholes debido a ángulos de inclinación de pared insuficientes. También debe tenerse en cuenta que aberturas demasiado grandes impiden lograr una correcta dosificación del material transportado hacia las otras etapas del proceso.

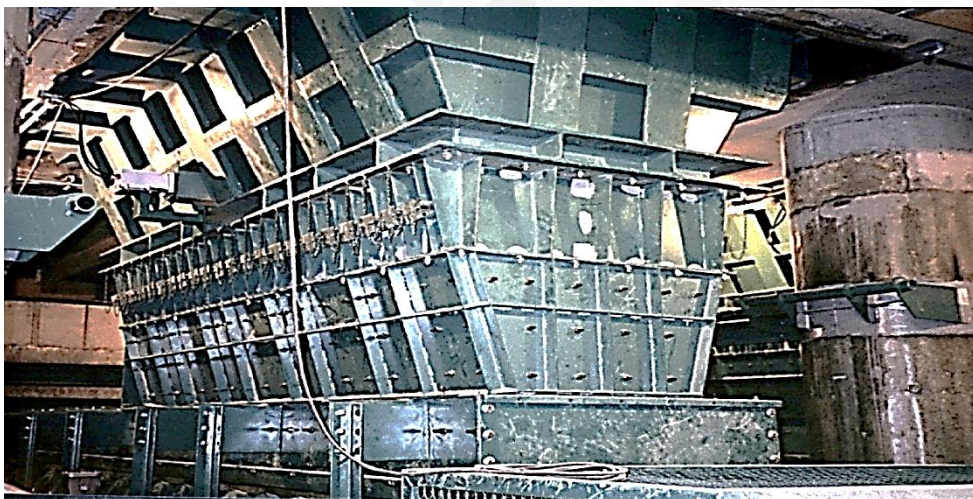


figura 28

- Los problemas que se encuentran en su operación son numerosos, como puede apreciarse en las paredes deformadas producto de golpes con colpas. En casos de obstrucción se inyectan chorros de aire comprimido, e incluso explosivos para restablecer el flujo.



figura 29

- En algunos casos, la tolva además consta de varias aberturas de descarga, como se muestra en la figura:





figura 30

- Estas aberturas permanecen tapadas durante la operación del equipo, pero se destapan y se colocan pinochos a la hora de realizar una limpieza, reparación o reemplazo de elementos de desgaste en el interior de la tolva.

### Repaso de Conceptos Claves

#### TIPOS DE HARNEROS Y ALIMENTADORES

Los harneros y alimentadores se utilizan para el suministro estable de mineral para maximizar la producción en la planta de procesamiento.

#### COMPONENTES CRÍTICOS

Componentes del equipo que cobra relevancia en el proceso de operación para mantener una continuidad operacional.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad: Características y tipos de Alimentadores y Harneros.

- **Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades:

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo:

Reconocer principales características técnicas de los equipos y sus principales componentes.

#### 2. Materiales y recursos

##### Recursos audiovisuales:

1. Modelo 3d de funcionamiento de Harnero:  
<http://www.youtube.com/watch?v=YjqzzfMTWP8>
2. Harnero:  
<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=cy5zZQQVd2E&NR=1>
3. Harnero (2):  
<http://www.youtube.com/watch?v=nCIT48haZUs>
4. Alimentador:  
[http://www.youtube.com/watch?v=Ly\\_Uz-FUiOM](http://www.youtube.com/watch?v=Ly_Uz-FUiOM)
5. Kit didácticos, presentación de los equipos a escala.

##### Para actividad práctica:

6. 4 Coladores o malla plásticas de distintos tamaños de apertura
7. Mezcla de: grava, arena fina y piedrecilla
8. 5 recipientes para mezcla y separación del ripio arenoso



### 3. Descripción de la Actividad :



Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>Los participantes guiados por el instructor conocerán las principales características de harneros y alimentadores a través de una maqueta. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con los equipos. Para complementar la actividad los participantes observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases.</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El Instructor en base a su experiencia podrá guiar la observación de los videos sugeridos y pedirles a los participantes que se fijen en las diferencias y similitudes de los equipos. Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los recursos visuales y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.</p> <p style="text-align: center;">Harnero vibratorio</p>  <p style="text-align: center;">Harnero Vibratorio (Operación con material húmedo)</p>





Harnero Vibratorio (Tipos de Cribado)



Alimentador Vibratorio



El instructor luego de observar los videos y complementar la información con los contenidos vistos en clases, destacará que Los harneros y alimentadores son equipos de minería utilizados para separar y manipular



material. La separación y la manipulación de material en las minas son importantes para el flujo continuo de procesamiento de minerales.

De acuerdo al material visto en clases el participante podrá contestar a la siguiente pregunta:

**¿Qué diferencia hay entre los dos equipos, el Harnero y Alimentador?**

Solución:

El harneado es el proceso de separar las partículas materiales como roca mineral utilizando equipos de harneado. Las partículas de roca mineral llegan a las aberturas, agujeros de la superficie del harnero, también llamados medios de comunicación de harnero o malla, y la atraviesan si son más pequeñas que el tamaño de la abertura y pasan a su posterior procesamiento. Cualquier material de roca mineral que es de gran tamaño será rechazado y devuelto para ser chancado aún más para reducir su tamaño.

Los alimentadores son dispositivos que se colocan debajo de una tolva o pila. Ellos se utilizan para regular y transferir el material a otro elemento de la planta de procesamiento a una velocidad controlada.

**¿Qué relación hay entre los dos equipos, como se complementan en el proceso de transporte de minerales?**

Solución:

Los harneros y alimentadores son equipos de minería utilizados para separar y manipular material. La separación y la manipulación de material en las minas son importantes para el flujo continuo de procesamiento de minerales.

**3. ¿De las siguientes revisiones de equipos, cuál corresponde a un harnero y cual a un alimentador?** Escriba una A (Alimentador) o H (Harnero) según corresponda:

Descripción de la acción	¿Alimentador o Harnero)
Lubricación los rodamientos/cojinetes.	A



Lubricación los cables de suspensión.	A
Revisión y apriete los pernos de la malla, trabaje desde el centro del panel del harnero A. Elimine la acumulación de material.	H
Revisión la condición y ubicación adecuadas de las extrusiones.	H
Revisión el desgaste y la tensión del chasis hacia los extremos.	H
Limpieza del alimentador y el controlador asociado.	A
Comprobar las herramientas en los conjuntos de suspensión para ver que los tornillos están apretados al torque recomendado.	A
Asegurar de que la criba está centrada entre las placas laterales.	H
Comprobar el apriete de los tornillos de montaje del núcleo.	A

2. El instructor indicará que de los componentes principales del harnero son el chasis, hojas de resorte y unidad motriz. Los participantes que deberán una breve descripción de estos componentes.

<b>Chasis:</b>	Caja principal de acero estructurada, que soporta las hojas de resorte y la unidad motriz, sobre la cual se monta un contrapeso que balancea todo el sistema
<b>Hojas de Resorte:</b>	Son elementos elásticos que soportan la bandeja. Diseñados de modo que su frecuencia natural de vibrar o frecuencia de resonancia sea la frecuencia de oscilación del sistema. Con ello se obtiene una acción



		elástica que mantiene el sistema en movimiento, debido a que la energía necesaria para hacer vibrar la bandeja es alternativamente almacenada y liberada por ellas, acción que se realiza a la misma frecuencia del sistema motriz. Una vez que el equipo se encuentra en movimiento, el motor solamente se encarga de compensar las pérdidas por rozamiento y variaciones en la carga, lo que se traduce en mínimo consumo de energía, mínimos esfuerzos en los sistemas de transmisión y una distribución uniforme de las fuerzas de inercia a lo largo de equipo.
	<b>Unidad Motriz:</b>	Entrega el movimiento inicial a la bandeja y mantiene el sistema funcionado con un mínimo consumo de energía, debido a la acción de las hojas de resorte
Duración de la actividad	60 minutos	

#### 4. Cierre de la Actividad:

El instructor destacará que los harneros y alimentadores son equipos que si bien poseen diferentes funcionalidades actúan en conjunto, por lo que la conexión entre ambos equipos es un factor importante que se debe tener presente. También dar énfasis a los componentes críticos del equipo que cobra relevancia en el proceso de operación para mantener una continuidad operacional.

En este proceso es importante reforzar el conocimiento técnico del equipo para la identificación de probables fallas.

### 3. Monitoreo de Operación de Sistemas de Harneros y alimentadores

**Aprendizaje esperado:** Identificar las condiciones que ponen en riesgo la operación de harneros y alimentadores.

#### Conceptos Claves

##### PROBLEMAS Y FALLA FRECUENTES

En este proceso nos permite reconocer las fallas y problemas mas frecuentes para tomar acciones correctivas cuando corresponda.

##### MONITOREO Y OPERACION

Es de vital importancia el Monitoreo y la eficiencia de la Operación, ya que esta es determinante en la calidad del producto.

#### Introducción.

En este proceso es necesario conocer las fallas más recurrentes y de esta manera tomar acciones correctivas en función de evitar las detenciones del proceso.

Es de vital importancia el proceso de monitoreo y una buena operación ya que cobra gran relevancia en la continuidad del proceso productivo.

#### 3.1 Problemas y fallas más frecuentes

##### Alimentadores

##### Solución de Problemas – Alimentadores Vibratorios

Los problemas comunes con los alimentadores vibratorios incluyen:

Funcionamiento defectuoso	Causa probable	Acción Correctiva
El motor se detiene	Baja tensión	Verificar los valores de la fuente de alimentación.
	Fusible quemado	Reemplazar el fusible.
	Cableado o línea del interruptor defectuosos	Reparar o reemplazar el interruptor o el cableado.
	Partidor defectuoso en el motor	Comunicarse con el fabricante.
El motor funciona, el alimentador no vibra	Alimentador en contacto con un objeto en reborde o superficie adyacente	Aislar el alimentador. Revisar si hay objetos y retírelos.
	Baja tensión	Verificar los valores de la fuente de alimentación.

Ruido excesivo	Rodamientos defectuosos	Examinar cuidadosamente el vibrador eléctrico rotativo en busca de signos de desgaste o calor. Reemplazar según sea necesario.
	Holgura entre la armadura y el núcleo es insuficiente	Reajustar la holgura.
	Cambio en el peso de la canaleta (peso adicional añadido)	Retirar el peso adicional.
El alimentador opera demasiado rápido	Alto voltaje de funcionamiento	Comprobar la configuración de máxima tensión en el controlador.
El alimentador zumba, no vibra	Rectificar la falla (dentro del controlador)	Reemplazar el controlador – contacte al fabricante.
El alimentador deja de funcionar	No hay energía en el controlador	Determinar la causa, repare.
	Cortocircuito en el cableado	Localizar y reparar.
	Componentes de control defectuosos	Consultar el manual del fabricante –reemplazar.
	Falla en la bobina	Verificar los valores de la fuente de alimentación. Revisar el entrehierro Cortocircuito en el cableado. Revisar la corriente alta, que se origina debido a resorte defectuoso o apretado.
El alimentador opera a baja velocidad (por debajo de la capacidad)	Revestimientos de la canaleta agrietados o desgastados	Reemplazar la canaleta o el revestimiento, y ajuste la holgura.
	Grupo de resortes sueltos	Apretar los pernos de sujeción de los resortes.
	Grupo de resortes apretados con oxido o polvo	Retirar y limpiar.
	Apertura de la tolva demasiado pequeña	Levantar la puerta de la tolva o cambie el diseño de la tolva. Cambiar los zócalos de modo que puedan manejar flujo adicional.
	Pendiente descendente del alimentador insuficiente	Aumentar la pendiente del alimentador (no exceda los 15 grados)
	Alimentador en contacto con un objeto u estructura rígida	Retirar el objeto o estructura.

## Solución de Problemas – Harneros Vibratorios

Los problemas comunes con los harneros vibratorios incluyen:

Funcionamiento defectuoso	Causa probable	Acción Correctiva
Sobrecalentamiento del vibrador	Muy poca lubricación	Revisar los sellos, etc. En busca de fugas. Añadir lubricante.
	Demasiada lubricación	Retirar lubricante hasta llegar al nivel apropiado.
	Temperatura ambiente alta causada por el manejo de material caliente o por condiciones del entorno	Ventilar el área o usar lubricante para alta temperatura.
Fuga de lubricante	La alta temperatura hace que la grasa se convierta en líquido y salga a través de los sellos	Usar grasa para alta temperatura.
Rodamiento arenoso	Ingresa arena al rodamiento mientras está en servicio o en lubricación o a través de los sellos durante la operación	Enjuagar el rodamiento y el cartucho: vuelva a lubricar.
Rodamiento ruidoso	Falla en el rodamiento causada por cualquiera de las razones mencionadas arriba	Cambiar el rodamiento, tome las precauciones necesarios para evitar que vuelva a fallar el rodamiento.
	Fatiga normal asociada al trabajo del vibrador	Cambiar los rodamientos.
Vibración o funcionamiento errático	Rodamientos se deslizan	Apretar las correas. Cambiar las correas malgastadas, rotas o estiradas.
	Tirón de la correa	Revisar la alineación.
	La máquina funciona de forma errática debido a la frecuencia natural de la estructura de la maquinaria	Ajustar la velocidad de la máquina.
Arrastre de material o ineficiencia del harneado	Exceso de tonelaje crea de un lecho de material demasiado profundo	Reducir el tonelaje alimentado al harnero.
	No hay suficiente espacio abierto en el material de cribado	Aumentar el % de espacio abierto.
	No hay suficiente acción del harnero	Aumentar la carrera de la máquina.



	El material fluye demasiado rápido	Reducir la velocidad de la máquina.
	Malla del harnero tapada	Aumentar la carrera de la máquina. Cambiar el estilo de la malla.
	Malla del harnero ciega	Aumentar la carrera de la máquina. Cambiar el estilo de la malla.
	La abertura de la malla es demasiado pequeña para que pase el material de tamaño aproximado	Aumentar la abertura de la malla.
El material fluye a un lado	Distribución dispareja del material	Centrar el alimentador.
	El harnero opera torcido en la base debido a demasiado tensión de la correa	Ajustar la tensión de la correa.
	Maquina desnivelada	Nivelar la máquina.
	Operación a velocidad crítica	Cambie la velocidad un poco.
Grietas en las chapas laterales o paneles de apoyo	La máquina funciona con movimiento en un lado debido a la frecuencia natural de la estructura de la maquinaria	Ajustar la velocidad de la maquina o refuerce la estructura.
	El marco vibrador golpea las estructuras fijas de la maquina	Dejar un espacio adecuado.

### 3.2 Monitoreo y operación

#### Alimentadores

#### Procedimientos de Operación – Alimentadores Vibratorios

**Advertencia:** Antes de operar el alimentador, asegurar que el controlador (panel de control) está cerrado y asegurado.

**Advertencia:** Consultar siempre las instrucciones del fabricante para la puesta en marcha, funcionamiento, parada, y los procedimientos de solución de problemas.

Con el alimentador y el controlador instalados correctamente en sus lugares de operación y todo el cableado terminado, el equipo está listo para funcionar.

Dependiendo del fabricante del alimentador, antes de iniciar el equipo, gire la perilla de control en el controlador a una posición contra el sentido de las agujas del reloj hacia la izquierda. Energice el tablero de la línea y el alimentador comenzará a operar a un ritmo bajo. Mientras el alimentador

esté funcionando a este ritmo reducido, comprobar que todos los tornillos externos en el conjunto del alimentador están apretados. Comprobar el método de apoyo de alimentación y asegurar que es sustancial y que el alimentador no toca ningún objeto rígido o estructura adyacente.

**Precaución:** En funcionamiento normal, el alimentador debe operar con un movimiento suave y parejo. Si se produce un ruido fuerte "llamativo", apague la unidad.

Con el alimentador funcionando satisfactoriamente, cargue la canaleta y ajuste la perilla de control a la salida deseada. Dependiendo de la máquina de alimentación que está utilizando, girar la perilla hacia la derecha aumentará la velocidad de avance. Al girar la perilla hacia la izquierda disminuirá la velocidad de avance. El material fluirá a lo largo de la superficie de la canaleta de una manera suave y controlada hacia el extremo de descarga de la canaleta.

**Advertencia:** Mientras el equipo está en operación, usted y todas las personas deben mantenerse alejados del extremo de descarga de la unidad.

Durante la operación, comprobar el cable de seguridad (si aplica) para asegurarse de que no toque ninguna parte del alimentador. Dejar un espacio de 1 pulgada entre los cables y la alimentación, cuando es suficiente en condiciones de carga.

**Precaución:** El alimentador nunca debe entrar en contacto con ningún objeto rígido o superficie adyacente que pudiese obstaculizar su acción vibratoria. Cualquier conexión (tales como sellos de polvo) entre la canaleta y los objetos adyacentes debe ser flexible, preferentemente de tela o de goma.

### Capacidad de Flujo

Las capacidades de flujo varían por:

- Cambio de la profundidad de descarga de material desde la tolva;
- Cambio de la carrera de vibración de la canaleta a través del ajuste de los pesos desequilibrados (ajuste, ya sea manual o mecánico), o
- Durante el funcionamiento normal, al ajustar el convertidor de frecuencia variable (específico de la máquina), la frecuencia de funcionamiento varía.

**Precaución:** El ajuste de la carrera es un ajuste crítico y un cambio incorrecto puede provocar daños graves en el alimentador.

Los ajustes en la capacidad de producción se pueden hacer mediante el cambio de la frecuencia de entrada del vibrador rotativo eléctrico a través de la utilización de la unidad de frecuencia variable. Tanto la carrera como la velocidad de funcionamiento cambian al mismo tiempo con los cambios en la frecuencia de entrada. Nunca hacer funcionar el alimentador fuera de los

límites máximos y mínimos de frecuencia de funcionamiento especificados en las instrucciones del fabricante.

**Precaución:** Si el alimentador comienza un "martilleo" cuando aumenta el caudal, reduzca inmediatamente el ajuste del control y desenergice el alimentador. (El martilleo se caracteriza por un sonido metálico fuerte de golpe o martilleo dentro de la unidad base de la alimentación). Si se permite que continúe, "el martilleo" puede dañar seriamente un alimentador vibratorio.

#### **Consejos de Operación**

- El alimentador nunca debe entrar en contacto con ningún objeto rígido o superficie adyacente que pudiese obstaculizar su acción vibratoria.
- El alimentador debe mantenerse a nivel transversalmente, pero puede inclinarse hacia abajo longitudinalmente, hacia el extremo de descarga hasta unos 15 grados (10 grados es una pendiente descendente estándar).
- La abertura de la tolva debe ser adecuada para proporcionar la capacidad requerida por el flujo de gravedad. La salida debe ser lo suficientemente grande como para evitar que el material se arquee en la tolva debido al tamaño de la partícula o la cohesión del material. La diagonal de la abertura debe ser lo suficientemente grande para evitar que se produzca una condición de "hoyo de rata" por encima de la abertura.

#### **Harneros**

##### **Inspecciones Durante la Operación - Harneros Vibratorios**

La eficacia y la eficiencia de la operación de cribado es de la mayor importancia en la determinación de la calidad del producto y que no haya contaminación de los productos específicos debido a materiales de criba pobres.

El flujo de material en los materiales de cribado siempre debe ser de una profundidad constante y distribuida uniformemente a través de la anchura del harnero. Las condiciones de alimentación pobres o de distribución de alimentación reducen en gran medida la eficiencia de los harneros y causan un desgaste desigual en el material de criba.



**figura 31**

Excelente distribución del producto en las cubiertas del harnero

### Procedimientos de Operación – Harneros Vibradores

Durante la puesta en marcha y detención, el marco puede experimentar un breve período de movimiento mucho más grande ya que el bastidor vibratorio pasa a través de la frecuencia de resonancia de los resortes de apoyo. El marco vibratorio no debe entrar en contacto con ningún objeto fijo durante este tiempo.

### Disposición de Alimentación

La alimentación apropiada de material al equipo vibratorio es muy importante para mantener el rendimiento y la eficiencia deseada. Las tolvas de alimentación deben estar diseñadas y construidas para dar como resultado una alimentación pareja a lo largo de toda la anchura del harnero. Se deben tomar precauciones para evitar segregar finos y material grueso a los lados opuestos de la unidad, debido a la configuración del canal de alimentación. El alimentar el material fuera del centro, en una esquina, o de una manera segregada puede resultar en movimiento secundario indeseable, la torsión del marco y la eventual fatiga y agrietamiento del metal. También significará que no está utilizando cada pie cuadrado de superficie de harneado a su mejor capacidad. Idealmente, todo el material debe alimentarse de manera que caiga directamente hacia abajo desde una altura tan corta como sea posible. A veces es deseable una pequeña cantidad de la velocidad hacia el extremo de descarga.

**Precaución:** El exceso de velocidad produce una transferencia del impulso del material a la estructura vibrante. Esto puede ocasionar un movimiento lateral, la torsión de la estructura, y la fatiga del metal y el agrietamiento.



figura 32

Alineamiento de alimentación correcto

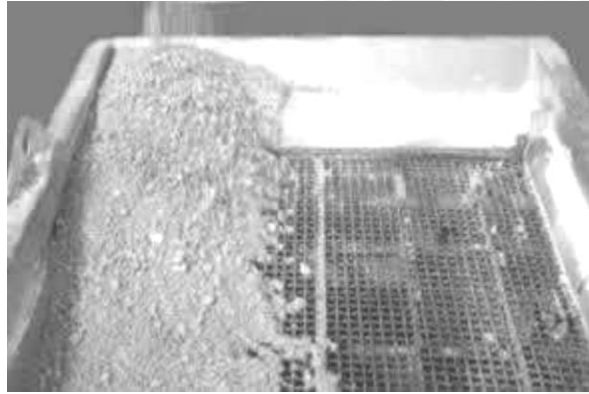


figura 33

Alineamiento de alimentación incorrecto

### Motor y Transmisión

Dependiendo de la máquina, la dirección de rotación del motor es importante para el funcionamiento de la unidad y debe girar como lo especifica el fabricante. La inversión de la dirección no debería afectar el mecanismo de vibración, pero puede afectar el flujo de material en la unidad. Si se ha suministrado una base del motor de pivote, la dirección de rotación puede afectar el deslizamiento de la correa durante el encendido. Las correas suelen agarrarse mejor cuando la polea impulsada gira sobre y lejos del Motor (OAFM en inglés).

### Tensión y Alineación de la Correa

La tensión correcta de la correa es importante para el rendimiento del harnero. Las correas demasiado flojas se deslizarán durante el encendido y puede que no sean capaces de iniciar la unidad. Las correas que chillan durante la puesta en marcha o en funcionamiento, o golpean en exceso, pueden indicar que la tensión de la correa es insuficiente.

**Precaución:** Tenga cuidado, sin embargo: Las correas que se tensan demasiado pueden causar daños mucho más graves. Si las correas están demasiado apretadas, sacan de encuadre al marco de vibración con la estructura de soporte. Operar en esta posición torcida introduce tensiones que pueden conducir al fallo de los resortes, la fatiga del metal, grietas y soldaduras rotas en el marco de vibración.

Además, la torsión afectará a la amplitud y el carácter de la carrera, lo que afecta el flujo de material y la eficiencia de harneado. Las correas demasiado apretadas ponen una carga extra que es innecesaria en los rodamientos del mecanismo y pueden romper las bases de los motores y el motor. Idealmente, las correas deben estar sólo lo suficientemente apretadas para que no se resbalen durante el encendido.

### Sistema de tensión y soporte de la malla del harnero

**Precaución:** No operar el harnero vibratorio sin la malla del harnero u otras secciones del material de cribado removidas. Esto se traduce en un desgaste acelerado en los marcos de apoyo y barras de soporte longitudinal. La malla metálica y las secciones de placa perforada añaden rigidez a la estructura vibratoria. Su eliminación puede dar lugar a movimientos secundarios indeseables y una carrera errática. Colocar un paño protector de gran tamaño o una placa de secciones estructurales de soporte cuando no esté en uso.

Se debe mantener la tensión uniforme en la superficie de la malla para evitar latigazos y para mantener el contacto entre la superficie de la malla y las barras de soporte longitudinales.

**Precaución:** Las barras de apoyo deben estar cubiertas en todo momento para evitar que se rompa la malla de alambre.

### **Cambio de la Cubierta de Soporte de la Sección de la Malla**

En algunas máquinas, las cubiertas de apoyo de la sección de la malla, o bandejas, están contruidos con elementos tubulares o de canal cruzado, ángulos de trabajo pesado y pletinas resistentes rugosas y soldadas entre sí. Estas cubiertas están unidas a la estructura vibratoria con tornillos de grado cinco, golillas endurecidas, y tuercas de seguridad especiales. Los elementos transversales pueden protegerse de la abrasión cubriéndolos con material resistente al desgaste.

**Precaución:** Debido a la acción abrasiva de los agregados que son harneados, las estructuras diagonales con el tiempo se desgastan hasta el punto de ruptura. La rotura de la malla del harnero puede ocurrir debido a la pérdida de la inclinación adecuada de la plataforma de soporte. Las cubiertas desgastadas deben reemplazarse.

Al sustituir una o más cubiertas, no aflojar ni retirar los tornillos de la cubierta más de lo necesario. Esto mantiene la apropiada alineación del bastidor del harnero vibratorio, si fuera necesario reemplazar todas las cubiertas de apoyo de la sección del harnero.

### **Consejos de Operación**

- No realizar modificaciones en el harnero vibratorio. Las modificaciones o adiciones podrían reducir la capacidad de operación de la malla, o pueden causar serios daños a la unidad.
- Los harneros deben montarse sobre bases rígidas y soportes de acero y / o concreto, o suspendidos en una estructura de acero rígido capaz de soportar vibraciones.
- Cada harnero se debe ser soportado de forma independiente de otros harneros o de otro tipo de maquinaria.
- Asegurar que haya una distancia mínima de 1 ½ pulgadas horizontalmente y 2 pulgadas verticalmente entre el marco vibratorio y la estructura circundante.

- Operar el harnero vacío a la velocidad indicada en la placa de identificación. Si hay ruido inusual o movimiento errático, detenga el harnero y comprobar los resortes de soporte, la rigidez de la estructura de soporte, la tensión de la correa, etc. Comprobar la temperatura de los rodamientos después de 15 minutos y después de una hora. No hacer funcionar el harnero sin corregir toda condición de funcionamiento anormal.
- Para aumentar la vida útil de los rodamientos y la estructura del harnero, la velocidad de funcionamiento puede reducirse hasta en un 25 por ciento. Sin embargo, una reducción en la velocidad de funcionamiento reducirá la eficiencia de cribado.
- Debido a la gran cantidad de desequilibrio, se requiere un motor con alto torque de arranque para acelerar el mecanismo vibrador rápidamente. El inicio y la parada rápida son esenciales para evitar las vibraciones resonantes destructivas desarrolladas cuando la masa apoyada en el aislador de resortes pasa a través de la frecuencia crítica.

### Repaso de Conceptos Claves

#### PROBLEMAS Y FALLA FRECUENTES

En este proceso nos permite reconocer las fallas y problemas mas frecuentes para tomar acciones correctivas cuando corresponda.

#### MONITOREO Y OPERACION

Es de vital importancia el Monitoreo y la eficiencia de la Operación, ya que esta es determinante en la calidad del producto.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad: Monitoreo de Operación de Sistemas de Harneros y alimentadores

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo:

Reconocer el monitoreo de Operación de Sistema de Harneros y alimentadores.

#### 2. Materiales y recursos

##### Recursos audiovisuales:

9. Modelo 3d de funcionamiento de Harnero:

<http://www.youtube.com/watch?v=YjqzzfMTWP8>

10. Harnero:

<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=cy5zZQQVd2E&NR=1>

11. Harnero (2):

<http://www.youtube.com/watch?v=nCiT48haZUs>

12. Alimentador:

[http://www.youtube.com/watch?v=Ly\\_Uz-FUiOM](http://www.youtube.com/watch?v=Ly_Uz-FUiOM)



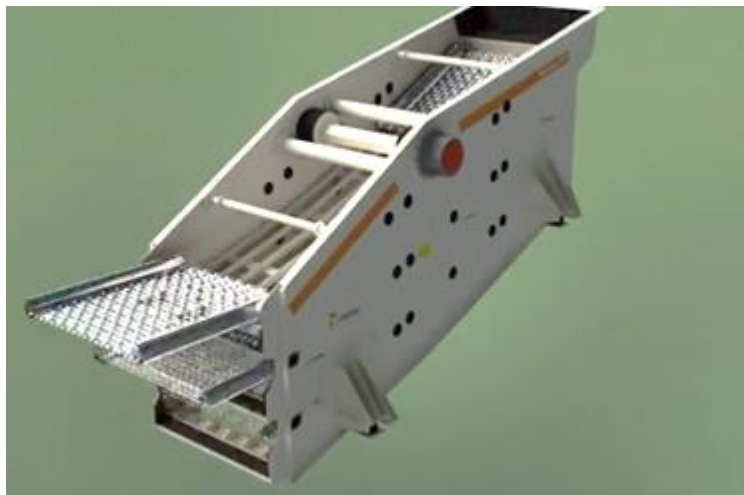
3. Descripción de la actividad



Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>Los participantes guiados por el instructor deberán reconocer los problemas y fallas más frecuentes así como también las buenas prácticas de operación. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con los equipos. Para complementar la actividad los participantes observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases.</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El Instructor en base a su experiencia podrá guiar la observación de los videos sugeridos y pedirles a los participantes que se fijen en las diferencias y similitudes de los equipos.</p> <p>Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los recursos visuales y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.</p> <p data-bbox="760 1239 982 1266">Harnero vibratorio</p> <div data-bbox="501 1299 1240 1696"></div> <p data-bbox="553 1866 1188 1898">Harnero Vibratorio (Operación con material húmedo)</p>



Harnero Vibratorio (Tipos de Cribado)



Alimentador Vibratorio



El instructor luego de observar los videos y complementar la información con los contenidos vistos en clases, destacará que Los harneros y alimentadores son equipos de minería utilizados para separar y manipular material. La separación y la manipulación de material en las minas son importantes para el flujo continuo de procesamiento de minerales.



De acuerdo al material visto en clases el participante podrá contestar a la siguiente pregunta:

**¿Nombre al menos 5 funcionamiento defectuoso del alimentador sus probables causas y sus acciones correctivas?**

Funcionamiento defectuoso	Causa probable	Acción Correctiva
El motor se detiene	Baja tensión	Verificar los valores de la fuente de alimentación.
	Fusible quemado	Reemplazar el fusible.
	Cableado o línea del interruptor defectuosos	Reparar o reemplazar el interruptor o el cableado.
	Partidor defectuoso en el motor	Comunicarse con el fabricante.
El motor funciona, el alimentador no vibra	Alimentador en contacto con un objeto en reborde o superficie adyacente	Aislar el alimentador. Revisar si hay objetos y retírelos.
	Baja tensión	Verificar los valores de la fuente de alimentación.
Ruido excesivo	Rodamientos defectuosos	Examinar cuidadosamente el vibrador eléctrico rotativo en busca de signos de desgaste o calor. Reemplazar según sea necesario.
	Holgura entre la armadura y el núcleo es insuficiente	Reajustar la holgura.
	Cambio en el peso de la canaleta (peso adicional añadido)	Retirar el peso adicional.
El alimentador opera demasiado rápido	Alto voltaje de funcionamiento	Comprobar la configuración de máxima tensión en el controlador.
El alimentador zumba, no vibra	Rectificar la falla (dentro del controlador)	Reemplazar el controlador – contacte al fabricante.
El alimentador deja de funcionar	No hay energía en el controlador	Determinar la causa, repare.



¿Nombre al menos 5 funcionamiento defectuoso del alimentador sus probables causas y sus acciones correctivas?

Funcionamiento defectuoso	Causa probable	Acción Correctiva
Sobrecalentamiento del vibrador	Muy poca lubricación	Revisar los sellos, etc. En busca de fugas. Añadir lubricante.
	Demasiada lubricación	Retirar lubricante hasta llegar al nivel apropiado.
	Temperatura ambiente alta causada por el manejo de material caliente o por condiciones del entorno	Ventilar el área o usar lubricante para alta temperatura.
Fuga de lubricante	La alta temperatura hace que la grasa se convierta en líquido y salga a través de los sellos	Usar grasa para alta temperatura.
Rodamiento arenoso	Ingresa arena al rodamiento mientras está en servicio o en lubricación o a través de los sellos durante la operación	Enjuagar el rodamiento y el cartucho: vuelva a lubricar.
Rodamiento ruidoso	Falla en el rodamiento causada por cualquiera de las razones mencionadas arriba	Cambiar el rodamiento, tome las precauciones necesarios para evitar que vuelva a fallar el rodamiento.
	Fatiga normal asociada al trabajo del vibrador	Cambiar los rodamientos.

Duración de la actividad 40 minutos

## 4. Monitoreo de la entrega de mineral

**Aprendizaje esperado:** Reconocer la calidad de la mezcla de mineral según necesidad de la planta de tratamiento.

### Conceptos Claves

#### TIPOS DE CRIBAS

Sistemas para asegurar una buena separación de las partículas de Mineral.

#### CONFIGURACIONES DE ABERTURA

Son las aberturas redondas o cuadradas ranuradas las mas comunes en las diferentes cribas, la dimensión de abertura debería ser mayor que el espesor del material.

### Introducción

Este proceso consiste en conocer y comprender los tipos de cribas que estos equipos usan de acuerdo a las características de cada uno. Esta selección del tipo de superficie de harneado está orientada al espesor del mineral a procesar.

#### 4.1 Tipos de criba

El tipo de criba, contiene aberturas para el paso de material de tamaño inferior. Los tipos más comúnmente usados de tipos de cribado son:

- Barras grizzly o parrillas.
- Placa perforada.
- Goma (con respaldo de acero y estándar).
- Alambre tejido.
- Poliuretano.
- Cable de piano.

La siguiente tabla se puede utilizar como una guía general para la selección del tipo de superficie de harneado en la industria de materiales de construcción.

	Primaria		Circuito Cerrado		Dimensionamiento	
	>80mm abertura	50 – 80mm abertura	35 – 80mm abertura	15 – 35mm abertura	<35mm abertura	<7mm abertura
Barras grizzly o parrilla	✓	✓				
Placa perforada	✓	✓	✓			
Goma (Con respaldo de acero)	✓	✓	✓			
Goma (Estándar)		✓	✓	✓	✓	
Alambre tejido			✓	✓	✓	
Poliuretano				✓	✓	
Cable de piano						✓

### Normas para la selección de superficies de cribado para mallas tejidas de alambre

La selección se basa en el trabajo de cribado de acuerdo con las siguientes definiciones:

- Materiales de trabajo ligero que tienen una densidad de 800 a 1.200 kg por metro cúbico y no abrasivos (por ejemplo, carbón).
- Materiales de trabajo pesado o industrial que tienen una densidad de 1600 a 1900 kg por metro cúbico (por ejemplo: mineral promedio, moderadamente abrasivo).
- Materiales de trabajo extra pesado o industrial que tienen una densidad de 1900 a 2200 kg por metro cúbico (por ejemplo: minerales pesados con alta abrasión).

Como regla general, la malla se describe en términos del número de aberturas por 25,4 mm lineales de un elemento del harnero. Por ejemplo: 10 aberturas por 25,4 mm lineales se conocen como malla 10. Esta es una designación indefinida del tamaño de la abertura a menos que se combine con el diámetro del alambre.

### Retención de tipos de Criba

Para ayudar a mantener la separación entre cada alambre, se colocan barras espaciadoras abajo del harnero, a intervalos largos, sin interrupciones. Cuando se utiliza para las mallas de tensión cruzada, las barras espaciadoras se colocan sobre los soportes de amortiguamiento. Las rejillas de malla de alambre de piano de tensión cruzada están disponibles para harneros de tensión cruzada estándar (tensado lateral) de hasta 3 m de ancho.

### Otros tipos de cribas

Tipos de cribado modular de goma:

- Módulos de goma con aberturas troqueladas o moldeadas.



Tipos de cribado anti taponamiento:

- Módulos de caucho flexible con aberturas perforadas.

Tipos de cribado modular PU:

- Módulos de poliuretano con aberturas moldeadas.

Tipos de cribado PU tensado anti taponamiento:

- Panel de poliuretano tensado con barras presa y aberturas perforadas.

Tipos de cribado de goma tensada:

- Paneles de goma tensados con aberturas perforadas.

Tipos de cribado de PU tensada:

- Paneles de poliuretano tensados con aberturas moldeadas.

Tipos de cribado de goma pre-tensada:

- Paneles de goma pre-tensados con aberturas perforadas.

Tipos de cribado de PU pre-tensado:

- Paneles de poliuretano pre-tensados con aberturas moldeadas.

Tipos de cribado plano auto portante:

- Paneles de goma auto portantes planos con aberturas troqueladas o moldeadas.

Tipos de cribado auto portante:

- Paneles de goma auto portantes con barras de deslizamiento y las aberturas moldeadas.

Tipos de cribado especial PU:

- Material de cribado de poliuretano Flip-Flow con agujeros.

Sellado:

- Sellado de caucho para barras de soporte de cubierta abovedada.

Retención lateral:

- Sistema de sujeción para paneles pretensados y auto soportados.

Retención central:

- Barras de retención para tensado, pre-tensado y paneles auto portantes.

### **Longitud del Panel**

La longitud del tipo de criba con los bordes de gancho debe ser la misma longitud que la de la barra de sujeción, para proporcionar el tensado correcto. No deben usarse longitudes de panel diferente a la de las barras de sujeción, ya que puede haber variaciones en el ancho del material de criba real, lo que resulta en medios más amplios que no se mantienen con la tensión correcta.

Para las mallas de alambre con un diámetro de alambre de menos de 4 mm, la longitud del panel debe tener un solape de 25 mm adicionales en el extremo de descarga (con ganchos reducidos).

Los medios de harneado de tensión cruzada de goma colindantes con aberturas de menos de 10 mm deberían estar provistos de una superposición ciega de aleta de 25mm adicional en el extremo de descarga.

### **Ancho del Panel**

Para satisfacción, los paneles con bordes con ganchos se miden planos sobre los bordes enganchados. Para los materiales de mallas de alambre, la dimensión de los bordes sobre-

enganchados suele ser igual a la dimensión del harnero interno (entre las placas laterales) menos 40 mm. Esto permite un espacio libre de 20 mm a cada lado de los medios harneo.

Para los paneles de harneado de goma de tensión cruzada, la dimensión de los bordes sobre-enganchados debe tener un espacio suficiente para proporcionar un tramo de goma de aprox. 1,5%. Para determinar la dimensión de los bordes sobre-enganchados (pre-tensado):

1. Reste 40 mm de la dimensión del harnero interno (entre las placas laterales).
2. Reste 100 mm de la respuesta 1 (para permitir los bordes con gancho de acero).
3. Multiplique la respuesta 2 por 0,985.
4. Añada 100 mm a la respuesta 3 para dar el pre-tensado de los bordes pre-enganchados).

### **Tipos de tensión cruzada**

Las cribas de tensión cruzada se tensan a cada lado una vez instalado. Esto obliga al material de cribado a tirar firmemente contra la inclinación del harnero. Una disposición de abrazadera lateral mantiene el material de cribado de forma segura en su lugar.

Normalmente los harneros de alambre son de tensión cruzada, al igual que algunos harneros de caucho y poliuretano. El tensado cruzado no es posible en algunos cauchos y poliuretanos gruesos y no es recomendable cuando el marco del harnero no se ha diseñado para retener la tensión adicional.

La malla del harnero tiene bordes de gancho para permitir el tensado a través de la estructura de la cubierta con barras. Se adhiere a la cubierta del harnero utilizando pernos en J o correas centrales, dependiendo de la anchura y el diseño del harnero.



figura 34

### Malla de harnero con bordes gancho

El solapamiento de la malla ocurre cuando hay movimiento en la malla. En los cribados de caucho esto puede resultar en una falla en el marco del harnero, mientras que en los cribados de alambre esto puede dar lugar a grietas en el alambre. En cualquier caso, se reducirá la vida de la malla.

Para resolver este problema, los tipos de criba deben tensarse correctamente y si es necesario, usar pernos J adicionales.

### Cribados Modulares

Los tipos de cribado suministrados en tamaños más pequeños, más manejables, se llaman cribados modulares. Esto significa que múltiplos de los mismos medios se pueden utilizar en una cubierta de harnero. Esto permite diferentes aberturas en la misma cubierta para maximizar la eficiencia del harneado.

### Pautas de Limpieza

El tipo de criba tiene que estar en buenas condiciones para garantizar la calidad del producto, incluyendo:

- Utilizar dimensiones estándar cuando sea posible.
- La medición correcta del tipo de criba.
- Reemplazar con su semejante a menos que el supervisor lo indique (es decir, tipo de criba, tamaño del cable, dimensiones y abertura).
- Mantener un registro del tipo de criba requerido.
- Desechar el tipo de criba usado en lugares apropiados.
- Asegurar que el tipo de criba está bien etiquetado
- Almacenar la criba adecuadamente, es decir, almacenar el caucho y el poliuretano de manera plana y alejados de la luz solar directa.
- Proporcionar un método seguro de eliminación y sustitución la criba.
- Asegurar que el tipo de criba se almacena en un lugar central a los harneros y la entrega.
- Asegurar que las pasarelas alrededor del harnero permiten espacio suficiente para cambiar el material.
- Rastrear y monitorear los patrones de desgaste en el tipo de criba.
- Usar guantes al manipular la criba.

### Barras grizzly

Las barras grizzly son un elemento de cribado de alta resistencia que consiste en barras paralelas espaciadas que se mueven en la dirección del flujo de material. Las barras son generalmente estrechas hacia el extremo de descarga para evitar que se estanquen. Las barras grizzly están destinadas al desbrozado grueso y pueden ser fijas, en movimiento o vibratorias.



Figura 35

Barras grizzly

### Placa perforada

La placa perforada es un tipo de criba normalmente fabricado a partir de una placa de acero perforada o quemado. Se utiliza en muchas aplicaciones, pero se elige principalmente cuando el material que se harnea viene en terrones grandes, las cargas son pesadas, el material es altamente abrasivo o se requiere una larga vida de servicio.

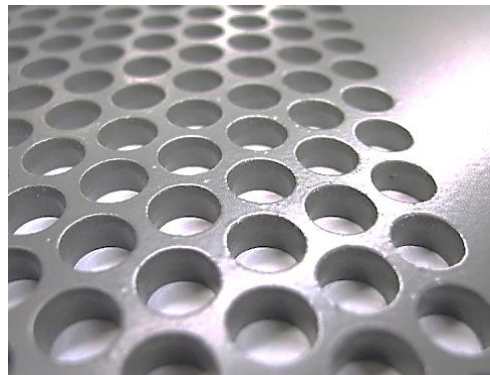


figura 36

Placa perforada

### Configuraciones de abertura

Una amplia gama de configuraciones de abertura está disponible, dependiendo de la aplicación, e incluye aberturas hexagonales, circulares, cuadradas y ranuradas. Además, las aberturas pueden ser cónicas hacia abajo para maximizar el flujo de material.

Es importante tener en cuenta que en el tipo de cribado con aberturas grandes, los agujeros deben estar colocados de forma que no haya aberturas sobre los miembros transversales que restringirían el rendimiento del cribado y provocaría el desgaste del elemento transversal expuesto.

### Retención de tipos Criba

La placa perforada se atornilla en el lugar o se fija mediante fijaciones laterales, dependiendo del harnero. Rara vez se tensa de manera cruzada ya que la placa no se puede estirar, pero puede colocarse en un harnero que no sea capaz de admitir materiales de tensión cruzada.

### **Goma o Caucho**

La criba de goma está fabricada a partir de dos capas de caucho resistentes al desgaste con un refuerzo de cuerda de neumático entre las capas para ayudar en el tensado cruzado. Este se aplica más a los harneros de alta frecuencia donde ocurre la vinculación y el cegamiento. Son menos adecuados para materiales muy abrasivos.



figura 37

Harnero de goma

La criba de goma se puede construir con y sin refuerzo de acero. Esto afecta a la capacidad del material para resistir el impacto y el desgaste.

### **Configuraciones de abertura**

Las aberturas redondas, cuadradas y ranuradas son comunes en las cribas de goma y se pueden configurar en una línea o una disposición escalonada. La dimensión de abertura debería ser mayor que el espesor del material.

Los agujeros y el espesor del puente entre aberturas disponible varían entre los fabricantes de equipos. Por otra parte, la abertura calculada es teórica, ya que no se puede registrar las zonas del borde en blanco, que varían en los diferentes tamaños de los paneles.

### **Material del medio de retención**

La criba de goma es de tensión cruzada o atornillado según el grosor o el diseño del material.

### **Mallas tejidas de alambre**

Las mallas tejidas de alambre es la superficie de cribado más utilizada y aceptada. El hilo se teje en patrón cuadrado o rectangular. El alambre es adecuado para materiales muy abrasivos y situaciones de alto impacto.



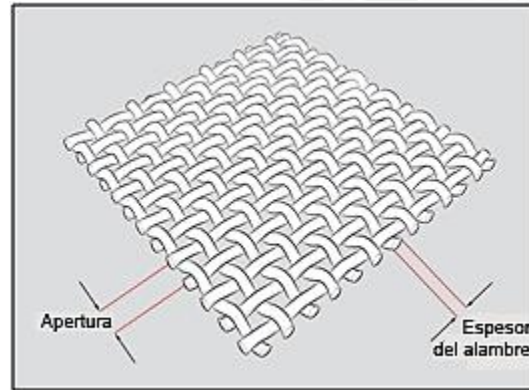


figura 30

### Malla tejidas de alambre

Los materiales normalmente utilizados para las superficies de cribado de mallas tejidas de alambres son:

- Alambre de alta resistencia para una máxima resistencia a la abrasión.
- Alambre de Acero inoxidable (304) para resistencia a la corrosión.

Los harneros con diámetros de alambre de 16 mm y por encima de este solo están disponibles en acero dulce

### 4.2 Configuraciones de abertura

Las mallas tejidas de alambre están disponibles en las siguientes configuraciones de abertura:

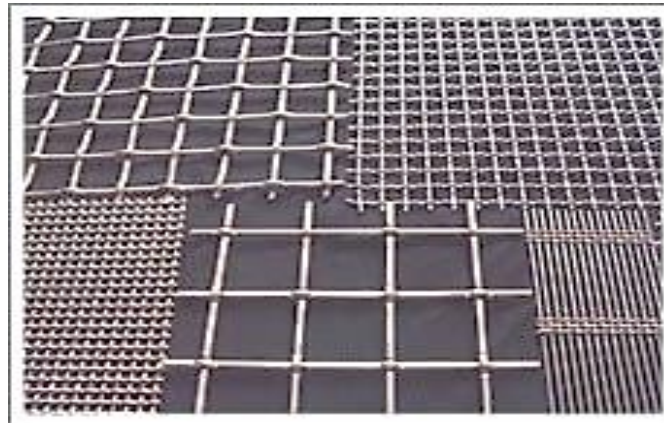


Figura 39

### Varios tipos de configuraciones de abertura de harneros

- La abertura cuadrada es la más común y más exacta. Los materiales de gran tamaño son menos propensos a pasar a través de las aberturas cuadradas, disminuyendo así el riesgo de contaminación o pérdida de material.

- Las aberturas de ranura corta se definen cuando la longitud de la abertura es de aproximadamente una y media veces a cuatro veces el ancho. Se puede proporcionar una mayor cantidad de área abierta en comparación con una abertura cuadrada de alambre de diámetro idéntico, esta ventaja sale a la luz cuando es necesario utilizar un diámetro de alambre más grueso para aumentar la vida útil, sin embargo, se puede mantener un área abierta suficiente. Las aberturas de las ranuras cortas pueden reducir la obstrucción o cegamiento del material. Una desventaja de la ranura corta es su incapacidad para cribar algunas partículas alargadas planas.
- Las aberturas rectangulares se instalan normalmente con la longitud de la abertura perpendicular al flujo de material con el fin de minimizar el paso de partículas alargadas planas. Se instalan en paralelo al flujo de material cuando el máximo rendimiento es la principal consideración.
- La abertura de ranura larga utiliza una construcción de tejido doble que proporciona una mayor área abierta en el harnero, normalmente se utiliza para cribar material por debajo de 5 mm (es decir, finos o arena) y tiene la ventaja de flexionarse, lo que ayuda a evitar que la malla se enlace.

Las aberturas de ranura larga tienen una longitud de ranura de más de tres a cuatro veces la anchura; esta dimensión puede ser de hasta 20 veces su anchura. Las ranuras son creadas generalmente por un grupo de tres a cinco cables, y estos grupos están espaciados uniformemente a lo largo de la sección. Estos grupos aseguran una sección apretada de tejido del harnero. Las ranuras largas se utilizan comúnmente con material que tiende a tapar o bloquear el alambre, ya sea por su condición de tamaño, o por la humedad en combinación con el material fino. Los cables largos tienden a desarrollar una vibración secundaria, lo que permite que las partículas de tamaño cercano no se acúñen y bota la torta formada por el material sobre la abertura. El saber cuál de las dos aperturas es la apropiada para la selección dependerá de la aplicación y sus requisitos.

- Perpendicular: Las aberturas se instalan normalmente con la longitud de la abertura perpendicular (en ángulos rectos) al flujo de material con el fin de minimizar el paso de partículas alargadas planas.
- Paralela: Las aberturas se instalan en paralelo al flujo de material cuando el máximo rendimiento es la principal consideración.

### **Mallas tejidas de alambre ondulado**

El ondulado doble es el ondulado más utilizado en todas las aberturas, la superficie ondulada ralentiza el flujo de material y aumenta la eficiencia del harnero.



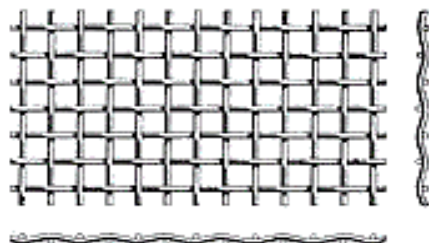


figura 40

Malla de doble ondulado

Las mallas onduladas de superficie plana están en la parte inferior del alambre dándole una superficie de trabajo lisa; este tejido se utiliza para el cribado de grumos gruesos o grandes y da una vida más larga al harnero.

### Retención de tipos de criba

Las mallas de alambre tejido usualmente tienen tensión cruzada

### Material reticulado

Una variante de la superficie plana y tejido rizado doble es el alambre de piano reticulado que se utiliza en aplicaciones de cribado fino difícil. Los harneros reticulados (tales como Agavibe<sup>®</sup> y poli-Vibe<sup>®</sup>) son un tipo de material vibratorios.

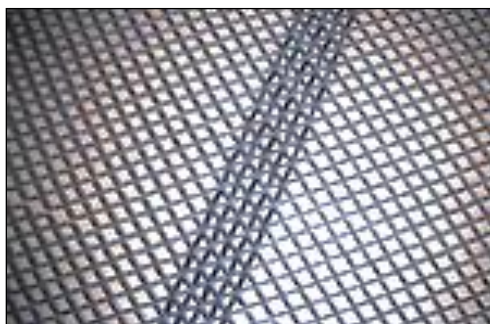


figura 41

Tejido Agavibe

Los harneros se tejen a partir de alambres redondos o con forma, en un patrón de tejido y se mantienen en posición por medio de agrupaciones de alambre o tiras transversales de poliuretano. Estas tiras se colocan encima de las barras de los marcos de la malla, y permiten que los cables se muevan de manera más independiente, reduciendo las uniones.

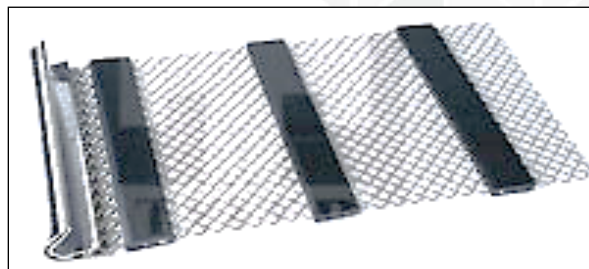


figura 42

### Tejido Poly-Vibe

En ambos casos, los grupos de hilos o tiras de poliuretano deben posicionarse encima de los miembros transversales para maximizar la eficacia del harnero por tener una mejor relación entre el tamaño del cable y el área abierta. En segundo lugar, esto mejorará la vida del harnero mediante la prevención de un desgaste innecesario.

### Poliuretano

Los harneros de poliuretano, especialmente aquellos fabricados por el proceso de moldeado por inyección, se pueden producir con aberturas extremadamente precisas, tan pequeñas como 100 micrones. Este tipo de precisión no está disponible con caucho de poliuretano y, en consecuencia, normalmente se recomienda para aplicaciones de detección finas, donde la abertura es menor que 5 mm.

Estos harneros están formados por vertido a molde abierto, moldes por inyección o una combinación de los mismos. Los moldes de inyección son los más adecuados para las pequeñas aberturas. En todos los casos, los cables corren a través de los medios de cribado para la carga bajo tensión.



figura 43

### Harnero de Poliuretano

### Configuraciones de abertura

Las aberturas del material de poliuretano suelen ser cuadradas o ranura das.

### Retención de tipos de Criba

Los tipos de criba de poliuretano son normalmente de tensión cruzada, sin embargo pueden ser atornillados o con clips.

### **Alambre de piano**

El alambre de piano es un tipo de material de cribado compuesto por una cantidad de alambres de un solo hilo rectos altamente tensados, espaciados a la apertura deseada. Los cables están conectados en cada extremo por los bordes de gancho que proporcionan una estera de harnero sin alambres transversales.

Hasta hace poco, las mallas de alambre de piano solo estaban disponibles en harneros especialmente diseñadas, generalmente en las maquinarias de harneado portátiles. Ahora la estera de harnero se puede colocar a través del harnero o hacia abajo, dependiendo del diseño de la caja de harneo.

El alambre de piano se usa comúnmente para el cribado de arena, limpieza de polvo o para materiales finos, o pegajosos difíciles de harnear donde una malla cuadrada tendría dificultades en el cribado o el manejo de la capacidad.

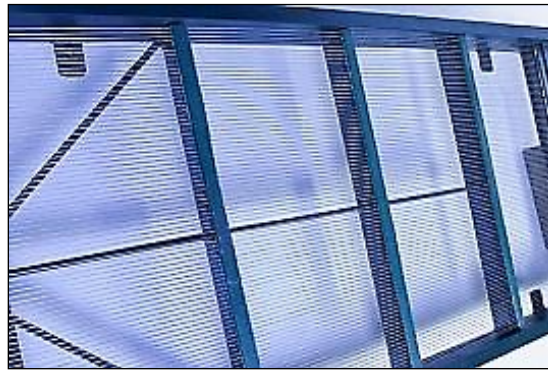


figura 31

Material de cribado de cable de piano

### **Configuraciones de apertura**

Las rejillas de harnero de alambre de piano se utilizan en la mayoría de los casos para la eliminación de materiales más finos de menos de 12mm, y más comúnmente menos de 5 mm, en donde no se requiere la separación precisa y donde el objetivo principal es la eliminación del material de tamaño inferior.

Como las cuerdas de piano están en largas secciones, producen una muy ligera vibración independiente del harnero, lo que reduce el cegamiento y la vinculación

## Repaso de Conceptos Claves

### TIPOS DE CRIBAS

Sistemas para asegurar una buena separación de las partículas de Mineral.

### CONFIGURACIONES DE ABERTURA

Son las aberturas redondas o cuadradas ranuradas las mas comunes en las diferentes cribas, la dimensión de abertura debería ser mayor que el espesor del material.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

**Actividad: Monitoreo de la entrega de Mineral**

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	
Otros (especificar)	

**1. Objetivo:**

Realizar los Monitoreo de la entrega de Mineral

**Materiales y recursos****2. Recursos audiovisuales:**

13. Modelo 3d de funcionamiento de Harnero:

<http://www.youtube.com/watch?v=YjqzzfMTWP8>

14. Harnero:

<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=cy5zZQQVd2E&NR=1>

15. Harnero (2):

<http://www.youtube.com/watch?v=nCiT48haZUs>

16. Alimentador:

[http://www.youtube.com/watch?v=Ly\\_Uz-FUiOM](http://www.youtube.com/watch?v=Ly_Uz-FUiOM)



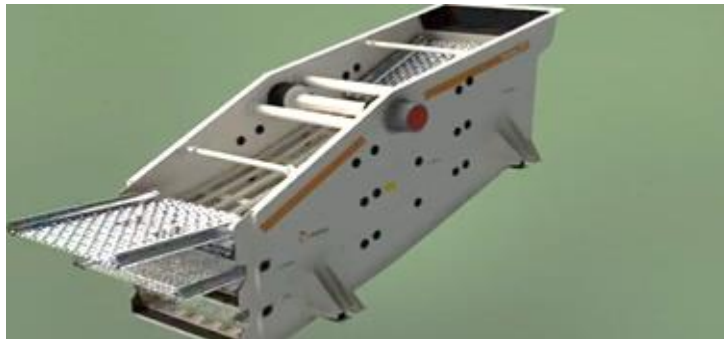
### 3. Descripción de la actividad



Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>Los participantes guiados por el instructor conocerán cuales son los monitores que se deben realizar en la entrega de Mineral. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con los equipos. Para complementar la actividad los participantes observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases.</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El Instructor en base a su experiencia podrá guiar la observación de los videos sugeridos y pedirles a los participantes que se fijan en las diferencias y similitudes de los equipos.</p> <p>Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los recursos visuales y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.</p> <p style="text-align: center;">Harnero vibratorio</p>  <p style="text-align: center;">Harnero Vibratorio (Operación con material húmedo)</p>



Harnero Vibratorio (Tipos de Cribado)



Alimentador Vibratorio



El instructor luego de observar los videos y complementar la información con los contenidos vistos en clases, destacará que Los harneros y alimentadores son equipos de minería utilizados para separar y manipular material. La separación y la manipulación de material en las minas son importantes para el flujo continuo de procesamiento de minerales.

De acuerdo al material visto en clases el participante podrá contestar a la siguiente pregunta:

**¿Nombra los tipos de Cribas?**





	<ul style="list-style-type: none"><li>• Barras grizzly o parrillas.</li><li>• Placa perforada.</li><li>• Goma (con respaldo de acero y estándar).</li><li>• Alambre tejido.</li><li>• Poliuretano.</li><li>• Cable de piano.</li></ul> <p><b>¿Qué son las configuraciones de abertura?</b></p> <p>Son las aberturas redondas o cuadradas ranuradas las más comunes en las diferentes cribas, la dimensión de abertura debería ser mayor que el espesor del material.</p>
Duración de la actividad	30 minutos

#### 4. Cierre

El instructor indicara la importancia de los sistemas para asegurar una buena separación de las partículas de Mineral, en el proceso de la entrega de mineral. También debe reforzar las Normas para la selección de superficies de cribado.

La selección se basa en el trabajo de cribado y estas son las aberturas redondas o cuadradas ranuradas las más comunes en las diferentes cribas, la dimensión de abertura debería ser mayor que el espesor del material para maximizar la eficiencia del proceso.

## 5. Registros e Información

**Aprendizaje esperado:** Identificar qué información es relevante registrar y comunicar en el ciclo de cambio de turno de operación de harneros y alimentadores.

### Conceptos Claves

#### INFORMES ASOCIADOS

Los informes tienen la finalidad de exponer de manera clara y objetiva el buen o mal funcionamiento de los alimentadores y harneros, el cual nos permitirá planificar y evaluar las situaciones enunciadas.

#### REGISTROS DE FIN DE TURNO

La información es importante para mantener un registro diario que detalle Materiales producidos (incluyendo el tipo, la calidad y el tonelaje).

### Introducción.

Este proceso consiste en confirmar con registros detallados las actividades realizadas durante la operación diaria de los equipos, así como también la información del proceso de operación y fallas de estos equipos con la finalidad de planificar las futuras mantenciones.

#### 5.1. Reconocimiento de informes asociados

Los informes tienen la finalidad de exponer de manera clara y objetiva el buen o mal funcionamiento de los alimentadores y harneros, el cual nos permitirá planificar y evaluar las situaciones enunciadas para mejorar e incluso alargar la vida útil de estos equipos.

#### Mantener una bitácora diaria para cada Harnero y Alimentador

- Mantener una bitácora para cada Harnero y alimentador.
- El operador debe revisar por lo menos una vez por turno, pero es preferible dos veces.
- El operador debe entregar la bitácora a una persona calificada para su interpretación.
- La persona calificada debe determinar las anomalías para su corrección.

## 5.2 Entrega de novedades del turno

### Registros, Informes y Registros de Fin de Turno - Alimentadores y Harneros

Es importante que mantener un registro diario que detalle información tal como:

- Materiales producidos (incluyendo el tipo, la calidad y el tonelaje)
- Chancadora y configuración del harnero
- Registros de cualquier revestimiento de desgaste o cambios en el material de criba
- Los detalles de las actividades programadas para el día siguiente

Se puede acceder a esta información si hay cualquier duda en relación con la producción de la planta, su rendimiento y salidas.

Los documentos que se requiere que se complete incluyen:

- Bitácoras de mantenimiento o registros de bloqueo y etiquetado para:
  - Registrar cualquier cambio identificado en la estructura de los equipos / maquinaria, por ejemplo, la corrosión, roturas y el desgaste.
  - Detalle el trabajo de mantenimiento que se haya completado incluyendo las piezas usadas y las razones por las que las uso.
  - Identificar las labores de mantenimiento que requieren un trabajo más técnico.
- Registros de control inventario o registros que:
  - Registren el tipo y la cantidad de componentes que se utilizan como aceites, lubricantes, repuestos.
  - Detalles de uso, es decir la fecha, hora, lugar.
  - Partes de repuesto de equipos.
- Registros de rendimiento de los equipos que:
  - Detalle los datos de funcionamiento del equipo y sus cambios.

Registre las horas de funcionamiento de los equipos.

## Repaso de Conceptos Claves

### INFORMES ASOCIADOS

Los informes tienen la finalidad de exponer de manera clara y objetiva el buen o mal funcionamiento de los alimentadores y harneros, el cual nos permitirá planificar y evaluar las situaciones enunciadas.

### REGISTROS DE FIN DE TURNO

La información es importante para mantener un registro diario que detalle Materiales producidos (incluyendo el tipo, la calidad y el tonelaje).

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad: Registros e Información

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo:

Reconocer la importancia de registrar la

#### 2. Materiales y recursos

Check list del equipo

Reporte de operación

Bitácora de operación



Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>Los participantes guiados por el instructor conocerán la información que es necesaria respaldar en los Informes y registros. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con los tipos de información que debe reportar de los equipos.</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El Instructor en base a su experiencia podrá guiar el registro de la información a través del llenado de los informes.</p> <p>Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los recursos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.</p> <p>De acuerdo al material visto en clases el participante podrá contestar a la siguiente pregunta:</p> <p><b>¿Por qué debo mantener una bitácora de cada equipo?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mantener una bitácora para cada Harnero y alimentador</li><li>• El operador debe revisar por lo menos una vez por turno, pero es preferible dos veces</li><li>• El operador debe entregar la bitácora a una persona calificada para su interpretación</li><li>• La persona calificada debe determinar las anomalías para su corrección</li></ul> <p><b>¿Porque es importante que mantener un registro diario que detalle la información?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Materiales producidos (incluyendo el tipo, la calidad y el tonelaje)</li><li>• Chancadora y configuración del harnero</li><li>• Registros de cualquier revestimiento de desgaste o cambios en el material de criba</li><li>• Los detalles de las actividades programadas para el día siguiente</li></ul>
Duración de la actividad	30 minutos



## Cierre

Los harneros y alimentadores son equipos que si bien poseen diferentes funcionalidades actúan en conjunto, por lo que la conexión entre ambos equipos es un factor importante que se debe tener presente.

La optimización del proceso de harneo comienza en la manera como el material es alimentado al harnero, el material debe ser alimentado en todo el ancho de la plancha de impacto, de modo que cuando se desplace hacia la superficie de la malla cubra el ancho total de ella, teniendo presente que mientras mayor sea la superficie de malla utilizada mayor será la probabilidad de las partículas de pasar a través de las aberturas durante la clasificación.

Además, la alimentación debe mantener un ritmo constante, para asegurar que la cama de material sobre el harnero siempre sea pareja, contribuyendo así también a una mejor clasificación de las partículas.

Tres son las modalidades más comunes para alimentar un harnero: alimentadores vibratorios, correas alimentadoras y alimentadores de placas (apron feeders).

## Fuentes Referenciales

Procedimientos e instructivos de División Andina.

Manuales del fabricante.

Información de internet:

- <http://www.youtube.com/watch?v=YjqzzfMTWP8>
- <http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=cy5zZQQVd2E&NR=1>
- <http://www.youtube.com/watch?v=nCiT48haZ>
- [http://www.youtube.com/watch?v=Ly\\_Uz-FUiOM](http://www.youtube.com/watch?v=Ly_Uz-FUiOM)



## SOCIOS CCM



Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

