

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

TEMA 6: CLASIFICACIÓN DIRECTA. CRIBADO

6.1. Clasificación por Tamaños. Introducción.

El cribado se define como una operación de clasificación por tamaño de fragmentos de dimensiones y formas variadas, obligándolos a enfrentarse a una superficie con aberturas (superficie de cribado) que permitirá el paso de aquellos granos con dimensiones inferiores al tamaño de la abertura (pasante) y reteniendo o rechazando aquellos otros con un tamaño superior a la dimensión de la abertura (rechazo).

Función del Cribado:

- ⇒ Separar los fragmentos más gruesos contenidos en una mezcla, con el fin de eliminarlos o para enviarlos a una nueva etapa de fragmentación, de aquellos otros con las dimensiones requeridas.
- ⇒ Para realizar un deslamado (eliminación de arcillas o constituyentes de naturaleza coloidal).
- ⇒ Para la obtención de un producto que cumpla unas especificaciones técnicas (p.e.: plantas de áridos).
- ⇒ Necesidad de una granulometría determinada en operaciones de control o en trabajos de investigación (operaciones de laboratorio).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

- ⇒ Necesidad de obtener un tamaño determinado para que nuestros procesos de concentración posteriores operen de forma adecuada.
- ⇒ El cribado puede servir también para la eliminación de agua (agotado).

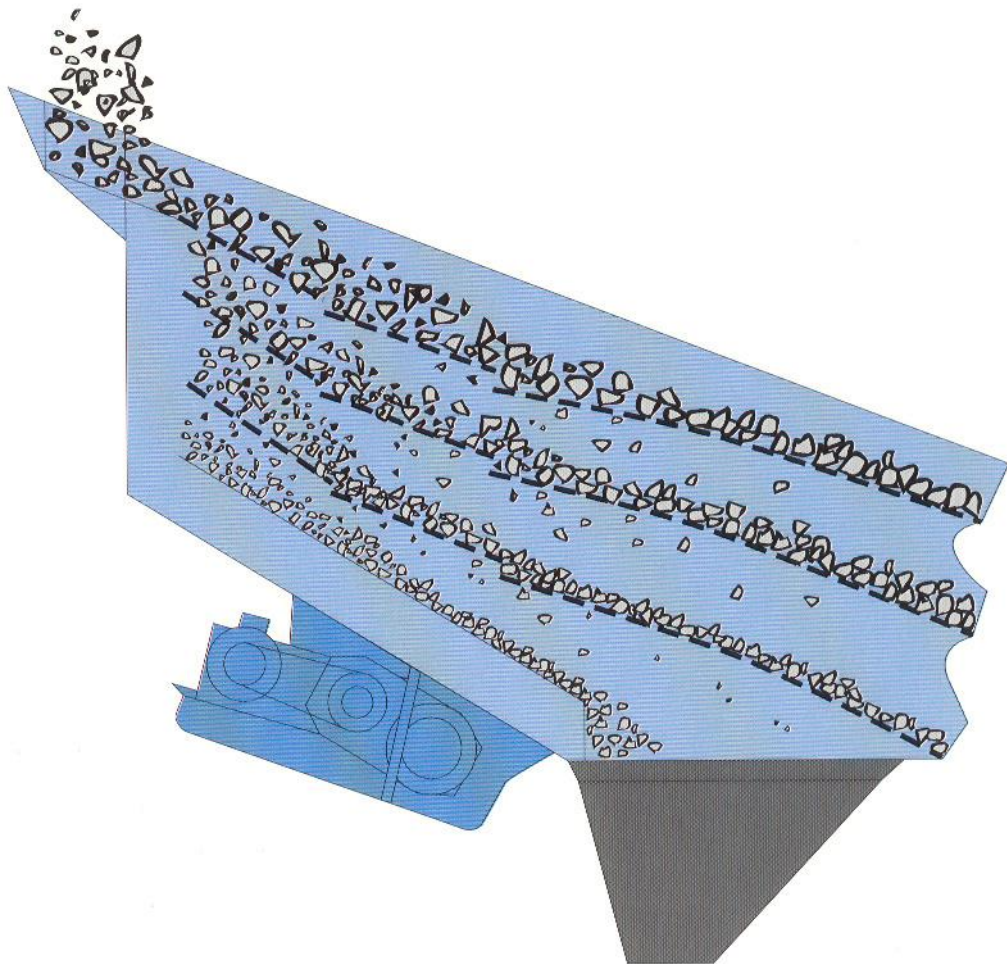


Fig. 6.1: Esquema de una operación de clasificación por tamaños en una criba de varias bandejas (Cortesía de Svedala).

6.2. Definiciones.

Rechazo: Está constituido por aquel porcentaje de las partículas que se depositan sobre una criba que son superiores al tamaño de clasificación (dimensión de las aberturas de la superficie de cribado).

Pasante: Está constituido por aquel porcentaje de las partículas que se depositan sobre una criba que son inferiores al tamaño de clasificación (dimensión de las aberturas de la superficie de cribado).

Semitamaño: Aquel porcentaje de alimentación a una criba formado por las partículas que son inferiores al valor mitad del tamaño de clasificación.

Desclasificados: Porcentaje o masa de partículas finas que no atraviesan la criba y se van con la fracción gruesa (rechazo).

Todo-Uno: Es la mezcla antes de su clasificación.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

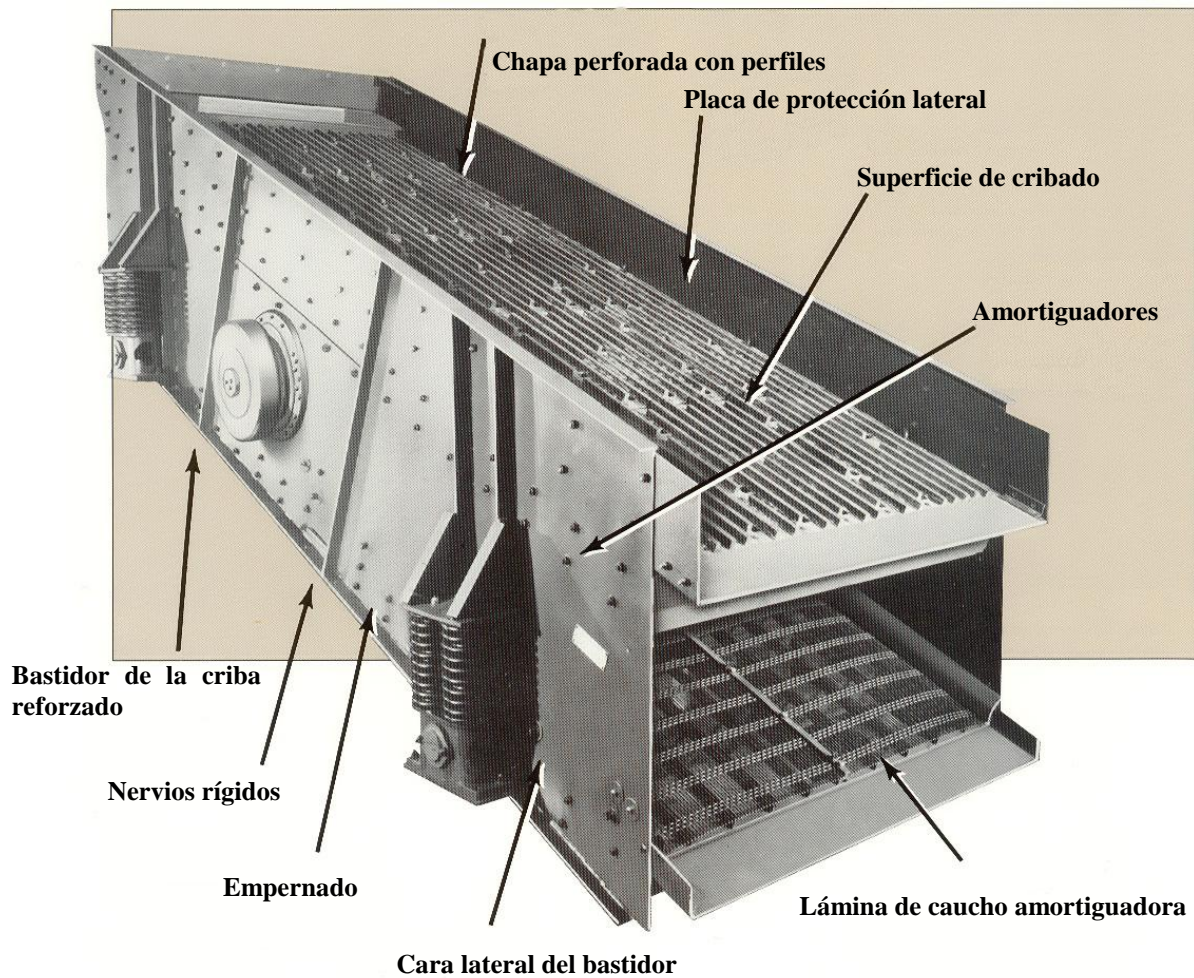


Fig. 6.2: Elementos principales de una criba inclinada de escalpado (Cortesía Svedala).

6.3. Terminología.

Términos empleados en las operaciones de cribado:

Escalpado Es aquella operación de cribado en la que se eliminan aquellos fragmentos grandes que pueden suponer un peligro u obstáculo para las operaciones siguientes.

Precibado: Es una operación de separación en la que la fracción fina con el tamaño adecuado se evita que entre a la etapa siguiente de trituración o machaqueo.

Calibrado: Es una operación de clasificación para calibres superiores a 100 mm. Se emplearán parrillas fijas o dinámicas.

Cribado: Es una operación de clasificación sobre tamaños entre 150 μm y 100 mm. Se emplearán trómeles, cribas de sacudidas o cribas vibrantes.

Tamizado: Es una operación de clasificación sobre tamaños entre 40 μm y 150 μm . Se utilizan cribas rotativas o tamices vibrantes.

Recibado: Es una nueva operación de clasificación en la que se quiere mejorar la eliminación de la fracción fina (operaciones de eliminado de impurezas).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Agotado: Es una operación de eliminación del excedente líquido (normalmente agua) de las mezclas sólido-líquidas que se manejan por vía húmeda.

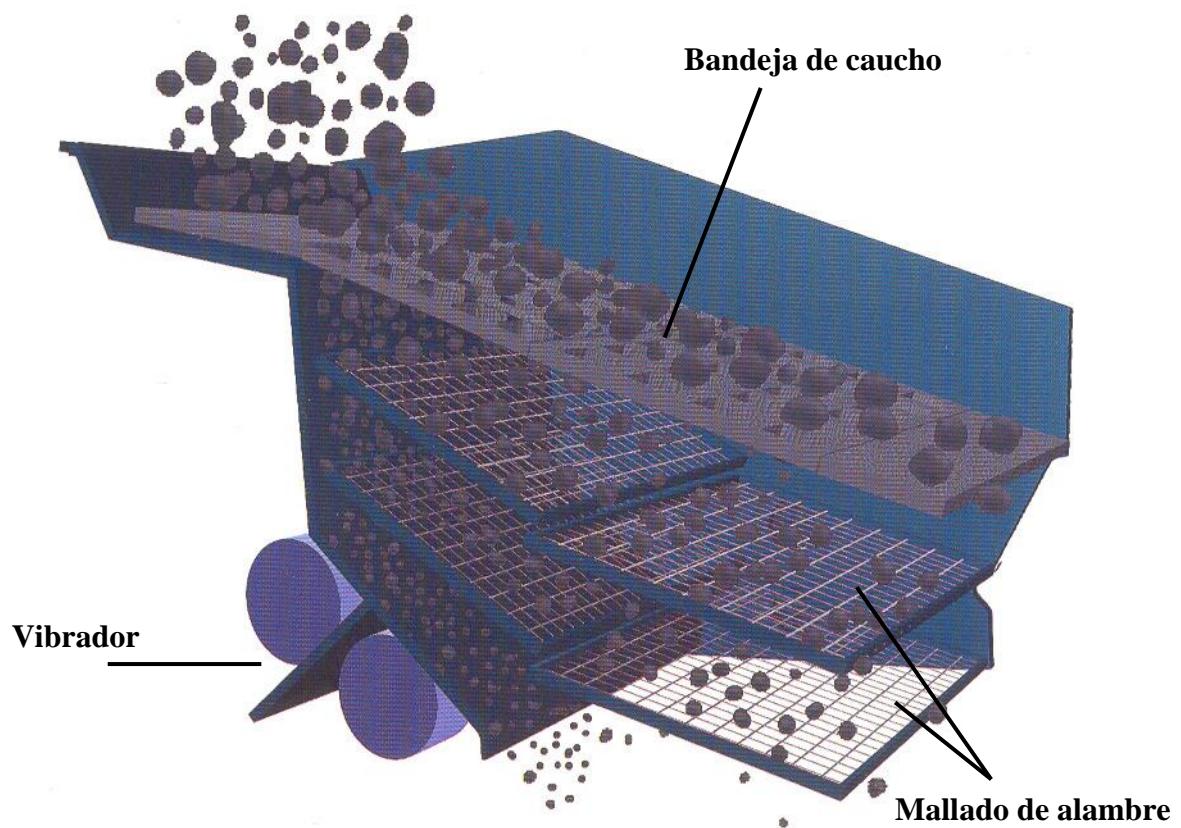


Fig. 6.3: Criba vibrante inclinada de 3 bandejas (Cortesía Svedala).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

6.4. Superficies de Cribado.

La forma y los materiales con los que se construyen las superficies de cribado son muy variados y en función de ellos se pueden clasificar en las siguientes:

Parrillas de barras:

Estas parrillas están formadas por barras, perfiles o raíles, dispuestos de forma paralela y con la separación adecuada a la clasificación que se persigue.

La máxima longitud de las barras está dispuesta en el sentido del flujo del material. La sección de las barras se va estrechando hacia el final de la criba, con lo que se tiene una divergencia entre las mismas a fin de obtener elevadas eficiencias.

Las secciones de las barras suelen ser de formas trapezoidales semejantes a las secciones triangulares y dispuestas de forma invertida para evitar atascos.

Se fabrican de acero. Para trabajos duros y de alta abrasividad se emplean barras de acero al manganeso o aleados con cromo.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

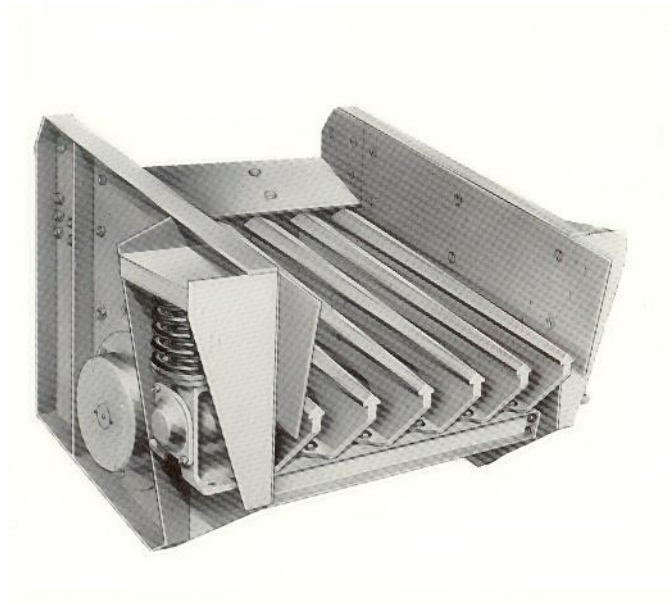


Fig. 6.4: Grizzly de escalpado estándar (Cortesía Svedala).

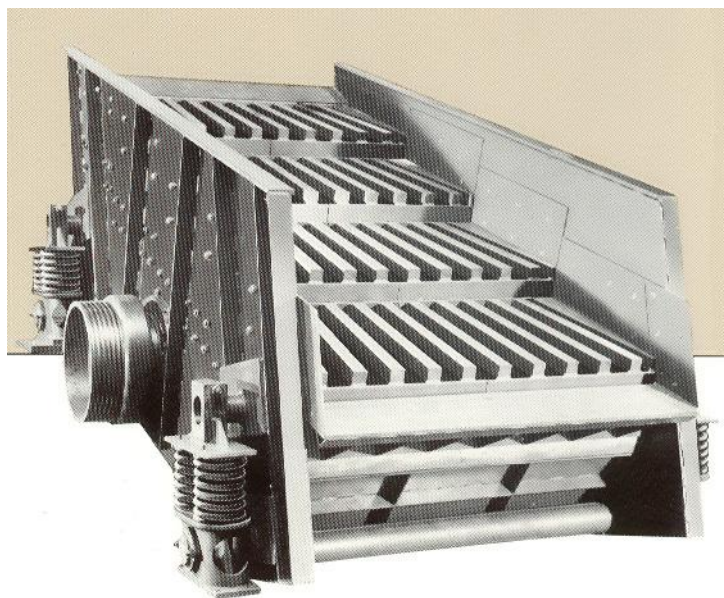


Fig. 6.5: Criba de barros de perfil cuadrado (Cortesía Svedala).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

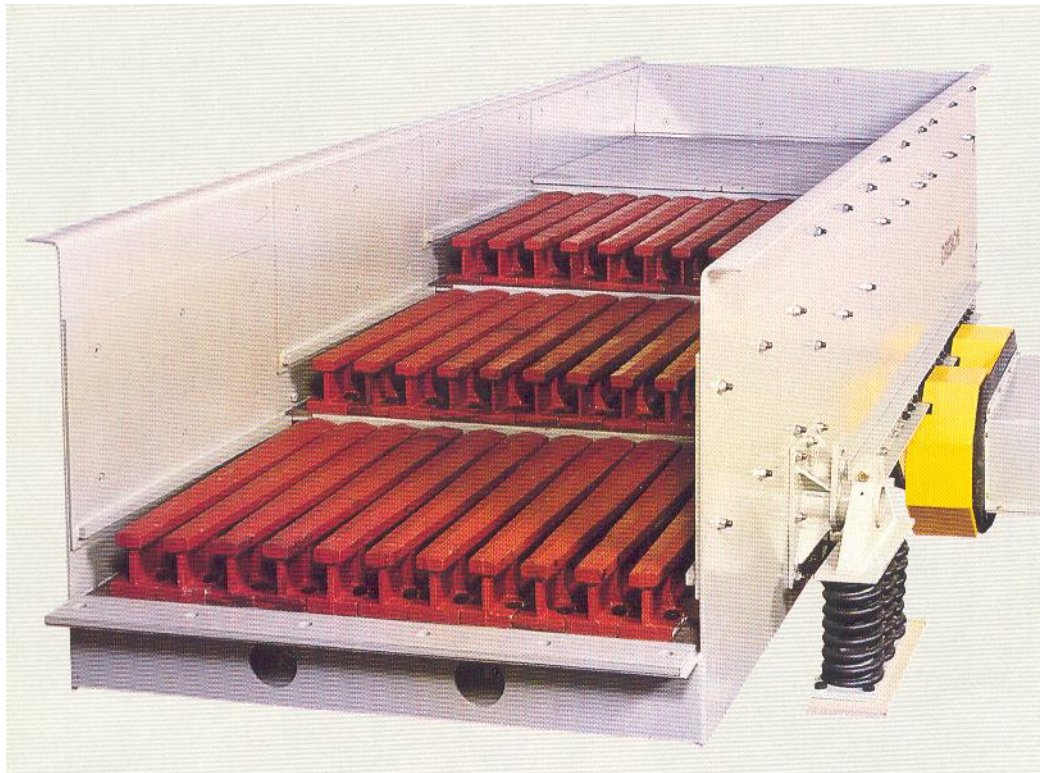


Fig. 6.6: Criba de barrotes en forma de raíl (Cortesía de Roxon).

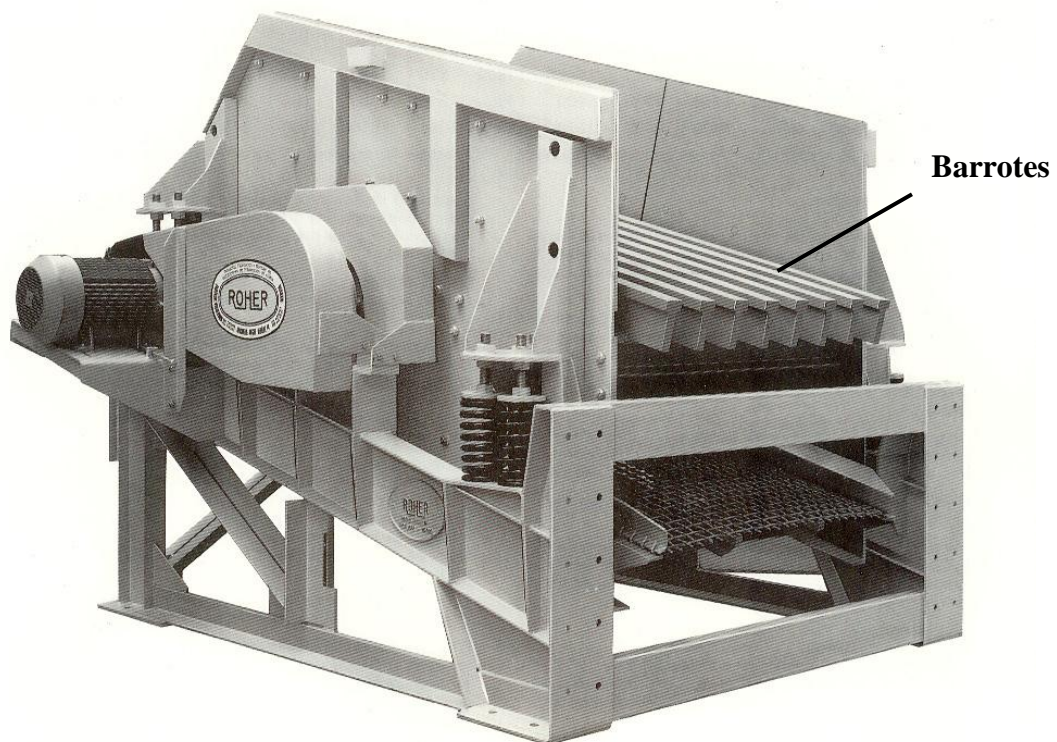


Fig. 6.7: Criba vibrante primaria de dos bandejas (Cortesía Roher).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Chapas perforadas:

Se emplean en aquellas situaciones donde la superficie de cribado debe ser capaz de resistir tamaños de material importantes, dando una mayor vida de servicio que con el uso de mallas metálicas.

Presentan menor superficie libre que las mallas metálicas pero mayor precisión de cribado y menores problemas de cegamiento.

Las perforaciones efectuadas en las chapas pueden ser de diferentes formas y tamaños (redondas, cuadradas, rectangulares con esquinas redondas o cuadradas, hexagonales, etc.).

Las perforaciones se disponen de forma paralela o al tresbolillo y/o inclinadas con respecto a la dirección del flujo de material.

Las chapas se construyen de acero o de material antidesgaste con espesores que van desde los 6 hasta los 20 mm.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

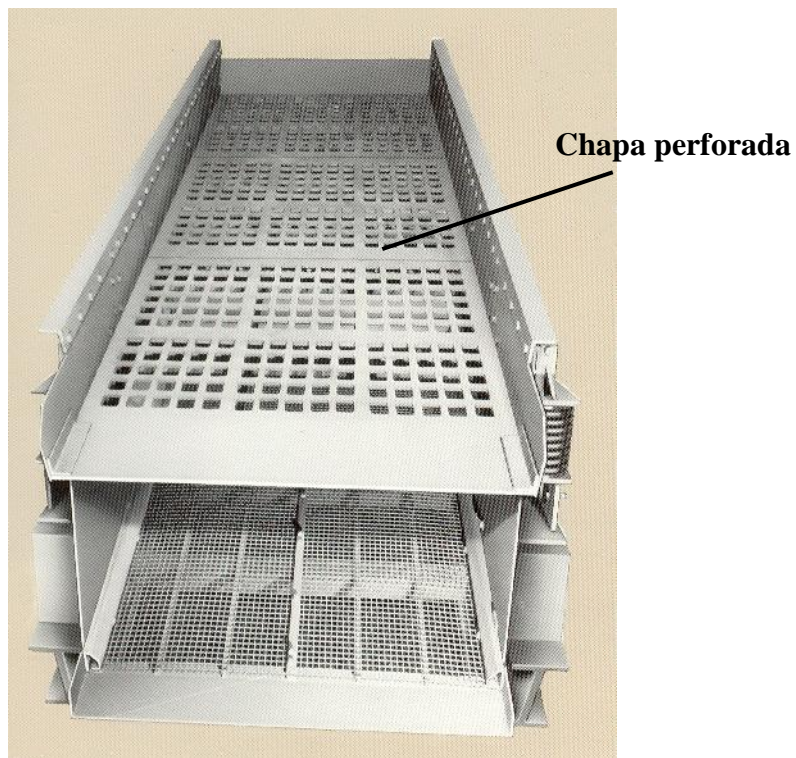


Fig. 6.8: Criba inclinada de dos bandejas (Cortesía Svedala).

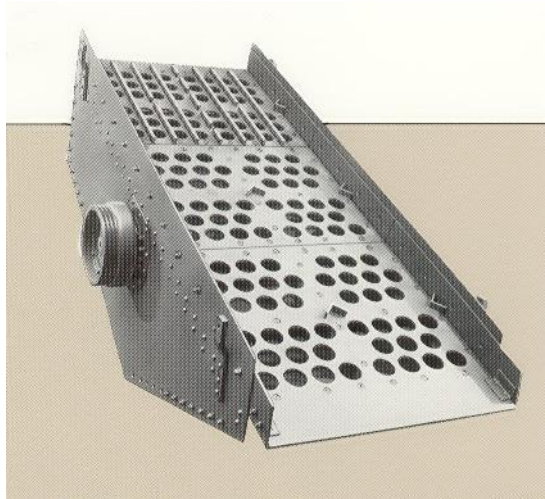


Fig. 6.9: Criba vibrante de chapa perforada (Cortesía Svedala).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Mallas metálicas:

Las mallas metálicas o telas metálicas están formadas por un conjunto de alambres tejidos de forma que las aberturas que proporcionan son cuadradas o rectangulares.

La luz de la abertura puede estar comprendida entre 40 y 100 μm . El tejido es variado y debe evitar las deformaciones de las mallas bajo la acción de las vibraciones y los impactos de los granos de material.

En función del tipo de mallado nos encontramos con:

Mallas Cuadradas Onduladas

- Cribado de materiales que no se colmatan.
- Gran precisión y rendimiento (productos secos).
- Luz de mallas desde 230 μm hasta 25 mm
- Fabricadas en acero inoxidable o acero de alta resistencia.

Mallas Cuadradas Planas

- Forman una superficie plana.
- Cribado de materiales pesados.
- Resisten los golpes violentos.
- Luz de mallas desde 12.5 mm hasta 125 mm.
- Fabricadas en acero.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Mallas Rectangulares Ondulares

- Se emplean en el cribado de materiales planos o laminares.
- Según la disposición de la abertura rectangular en relación a la dirección del flujo de material se facilitará o se impedirá el paso de los materiales de naturaleza laminares.
- Adecuadas para la clasificación de materiales redondeados o cúbicos.
- Luz de malla de 1.25 mm hasta 40 mm.
- Se fabrican en acero de alta resistencia y en acero inoxidable.

Mallas rectangulares Planas

- Son similares a las anteriores, diferenciándose en la superficie plana.
- Se clasifican según el grosor de los alambres.
- Se fabrican en acero de alta resistencia y en acero inoxidable.

Existen otros diseños de mallas anticongestión:

- Recta.
- Onda.
- Doble Onda.
- Recta y Onda.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

En el mercado existen mallas de poliuretano adecuadas para el manejo de materiales de alta abrasividad.

Tienen buenas propiedades antiadherentes y se fabrican con aberturas cuadradas, rectangulares y rectangulares con esquinas redondeadas.

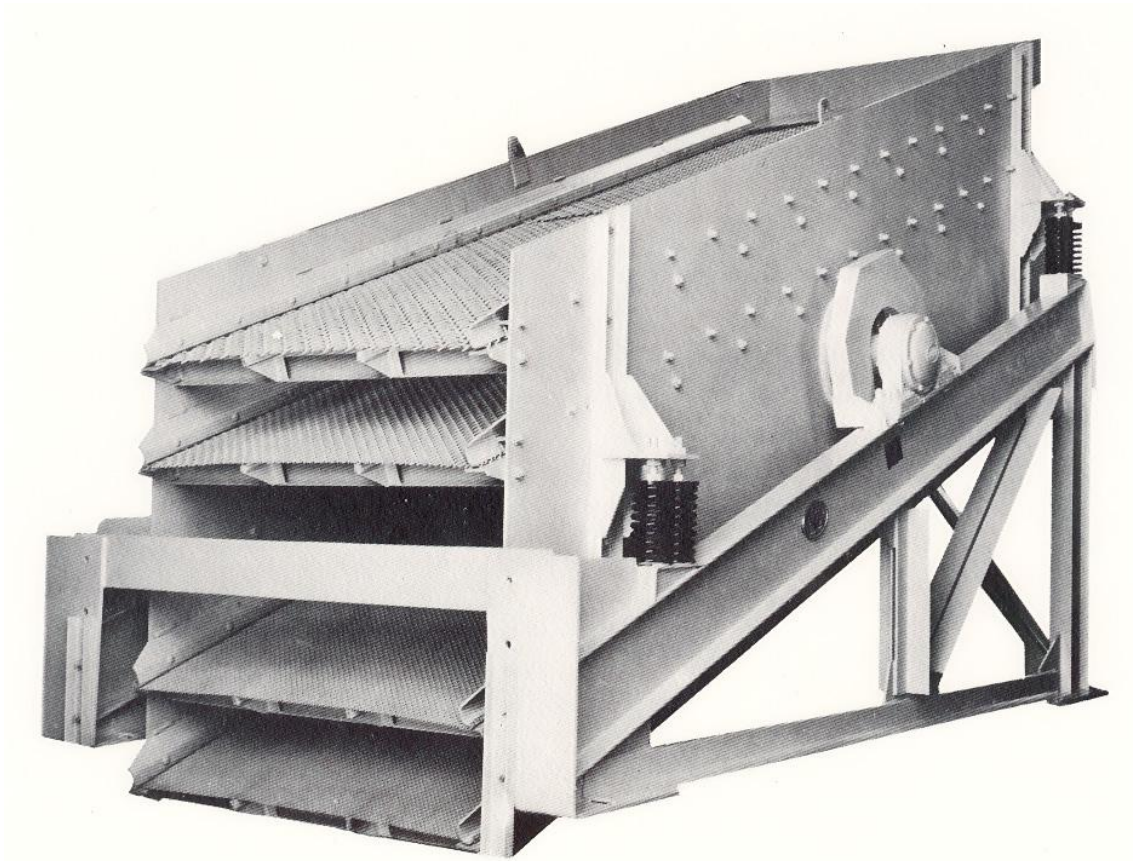


Fig. 6.10: Criba vibrante inclinada de mallas metálicas (Cortesía de Roher).

6.5. Equipos Industriales de Cribado.

Podemos realizar la siguiente clasificación de equipos:

Cribas Estáticas		Cribas Dinámicas	
Parrillas		Trommels	
Rejillas	Rectas	Rodillos o Discos	
	Curvas	De sacudidas u Oscilantes	Vaivén
			Resonancia
		Vibrantes	Lineal
			Circular
Elíptico			
		Giratorias	

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Cribas Estáticas

Parrillas

Consisten en barras de acero de sección rectangular o trapezoidal (ver parrillas de barras) dispuestas en el sentido de la corriente del material.

Las parrillas se emplean en el cribado grueso o escalpado de rocas o minerales todo-uno.

La separación de los barrotes varía desde 25 mm hasta 250 mm o superior.

Se disponen con inclinaciones de 30° (carbón) o de 45° (rocas y minerales).

Tienen el inconveniente de su facilidad de cegamiento debido al acuñaamiento de los bloques sobre los barrotes.

Rejillas Curvas

Consisten en unas rejillas estáticas, generalmente de sección triangular, dispuestas transversalmente al sentido de flujo de la mezcla sólido-líquida, la cual se introduce tangencialmente.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Se utilizan en las etapas de molienda o para cribados finos por vía húmeda (minerales de hierro, cobre, arena, cemento, etc.).

El rango de separación depende del tipo de equipo y varía entre las 45 μm y los 2.36 mm.

La alimentación puede contener un porcentaje de sólidos en torno al 40 %.

El tamaño de corte viene a ser aproximadamente la mitad de la dimensión de separación entre las rejillas. El porcentaje de huecos en la rejilla oscila entre el 17 y el 40 %.

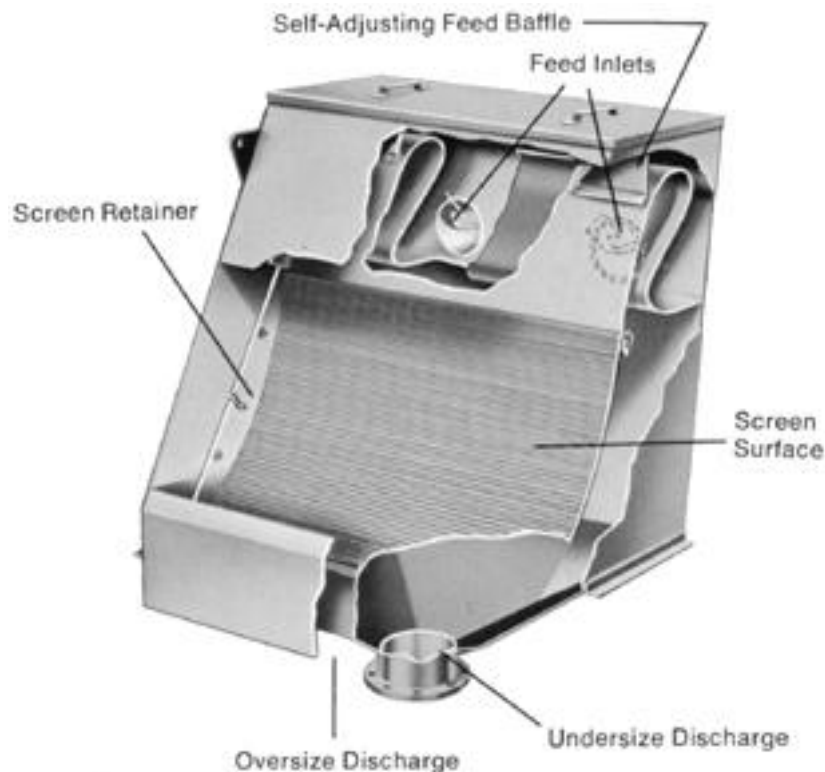


Fig. 6.11: Criba curva DSM (Cortesía de Dorr-Oliver).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

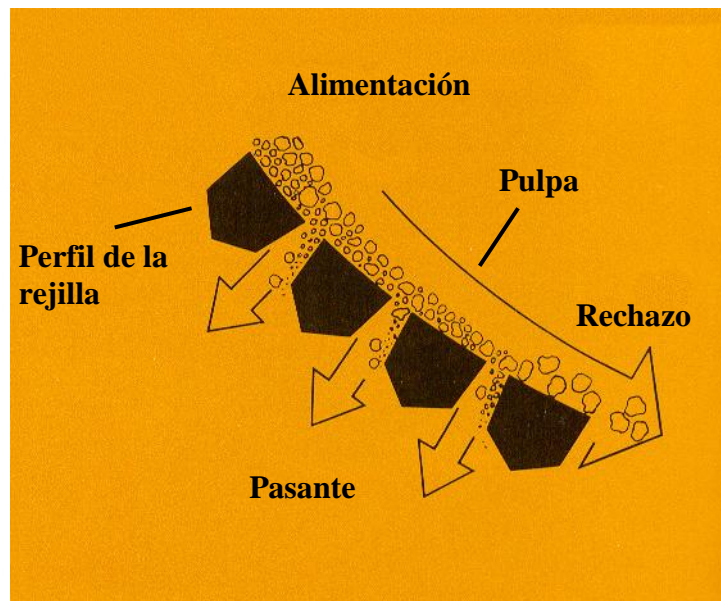


Fig. 6.12: Principio de funcionamiento de una criba curva DSM (Cortesía Dorr-Oliver).

La **capacidad** de este tipo de cribas viene dada por la siguiente expresión:

$$Q_{DSM} = 200 \cdot S \cdot V \quad (6.1)$$

Siendo:

- Q_{DSM} = Capacidad, m^3/h .
- S = Superficie libre, en m^2 .
- V = Velocidad de la alimentación, en m/s .
Donde $V = (2 \cdot h \cdot g)^{1/2}$.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Cribas Dinámicas

Rodillos o Discos

Este tipo de equipos consiste en parrillas móviles de rodillos acanalados de sección cilíndrica o elíptica o bien formados por discos. Dispuestos sus ejes transversalmente al flujo de material.

Todos los rodillos o discos giran en el mismo sentido, favoreciendo que el material sea transportado sobre ellos y permitiendo el paso de los finos entre las separaciones que presentan.

Se emplean como precribadores de las trituradoras primarias, dando unos resultados buenos ante productos húmedos y pegajosos.

Sin embargo el corte que proporcionan no es demasiado fino (entre 100 y 500 mm). Un equipo de este grupo es la criba de rodillos ROSS.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

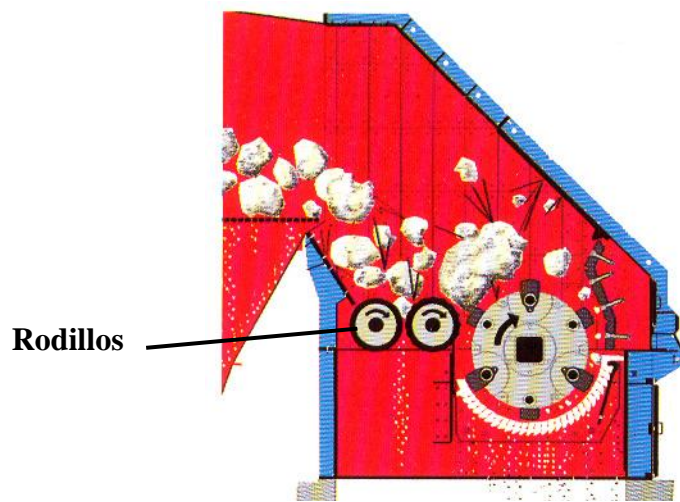


Fig. 6.13: Parrilla de dos rodillos (cortesía de F.L.Smith).

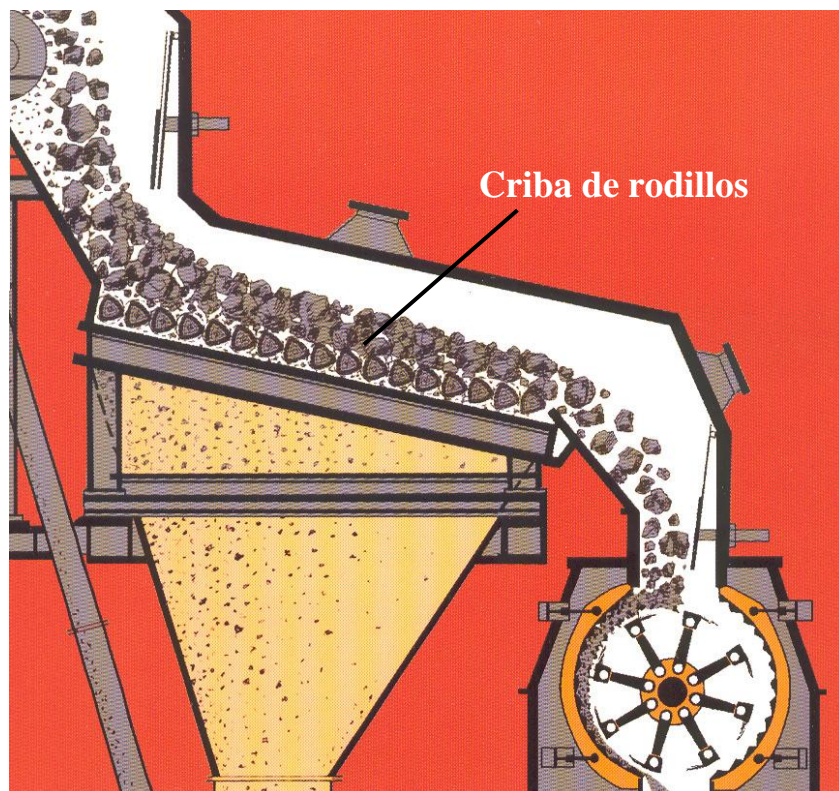


Fig. 6.14: Criba de rodillos (cortesía Aubema).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

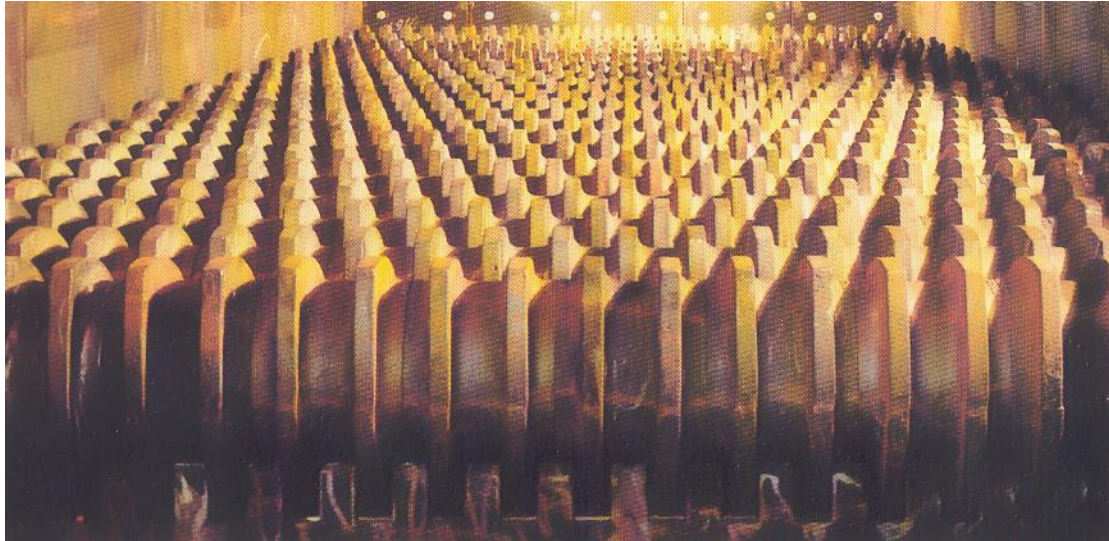


Fig. 6.15: Detalle de la criba de rodillos de la figura anterior (Cortesía Aubema).

Trommels

Los trommels son tambores cilíndricos constituidos por una armadura cilíndrica perforada o por paneles de malla ensamblados, por los que pasarán aquellos granos de dimensiones inferiores.

El rechazo es transportado a través de su interior hasta salir por el extremo del equipo. El movimiento del material se lo proporciona el giro y la inclinación del tambor (en algunos trommels se dispone de un resalte concéntrico que facilita el transporte del material).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Aunque han sido ampliamente sustituidos por las cribas vibratorias, aún conservan en minería un pequeño campo de aplicación como es en el tratamiento de áridos para la obtención de arenas libres de finos y también a la salida del producto de molinos de bolas o barras.



Fig. 6.16: Trommel (Cortesía de Skega).

Cribas de Sacudidas o Vaivén

Tenemos las cribas de Sacudidas o Vaivén y las cribas de Impactos.

Criba de Sacudidas o Vaivén:

Este tipo de criba funciona horizontal o con una ligera pendiente del 2 al 8 %.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

El bastidor está soportado por unos balancines inclinados accionados por un mecanismo de biela y manivela.

El ritmo de las oscilaciones puede alcanzar las 400 r.p.m. con un recorrido de 20 mm o bien 60 r.p.m. con un recorrido de 120 mm.

El material es movido sobre la criba basándose en impulsos violentos de avance y retroceso. Por lo que transmitirán esfuerzos importantes a las fundaciones.

Criba de Impactos:

Es una tecnología que se encuentra entre las cribas de sacudidas y las cribas de movimiento vibratorio.

La superficie de cribado se dispone con pendientes más fuertes de 30° a 40° y está montada sobre unos soportes elásticos.

El mecanismo que produce la vibración consta de una serie de levas que animan de movimiento a unos pesos o masas que golpean sobre el bastidor o en diferentes puntos de la superficie de cribado.

Estas máquinas pueden ser de gran longitud y el consumo de energía es pequeño. Pero son sensibles a las variaciones en el volumen de la carga y, tanto el mantenimiento como la inversión son caros.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Actualmente este tipo de cribas (de vaivén y de impactos) han cedido su puesto a las cribas vibrantes de una forma generalizada.

Cribas Vibratorias

Es el grupo de cribas más importante, debido al número de equipos que hay operando en las diferentes etapas de la industria de procesos minerales.

En función de la pendiente de la superficie de cribado y del tipo de vibración, se clasifican en tres grupos que son los siguientes:

- ✓ Cribas de vibración lineal y pendiente media
- ✓ Cribas de vibración circular y pendiente media.
- ✓ Cribas de vibración elíptica o rectilínea y horizontales o ligeramente inclinadas.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

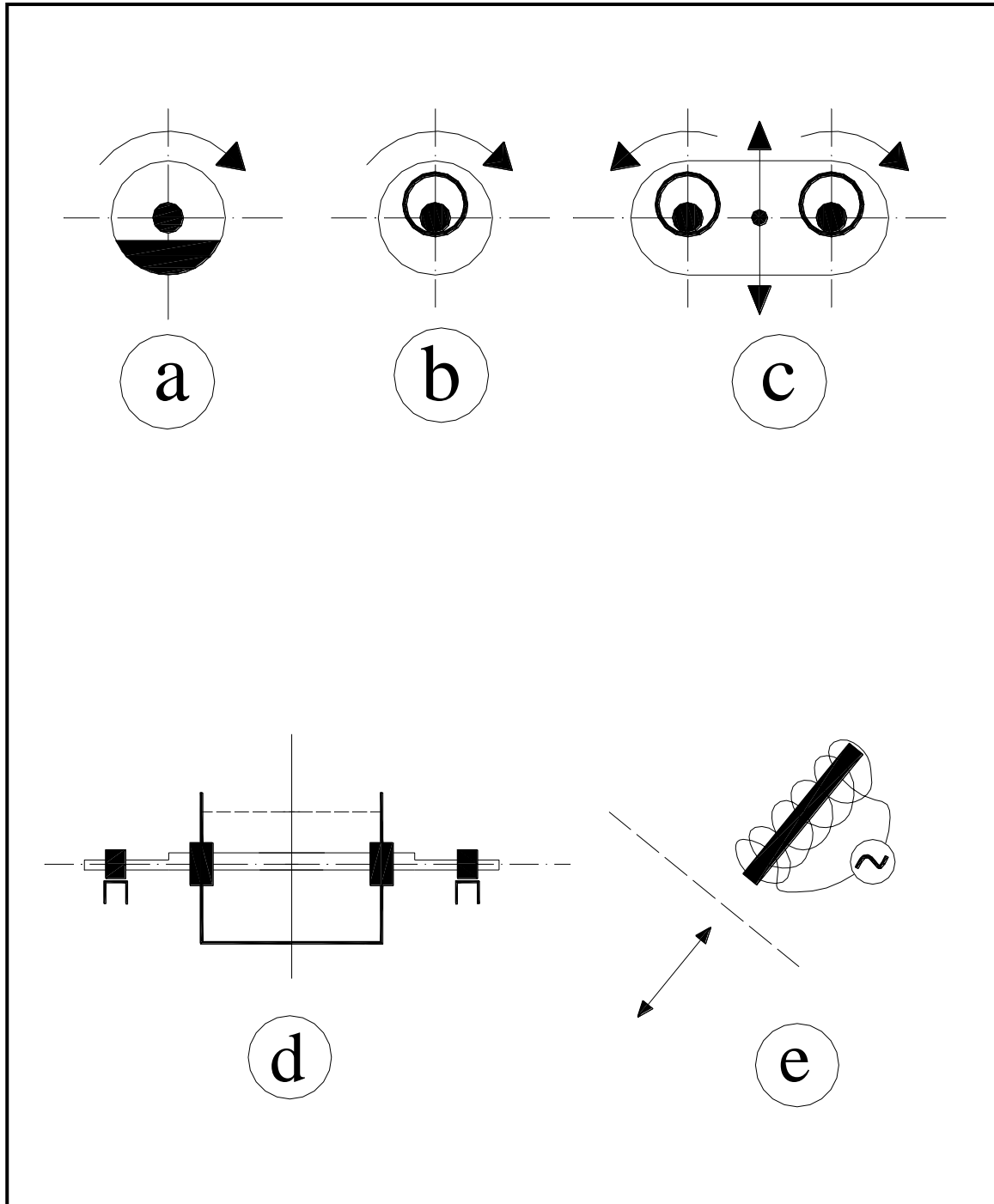


Fig. 6.17: Diferentes formas de producir la vibración.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Tabla 6.1: Tipos de Vibrador (Ver fig. 6.17).

Tipo de Vibrador	Características	Aplicaciones
a	Tipo de polea desbalanceada . Un eje concéntrico con contrapesos ajustables y dos cojinetes. El movimiento de excentricidad circular produce una vibración oscilante. La carrera puede variarse ajustando los contrapesos. Frecuencias: 500-2500 r.p.m. ; carrera < 10 mm.	Se emplean normalmente en cribas para trabajos ligeros.
b	Tipo de eje excéntrico . Un eje excéntrico con contrapesos ajustables y 2 cojinetes. (Normalmente se conocen con el nombre de “ de 2 cojinetes ”). El movimiento de excentricidad circular produce vibración. La carrera se modifica actuando sobre los contrapesos. Frecuencia: 25-500 r.p.m. Carrera: 15-30 mm.	Se emplean en cribas vibratorias inclinadas para trabajos pesados y ligeros.
c	Modelo reciprocante o “ de 4 cojinetes ”. Dos ejes, excéntricos o contrapesados, los cuales giran en sentido opuesto uno con respecto al otro, y en fase para producir un movimiento positivo en línea recta. La carrera puede inclinarse haciendo trabajar los ejes ligeramente desfasados.	Se emplean en cribas vibratorias horizontales y en algunos transportadores.
d	Modelo de “ carrera positiva ” o “ de 4 cojinetes ”. Un eje con doble excentricidad y 2 juegos de cojinetes; un juego sostiene al bastidor de la criba y el otro al eje. Produce un movimiento positivo que no es amortiguado por la carga existente sobre la cubierta de la criba. El eje está situado por lo general en el centro de gravedad de la caja de la criba. La carrera puede variarse cambiando el eje. (no dispone de contrapesos)	Se emplean en cribas vibratorias inclinadas para trabajos pesados ya que son muy resistentes a las elevadas cargas de material.
e	Vibrador Electromagnético . Proporciona frecuencias de oscilación muy altas (1500-7200 r.p.m.)	Se emplea en cribas con pendientes muy inclinadas para separaciones de tamaños relativamente finos.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

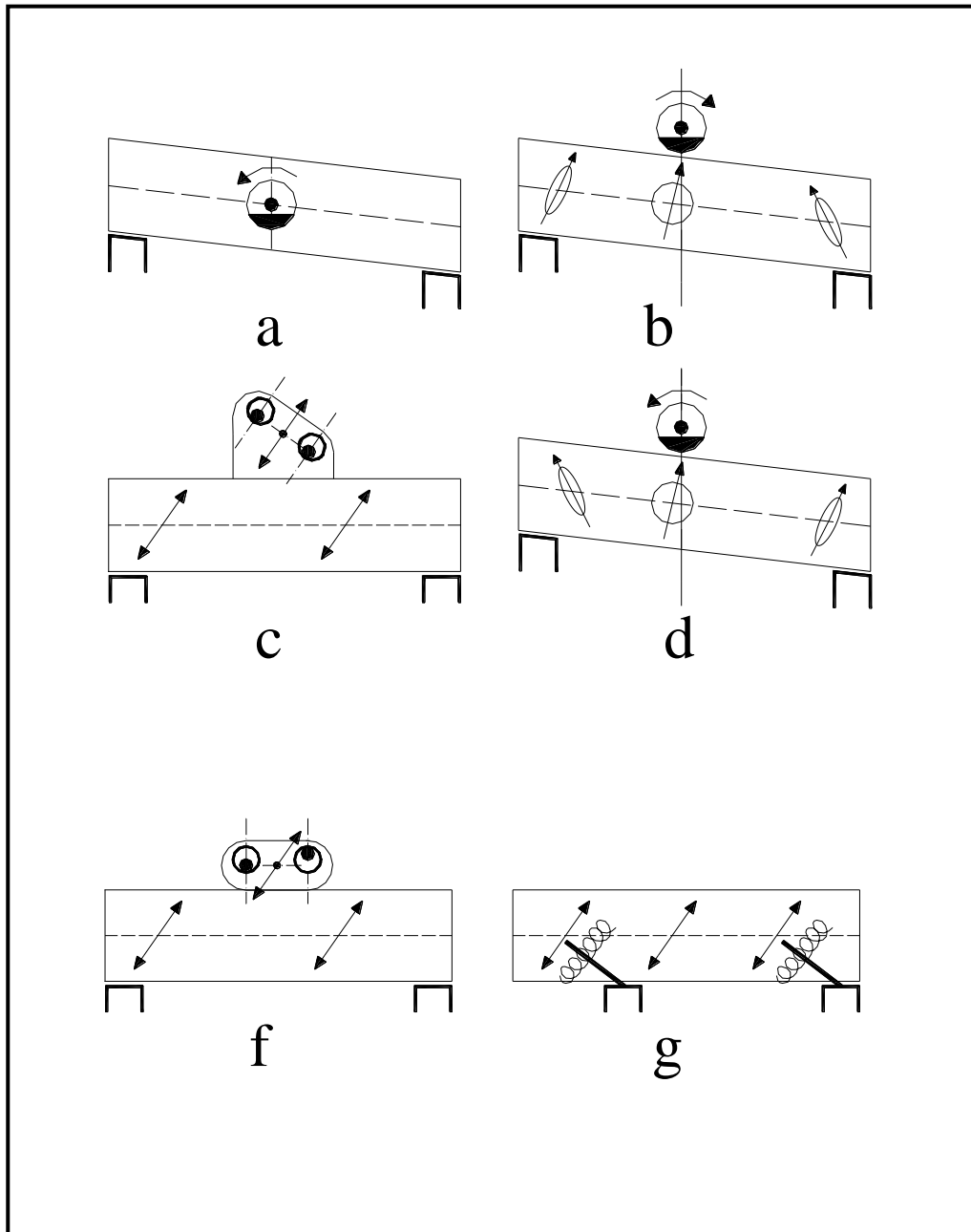


Fig. 6.18: Diferentes posiciones del vibrador y su efecto en la criba.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.**TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.**

Montaje del Vibrador	Características	Aplicaciones
a	El vibrador está montado en el centro de los laterales del bastidor. Va a crear un movimiento circular. La rotación del vibrador puede ser también en el sentido de la corriente o a contracorriente. En el primer caso se tiene mayor capacidad y menor eficiencia. En el segundo caso sucede lo contrario.	Se emplean normalmente en cribas inclinadas para trabajos pesados.
b	Montaje superior y rotación en el sentido de flujo del material.. Crea un movimiento elíptico sobre los extremos de la criba y circular en la parte central.. Este tipo de rotación facilita el movimiento del material a través de la superficie de cribado, aumentando la capacidad pero disminuyendo la eficiencia.	Se emplean en cribados gruesos cuando se requieren altas capacidades de tratamiento.
c	Vibrador reciprocante inclinado. El vibrador se encuentra instalado arriba (o abajo) del bastidor, con el eje ligeramente inclinado. El movimiento neto es en línea recta para mover el material sobre la superficie de cribado.	Se emplean en cribas horizontales para separación precisa del material por tamaños (separación de tamaños medios), eliminación de agua (agotado), recuperación de medio (SMD) y en situaciones con limitación de espacio vertical..
d	Montaje superior y rotación en contra del sentido de flujo del material. Al igual que el montaje “b” va a producir en la criba un movimiento elíptico en los extremos y circular en el centro. Esta disposición permite mantener el material más tiempo sobre la superficie de cribado, aumentando la eficiencia y dando mayor espesor de capa. Sin embargo se reduce la capacidad de cribado.	Se emplea cuando se exige una clasificación altamente eficiente.
f	Vibrador reciprocante desfasado. El vibrador va instalado arriba (o abajo) del bastidor. Se obtiene en línea ajustando un excéntrico de manera que guíe al otro. El desfase determina el ángulo de inclinación de la fuerza en línea recta.	Idem. al tipo “c”.
g	Vibración en resonancia. Por medio de un eje motriz excéntrico, las montaduras de la criba vibran entre amortiguadores de caucho a una frecuencia resonante. Consumo de energía reducido.	Cribas horizontales.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Cribas de vibración Lineal:

Las características generales de este tipo de criba son las siguientes:

- Vibración perpendicular a la superficie de cribado.
- Inclinación: 35°-45°.
- Vibración: 700-3500 r.p.m.
- Carrera: 1-3 mm.
- Campo de aplicación: cribados finos (80 μm -4 mm) y medios (3-25 mm).

Un equipo característico de este grupo es la criba **Mogensen** (criba de probabilidad), la cual consta de una serie de tamices o mallas de diferentes aberturas y dispuestos en pendientes crecientes.

Debido a la pendiente de las superficies, tenemos que la luz de malla puede variar entre 2 y 10 veces el tamaño de separación que se persigue.

La bandeja inferior es la que realmente proporciona el corte, las otras producen una adecuada dispersión del producto.

Proporcionan altas capacidades y cortes entre 0.1 y 100 mm.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Para una misma capacidad poseen un menor tamaño y peso frente a otros tipos de criba.

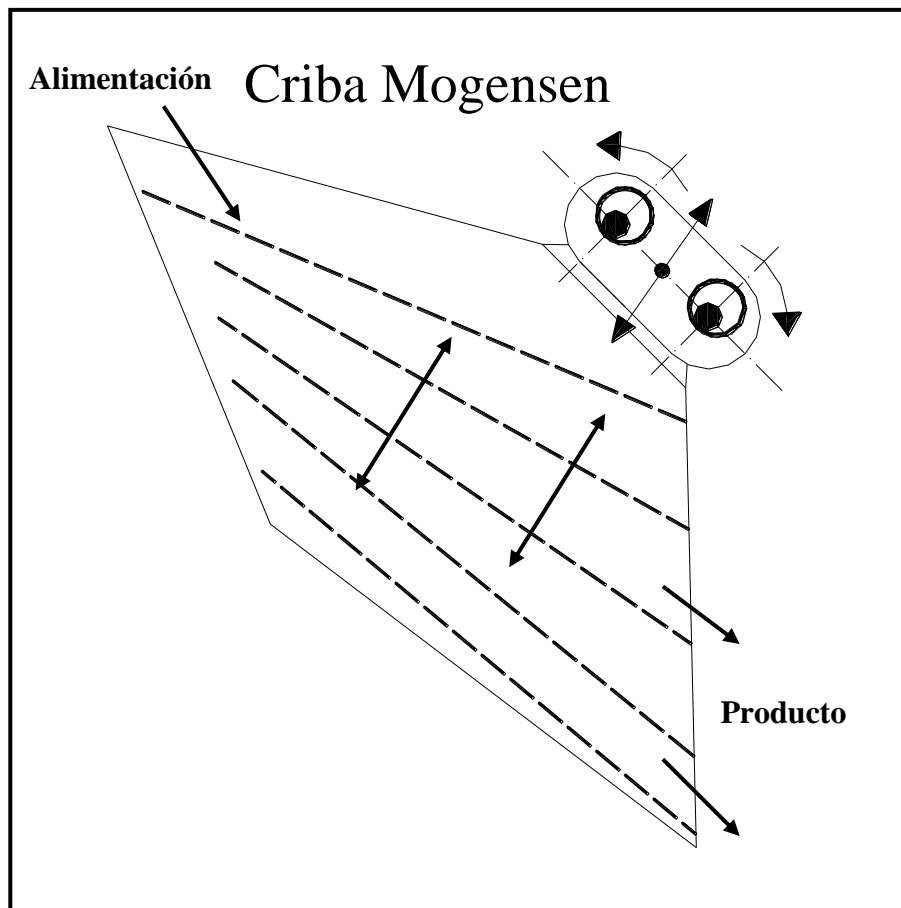


Fig. 6.19: Esquema de una criba Mogensen.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Otro equipo con nombre propio que algunos autores encuadran en este grupo es la criba electromagnética **Hummer**.

Consiste en una criba de malla metálica y unida fuertemente al cuadro metálico que forma parte del bastidor. La tela es vibrada a través de un balancín que sujeta a la tela en su centro y el cual está animado de movimiento por medio de un sistema electromagnético.

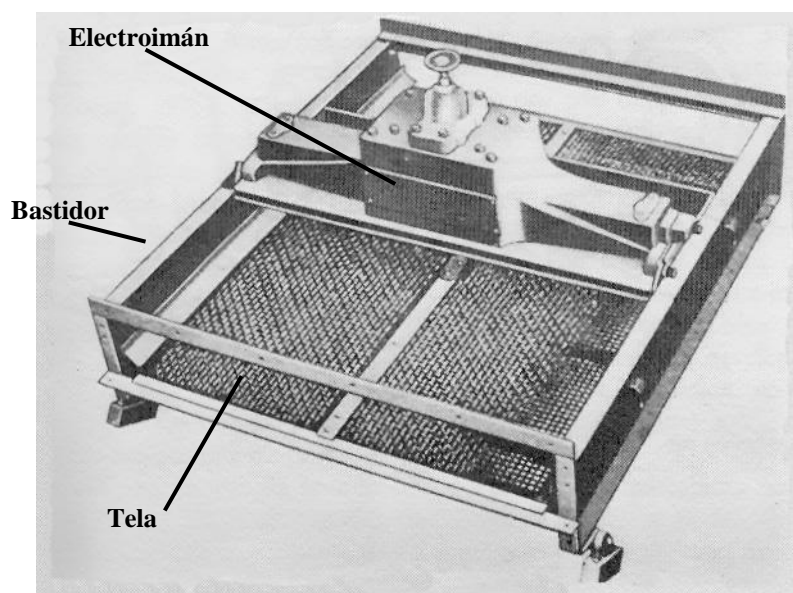


Fig. 6.20: Criba Hummer.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Cribas de vibración Circular:

Las características generales de este tipo de criba son las siguientes:

- Vibración perpendicular a la superficie de cribado.
- Inclinación: 15°-25°.
- Vibración: 650-3000 r.p.m.
- Carrera: 2-15 mm.
- Campo de aplicación: cribados con tamaños de corte desde 0.3-120 mm hasta 200-300 mm.

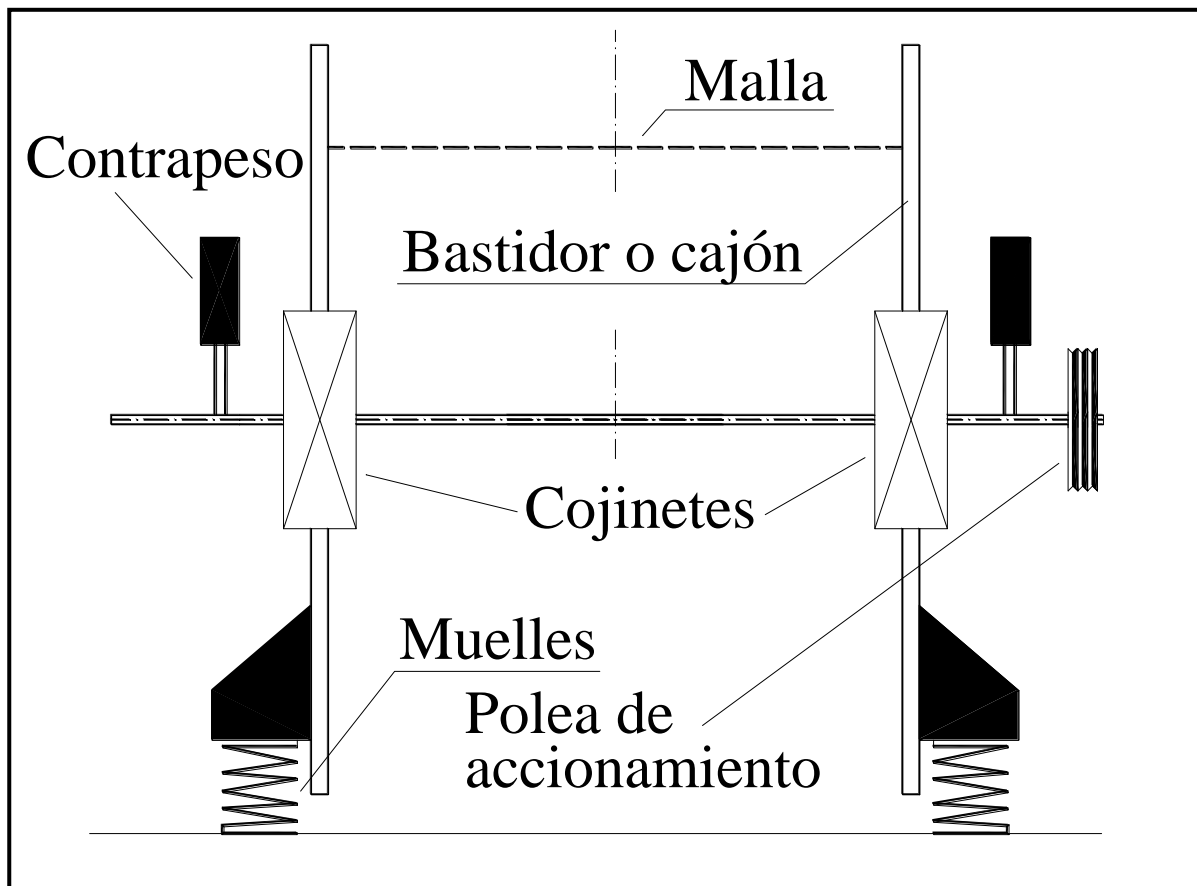


Fig. 6.21: Criba de vibración circular “de 2 cojinetes”.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Cribas de vibración Elíptica:

Las características generales de este tipo de criba son las siguientes:

- Vibración con componentes de avance.
- Inclinación: 0° - 10° .
- Campo de aplicación: cribados con tamaños de corte inferiores a 40-50 mm (excepcionalmente podrán clasificar a tamaños comprendidos entre 60-80 mm pero con inclinaciones de 8 - 10°).

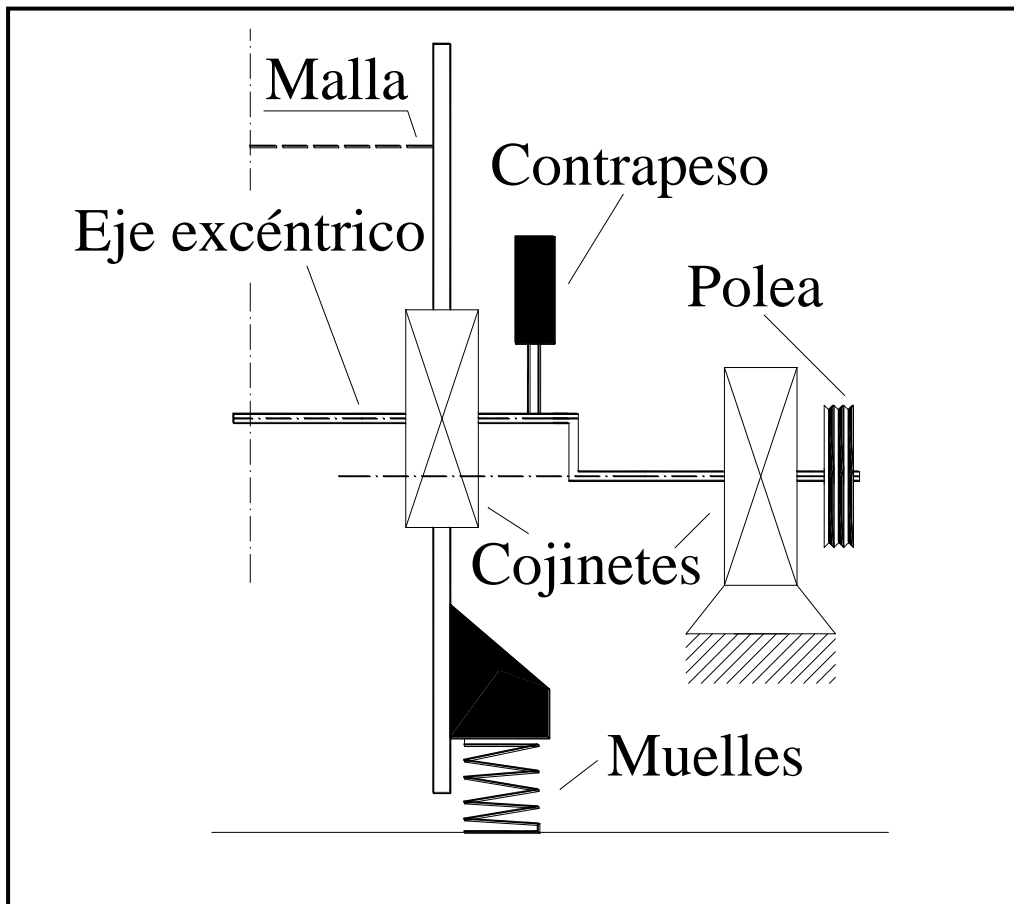


Fig. 6.22: Criba de vibración elíptica. "de 4 cojinetes".

6.6. Principales Factores del Cribado.

En el cribado existen una serie de **factores** que nos van a determinar que esta operación se produzca de una manera más o menos rápida; es decir, la velocidad con la que las partículas de dimensiones adecuadas son capaces de atravesar la superficie de cribado.

Los principales factores son:

- Dimensión de la malla.
- Forma de las aberturas.
- Dimensión relativa entre las partículas y la malla.
- Ángulo de ataque de las partículas.
- Humedad.
- Espesor de la capa de material.
- Movimiento de la criba.

A continuación pasamos a desarrollar cada uno de los factores anteriores.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

1. Dimensión de la Malla:

Anotando que la dimensión de la abertura de malla viene representada por “**a**”. Se tiene que el número de mallas (hilos) por unidad de superficie de una criba es inversamente proporcional al cuadrado de dicha dimensión, o sea **a²**.

Por otro lado, el **peso** del material o granos que pasan a través de la malla correspondiente es proporcional al cubo de la abertura de malla, **a³**.

Por lo tanto se deduce de lo anterior que la capacidad de una criba, definiéndose como el peso de material que pasa a través de la malla por unidad de tiempo y por unidad de superficie de cribado, es aproximadamente:

$$p \propto \frac{a^3}{a^2} = a \quad (6.2)$$

Donde:

p = Peso del material
a = Abertura de malla.

La **capacidad de una criba** se expresa en ton/m² por hora y por milímetro de abertura de malla.

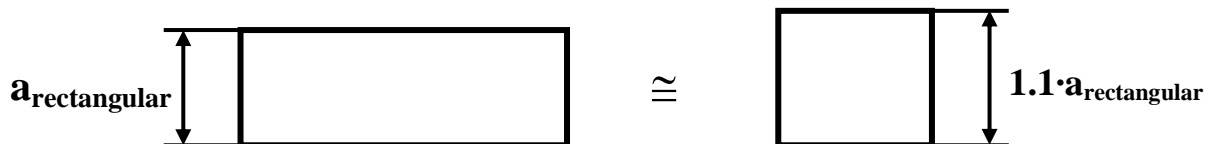
2. Forma de las Aberturas:

La malla de referencia es siempre la malla cuadrada de dimensión “a”. Sin embargo, hemos visto que la forma de las aberturas puede ser diferente a la cuadrada: aberturas circulares (chapas perforadas), alargadas (chapas perforadas y telas metálicas), etc.

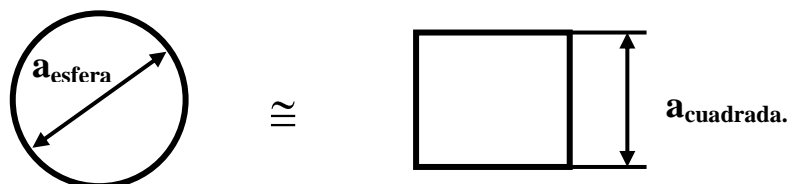
Las aberturas alargadas se pueden tomar como aberturas rectangulares.

La conversión de éstas formas a la abertura cuadrada de referencia se realiza con los factores siguientes:

$$a_{cuadrada} \cong 1.1 \cdot a_{rectangular}$$



$$a_{esfera} \cong 1.25 \cdot a_{cuadrada}$$



El empleo de mallas rectangulares proporciona una mayor superficie libre, lo que da lugar a un incremento de

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

la capacidad de tratamiento por unidad de superficie frente a las de abertura cuadrada.

3. Dimensión relativa de partícula y abertura:

La probabilidad “P” de que una partícula esférica de diámetro “d”, la cual cae perpendicularmente a la superficie de cribado, pase a través de la malla sin tener en cuenta la posibilidad que rebote sobre los hilos del mallado es:

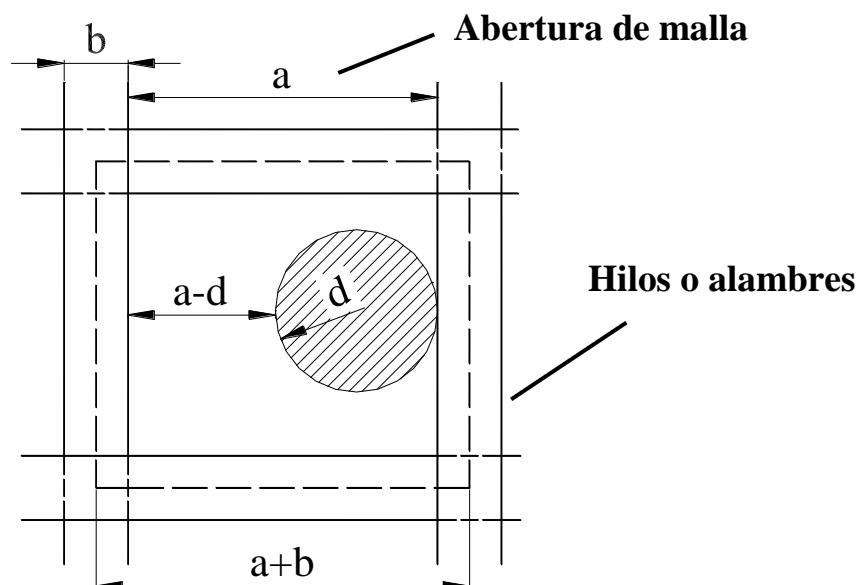
$$P = \frac{(a-d)^2}{(a+b)^2} = \frac{(a-d)^2}{a^2} \cdot \frac{a^2}{(a+b)^2} \quad (6.3)$$

Siendo:

a = Dimensión de la malla cuadrada.

b = Diámetro de los hilos del mallado.

d = Diámetro de la partícula esférica.



BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

El primer término de la expresión 6.3, representa la dimensión relativa de la esfera y la dimensión de la abertura de malla. El segundo término de dicha expresión representa la **proporción de abertura de la superficie de cribado (σ)**.

Para el cálculo de la capacidad de cribado no se tiene en cuenta aquella proporción de material cuyo tamaño es inferior a **$0.5 \cdot a$** (mitad de la malla), ya que en la práctica este porcentaje pasa en cuanto cae sobre la criba, siempre que su proporción no sea demasiado elevada.

Para dicho cálculo se tendrá en cuenta únicamente aquellos tamaños de **dimensión crítica**, es decir, los comprendidos entre **$0.5 \cdot a$** y **$1.5 \cdot a$** .

4. Ángulo de ataque de las partículas:

El ángulo de ataque de las partículas o lo que es lo mismo, la inclinación de la criba, tiene una gran influencia sobre la probabilidad de que las partículas pasen a través de la superficie de cribado.

A medida que la inclinación de la criba aumenta, la abertura efectiva disminuye y con ello el tamaño de corte para una misma abertura de malla “a”.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

A partir de ángulos mayores de 30° , esta influencia se incrementa considerablemente y también con grandes relaciones de d/a , donde por tanto disminuirá la probabilidad de paso.

Como ejemplo, se puede decir que el corte de una criba de malla cuadrada “ a ”, e inclinada 30° es de $0.85 \cdot a$.

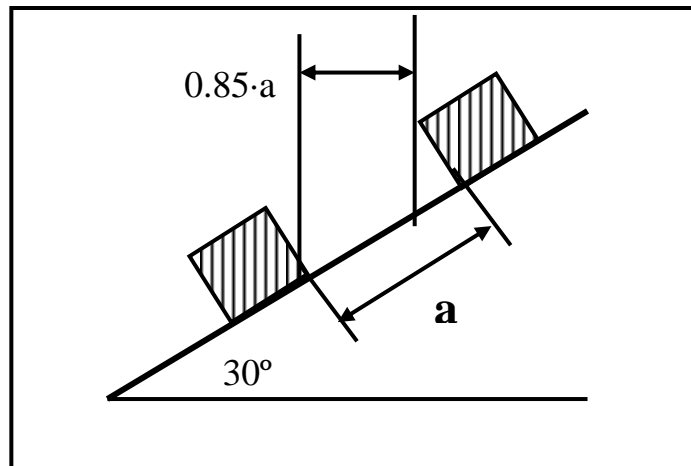


Fig. 6.23: Influencia de la inclinación de la criba.

5. Humedad:

Este factor es de suma importancia en las operaciones de cribado, pues los materiales completamente secos o completamente húmedos son relativamente fáciles de cribar. Pero con un porcentaje de humedad superficial en torno al 1%, el cribado se hace de forma dificultosa.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

La humedad superficial da lugar a fuerzas de capilaridad entre las partículas que las mantiene unidas; produciéndose fenómenos de cegamiento sobre las telas, o aglomeración de partículas dando lugar a la formación de mantos.

Por lo tanto, bajos porcentajes de humedad, conlleva una reducción en la capacidad del cribado y por supuesto, en su eficacia.

6. Espesor de la capa de material:

Se sabe que este factor también influye en la velocidad de cribado óptima, existiendo un espesor óptimo que garantiza la máxima rapidez de la operación y una elevada eficacia.

El espesor óptimo influye de la siguiente manera:

- Se favorece el fenómeno de estratificación de las partículas (cribas vibratorias).
- Disminución de los rebotes sobre los hilos.
- Aprovechamiento de la superficie de cribado.
- Aumento de la capacidad de cribado.

Como indicación, el espesor no debe exceder de 4 veces la dimensión de la abertura para material con una densidad aparente de 1.6 ton/m^3 .

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

7. Movimiento de la criba:

El movimiento de la criba va a aumentar la probabilidad de que las partículas con un tamaño inferior a de la dimensión de malla, pasen.

Este movimiento lo que pretende es presentar el mayor número de veces la abertura a las partículas aumentado de esta forma la eficacia de cribado.

Hay que seleccionar de forma adecuada la amplitud y la frecuencia de vibración. A medida que el tamaño de abertura aumenta la frecuencia de vibración debe disminuir y la amplitud debe aumentar.

6.7. Rendimiento y Eficacia del Cribado.

A partir de los datos de los ensayos granulométricos, logrados en el laboratorio, vamos a conocer el **rendimiento de cribado (E)** que una criba obtiene.

Este rendimiento se va a calcular a partir de los porcentajes de material cuyo tamaño es **igual o menor** a la dimensión de corte de la malla (**m**).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Vamos a definir **A**, **P**, **R**, como los **tonelajes totales** de material en la **alimentación**, en el **pasante** y en **rechazo** respectivamente y pueden expresarse en **ton/h**.

Por otro lado tenemos **a**, **p**, **r**, que representan los porcentajes (%) de material en la alimentación, en el pasante y en el rechazo respectivamente, con una dimensión inferior a la abertura de malla, la cual condiciona el tamaño de corte.

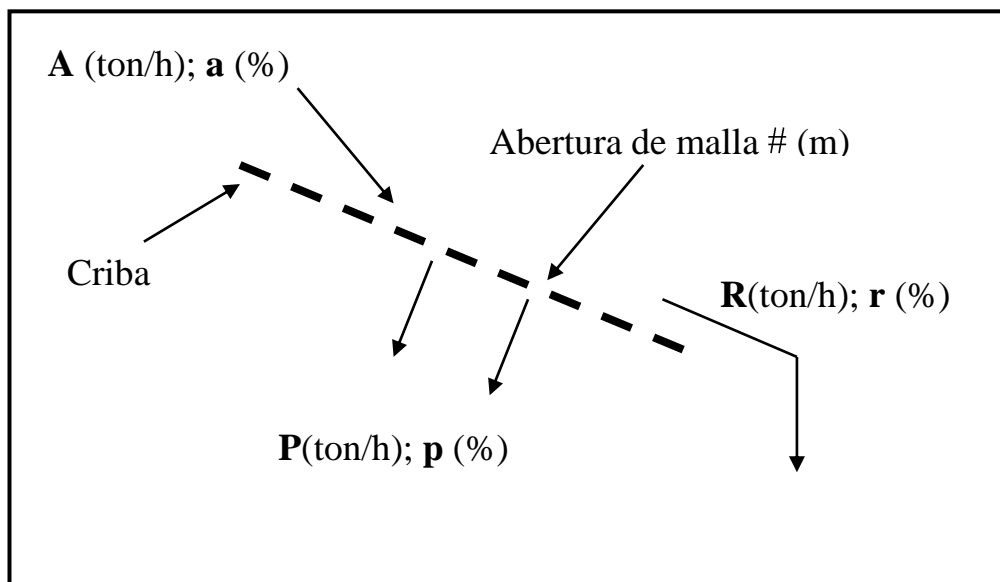


Fig. 6.24: Esquema del balance de masa de una criba.

El balance de masas de una criba cumple que:

$$A \text{ (ton/h)} = P \text{ (ton/h)} + R \text{ (ton/h)}$$

y en función de los tamaños menores de **m**:

$$A \cdot a \text{ (ton/h)} = P \cdot p \text{ (ton/h)} + R \cdot r \text{ (ton/h)}$$

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Por otra parte el **Rendimiento de Cribado** es:

$$E = \frac{\text{Finos que pasan a través de la malla}}{\text{Finos que forman parte de la alimentación de la criba}}$$

La expresión matemática es:

$$E = \frac{P \cdot p}{A \cdot a} \cdot 100 = \frac{p(a-r)}{a(p-r)} \cdot 100 = \boxed{\frac{100(a-r)}{a(100-r)} \cdot 100} ; (p = 100)$$

(6.4)

Es recomendable calcular el rendimiento sobre aquella fracción granulométrica comprendida entre **0.5·m** y **m** (dimensiones críticas). Para esta fracción, el margen del rendimiento estará comprendido entre el 60% y el 90%.

Otro parámetro que nos mide el rendimiento del cribado es la **Eficacia de cribado (e)**, y nos indica la cantidad de finos (< m) que se han obtenido en el rechazo. La expresión que nos proporciona este valor es la siguiente:

$$\boxed{e = 100 - r} \quad (6.5)$$

Para cribados finos es preferible la utilización de las denominadas **Curvas de Partición**.

6.8. Dimensionado de la Superficie de Cribado.

Existen numerosos procedimientos de cálculo para obtener la superficie de cribado (E.C. Blanc, Mular Bhappu, etc.), pero todos ellos se reducen a una expresión como la siguiente:

$$S_{\text{cribado}} = \frac{\text{Tonelaje que se necesita cribar } (T)}{\text{Capacidad básica } (B) \cdot \text{Factores de corrección } (f_i)}$$

(6.6)

Donde:

- S = Superficie de cribado necesaria, m^2 .
- T = Tonelaje que se necesita cribar, ton/h.
(de alimentación o de paso)
- B = Capacidad básica o específica, $ton/m^2 \cdot h$.
(de alimentación o de paso)
- f_i = Factores de corrección adimensionales.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Para tanteos preliminares se puede emplear la expresión de **Testut** que nos facilita un valor aproximado de la capacidad de la criba por m² de superficie:

$$C_{testut} = 1.4 \cdot \frac{\rho_r}{\gamma} \cdot m^{0.6} \quad (6.7)$$

Teniendo que:

C = Capacidad por m² de superficie, ton/h.

ρ_r = Densidad real del producto a cribar.

γ = Proporción de tamaños críticos
(0.5·m y 1.5·m).

m = Dimensión de la abertura de malla, mm.

Las condiciones de validez para la expresión 6.7, son las siguientes:

- Rendimiento de cribado: 90 % (0.5·m-m).
- Proporción de la abertura de malla cuadrada (σ): 0.5.
- Malla entre 0.5 y 250 mm.
- La proporción de tamaños críticos superior a 0.15.
- Tratamiento de productos poco húmedos y pegadizos.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Volviendo a la expresión 6.6, vamos a desarrollar un método de cálculo de superficies de cribado que pertenece a Juan Luis Bouso, y que se basa en la capacidad básica **sobre material pasante**, la expresión quedaría de la siguiente forma:

$$S = \frac{T_p}{B \cdot f_i} \cdot f_s \quad (6.8)$$

En la expresión anterior los parámetros que intervienen son:

- S = Superficie de cribado que necesitamos, m^2 .
- T_p = Tonelaje teórico que deberá *pasar* la criba, t/h.
- B = Capacidad básica pasante, $t/m^2 \cdot h$.
- f_i = Factores de corrección.
- f_{op} = Factor de servicio.

A continuación vamos a describir cada uno de estos parámetros y la obtención de su valor.

Capacidad Básica o Específica, (B).

Los valores de la capacidad básica han sido obtenidos de forma separada para materiales naturales (redondeados), materiales triturados (cúbicos) y para carbón.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Las condiciones bajo las que se ha obtenido esta capacidad son:

- Densidad aparente del producto: 1.6 t/m³.
- Malla de alambre de acero.
- Area libre de la malla: 50 %.
- Posición de la malla: Primera.
- Inclinación de la criba: 20°
- El rechazo del producto de alimentación: 25 %.
- Porcentaje de partículas inferiores a 0.5·m en el producto de la alimentación: 40 %.
- Rendimiento de cribado: 94 %.

Tabla 6.3: Capacidad Básica (B)

Cápacidad Básica B (ton/m².h)			
Luz de malla (mm)	Tipo de Producto		
	Carbón	Cúbico	Redondeado
0.50	2.0	2.7	3.5
0.80	2.6	3.4	4.4
1.00	2.8	3.7	4.9
1.25	3.1	4.1	5.5
2.0	4.0	5.3	7.1
4.0	6.0	8.0	10.5
5.6	7.5	10.0	13.0
6.3	8.1	10.8	14.0
8.0	9.4	12.5	16.0
10.0	10.8	14.4	18.6
12.5	12.5	16.6	21.5
16.0	14.3	19.0	25.1
20.0	16.5	22.0	29.0
25.0	19.5	26.0	33.4
31.5	22.5	30.0	37.9
40.0	26.0	34.7	42.5
50.0	29.3	39.0	47.4
63.0	33.0	44.0	52.0
80.0	36.8	49.0	57.0
100.0	42.0	56.0	63.0
120.0	47.3	63.0	68.0

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Factores de Corrección, (f_i).

La capacidad básica ha sido calculada bajo unas condiciones muy concretas; como ya hemos visto, pero por lo general estas condiciones serán diferentes a las establecidas en el cálculo de B .

De lo anterior surge la necesidad de aplicar unos factores a la capacidad específica o básica (B) que nos permitan obtener un valor de la capacidad que se ajuste a nuestras condiciones de operación (distintas de las teóricas), dicha capacidad obtenida se la conoce con el nombre de **capacidad corregida** (B_c) y los factores los desarrollamos a continuación.

1. Factor de densidad específica aparente, ρ_a (f_d):

Para valores de densidad aparente distintos a 1.6 t/m^3 , el factor de densidad será:

$$f_d = \frac{\rho_a}{1.6} \quad (6.9)$$

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

2. Factor de Rechazo (f_r):

El valor de la capacidad básica, está calculado para unas condiciones de alimentación en las que el contenido de partículas que están por encima de la dimensión de abertura de malla (m), es decir el rechazo, constituye un 25 %.

En condiciones de cribado diferentes a este valor, habrá que aplicar un coeficiente que corrija dicho efecto. El valor de este coeficiente de rechazo para algunos porcentajes de rechazo, se obtiene de la tabla siguiente:

Tabla 6.4: Factor de Rechazo.

Porcentaje de Rechazo (R) (%)	Factor de Rechazo (f_a)
0	1.10
5	1.08
10	1.06
15	1.04
20	1.02
25	1.00
30	0.98
35	0.96
40	0.94
45	0.92
50	0.90

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

3. Factor de Semitamaño (f_s):

El valor de la capacidad básica, está calculado para unas condiciones de alimentación en las que el contenido de partículas que son inferiores a 0.5·m (dimensión de abertura de malla), es decir el semitamaño, constituye un 40 %.

En condiciones de cribado diferentes a este valor, habrá que aplicar un coeficiente que corrija dicho efecto. El valor de este coeficiente de semitamaño se obtiene de la tabla siguiente:

Tabla 6.5: Factor de Semitamaño.

Porcentaje de Semitamaño (%)	Factor de Semitamaño (f_s)
0	0.50
5	0.55
10	0.60
15	0.65
20	0.72
25	0.77
30	0.85
35	0.92
40	1.00
45	1.10
50	1.20
55	1.30
60	1.45
65	1.60
70	1.75
75	1.95
80	2.20
85	2.55
90	3.00
95	3.65

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

4. Factor de Rendimiento, E (f_e):

El valor de la capacidad básica, está calculado para un **rendimiento o eficiencia (E)** del 94 %.

Para cribados con un rendimiento distinto a este valor habrá que aplicar un coeficiente que corrija dicho efecto.

Los valores de este coeficiente de eficiencia para algunos valores de rendimiento usuales son los siguientes:

Tabla 6.6: Factor de Rendimiento.

Rendimiento (E) (%)	Factor de Eficiencia (f_e)
98	0.60
96	0.85
94	1.00
92	1.05
90	1.12
85	1.26
80	1.41

5. Factor de Cribado en Seco (f_h):

Este factor se emplea para **cribados secos** o con una humedad (H) **inferior** al 9 %, siendo su valor:

Tabla 6.7: Factor de cribado en seco.

Humedad %	Factor de corrección (f_h)
≤ 3	1.00
$3 < H \leq 6$	0.85
$6 < H \leq 9$	0.75
$H > 9$	No se aplica (<i>Se debe cribar en húmedo</i>)

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

6. Factor de Cribado por Vía Húmeda (f_a):

Para cribados por vía húmeda (empleo de difusores de agua) hay que introducir un nuevo factor de corrección cuyo valor dependerá de la dimensión de la abertura de malla (m):

Tabla 6.8: Factor de cribado por vía húmeda.

Luz de malla (m) mm	Factor de cribado en húmedo (f_a)
< 0.5	1.00
1.0	1.42
1.25	1.70
2.0	2.20
4.0	2.50
5.6	2.35
6.3	2.25
8.0	2.00
10.0	1.42
11.2	1.35
12.5	1.30
14.0	1.25
16.0	1.20
20.0	1.15
22.4	1.13
31.5	1.06
40	1.03
50	1.00

El empleo de agua en las cribas incrementa la capacidad de cribado en los tamaños intermedios.

El consumo de agua viene a ser de 1 a 1.5 m³/t_{.aliment.}

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

La tabla 6.9 ofrece el valor del caudal medio que proporciona un difusor en función de la presión de trabajo:

Tabla 6.9: Caudales de los difusores.

Diámetro del difusor (mm)	Caudal (m ³ /h)					
	50 kPa	100 kPa	150 kPa	200 kPa	300 kPa	400 kPa
4	0.42	0.72	1.02	1.20	1.50	1.74
5	0.48	0.84	1.14	1.26	1.56	2.34
7	1.08	1.38	1.74	1.98	2.46	3.00
9	1.50	2.46	2.88	3.00	3.12	3.24

7. Factor de Abertura de Malla (f_m):

Este factor va a depender del tipo de abertura que posea la malla (cuadrada, rectangular y redonda) tomando como valor los que se presentan en la tabla 6.10:

Tabla 6.10: Factor de abertura de malla.

Tipo de Abertura		Factor de abertura (f_m)
Cuadrada		1.0
Redonda		0.8
Rectangular l = largo a = ancho	2 < l/a < 3	1.15
	3 < l/a < 6	1.20
	l/a > 6	1.25

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

8. Factor de Lajosidad (f_l):

Se consideran **lajas** aquellas partículas cuya longitud es 3 veces cualquiera de las otras dos dimensiones, alto y ancho.

La presencia de lajas puede hacer disminuir la capacidad de la criba es por ello que se debe conocer el porcentaje de lajas que forman parte de la alimentación y aplicar el factor de corrección correspondiente:

Tabla 6.11: Factor de lajas.

% Lajas	Factor de corrección (f_l)
< 5	1.00
10	0.95
20	0.85
30	0.80
40	0.75
50	0.70
60	0.65
70	0.60
80	0.55

9. Factor de Posición del Paño (f_p):

Las telas o paños inferiores no aprovechan toda su superficie útil en la operación de cribado debido a las trayectorias de las partículas, por ello habrá que introducir un factor de corrección que tenga en cuenta la posición relativa de la superficie de cribado:

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

	<u>f_p</u>
▪ Paño situado en el primer piso:	1.0
▪ Paño situado en el segundo piso:	0.9
▪ Paño situado en el tercer piso:	0.8
▪ Paño situado en el cuarto piso:	0.7

10. Factor de Inclinación (f_i):

El cálculo de la capacidad básica se ha realizado con la hipótesis de una criba inclinada a 20° (inclinación normal), debiendo introducirse un factor de corrección para inclinaciones menores (cribados finos).

	<u>f_i</u>
▪ Cribas inclinadas (20°):	1.00
▪ Cribas inclinadas (15°):	0.96
▪ Cribas inclinadas (10°):	0.94
▪ Cribas inclinadas (5°):	0.87
▪ Cribas horizontales:	0.83

11. Factor de Area Libre (f_o):

La capacidad básica (B) ha sido calculada para una malla de alambre de acero de **modelo medio** y una **área libre del 50 %**. Por lo que cualquier cribado en el que estos parámetros difieran, será necesario introducir el factor de corrección de Area Libre correspondiente.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

El grosor del alambre nos va a indicar el modelo de criba, existiendo básicamente tres modelos: ligero, medio y pesado. Ha medida que aumenta el grosor del alambre disminuye el área libre y por el contrario la malla de cribado se convierte en más resistente.

El Area Libre representa la superficie útil de cribado, sin tener en cuenta la superficie ocupada por los alambres. Por lo tanto, a medida que aumenta el área libre, lo hace en la misma medida la capacidad.

El factor que corrige el efecto del área libre se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 6.12: Factor de área libre.

Superficie Libre %	Factor (f_o)
25	0.50
30	0.60
35	0.70
40	0.80
45	0.90
50	1.00
55	1.10
60	1.20
65	1.30
70	1.40
75	1.50

Nota: El porcentaje de área libre habrá que consultarlo en los catálogos que proporcionan los fabricantes.

La malla también puede ser de poliuretano (PU).

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Factor de Servicio, (f_{op})

Como la operación de cribado no va a ser perfecta. Se incrementa el valor de la superficie de cribado en un 20 % para operaciones normales ($f_{op} = 1.20$) y en un 40 % para operaciones dificultosas ($f_{op} = 1.40$).

Anchura de la superficie de cribado, (A_m)

La criba debe tener una anchura mínima, independientemente del valor que obtengamos de la superficie necesaria, para que el espesor de capa no sea elevado y permita un cribado adecuado.

La tabla 6.13 proporciona la anchura mínima en función del tonelaje máximo de material que va a recibir la superficie de cribado:

Anchura de criba mm	Tonelaje de Alimentación (ton/h)
600	75
900	175
1200	275
1500	350
1800	500
2100	650
2400	750

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

La anchura mínima también puede calcularse con la siguiente expresión:

$$A_m = 116 \cdot \left(\frac{T \cdot R}{m \cdot f_d} \right) \quad (6.10)$$

En la expresión 6.10 tenemos que:

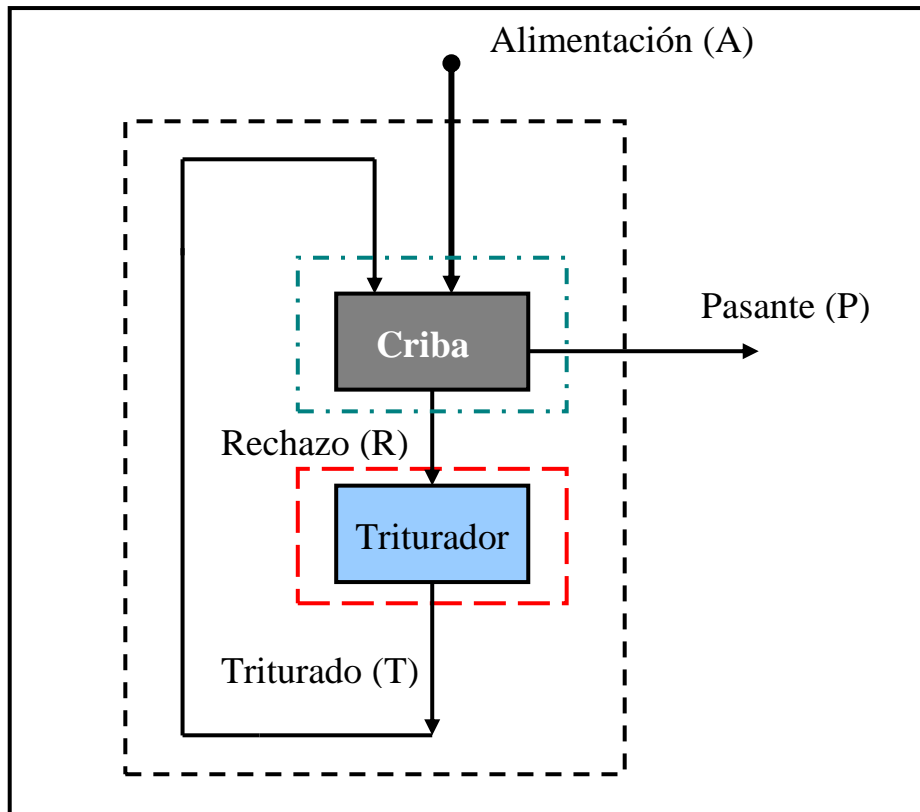
- **A_m** = Anchura mínima, en mm.
- **T** = Tonelaje de alimentación que recibe la criba en t/h.
- **R** = Porcentaje de rechazo, en tanto por uno.
- **m** = Luz de la malla, en mm.
- **f_d** = Factor de densidad.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

6.9. Determinación de la Carga Circulante, C.C.

Cribado Previo a la Fragmentación:

Esta disposición es normal en operaciones de trituración:



Sea:

a : % del producto de alimentación $\leq m$.

t : % de la carga circulante (T) $\leq m$.

E : Rendimiento de cribado, en tanto por uno.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

La **carga circulante** (C.C.) viene dada por:

$$C.C. = \frac{T}{A} \cdot 100 \quad (6.11)$$

Analizando el diagrama anterior se observa que sobre la superficie de cribado se deposita un tonelaje igual a:

$$\text{sobre la criba} = \frac{P}{E} \quad (6.12)$$

Expresión que debe ser igual a:

$$\text{sobre la criba} = \left(\frac{A \cdot a}{100} + \frac{T \cdot t}{100} \right) \quad (6.13)$$

En el equilibrio (a los 5-10 min. de cribado) se cumple que:

$$A = P$$
$$R = T$$

Por lo que igualando 6.12 y 6.13:

$$\frac{A}{E} = \left(\frac{A \cdot a}{100} + \frac{T \cdot t}{100} \right) \quad (6.14)$$

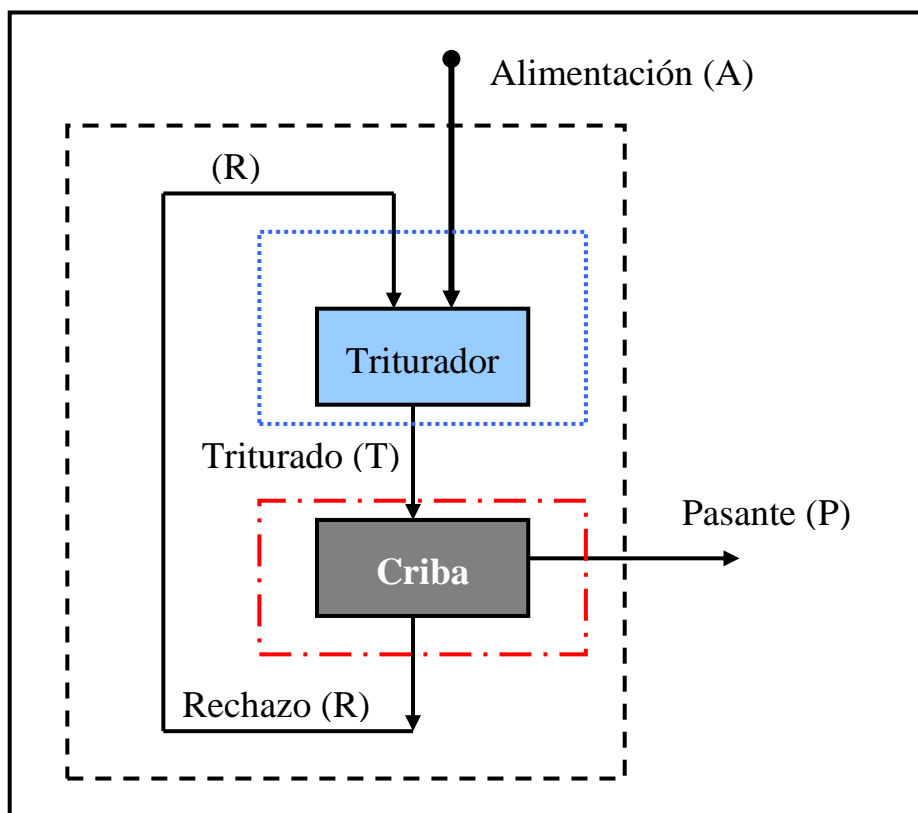
BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Despejando T (material recirculante) de la ecuación 6.14 nos queda:

$$T = R = A \cdot \left(\frac{1}{E} - \frac{a}{100} \right) \cdot \frac{100}{t} \quad (6.15)$$

Cribado Posterior a la Molienda:

Esta disposición es normal en operaciones de molienda con el empleo de cribas o clasificadores mecánicos:



BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Sea:

m : Abertura de malla cuadrada.

t : % del material triturado $\leq m$.

E : Rendimiento de cribado, en tanto por uno.

La **Carga circulante** (C.C.) nos la da la ecuación 6.16:

$$C.C. = \frac{R}{A} \cdot 100 \quad (6.16)$$

Obtención del valor de R (Rechazo de la criba):

El material que caerá sobre la criba viene dado por:

$$\text{sobre la criba} = \frac{P}{E} \quad (6.17)$$

o también se puede poner como (ver diagrama):

$$\text{sobre la criba} = \left(R + A \right) \cdot \frac{t}{100} \quad (6.18)$$

En el equilibrio se debe cumplir:

$$\begin{aligned} A &= P \\ A + R &= T \\ T &= P + R \end{aligned}$$

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.
TEMA 6: SELECCIÓN POR TAMAÑOS. CRIBADO.

Igualando 6.17 y 6.18 y sustituyendo P por A nos queda:

$$R = \left(\frac{A}{E \cdot \frac{t}{100}} \right) - A \quad (6.19)$$

La expresión 6.19 la podemos expresar también como:

$$R = A \cdot \left(\frac{1}{1 - E \cdot \frac{t}{100}} - 1 \right) \quad (6.20)$$

t : viene expresado en %.

Esta disposición nos obliga a escoger un equipo de trituración o molienda mayor que con la disposición anterior, para unas condiciones de operación similares.

Por el contrario la superficie de cribado que se necesitará será menor que con la disposición anterior, para unas condiciones iguales.