



UNIVERSIDAD VILLA RICA

ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

*“TRATAMIENTO DE TRITURACION PARA  
PRODUCIR MATERIAL PARA CARPETA  
ASFALTICA A PARTIR DE MATERIAL DE  
RIO”*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

ENRIQUE VAZQUEZ ZIAURRIZ

DIRECTOR DE TESIS  
ING. PEDRO ABELARDO BOLIVAR HERNANDEZ

REVISOR DE TESIS  
ING. EDUARDO FLORES SANCHEZ

BOCA DEL RIO, VER.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A MIS PADRES Y HERMANOS**

**Por la educación, por su apoyo incondicional, los valores que me brindaron para hacer de mi un hombre de bien y todo el amor que me han demostrado siempre y por creer en mi en esta etapa tan importante de mi vida.**

### **A MIS MAESTROS (AS).**

**Por su enseñanza profesional, inducción a mejora continua, amplios conocimientos compartidos, su paciencia con nosotros por el desconocimiento casi total en ocasiones de los temas tratados y su esmero porque no decayéramos, y su amistad desinteresada.**

## **DEDICATORIAS.**

**Mi eterna gratitud a las siguientes personas:**

***A mis padres y hermanos.***

**Por estar conmigo en todos los momentos importantes y difíciles de mi vida.**

***A mi Tita († QEPD).***

**Por su gran corazón, por su apoyo, por ser una persona muy importante en mi vida y se que desde el cielo se siente orgullosa del Ingeniero que dijo que iba a ser.**

***A mi Oma.***

**Por su amor infinito, enseñanzas morales que me forjaron como un hombre de bien.**

***A todos mis tíos.***

**Por el apoyo y cariño que siempre me han brindado.**

## INDICE

Introducción	1
Metodología	3
Capitulo 1. Antecedentes	7
1.1 Caminos	7
1.2 El Uso y la Etimología	8
1.3 Historia	9
1.4 La historia del transporte del camino	13
1.5 Caminos Romanos	16
1.6 Edad Media	18
1.7 Caminos de Peaje	18
1.8 Revolución Industrial	19
1.9 Desarrollo de Caminos Pavimentados	21
1.10 Construcción	22
1.11 John Loudon Mcadam	27
1.12 Jerome De Marie De Pierre Tresaguet	30
Capitulo 2. Desarrollo	32
2.1 Banco de Materiales	32
2.2 Ubicación de Bancos	33
2.3 Materiales	34

	2.3.1 Arena	34
	2.3.2 Componentes y características	34
	2.3.3 Atributos Físicos	35
35	2.3.4 Granulometría	
	2.3.5 Grava	36
	2.3.6 Granulometría	38
	2.3.7 Arcilla	38
	2.3.8 Clasificación	39
	2.3.9 Granulometría	40
	2.3.10 Canto Rodado	40
	2.3.11 Granulometría	41
	2.4 Explotación de Bancos	41
	2.4.1 Tiro Lateral	41
	2.4.2 Equipo de Extracción	42
	2.5 Especificaciones De Los Equipos Usados Para Extracción De Material De Banco	45
	2.5.1 Aditamentos Extras Para Bulldozers	50
	2.6 Método de Extracción	51
	2.6.1 Material dentro de la Corriente del Río	51
	2.6.2 Dentro del Cauce del Río pero sin Corriente de Agua	51
	2.7 Acopio en Patios	52
	Capitulo 3. Equipo de Trituración	54
	3.1 Alimentadores Vibratorios y Alimentadores Grizzly a un Angulo de Montaje Estándar	55
	3.2 Alimentadores	58

3.2.1 Alimentadores Vibratorios Y Alimentadores Grizzly Vibratorios	58
3.2.2 Alimentadores de Banda	61
3.3 Quebradoras	63
3.3.1 Ajustes De Descarga De Quebradoras De Mandíbula	64
3.3.2 Ajustes De Descarga De La Quebradora De Cono	65
3.3.3 Instrucciones Para El Uso de Hojas de Datos de Telsmith Mostrando el Análisis de Cribado del Producto De Las Quebradoras	65
3.3.4 Quebradoras de Mandíbulas	67
3.3.5 Quebradoras de Cono Serie- "D"	71
3.4 Cribas Telsmith	78
3.4.1 Capacidad y Selección de Cribas Vibratorias	81
3.5 Selección del Diámetro de los Alambres para Cribas	90
3.6 Criba Vibro-King	94
3.7 Cribas Horizontales	97
Capitulo 4. Bases, Sub-Bases, Carpetas Y Sello 3-A	98
4.1 Definición	98
4.2 Características de Bases y Sub-Bases	99
4.3 Las Funciones de estas Capas	99
4.4 Materiales para Sub-Base y Base	100
4.4.1 Terraplén	101
4.4.2 Sub- rasante	101
4.4.3 Base y Sub-base	101
4.4.4 Carpeta Asfáltica	102
4.5 Descripción de la Carpeta Asfáltica	102

4.5.1 Tipos de Carpetas Asfálticas	104
4.5.2 Rebajados Asfálticos	107
4.5.3 Emulsiones Asfálticas	108
Capítulo 5. Problema Práctico	110
5.1 Ordeñas	119
Referencias	121
Bibliografía y Enlaces Electrónicos	124

## INDICE DE TABLAS

## Capitulo 2. Desarrollo

Tabla 2.1 Granulometría de la arena	36
Tabla 2.2 Granulometría de la grava	38
Tabla 2.3 Granulometría de la arcilla	40
Tabla 2.4 Granulometría de cantos rodados	41
Tabla 2.5 Especificaciones bulldozer d8	45
Tabla 2.6 Especificaciones payloader 988H	45
Tabla 2.7 Especificaciones traxcavo 973C	46
Tabla 2.8 Especificaciones excavadora hidráulica 365C	46
Tabla 2.9 Especificaciones Draga de arrastre 38 B 11	47
Tabla 2.10 Especificaciones camión articulado	47
Tabla 2.11 Especificaciones Camión Fuera De Carretera 770	48
Tabla 2.13 Especificaciones Bulldozer D7	48
Tabla 2.14 Payloader 2	49
Tabla 2.15 Traxcavo 2	49

## Capitulo 3. Equipo de trituración

Tabla 3.1 Seleccionador De Alimentadores	55
Tabla 3.2 Velocidad del Alimentador	57

Tabla 3.3 Especificaciones, Capacidades, Alimentadores	
Vibratorios Y Alimentadores Grizzly	59
Tabla 3.4 Especificaciones, Capacidades, Alimentadores	
Vibratorios Electromagnéticos	60
Tabla 3.5 Alimentadores de Banda	61
Tabla 3.6 Especificaciones - Quebradora De Mandíbula	68
Tabla 3.7 Capacidad - Quebradora De Mandíbula	69
Tabla 3.8 Análisis De Criba Del Producto Del Quebrador Primario	70
Tabla 3.9 Especificaciones - Series "D" Quebradora De Cono S	72
Tabla 3.10 Capacidades - Series "D" Quebradora De Cono S	73
Tabla 3.11 Especificaciones - Series "D" Quebradora De Cono FC	74
Tabla 3.12 Capacidades - Quebradoras De Cono Serie "D" FC	75
Tabla 3.13 Análisis De Criba Del P. De La Quebradora De Cono	76
Tabla 3.14 Análisis De Criba Del P. De La Quebradora De Cono	77
Tabla 3.15 Capacidad Y Selección De Cribas Vibratorias	79
Tabla 3.16 Guía De Selección De Criba Vibratoria	80
Tabla 3.17 Operación estándar	81
Tabla 3.18 Capacidad De Las Cribas Vibratorias	82
Tabla 3.19 Capacidad De Las Cribas Vibratorias 2	83
Tabla 3.20 Capacidad De Las Cribas Vibratorias 3	84
Tabla 3.21 Capacidad De Las Cribas Vibratorias 4	85
Tabla 3.22 diámetro de las mallas	90
Tabla 3.23 Series E.U. y Equivalentes Tyler A.S.T.M. - E - 11 – 61	92
Tabla 3.24 Especificaciones De Criba VIBRO-KING	95
Tabla 3.25 Especificaciones De Criba Horizontal	97

## Capítulo 4 Bases, Sub-Bases, Carpetas Y Sello 3-A

Tabla 4.1 Abertura de Mallas	102
Tabla 4.2 Criterio de Transito	104
Tabla 4.3 Especificaciones Granulométricas Para Mat. Pétreos	105
Tabla 4.4 Cantidad De Material Pétreo Y Cemento Asfáltico	105

## INDICE DE FIGURAS

## Capitulo 1. Antecedentes

Figura 1.1 Camino	7
Figura 1.2 Camino 2	8
Figura 1.3 Camino Romano	10
Figura 1.4 Evolución de los caminos	12
Figura 1.5 Sendero	13
Figura 1.6 Primera rueda	14
Figura 1.7 Camino Romano 2	16
Figura 1.8 Mapa de caminos romanos	17
Figura 1.9 Sendero 2	18
Figura 1.10 Caseta de cobro o peaje	19
Figura 1.11 Pie de rey o calibrador	20
Figura 1.12 Diferentes construcciones de un camino	21
Figura 1.13 Diferentes tipos de pavimentos	22
Figura 1.14 Construcción de una carretera	22
Figura 1.15 Despalmes	23
Figura 1.16 Compactador	24
Figura 1.17 Finisher	25

Figura 1.18 Ejemplo de índice de plasticidad	26
Figura 1.19 JoHn Loudon McAdam	27
Figura 1.20 C. De Un Camino Por El Metodo De Mcadam	29
Capitulo 2. Desarrollo	
Figura 2.1 Banco de materiales	32
Figura 2.2 Arcilla, arena y cantos rodados	33
Figura 2.3 Banco explotado	42
Figura 2.4 Bulldozer	45
Figura 2.5 Payloader	45
Figura 2.6 Traxcavo	46
Figura 2.7 Excavadora hidráulica	46
Figura 2.8 Daga de arrastre	47
Figura 2.9 Camión articulado	47
Figura 2.10 Camion fuera de carretera	48
Figura 2.11 Bulldozer 2	48
Figura 2.12 Payloader 2	49
Figura 2.13 Traxcavo 2	49
Figura 2.14 Desgarrador	50
Figura 2.15 Desgarrador 2	50
Figura 2.16 Acopio en patios	52
Figura 2.17 acopio en patios 2	53
Capitulo 3. Equipo de Trituración	
Figura 3.1 Alimentador vibratorio	56

Figura 3.2 Esquema de alimentador	57
Figura 3.3 Esquema alimentador	58
Figura 3.4 Alimentador de banda	61
Figura 3.5 Quebradora de mandíbula	64
Figura 3.6 Quebradora de cono	65
Figura 3.7 Esquema de quebradora de mandíbula	67
Figura 3.8 Esquema de quebradora de cono serie D	71
Figura 3.9 Esquema de criba vibroking	94
Figura 3.10 Cribas horizontales	96
Capitulo 4. Bases, Sub-Bases, Carpetas Y Sello 3-A	
Figura 4.1 Deformación en el pavimento	98
Figura 4.2 Zonas De Especificaciones Granulométricas	99
Figura 4.3 Gráficos de zona para mezclas asfálticas en el lugar	106
Figura 4.4 Grafico de zona para concretos asfálticos	107
Figura 4.5 Carpeta asfáltica	109
Figura 4.6 Secciones de una avenida (corte)	109
Capitulo 5. Problema practico	
Figura 5.1 Alimentado directo y alimentado de acopio	110
Figura 5.2 Alimentador vibratorio	111
Figura 5.3 Esquema de quebradora de mandíbula	112
Figura 5.4 Alimentador Kolman con banda	113
Figura 5.5 Criba vibro-king	115
Figura 5.6 Esquema de quebradora de cono	117
Figura 5.7 Criba horizontal	118
Figura 5.8 Esquema de ordeña	119



## INTRODUCCION

Hablar de tecnología en la actualidad abarca demasiadas cosas, nuestra generación ha crecido rodeada de todos estos avances y ha aprendido a convivir con sus frecuentes cambios. Una de las industrias que más ha evolucionado gracias a la tecnología es la automovilística, generando así una mayor demanda cualitativa y cuantitativa con respecto a los medios de comunicación terrestre

Paseamos sobre las calles, avenidas y carreteras pero poco se sabe del procedimiento y sacrificio que se requiere para su realización. Los comúnmente denominados “camino”, requieren un largo proceso de construcción, desde su inicio como materia prima sacada de los ríos, su transportación, el tratamiento que lleva, los equipos usados para extracción, acarreo y trituración con tablas hechas en base a la experiencia y diferentes equipos puestos a prueba. Finalmente el cribado del material para obtener las diferentes granulometrías que se encuentran en las *Especificaciones Generales de Construcción* de la

*Secretaria de Obras Publicas*, especificaciones usadas para hacer las bases, sub-bases, carpetas y su riego de sello teniendo en cuenta el uso tendrá.

A continuación se muestra como inició el desarrollo paulatino de los caminos que inevitablemente transitamos cotidianamente y como con el tiempo el hombre ha creado grandes mejoras apoyados en el avance tecnológico y la afectación benéfica que se ve directamente reflejada en ellos.

## **METODOLOGIA**

### Planteamiento del problema

Ejemplo de obtención de materiales para sub-base, base y carpeta por medio de equipo de trituración TELSMITH (utilizando sus manuales de producción y granulometrías)

### Identificación

Producción de materiales para sub-base, base y carpeta de acuerdo a las especificaciones de la SCT con equipo primario de mandíbulas 30" x 42" con alimentador, equipos secundario y terciario con alimentadores KOLMAN y cono 489S con criba VIBRO-KING y conos 48FC y 36FC para material de carpeta y material de sello con cribas horizontales.

### Descripción

Extracción y alimentación con materiales hasta de 30" para producir materiales de sub-base, base, carpeta y sello 3-A.

### Selección

Selección de aberturas y salida máxima de tamaño adecuado para poder utilizar el equipo en el orden en que se usara.

### Justificación

Justificación de las aberturas seleccionadas anteriormente para obtener los materiales deseados y que serán aprobados por la SCT.

### Razones del estudio

Aprender a utilizar las tablas del MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE TELSMITH, para saber y checar prácticamente las producciones horarias necesarias para cumplir el programa presentado.

### Trascendencia de la investigación

Para que los ingenieros que empiecen a trabajar en esta disciplina y los que tengan ya experiencia puedan solicitar los equipos necesarios para obtener las producciones y la calidad granulométrica de los materiales a utilizar.

### Importancia del estudio

Cumplir con los programas presentados y tener diversidad de cambio de producciones y de tamaños de acuerdo a las necesidades que puedan presentarse o autorizaciones de cambios granulométricos para poder cumplir con todas las especificaciones que requieren las distintas capas de materiales.

### Beneficios que contiene

Los beneficios son económicos en tiempo de producción y variabilidad de granulometrías o tamaños.

### Objetivos

Los objetivos son en producción horaria cumplimiento de programa y almacenamiento de material necesario.

### Objetivo general

Cumplimiento del programa.

### Objetivos particulares

Cumplimiento de programas por tipo de material y producciones diarias consideradas.

### Hipótesis:

En este caso no hay hipótesis, pero si la presentación de un problema practico que se presenta en cada inicio de obra debido a la diversidad de bancos y clase de materiales.

### Tipo de estudio:

El presente estudio es del tipo descriptivo en el cual no se puede llegar a conclusiones muy generales del procedimiento sin embargo cuando el ingeniero realiza este estudio, obtiene un mayor conocimiento de los procedimientos, pero solo pretende describir las características importantes del mismo en lo que respecta a su aparición, frecuencia y desarrollo. Es decir, el ingeniero solo quiere describir el procedimiento tal como se presenta en la realidad, además sirve para obtener mas información que le será útil para

plantear estudios posteriores mejor estructurados. Los estudios descriptivos tienen varias características en común:

- a) Los resultados describen una circunstancia determinada, mas no explica la naturaleza de las variables en cuestión o de la interacción que existen entre estas.
- b) El ingeniero sabe lo que quiere investigar encuanto objetivos y diseños (Especificaciones SCT)
- c) El ingeniero determina lo que quiere investigar y por consiguiente conoce los instrumentos que quiere utilizar (Maquinaria)
- d) A limitado a la población tanto la muestra que va a estudiar, debido a las diferentes granulometrías obtenidas en los pasos del procedimiento.

### Alcances

Los alcances son la utilización con certeza y seguridad de las diferentes graficas, tablas y cantidades en ellas indicadas para obtener o modificar granulometrías especificas de distintos materiales ya sea para su utilización directa o para modificar agregando o sustrayendo los materiales necesarios o excedentes que se presenten durante la producción, todo esto dentro del tiempo del programa propuesto para poder cumplir con el mismo, dicho conocimiento se adquiere con la practica o la aplicación directa de modificaciones a las producciones.

## CAPITULO 1. ANTECEDENTES

### 1.1 CAMINO

Un camino es una ruta identificable, sendero entre dos o más lugares. Los caminos son usualmente suavizados. Pavimentados o de otra manera preparados para permitir el viaje sencillo, necesitan no ser duros, e históricamente muchos caminos fueron las rutas simplemente reconocibles sin alguna construcción o conservación formales. En caminos urbanos de áreas puede pasar por y para ser denominado como calles, sirviendo una función doble el espacio y la ruta como urbanos.



FIGURA 1.1 “CAMINO”

## 1.2 EL USO Y LA ETIMOLOGÍA

En el uso original, un "camino" fue simplemente cualquier ataque de senda para cabalgar. La palabra "calle," cuyo origen es los estratos latinos "strata", se usó para las sendas pavimentadas que habían sido preparadas para facilitar el viaje en alguna manera. Así, muchos "Caminos romanos" tienen "calle" de palabra como parte de su nombre.



FIGURA 1.2 "CAMINO 2"

Sin embargo, el uso moderno no hace generalmente esta distinción y es sólo importante desde que topónimos a menudo tienen el uso más antiguo en ellos; estos días, los caminos son preparados también en alguna manera. Esto incluye, al menos, la eliminación de árboles y suavizar del suelo. En algunos dialectos, caminos de menor grado son llamados rastros o vestigios y es incierto dónde el "camino" empieza y el rastro ó vestigio termina. Los caminos son un requisito previo para el transporte del camino de bienes en vehículos

rodados. La palabra "camino" acentúa su función de transporte por su longitud, mientras una "calle" puede ser considerada como un lugar donde la actividad y el comercio tienen lugar.

### **1.3 HISTORIA**

Las primeras sendas fueron los rastros hechos al emigrar animales. Cerca de 10.000 AC, estas sendas ásperas fueron utilizadas por nómadas cazadores humanos que seguían a éstas manadas. Pavimentar de calle ha sido encontrado de los primeros arreglos humanos alrededor de 4000 AC la ciudad India del Valle de Indo, Harrapa. El camino dirigido más viejo descubierto es el paso elevado Dulce del Vestigio en Inglaterra, data de alrededor de 3800 AC. Los egipcios antiguos construyeron un camino de piedra para ayudar a mover las materias para la construcción de la Gran Pirámide en acerca de 3000 AC. La China antigua construyó un sistema extenso de caminos, algunos pavimentados, cerca de 1100 AC en adelante. Por el 20 DC, la red china de caminos se extendió más de 40.000 kilómetros.

Los incas construyeron carreteras, el sistema inca fue utilizado para mensajeros por los Andes, y los mayas construyeron una red extensa de caminos pavimentados en México antes del descubrimiento europeo del nuevo mundo.



FIGURA 1.3 “CAMINO ROMANO”

En tiempos antiguos, el transporte por el río fue mucho más fácil y más rápido que el transporte por el camino, especialmente debido al costo de la construcción de carreteras y la diferencia de capacidad entre carritos y río. Un híbrido del transporte del camino y el transporte del barco es el barco tirado por caballos en el que el caballo sigue un sendero hecho por el banco del río. En 500 AC, Darío I el Grande empezó un sistema extenso del camino para Persia (Irán), inclusive el famoso Camino Real que fue uno de las mejores carreteras de su tiempo. El camino fue utilizado aún después de los tiempos romanos. A causa de la calidad superior del camino, mensajeros de correo podrían viajar 2.699 Km. en siete días. Cerca de 300 AC, el Imperio romano construyó directamente fuertes caminos romanos de piedra a través de Europa y África

del Norte, a favor de sus campañas militares. Por el siglo primero el Imperio romano fue conectado por 85.000 kilómetros de caminos pavimentados. La construcción de carreteras y la conservación en Gran Bretaña fueron hechas tradicionalmente en una base local de parroquia. Esto tuvo como resultado un estado pobre y variable de caminos. En remedio a esto, la primera de las "Trunpike Trust" fue fundada alrededor de 1706, para construir los caminos buenos y reunir los peajes de vehículos pasajeros. Había finalmente aproximadamente 1.100 Trusts en Gran Bretaña y unos 38.000 Km. de caminos dirigidos. El Rebecca Riots en Carmarthenshire de 1839 adelante contribuyó a tener una Comisión Real y el fallecimiento del sistema en 1844.

Los caminos dirigidos en la edad del transporte tirado por caballos apuntaron para un declive máximo de 1 en 30 en una superficie macadamizada, desde que esto fue lo más escarpado que un caballo podría ejercer para tirar de una carga cuesta arriba, que podría manejar fácilmente en el plano. Los ingenieros notables del camino de este período son Pierre Marie Jérôme Trésaguet (1716-1796) en Francia y John Loudon McAdam (1756-1836) en Escocia. Durante la revolución industrial, la vía férrea desarrolló como una solución al problema de brama de la superficie del camino por carritos pesados. En vez de tratar de construir una superficie fuerte a través del camino entero, el carrito fue forzado a correr o en barandas o ranuras que podrían estar hechos de material más resistente. Hoy, los caminos casi son construidos exclusivamente para permitir el viaje por automóvil y otros vehículos rodados.

En la mayoría de los países, el transporte del camino es la manera más utilizada para mover los bienes. También, en la mayoría de los países desarrollados, los caminos son divididos formalmente en sendas para asegurar el movimiento seguro y liso del tráfico.



FIGURA 1.4 “EVOLUCIÓN DE LOS CAMINOS”

## 1.4 LA HISTORIA DEL TRANSPORTE DEL CAMINO

La historia del transporte del camino empezó con el desarrollo de senderos o vestigios hechos por humanos y sus bestias de carga.

Las primeras formas de transporte en el camino fueron caballos, los bueyes o aún humanos que llevan los bienes a lo largo de senderos, tal como la Huella de Natchez. Los humanos de la Edad de Piedra no necesitaron los vestigios construidos en el campo abierto y los primeros rastros mejorados habrían estado en "Fords", las cuevas y por pantanos.



FIGURA 1.5 "SENDERO"

Que Las primeras mejoras habrían consistido en gran parte de vaciar árboles y piedras grandes del. Cuando el comercio aumentó, los vestigios a menudo fueron aplastados o fueron ensanchados para acomodar el humano y el tráfico animal. Algunos de estos vestigios tierra fueron convertidos en redes bastante extensas, permitiendo comunicaciones, comercian y el gobierno sobre áreas anchas. El Imperio incaico en Sudamérica y la Confederación Iroquesa en la Norteamérica, tampoco de que tuvo la rueda, es los ejemplos del uso efectivo de tales senderos. El primer transporte de bienes estuvo en espaldas y

cabezas humanas, pero en el uso de bestias de carga, inclusive asnos y caballos, desarrollado durante la Edad de Piedra. Los primeros vehículos en poder trasladarse, un marco que arrastraba las cargas, que desarrollaron probablemente en Eurasia después del primer uso de novillos para tirar arados. En acerca de 5000 AC, los trineos desarrollaron, que es más difícil de construir que trasladarse, pero es más fácil de propulsar sobre superficies lisas. Las bestias de carga, caballos y novillos cabalgados que arrastran carretas o los trineos, requieren senderos más anchos y espacios libres más altos que personas a pie y los vestigios mejorados fueron requeridos. Como resultado por acerca de 5000 AC camino desarrollado por las cimas de la arista en Inglaterra, inclusive el Ridgeway, para evitar los ríos de cruce y zonas pantanosas.

Las Ruedas parecen haber sido desarrolladas en Sumeria antigua en Mesopotámica alrededor de 5000 AC, quizás originalmente para transportar alfarería. Su uso original del transporte puede haber sido como fijaciones al traslado, trineos para reducir la resistencia.



FIGURA 1.6 “PRIMERA RUEDA”

Ha sido discutido que los troncos fueron utilizados como rodillos bajo trineos antes del desarrollo de ruedas, pero no hay evidencia arqueológica para esto. La mayoría de las ruedas tempranas aparecen haber sido conectadas a ejes fijos, que habrían requerido la lubricación regular por grasas o aceites vegetales animales o separación por cuero para ser efectivos. Los primeros carritos sencillos de dos ruedas, evolucionaron aparentemente a partir de travois, aparece en Mesopotámica e Irán septentrional cerca de 3000 AC y carruajes de dos-rueda aparecieron cerca de 2800 AC. Ellos fueron acarreados por emiones, relacionado a asnos. Vagones de cuatro ruedas Pesados desarrollaron acerca de 2500 AC, que fue sólo conveniente para el transporte en bueyes, y por lo tanto sólo fueron utilizados donde cosechas fueron cultivadas, especialmente Mesopotámica. Carruajes de dos ruedas con ruedas de espuelas o puntas parecen haber sido desarrollados alrededor 2000 AC por la cultura de Andronovo en Siberia meridional y Asia Central. En mucho el mismo tiempo que los primeros arcos primitivos que permiten el transporte en caballo fue inventado. El Transporte sobre ruedas creó la necesidad para mejores caminos. Las materias generalmente naturales no pueden ser ambos suficientemente suaves para formar superficies suficientemente fuertes para soportar vehículos rodados, especialmente cuando mojados, y permanecer intacto. En áreas urbanas que lo comenzó a valer la pena a construir las calles pavimentadas de piedra y, de hecho, las primeras calles pavimentadas aparecen haber sido construidas en Ur en 4000 AC. Los caminos de troncos fueron construidos en Glastonbury, Inglaterra en 4000 AC y los caminos de pavimento de ladrillo fueron construidos en India de 3000 AC. Las mejoras en

la metalurgia significaron que por 2000 AC instrumentos de corte de piedra estuvieron generalmente disponibles en el Oriente Medio y Grecia que permiten las calles locales ser pavimentado. Notablemente, cerca de 2000 AC, los minoicos construyeron un 50 Km. el camino pavimentado de Knossos en Creta del norte por las montañas a Gortyn y Lebena, un puerto en la costa del sur de la isla, que tuvo los desagüeros a los lados, un pavimento grueso de 200 Mm. de Salte con mortero de arcilla-yeso, cubrió por una capa de losas de basalto y tenía hombros separados. Este camino podría ser considerado superior a algún camino romano.

### **1.5 CAMINOS ROMANOS**

Con la venida del Imperio romano, había una necesidad para los ejércitos de poder viajar rápidamente de un área a otra, y los caminos que existieron fueron a menudo fangosos, lo que demoró mucho el movimiento de grandes tropas. Para resolverse este asunto, los romanos construyeron grandes caminos.



FIGURA 1.7 "CAMINO ROMANO 2"

Los caminos romanos utilizaron profundas camas base de piedra aplastada como una capa fundamental para asegurar que ellos se mantuvieran secos, como el agua fluiría fuera de la piedra aplastada, en vez de ser barro en las tierras de arcilla. Las legiones ganaron tiempo en estos caminos y algunos fueron utilizados todavía en los milenios siguientes. En las rutas más viajadas, había capas adicionales que incluyeron coronamientos de seis lados, o adoquines, eso redujo el polvo y redujo el obstáculo para las ruedas. El pavimento permitió a los carruajes romanos viajar muy rápidamente, asegurando la buena comunicación con las provincias romanas. Los caminos de granja a menudo fueron pavimentados primero por el camino hacia el pueblo, para mantener el producto limpio.

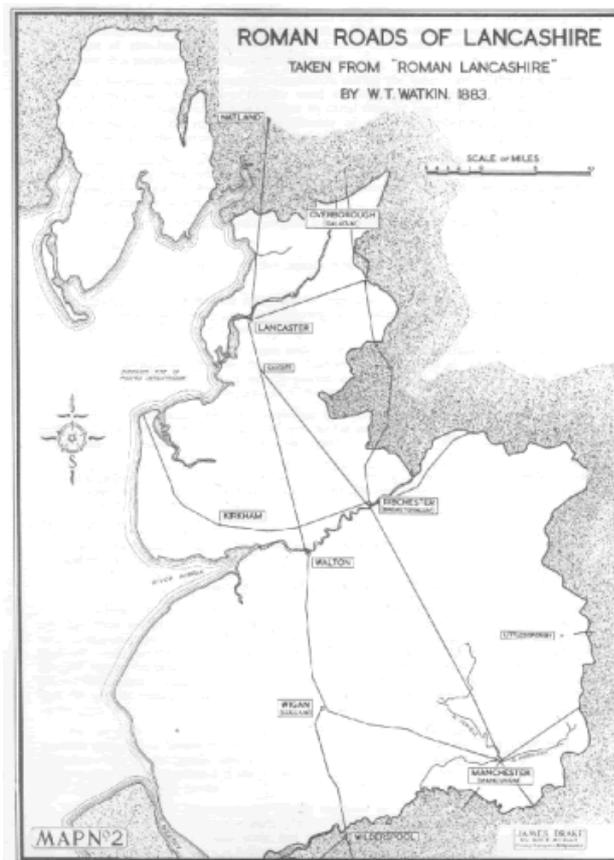


FIGURA 1.8 "MAPA DE CAMINOS ROMANOS"

## 1.6 EDAD MEDIA

Los caminos romanos empeoraron sobre la Edad media a causa de la falta de recursos y habilidades para mantenerlos, pero muchos siguieron siendo utilizados, y algunos son todavía parcialmente utilizados hoy, por ejemplo las partes de Inglaterra. Cuando los estados desarrollaron y llegaron a ser más ricos, especialmente con el Renacimiento, nuevos caminos y los puentes empezaron a ser construidos, a menudo ser basados en diseños romanos.



FIGURA 1.9 “SENDERO 2”

## 1.7 CAMINOS DE PEAJE

El nivel de tráfico del siglo XVIII va aumentado en Inglaterra y los caminos empeoraron. Las carreteras de peaje fueron construidas por Turnpike Trusts, especialmente entre 1730-1770. Se dijo que como resultado el tiempo tomado entre Londres, a York, Manchester o Exeter fueron cortados por dos tercios entre 1720 y 12 1780. Las autopistas también fueron construidas luego en los Estados Unidos. Ellos fueron construidos generalmente por empresas privadas bajo un derecho de voto del gobierno.



FIGURA 1.10 “CASETA DE COBRO O PEAJE”

Ellas reemplazaron a las rutas ya con algún volumen del comercio, esperando que el camino mejorado desviara suficiente tráfico para hacer la empresa provechosa. Los caminos de tablón fueron especialmente atractivos pues ellos redujeron mucho arrollando la resistencia a las ruedas y mitigaron el problema de estancarse y enlodazarse en el barro. Otra mejora, la modificación de las pendientes, que permitió a los animales acarrear las cargas más pesadas.

## 1.8 REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Con la venida de la Revolución Industrial, el vapor accionó motores que fueron desarrollados, pero la mayoría estuvieron demasiado pesados para caminos comunes, y fueron relegados como locomotoras de vapor a ferrocarriles, donde el peso podría ser distribuido sobre rieles y durmientes, que redujeron también la fricción o el obstáculo. Del interés notable es que el calibrador inglés común de entre rieles es igual que la distancia entre las

ruedas en el eje de un carruaje romano, como eso fue la distancia común para carritos y vagones desde.

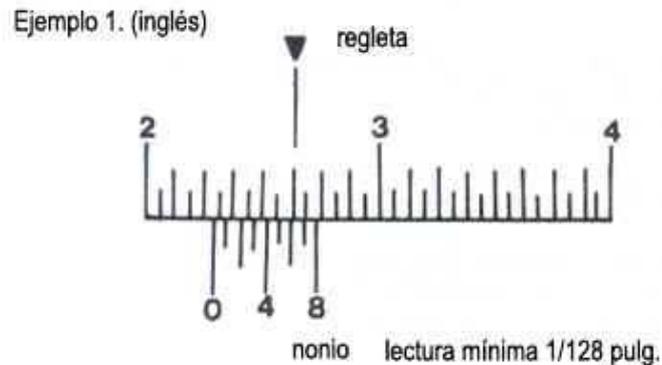


FIGURA 1.11 “PIE DE REY O CALIBRADOR INGLES”

En el tiempo de la Revolución Industrial, y a causa del aumento del comercio que vino consigo, las calzadas fueron mejoradas y llegaron a ser imprescindibles. El problema fue la lluvia en caminos de tierra que origino barro y lodo.

John Loudon McAdam (1756-1836) diseñó las primeras carreteras modernas. El desarrolló una materia económica que pavimenta de agregado de tierra y piedra (conocido como macadám), y él terraplenó los caminos unos pocos pies más alto que el terreno circundante lo que ocasiono que el agua drenara de la superficie (y de ahí el nacimiento de la carretera del término.)

John Metcalf (1717-1810) construyó acerca de 300 Km. (180 millas) de camino de autopista, principalmente en Lancashire, Derbyshire, Cheshire y Yorkshire. Thomas Telford (1757-1834) hizo también los avances substanciales en la ingeniería de nuevos caminos y la construcción de puentes,

especialmente, el Londres al Desarrollo del camino de Holyhead de caminos pavimentados.

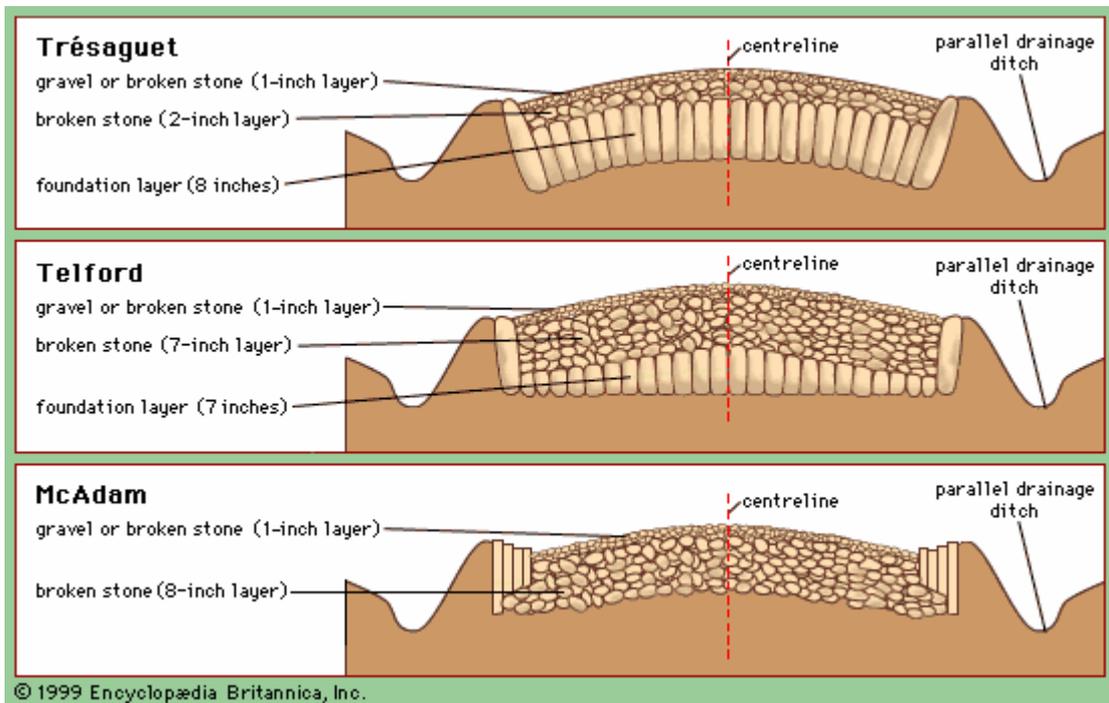


FIGURA 1.12 “DIFERENTES CONSTRUCCIONES DE UN CAMINO”

## 1.9 DESARROLLO DE CAMINOS PAVIMENTADOS

Varios sistemas habían sido desarrollados sobre siglos para reducir deslaves, baches y polvo en ciudades, inclusive adoquines y pavimentar de madera. El macadán de alquitrán-salta (asfaltado) fue aplicado a caminos hacia el fin del siglo XIX en ciudades tales como París. En el siglo XX el asfaltado y pavimento de cemento se extendieron en su uso. Casualmente, los ciclistas estuvieron entre los propagandistas tempranos en lo que fue llamado el Movimiento Bueno de Caminos.



FIGURAS 1.13 “DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTO”

### 1.10 CONSTRUCCIÓN

La construcción de carreteras requiere la creación de un derecho de manera continua, venciendo obstáculos geográficos y gradación suficientemente baja para permitir el viaje de vehículos o pie.



FIGURA 1.14 “CONSTRUCCION DE UNA CARRETERA”

La eliminación de la tierra y la piedra cavando o por estallido, la construcción de terraplenes, los puentes y túneles, y la eliminación de vegetación (esto puede implicar deforestación) a menudo son necesarios.



FIGURA 1.15 “DESPALME”

Una variedad del equipo de construcción de caminos es empleada en la edificación de un camino. Una vez que estas actividades son completadas, la construcción del pavimento puede empezar. Antes que nada el trazo longitudinal y vertical del camino es ejecutado por un ingeniero topógrafo. La alineación del camino será marcada con nivelaciones de control. Estas tendrán las marcas horizontales como un mecanismo de control para asegurar que el camino sea construido a los niveles apropiados del diseño. La construcción del camino comienza con el desmonte y despálme de la capa superficial del suelo, dentro del derecho de vía del camino. La capa superficial del suelo es

almacenada generalmente cerca para rehabilitación de terraplenes nuevamente construidos para el camino, acción que se conoce como arroje de taludes. El suelo de in-situ será removido, utilizando motoconformadora a los niveles indicados de despalme. Esto es considerado como el nivel de cimiento del camino. Será compactado utilizando un rodillo vibratorio pesado del camino.



FIGURA 1.16 “COMPACTADOR”

Una vez que la cama de los cortes ha sido compactada a la especificación requerida, las capas de pavimento ahora pueden ser colocadas. La primera capa para ser colocada es la sub-base escogida. Esto es generalmente una materia de tipo grava. Una vez que colocó la materia es estabilizada por una motoconformadora. Será compactado a una densidad requerida, utilizando un rodillo vibratorio en su caso. La próxima capa para ser colocada es la sub-base. La materia sub-despreciable es de una calidad más alta que el sub-grado escogido. Es generalmente una materia de tipo grava, con CBR (California Bearing Ratio). Mientras la materia es trabajada, es mezclada con agua para ayudar la compactación. Una vez que la capa ha sido comprimida a su densidad requerida, la importación de la capa final puede

comenzar. La capa final de un camino es base que consiste en grava o piedra triturada. La base será nivelada y comprimida. A veces (generalmente para los caminos que experimentarán las cargas pesadas) cemento de Pórtland será añadido a ello, para asegurar la fuerza adecuada de esta capa. Encima del curso despreciable es colocado una capa de superficie que consiste típicamente en cemento de asfalto o un sello considerando de una mezcla de grava pequeña y el betún o el cemento portland.



FIGURA 1.17 "FINISHER"

Esta superficie refuerza la estructura de pavimento distribuyendo mejor las cargas de vehículo que soporta el pavimento. Proporciona también una superficie de fricción mejorando así la tracción de los vehículos. Dos factores importantes en la construcción de carreteras son la compactación adecuada de las capas de pavimento y asegurar control de calidad sobre el uso de materias en el mismo. Cada capa debe ser compactada al máximo con un resultado que se iguale al peso volumétrico seco (PVSM). Del material especificado, para la construcción de carreteras se especifica un 95% del PVSM.

Esto limita la posibilidad de las capas de pavimento de asentamientos y por lo tanto prevee cualquier ondulación y la formación de baches en la superficie del camino.

Los materiales utilizados en la construcción de caminos deben tener un Índice (pi) bajo de la Plasticidad.

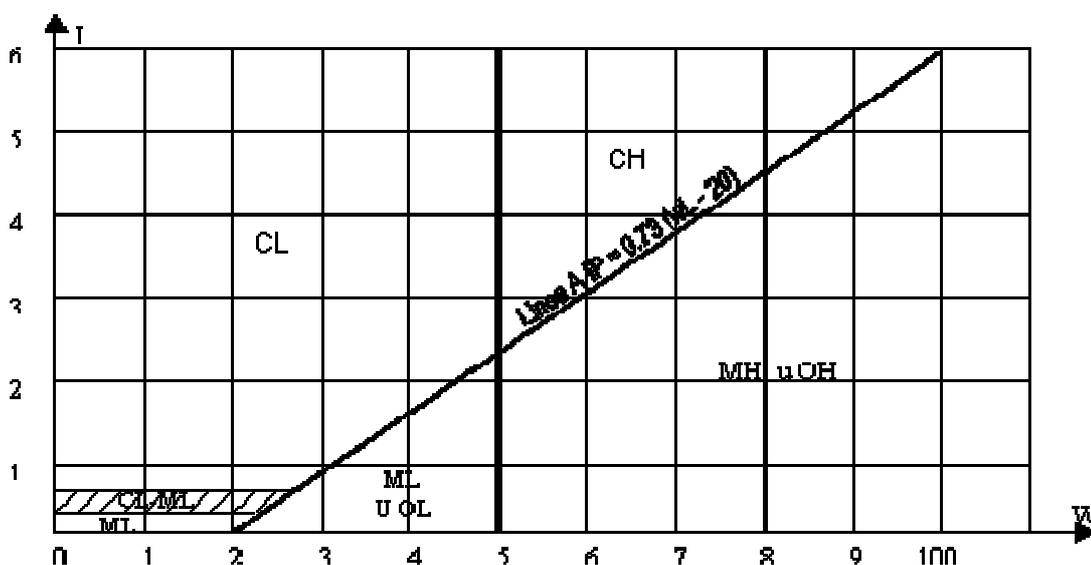


FIGURA 1.18 “EJEMPLO DE INDICE DE PLASTICIDAD”

Si el PI de la materia es demasiado alto es posible que se presente una tendencia de la materia a aumentar su volumen que causará numerosos problemas en la superficie del camino. La materia debe tener también un CBR alto, que permitirá sostener las cargas de vehículos adecuadamente. Estos factores son controlados constantemente durante la construcción. Los caminos modernos, y verdaderamente muchos antiguos, tal como éstos construidos por los romanos, representen un convexo transversal retrata de perfil conocido como sobre elevación o bombeo. Esto es diseñado para permitir al agua drenar

del camino a sus orillas. Entonces es llevado por canales a desagüaderos longitudinales que se conocen como cunetas en intervalos. Algunos caminos no tienen canales y el agua simplemente llega lejos a un borde naturalmente poroso, o en zanjas. Los caminos modernos que llevan el tráfico de motor emplean también comba en curvas para ayudar la estabilidad del tráfico permitiéndolos "depositar en" la curva hasta cierto punto. En el lado del camino es posible que haya retrorreflectores en perchas, piedras o las barreras de choques, blanco hacia la dirección del tráfico en ese lado del camino, y rojo hacia la otra dirección. En la superficie del camino es posible que haya ojos de gato: retrorreflectores que sale levemente, pero que puede ser manejado sobre ellos sin daño. Las señales de carretera a menudo son hechas también retrorreflectivo o aún iluminados en circunstancias raras. Para la visibilidad más grande de señales de carretera en el día, a veces fluorescencia es aplicada para obtener los colores muy brillantes.

### 1.11 JOHN LOUDON MCADAM



FIGURA 1.19 "JOHN LOUDON MCADAM"

John Loudon McAdam (nacido el 21 de septiembre de 1756 en Ayr; murió el 26 de noviembre de 1836 en Moffat) fue un ingeniero y el camino-constructor escoceses. Él inventó un nuevo proceso, "macadamización", para construir los caminos con una superficie dura lisa que sería más bien durable y enturbiaría menos que los vestigios de tierra-basó. McAdam se mudó a Nueva York en 1770 y, como un mercader y agente premiado durante la Revolución Americana, hizo su fortuna. Él volvió a Escocia en 1783 y compró una propiedad en Sauchrie, Ayrshire. Sus experiencias que tratan de manejar y mover acerca de su propiedad lo incitaron a considerar e investigar cómo la construcción de carreteras quizás sea mejorada. En dos tratados escritos en 1816 y 1819 (las Observaciones en el Sistema Presente de Hacer Camino y Ensayo Práctico en la Reparación y la Conservación Científicas de Caminos) él discutió que los caminos necesitaban ser levantados encima del suelo circundante y contruidos de encamó piedras y grava en una manera sistemática. McAdam había sido designado también a agrimensor a la Trunpike Trust de Bristol en 1816, donde él decidió rehacer los caminos bajo su cuidado con piedra triturada, con grava en una base firme de piedras grandes.

Una cuneta, haciendo el recorrido del agua de lluvia levemente convexo y drenado rápido antes que penetrara y dañara las bases del camino. Este método de la construcción, el avance más grande en la construcción de carreteras desde que tiempos romanos, llegaron a ser conocido como "macadamización", o, más simplemente, el "macadám". La extensión del

método del macadán muy rápidamente a través del mundo. El primer camino del macadán en la Norteamérica, el Camino Nacional, fue completado en los 1830 y la mayor parte de las carreteras principales en Europa fueron construidas por este método.



FIGURA 1.20 “CONSTRUCCION DE UN CAMINO POR EL METODO DE  
MCADAM”

## 1.12 JEROME DE MARIE DE PIERRE TRESAGUET

Jérôme de Marie de Pierre Trésaguet (1716-1796) fue un ingeniero francés. El es acreditado extensamente con establecer el primer enfoque científico a la edificación del camino cerca del año 1764. Entre sus innovaciones fue el uso de una capa despreciable de piedra grande que cubrió con una capa delgada de piedra más pequeña. La ventaja de esta configuración de dos capas fue que cuando es apisonado o arrollado por las piedras atascadas en el uno al otro que forman una superficie resistente que ofrece una mayor estabilidad del terreno.

Trésaguet fue el más joven hijo de una familia de ingenieros. El empezó su carrera como un sub inspector en el Corp. D Ponts et Chaussées (el Cuerpo de Puentes y Carreteras), en París. El se mudó luego a Limoges, Alta-Vienne como el principal ingeniero en 1764. En 1775 él fue designado general de inspector de caminos y puentes para toda Francia. El publicó un escrito que describe sus métodos de construcción de caminos. El método de construcción de caminos que consta de una base de tierra que fue excavada casi paralela pero con cerca de diez pulgadas debajo de la superficie terminada del nuevo camino. Este en la sección transversal constaba de un bombeo para facilitar el drenado del agua de la superficie terminada. Piedras grandes fueron colocadas en la orilla y algún pedazo saliente en sus orillas superiores terminó por salir a una superficie constante. Esta base de piedra fue cubierta con una segunda

capa de piedras redondeadas más pequeñas. Finalmente una tercera capa de grava tipo basalto de menor tamaño fue esparcido por una pala para producir la capa de superficie. Este sistema fue utilizado continuamente en Francia de 1775 hasta 1820 cuando el país cambió al método más barato del Macadán.

## CAPITULO 2. DESARROLLO

### 2.1 BANCO DE MATERIALES

Definición de Banco de Material: Es el lugar para extracción de los materiales que se ocuparán ya sean solos o combinados para formar algunas capas del camino.



FIGURA 2.1 “BANCO DE MATERIALES”

## 2.2 UBICACIÓN DE BANCOS

El material que se utilizara para producir carpeta asfáltica proviene de las zonas planas de los ríos en donde se deposita el material proveniente de las montañas y acarreado durante las crecientes anuales, generalmente la zona donde se depositan los materiales es en los meandros y reduciéndose al final de los mismos. Los materiales podrán estar dentro del cauce del río, en las orillas del mismo o en zonas que hace tiempo atrás fue cauce.

Además generalmente en las márgenes hay depósitos de materiales finos como la arena y los limos, que también se utilizan para a completar los por cientos de finos que requiere la curva granulométrica.

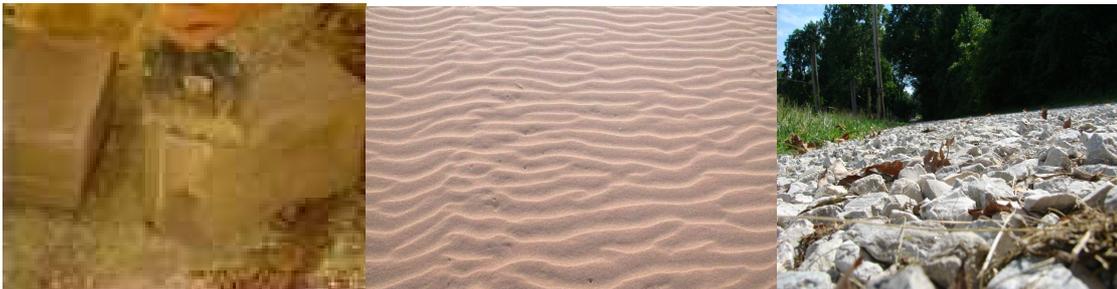


FIGURA 2.2 “ARCILLA, ARENA Y CANTOS RODADOS”

## **2.3 MATERIALES**

### **2.3.1 ARENA**

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada *grano de arena*. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca

Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava o canto rodado.

### **2.3.2 COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS**

El componente más común de la arena, en tierra continental y en las costas no tropicales, es el sílice generalmente en forma de cuarzo. Sin embargo, la composición varía de acuerdo a los recursos y condiciones locales de la roca. Gran parte de la arena fina hallada en los arrecifes de coral, por ejemplo, es caliza molida que ha pasado por la digestión del pez loro. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso.

Según el tipo de roca de la que procede, la arena puede variar mucho en apariencia. Por ejemplo, la arena volcánica es de color negro mientras que la arena de las playas con arrecifes de coral suele ser blanca.

La arena es transportada por el viento, también llamada arena eólica, (pudiendo provocar el fenómeno conocido como calima, es la existencia de partículas muy pequeñas de polvo o arena en suspensión en la atmósfera) y el agua, y depositada en forma de playas, dunas, médanos, etc. En el desierto, la arena es el tipo de suelo más abundante. La granulometría de la arena eólica está muy concentrada en torno a 0,2 mm de diámetro de sus partículas.

Los suelos arenosos son ideales para ciertos cultivos, como la sandía y el maní, y son generalmente preferidos para la agricultura intensiva por sus excelentes características de drenaje.

La arena se utiliza para fabricar cristal por sus propiedades tales como extraordinaria dureza, perfección del cristal o alto punto de fusión, y, junto con la grava y el cemento, es uno de los componentes básicos del concreto.

### **2.3.3 ATRIBUTOS FÍSICOS**

El volumen de un grano de arena de cuarzo, de un diámetro de 0,06 mm (el límite inferior), es  $1,13 \times 10^{-13} \text{ m}^3$  con una masa de  $3 \times 10^{-13} \text{ g}$ . En el límite superior, el volumen y la masa de un grano de arena con diámetro de 2,10 mm son  $4,85 \times 10^{-9} \text{ m}^3$  y  $1,28 \times 10^{-8} \text{ g}$ <sup>1</sup>.

### **2.3.4 GRANULOMETRÍA**

Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las arenas ocupan el siguiente lugar en el escalafón:

Granulometría	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,002 mm
Limos	0,002-0,06 mm
<b>Arenas</b>	0,06-2 mm
Gravas	2 mm-6 cm.
Cantos rodados	6-25 cm.
Bloques	>25 cm.

TABLA 2.1 “GRANULOMETRIA DE LA ARENA”

### 2.3.5 GRAVA

En geología y en construcción se denomina grava a las partículas rocosas de tamaño comprendido entre 2 y 64 mm, aunque no existe unicidad de criterio para el límite superior. Pueden ser producidas por el hombre, en cuyo caso suelen denominarse piedra triturada, y naturales. En este caso, además, suele suceder que el desgaste natural producido por el movimiento en los lechos de ríos haya generado formas redondeadas y se denominan canto rodado. Existen también casos de gravas naturales que no son cantos rodados.

Estos áridos son partículas granulares de material pétreo de tamaño variable. Este material se origina por fragmentación de las distintas rocas de la corteza terrestre, ya sea en forma natural o artificial. En este último caso actúan los procesos de trituración utilizados en las respectivas plantas de áridos. El

material que es procesado, corresponde principalmente a minerales de caliza, granito, dolomita, basalto, arenisca, cuarzo y cuarcita.

Como fuente de abastecimiento se pueden distinguir las siguientes situaciones:

- Bancos de sedimentación: son los bancos construidos artificialmente para embancar el material fino-grueso que arrastran los ríos.
- Cauce de río: corresponde a la extracción desde el lecho del río, en los cuales se encuentra material arrastrado por el escurrimiento de las aguas.
- Pozos secos: zonas de antiguos rellenos aluviales en valles cercanos a ríos.
- Canteras: es la explotación de los mantos rocosos o formaciones geológicas, donde los materiales se extraen usualmente desde cerros mediante lo que se denomina tronadura o voladura (rotura mediante explosivos).

### 2.3.6 GRANULOMETRÍA

Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las gravas ocupan el siguiente lugar en el escalafón:

Granulometría	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,002 mm
Limos	0,002-0,06 mm
Arenas	0,06-2 mm
<b>Gravas</b>	2 mm-6 cm.
Cantos rodados	6-25 cm.
Bloques	>25 cm.

TABLA 2.2 “GRANULOMETRIA DE LA GRAVA”

### 2.3.7 ARCILLA

La arcilla es un mineral procedente de la descomposición de rocas que contienen feldespato, por ejemplo granito, originada en un proceso natural que demora decenas de miles de años. Una vez generada la arcilla se produce su lixiviación a capas de acumulación: B.

Físicamente se considera un coloide, de partícula extremadamente pequeña y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a

0,002 mm. En la fracción textural *arcilla* puede haber partículas no minerales, los fitolitos. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es:



Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800° C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por el hombre, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio.

Ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte e incluso instrumentos musicales como la ocarina son hechos de arcilla. También se la utiliza en muchos procesos industriales, tales como en la elaboración de papel, producción de cemento y procesos químicos.

### **2.3.8 CLASIFICACIÓN**

Las arcillas pueden clasificarse de acuerdo al proceso geológico que las originó y a la ubicación del yacimiento en el que se encuentran. Se puede reconocer:

- Arcilla primaria: se utiliza esta denominación cuando el yacimiento donde se encuentra es el mismo lugar en donde se originó. El caolín es la única arcilla primaria conocida.
- Arcillas secundarias: son las que se han desplazado después de su formación, por fuerzas físicas o químicas. Se encuentran entre ellas el caolín secundario, la arcilla refractaria, la arcilla de bola, el barro de superficie y el gres.

### 2.3.9 GRANULOMETRÍA

Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las arcillas ocupan el siguiente lugar en el escalafón:

Granulometría	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,002 mm
Limos	0,002-0,06 mm
Arenas	0,06-2 mm
Gravas	2 mm-6 cm.
Cantos rodados	6-25 cm.
Bloques	>25 cm.

TABLA 2.3 “GRANULOMETRIA DE LA ARCILLA”

### 2.3.10 CANTO RODADO

Un canto rodado es un *guijarro* o fragmento de roca suelto, susceptible de ser transportado por medios naturales —como las corrientes de agua, los corrimientos de tierra, etc.—. Aunque no se hace distinción de forma, en general, un canto rodado adquiere una morfología más o menos redondeada, sub-redondeada u oblonga, sin aristas y con la superficie lisa, debido al desgaste sufrido por los procesos erosivos, generalmente causados por la erosión, de corrientes de agua (erosión hídrica) o al viento (erosión eólica).

### 2.3.11 GRANULOMETRÍA

Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, los cantos rodados ocupan el siguiente lugar en el escalafón:

Granulometría	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,002 mm
Limos	0,002-0,06 mm
Arenas	0,06-2 mm
Gravas	2 mm-6 cm.
<b>Cantos rodados</b>	6-25 cm.
Bloques	>25 cm.

TABLA 2.4 “GRANULOMETRIA DE CANTOS RODADOS”

## 2.4 EXPLOTACION DE BANCOS

### 2.4.1 TIRO LATERAL

Cuando el material excavado no se puede utilizar, el modo más económico de moverlo es desperdiciándolo lateralmente, esto es, amontonándolo a lo largo de los cortes dentro del alcance de descarga de las excavadoras. Esta disposición es posible cuando la formación tiene únicamente una exposición angosta, o que puede trabajarse en fajas angostas, de tal modo

que el despalme pueda moverse en forma transversal a la excavación, desde la parte no abierta, hasta el área ya trabajada.

Generalmente, el tiro lateral no es práctico al trabajar capas gruesas de material rocoso, debido a la necesidad de un espacio de trabajo amplio en el frente. Su mejor aplicación conocida, es en la explotación, a cielo abierto.



FIGURA 2.3 “BANCO EXPLOTADO”

#### **2.4.2 EQUIPO DE EXTRACCION**

De acuerdo a que el material por extraer este dentro fuera o en la orilla del y el tamaño del material se podrá utilizar diferentes equipos de extracción, a continuación se dará una lista del equipo que se utiliza en diversas condiciones; Se ha visto en la practica que es mas económico instalar el equipo de trituración cerca del lugar de extracción sin peligro que una creciente del río amenace la instalación.

Para lo anterior debe recabarse información de los niveles alcanzados por el río en sus avenidas y a partir de estos dar un margen de seguridad.

La experiencia ha demostrado que muchas compañías que se consideran grandes y con experiencia les ha sucedido estos percances por minimizar esta observación. Es muy importante que el conjunto de los equipos utilizados este balanceado y de acuerdo a la capacidad económica de la empresa.

A) Para materiales grandes hasta 36" (pulgadas) = 90 cm.

1.- Se puede extraer con Tractor Chat D8 en adelante, cargar con Traxcavo o Payloader grandes y para acarreos serán camiones fuera de carretera, camiones articulados y/o camiones de 14 metros cúbicos con caja reforzada.

Siempre y cuando haya suficiente área trabajable para poder extraer el volumen de material necesario, en caso que el volumen no sea suficiente a veces es preferible utilizar otro grupo de equipo de extracción.

2.- Otro equipo de extracción que se puede utilizar es de draga de arrastre 680w, o mayores, o retroexcavadoras grandes Chat 365, el material extraído por estas maquinas puede ser cargado directamente al equipo de acarreo, es el mismo del anterior, hay ocasiones para evitar material totalmente saturado es preferible almacenar este después cargarlo ya seco.

B) Para materiales menores de 8" (pulgadas) = a 20 cm.

1.- Para la extracción se podrá hacer con Traxcavo o Payloader. Tractor D7 D8, Traxcavo 943, 953D, 963D, payloader 950 966H

Acarreo con camiones de 7 y 14 metros cúbicos, en caso de querer utilizar camiones fuera de carretera y articulados se tendrá que utilizar equipo de extracción y carga mayor.

2.- Se utilizara para la extracción dragas Bucyrus 38 B 11, retroexcavadoras 365c de igual manera cargar directamente o almacenar y cargar posteriormente.

C) Para extraer y cargar arena o limo dependiendo de la cantidad, de área de almacenamiento se pueden utilizar equipos grandes o pequeños, todo depende de la disponibilidad que se tenga.

## 2.5 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS USADOS PARA EXTRACCION DE MATERIAL DE BANCO

Para materiales grandes hasta 36" (pulgadas) = 90 cm.

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Hojas
D8	C15 ACERT Cat®	310 hp	84850 lb	8ª

TABLA 2.5 "ESPECIFICACIONES BULLDOZER D8"



FIGURA 2.4 "BULLDOZER"

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Cucharón
988H	C18 MEUI ACERT™	501 hp	109249 lb	8,2 yd³ - 9,2 yd³

TABLA 2.6 "ESPECIFICACIONES PAYLOADER 988H"



FIGURA 2.5 "PAYLOADER"

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Cucharón
973C	C9 ACERT™	242 hp	58142 lb	4.19 yd <sup>3</sup>

TABLA 2.7 “ESPECIFICACIONES TRAXCAVO 973C”



FIGURA 2.6 “TRAXCAVO”

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Cucharón
365c	C15 ACERT™	404 hp	145430 lb	6.02 yd <sup>3</sup>

TABLA 2.8 “ESPECIFICACIONES EXCAVADORA HIDRÁULICA 365C”



FIGURA 2.7 “EXCAVADORA HIDRÁULICA”

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Cucharón
38 B 11	GM 6- 71 N	145 hp	128055 lb	2 1/2yd3

TABLA 2.9 “ESPECIFICACIONES DRAGA DE ARRASTRE 38 B 11”



FIGURA 2.8 “DRAGA DE ARRASTRE”

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Caja
725	C11 ACERT™	301 hp	49075 lb	18.8 yd3

TABLA 2.10 “ESPECIFICACIONES CAMION ARTICULADO 725”



FIGURA 2.9 “CAMION ARTICULADO”

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Caja
770	C15ACERT™	476 hp	157000 lb	32.8 yd3

TABLA 2.11 “ESPECIFICACIONES CAMION FUERA DE CARRETERA 770”



FIGURA 2.10 “CAMION FUERA DE CARRETERA”

Para materiales menores de 8” (pulgadas) = a 20 cm. Se pueden usar los mismos equipos anteriores de menor tamaño en el caso del bulldozer.

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Hojas
D7R	Cat 3176C	240 hp	55786 lb	U, A, SU, LGP S

TABLA 2.12 “ESPECIFICACIONES BULLDOZER D7”



FIGURA 2.11 “BULLDOZER 2”

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Cucharón
966H	C11 ACERT™	262 hp	52254 lb	3.4-4.2 m <sup>3</sup> 4.5-5.5 yd <sup>3</sup>

TABLA 2.13 “ESPECIFICACIONES PAYLOADER 966H”



FIGURA 2.12 “PAYLOADER 2”

Modelo	Modelo de Motor	Potencia en el Volante	Peso en Orden de Trabajo	Cucharón
963D	C6.6 ACERT™	189 hp	45128.5 lb	3.2 yd <sup>3</sup>

TABLA 2.14 “ESPECIFICACIONES TRAXCAVO 963D”



FIGURA 2.13 “TRAXCAVO 2”

Nota: La draga de Arrastre, la excavadora hidráulica, el camión articulado y el camión fuera de carretera pueden ser los mismo equipos que son utilizados para material de 36” (pulgadas) = 90 cm.

### 2.5.1 ADITAMENTOS EXTRAS PARA LOS BULLDOZERS

En caso de que el suelo o fondo de río se encuentre muy duro o compactado, los bulldozers cuentan con aditamentos llamados “rippers” o desgarradores.

Desgarradores.-Los desgarradores de un solo vástago y de múltiples vástagos están diseñados para penetrar rápidamente los materiales resistentes y desgarrar diversos materiales.

Desgarrador con un vástago.- El operador puede ajustar la profundidad del vástago desde el asiento mediante un extractor de pasadores de un vástago optativo. El orificio grande del bastidor superior aumenta la visibilidad de la punta del desgarrador. Las barras espaciadoras termo tratadas en el portador del desgarrador prolonga la duración de las cavidades y reduce la formación de muescas de los vástagos. Se dispone de un vástago de una pieza en la configuración para desgarramiento profundo.



FIGURA 2.14 “DESGARRADOR”

Desgarrador con vástagos múltiples.- Permite adaptar el tractor al material usando uno, dos o tres vástagos.



Otro tipo de desgarradores son:

Mecanismo en paralelogramo con paso hidráulico variable, desgarrador de paralelogramo fijo, desgarradores radiales y desgarradores de impacto.

FIGURA 2.15 “DESGARRADOR 2”

## **2.6 METODO DE EXTRACCION**

Generalmente dependiendo de la forma que este el banco se siguen los siguientes Procedimientos

### **2.6.1 MATERIAL DENTRO DE LA CORRIENTE DEL RIO**

Se trata de formar un muro de material que reduzca el ancho del cauce del río y comenzar a extraer por cualquier medio de aguas arriba y lo que mas se pueda dentro del cauce, esto hace que el hueco que se forma al extraer el material trate de rellenarse con el material que arrastra el río, esto se hace hasta donde exista material del tamaño deseado.

### **2.6.2 DENTRO DEL CAUCE DEL RIO PERO SIN CORRIENTE DE AGUA**

Esta forma de extraer es generalmente en secas y se extrae hasta la profundidad que el equipo lo permita y de acuerdo al volumen deseado de extracción

En el caso de extracción con Draga, el método es el mismo pero para no perder productividad hay que tomar en cuenta la profundidad de extracción contra el volumen deseado a extraer.

En el caso de tractor y traxcavo o payloader se recomienda una cuchilla con forma de “U” para el tractor, el tractor empujara siempre de frente el material y formara un bordo elevado de material extraído el cual se llenara fácilmente el bote del traxcavo o payloader al cargar el material, este procedimiento se hace por capas de material extraído, lo cual siempre dejara una superficie plana en las partes trabajadas.

## 2.7 ACOPIO EN PATIOS

El material extraído del río se almacena, así mismo el material que no se puede procesar inmediatamente para no perder productividad, en caso de no contar con equipo de transporte se tendrá que poner un payloader para que alimente el primario. En el caso que el equipo de extracción falle el equipo de trituradoras no parara por tener un almacén de material extraído a parcialmente triturado, excepto del primario.



FIGURA 2.16 “ACOPIO EN PATIOS”

El patio de almacenamiento del secundario será construido con bandas transportadoras fijas y giratorias que derraman el material triturado del primario y secundario sobre unos alimentadores que se colocan en la zona de derrame del material, cuando se cubre demasiado el alimentador seguirán hacia cualquier lado los transportadores y posteriormente cuando baja mucho o se acaba el material sobre el mismo se ocupa un D7 o D8 para empujar el material sobre el alimentador.



FIGURA 2.17 “ACOPIO EN PATIOS 2”

Se hace notar de sobre manera que este tipo de instalación evita que por descompostura de una maquina se pare el resto o todas; como el equipo esta compensado las plantas de energía son similares e intercambiables.

### **CAPITULO 3. EQUIPO DE TRITURACION**

El sistema de trituración consistirá en:

1. Primario.- para reducir el material a 6 o 7 pulgadas.

-JAW CRUSHER 30 X 42 VIBRATING FEEDERS.

GRIZZLY FEEDERS.

2. Secundario.- para reducir el material de 6 o 7 pulgadas a 3, 2 y 1 ½ pulgadas.

-CONE 489 y VIBROKING

3. Terciario.- Para reducir material de 3, 2 y 1 ½ pulgadas a ¾, ½ y ¼ de pulgada, estos dos últimos material para sello.

-CONE 48 FC y CRIBA HORIZONTAL

-CONE 36 FC y CRIBA HORIZONTAL

### 3.1 ALIMENTADORES VIBRATORIOS Y ALIMENTADORES GRIZZLY A UN ANGULO DE MONTAJE ESTÁNDAR

Para la selección del alimentador se usa la siguiente tabla:

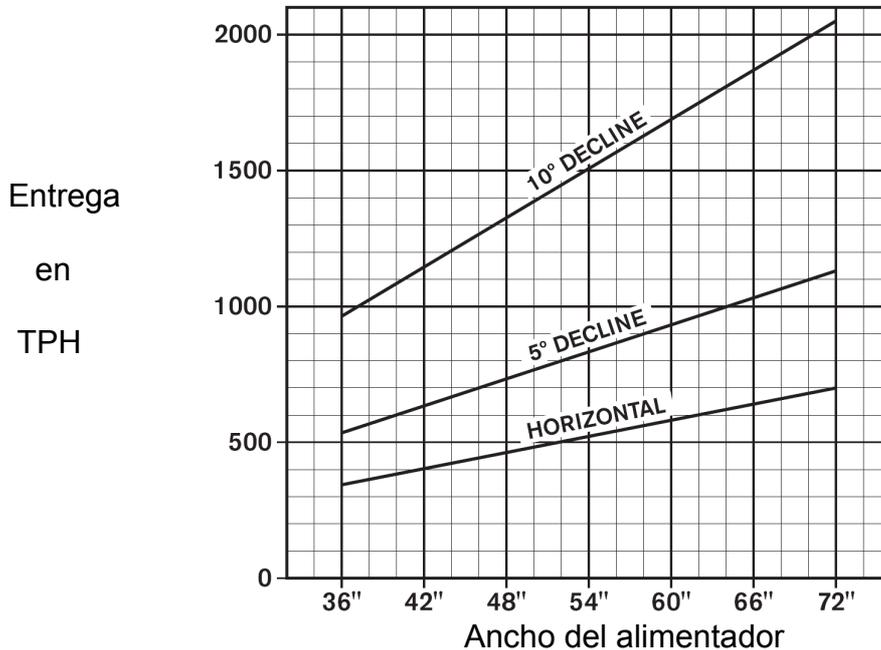


TABLA 3.1 "SELECCIONADOR DE ALIMENTADORES"

Rango de entrega del alimentador vibratorio

NOTAS.-1.-El desplazamiento, velocidad y fluencia del material combinados dan una velocidad de desplazamiento de 40 pies por minuto a 0°; 65 pies por minuto a 5° y 120 pies por minuto a 10°.

2.-12" de espesor de la cama de material es asumido en la descarga del alimentador ó al comienzo de las barras del grizzly, si es utilizado.

3.-El peso del material es de 100 lb/pie cúbico y las toneladas son de 2,000 lb.

4.-La fluencia, el peso por pie cúbico, el espesor de la cama del material es variable.

5.-Use el factor de 0.80 para material para piedra redonda ó piedra angular limpia.

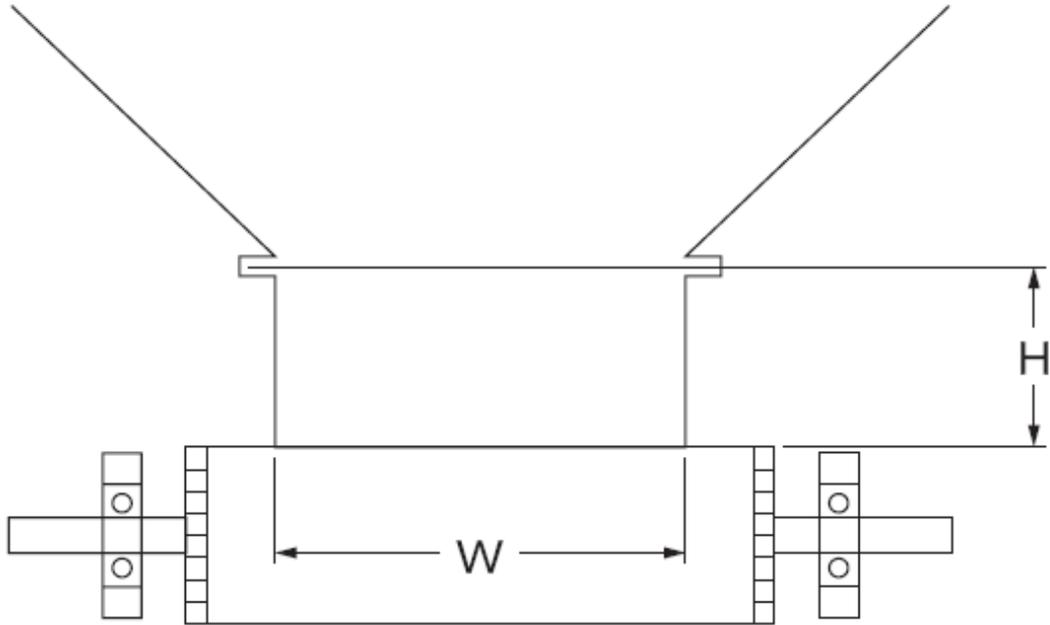
6.-Use factor de 0.70 a 0.90 para quebradora primaria.

7.-El manejo de velocidad variable puede reducir la capacidad hasta un 40% cuando el ancho es seleccionado para piedras grandes ó el ancho de la quebradora primaria.



FIGURA 3.1 “ALIMENTADOR VIBRATORIO”

CAPACIDAD DE LA BANDA ALIMENTADORA  
BASADO EN 100 LIBRAS POR PIE CUBICO DE MATERIAL



CAPACIDAD-TPH

Banda Alimentadora	H (altura)	Velocidad de Banda- FPM (pie por min.)					
		10	20	30	40	50	60
24" (W=18")	8	30	60	90	120	150	180
	9	34	68	101	135	169	203
	10	38	75	113	150	188	225
	11	41	83	124	165	206	248
	12	45	90	135	180	225	270
	13	49	98	146	195	244	293
	14	53	105	158	210	262	315
30" (W=24")	8	40	80	120	160	200	240
	9	45	90	135	180	225	270
	10	50	100	150	200	250	300
	11	55	110	165	220	275	330
	12	60	120	180	240	300	360
	13	65	130	195	260	325	390
	14	70	140	210	280	350	420
36" (W=30")	8	50	100	150	200	250	300
	9	56	113	169	225	281	338
	10	62	125	187	250	312	375
	11	69	137	206	275	344	412
	12	75	150	225	300	375	450
	13	81	162	244	325	406	487
	14	87	175	262	350	437	523

TABLA 3.2 "VELOCIDADES DE ALIMENTADOR"  
FIGURA 3.2 "ESQUEMA DE ALIMENTADOR"

### 3.2 ALIMENTADORES

#### 3.2.1 ALIMENTADORES VIBRATORIOS Y ALIMENTADORES GRIZZLY VIBRATORIOS.

Los alimentadores vibratorios son utilizados donde un alimentador compacto con control de velocidad variable es necesario. Los alimentadores grizzly vibratorios tiene rasgos similares a los alimentadores vibratorios mas las barras grizzly para separar finos del triturado alimentado. Estos alimentadores incrementan la producción de la planta de trituración y reduce el uso del revestimiento triturador de las quebradoras porque los finos pasan a través de la quebradora primaria.

Ambos alimentadores están disponibles en anchos desde 36" hasta 72" y 12 pies hasta 30 pies de longitud. Las secciones grizzly son derechas ó escalonados. La versión escalonada da vueltas al material de trituración en la menor sección, de este, modo ofrece más eficiente la separación preliminar.

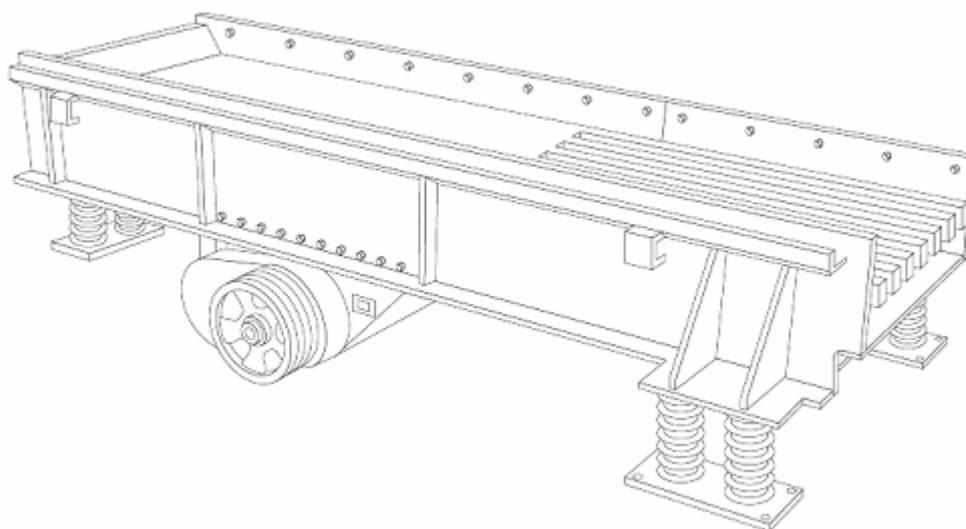


FIGURA 3.3 "ESQUEMA ALIMENTADOR"

TABLA 3.3 ESPECIFICACIONES - CAPACIDADES - ALIMENTADORES VIBRATORIOS Y ALIMENTADORES GRIZZLY															
ANCHO ESTANDAR	36" Ancho		42" Ancho		48" Ancho				54" Ancho			60" Ancho			T. P. 66" Ancho †
	14"	16"	14'	16'	14'	16'	18'	20'	18'	20'	22'	18'	20'	22'	
Alimentador Vibratorio - Peso total.	6,910	8,145	7,390	8,260	7,765	9,340	19,000	20,400	20,175	21,700	23,225	21,350	22,600	24,300	—
Alimentador Vibratorio Grizzly con paso en la sección Grizzly de 5' - Peso total	7,005	8,310	7,625	8,550	8,015	9,625	19,350	20,750	20,575	21,900	23,475	21,800	23,050	24,750	—
Alimentador Vibratorio Grizzly con paso en la sección Grizzly de 8' - Peso total	—	8,900	—	9,270	—	11,240	—	—	20,965	—	—	23,200	—	—	—
Alimentador Vibratorio Grizzly con paso en la sección Grizzly de 9' - Peso total	—	—	—	—	—	—	19,900	21,650	21,375	23,175	—	22,850	24,700	—	48,250
Alimentador Vibratorio Grizzly con paso en la sección Grizzly de 10' - Peso total	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23,775	—	—	25,300	—
Cargador Hooper sin Ext. - Ancho	7'6"	7'6"	8'0"	8'0"	8'6"	8'6"	8'6"	8'6"	9'0"	9'0"	9'0"	9'6"	9'6"	9'6"	—
Cargador Hooper Con Ext. - Ancho	13'6"	13'6"	14'0"	14'0"	14'6"	14'6"	14'6"	14'6"	15'0"	15'0"	15'0"	15'6"	15'6"	15'6"	—
Cargador Hooper sin Ext. - Peso t.	13,210	14,625	14,850	16,085	17,825	19,875	21,865	24,050	—	—	—	24,545	26,900	29,575	—
Cargador Hooper Con Ext. - Peso t.	20,200	22,225	22,775	25,100	27,450	30,750	34,450	38,575	—	—	—	36,325	40,675	44,750	—
Motor Eléctrico-Caballos de fuerza	20	20	30	30	30	30	40	40	40/50	50	50	40/50	50	50	100
Rango de capacidad* Tons. Por hora	325- 975	325- 975	400- 1,150	400- 1,150	450- 1,325	450- 1,325	450- 1,325	450- 1,325	500- 1,500	500- 1,500	500- 1,500	575- 1,700	575- 1,700	575- 1,700	1,000- 2,450
Velocidad del Alimentador R.P.M.	500 a 800														750- 800

\*Baja capacidad indica que es para alimentador montado horizontalmente

Mayor capacidad indica que es para alimentador montado a 10° de inclinación

† Alimentador de trabajo pesado extra con cuatro túneles excéntricos programados. Cacerola abajo 5°, Sección Grizzly 8°.

TABLA 3.4 ESPECIFICACIONES - CAPACIDADES - ALIMENTADORES VIBRATORIOS ELECTROMAGNETICOS

Ancho	16"	18"		24"	30"		36"		42"		48"		54"		60"		72"	84"
Longitud	36"	36"	42"	42"	42"	48"	54"	60"	60"	72"	60"	84"	72"	84"	78"	96"	84"	108"
Energía Consumo Watts	450	470	550	950	1,410	1,410	2,200	1,880	2,350	2,820	3,300	3,760	2,900	4,700	3,300	5,640	4,600	5,000
Peso Aproximado Lbs.	430	580	470	960	1,300	1,700	2,300	2,400	2,850	4,035	4,100	4,650	7,000	7,475	8,000	8,675	10,400	13,000
Capacidad Aproximada. TPH	100	180	130	180	345	415	350	600	700	870	700	1,125	900	1,275	1,250	1,650	1,600	1,800

NOTAS:

- 1.- Cantidad de energía disponible sobre o debajo de la plataforma.
- 2.- Capacidad basada en el peso del material de 100 Lbs por pie cúbico.
- 3.- La cacerola tiene 10° de inclinación

### 3.2.2 ALIMENTADORES DE BANDA

Los alimentadores de banda son normalmente utilizados con arenas y gravas operados bajo una tolva ó colector con alimentación de tamaño máximo de 6". Ellos tienen controles de velocidad variable para optimizar el régimen de alimentación de la planta. Para mas información se debe de tener contacto con los fabricantes.

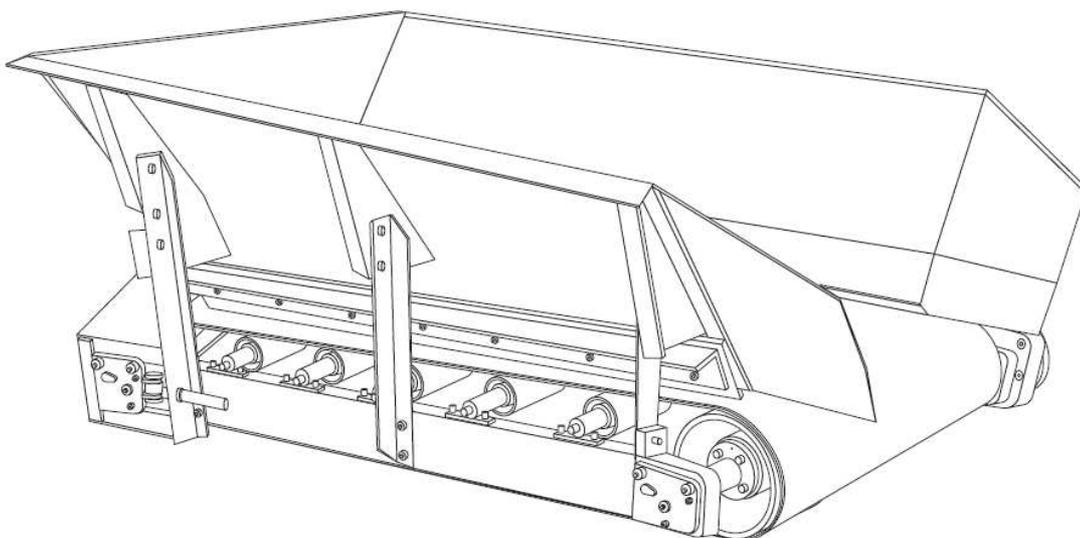


FIGURA 3.4 "ALIMENTADOR DE BANDA"

H.P. DE ALIMENTADORES DE BANDA.

18" * 4 PIES - 0" STANDARD DUTY	= 0.140
18" * 4 PIES - 6" HEAVY DUTY	= 0.140
18" * 6 PIES - 6" STANDARD DUTY	= 0.186
24" * 4 PIES - 0" STANDARD DUTY	= 0.200
24" * 4 PIES - 6" HEAVY DUTY	= 0.200
24" * 6 PIES - 6" STANDARD DUTY	= 0.282
30" * 5 PIES - 0" HEAVY DUTY	= 0.330

TABLA 3.5 "ALIMENTADORES DE BANDA"

H.P. POR PIE DE LONGITUD EXTRA Y POR PIE DE PENDIENTE A 10 PIES POR MINUTO DE RECORRIDO.

EJEMPLO:

275 toneladas por hora con 5 pies 0" de longitud agregada y 2 pies 0" de pendiente usa un alimentador de banda 30" \* 5 pies 0" a 50 pies por minuto (tabla pagina 51)

Un alimentador de 30" a 10 pies por minuto =55 tph. a 0.330

h.p. Sumar 0.015 h.p. \* 5 pies de longitud extra =0.075

Sumar 0.065 hp × 2 pies. De pendiente = 0.130

Para 10 pies 0" de longitud y 2 pies de pendiente h.p. =0.535 para 55 toneladas por hora.

0.535 h.p.a 10 pies por minuto \* 5 = 2.675 h.p. a 50 pies por minuto. (en la flecha)

### 3.3 QUEBRADORAS

#### NOTAS GENERALES SOBRE LA SECCION DE QUEBRADORAS

- 1.- Para asegurar las capacidades especificadas, todo material para las quebradoras debe ser mas pequeño que la abertura de alimentado de la quebradora en por lo menos una dimensión.
- 2.- La potencia requerida varía con el tamaño del producto a fabricar, la capacidad y la dureza de la piedra o el mineral.
- 3.- Las capacidades dadas están en toneladas de 2,000 lbs. Y son basados en triturar la piedra caliza que pesa suelta acerca de 2.700 lbs. por yarda<sup>3</sup> y tener una gravedad específica de 2,6. El material mojado pegajoso y muy duro o duras tenderán a reducir las capacidades de la quebradora.
- 4.- Ninguna quebradora, con la abertura de descarga dada, fabricara un producto en el cual todos los materiales pasen una criba con la misma abertura de descarga.

La abertura de la descarga de la quebradora es medida como sigue:

Quebradora de cono- lado cerrado

Quebradora de mandíbula (primario) - cuándo mandíbulas están en la posición cerrada del pico de alcanzar el máximo.

Para ajustes cerrados, todo material de menor tamaño debe ser quitado del alimentador para eliminar empaquetado y uso excesivo.

5.- Dónde no hay clasificación, la tabla especifica la capacidad y abertura de la descarga, la trituradora no puede ser operada económicamente en la abertura. Para una colocación más fina que el mínimo, debe consultarse al fabricante.

### 3.3.1 AJUSTES DE DESCARGA DE QUEBRADORAS DE MANDIBULA

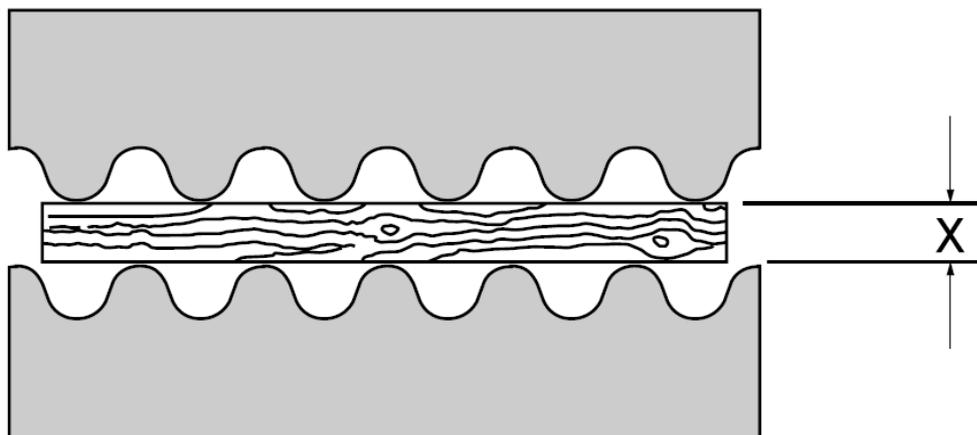


FIGURA 3.5 "QUEBRADORA DE MANDIBULA"

"X" la dimensión igual a el pico para alcanzar el máximo medido

Para ajustar el lado cerrado de descarga, se utiliza un bloque de madera con la misma anchura a la abertura deseada. Debe ser de atravesado lo suficiente la mayor parte del área del descarga de quebradora.

NOTA.- Cuando la quebradora no esta trabajando, NO es la posición de cerrado. Verifique su manual para determinar la diferencia entre "la posición de cerrado" y la "posición de descanso".

### 3.3.2 AJUSTES DE DESCARGA DE LA QUEBRADORA DE CONO

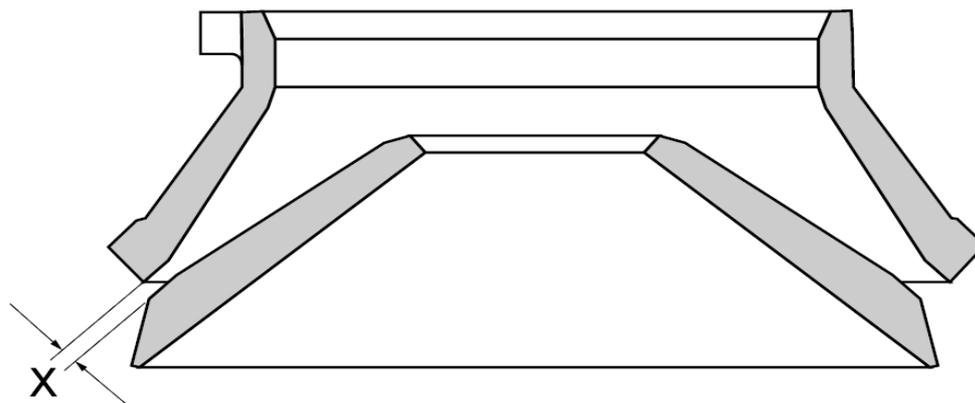


FIGURA 3.6 “QUEBRADORA DE CONO”

“X” la dimensión de la abertura de descarga del lado cerrado

Para determinar el ajuste del lado cerrado (CSS) de una quebradora de cono se debe bajar, en un alambre o cuerda pesada, en el lado abierto de la cámara que aplasta, una pelota de arcilla o papel de aluminio más grande que la cámara de la descarga hasta que la pelota esté en el área más baja de la cámara. Tenga la cabeza de la quebradora y gire la misma hasta que la pelota haya sido comprimida por lo menos dos veces. El espesor de la pelota en su dimensión más delgada iguala el CSS.

En quebradoras equipadas con anti vuelta, deja caer la pelota de arcilla o papel de aluminio en la cámara que aplasta mientras la quebradora trabaja.

### 3.3.3 INSTRUCCIONES PARA EL USO DE HOJAS DE DATOS DE TELSMITH MOSTRANDO EL ANALISIS DE CRIBADO DEL PRODUCTO DE LAS QUEBRADORAS

Si se desea de determinar el análisis aproximado de cribado del producto de quebradoras de Telsmith, El ejemplo siguiente, que es típico, puede ser utilizado como una guía. Suponga que usted desea determinar los

porcentajes de varios tamaños de piedra en el producto de una quebradora de mandíbulas Telsmith 10" x 30", cuando se coloca con 1" de abertura de descarga. Por referirse al análisis de cribado, en la página siguiente y en la curva indicada por la flecha apuntando una 1" de abertura, Usted notará que todo el producto de la quebradora pasará por una abertura de 1 1/2" abertura de criba cuadrada. En todas estas hojas las líneas verticales indican el tamaño de aberturas cuadradas claras de criba y las líneas horizontales indican el porcentaje que pasará por estas aberturas. Por lo tanto 100% pasará una 1 1/2" de abertura cuadrada, 82% pasará una 1" de abertura cuadrada, 62% pasará una 3/4" de abertura, 42% pasará una 1/2" de abertura cuadrada y 12% pasará una por una malla 4.

Otra manera de listar esta información o para expresar los resultados de este análisis sería así:

Retenido en 1 1/2" abertura cuadrada .....	0%
Pasando 1 1/2" abertura cuadrada y retenido en 1" abertura cuadrada.....	18%
Pasando 1" abertura cuadrada y retenido en 3/4" abertura cuadrada.....	20%
Pasando 3/4" abertura cuadrada y retenido en 1/2" abertura cuadrada...	20%
Pasando 1/2" abertura cuadrada y retenido en 4 abertura de malla.....	26%
Pasando 4 aberturas de malla.....	12%
Total .....	100%

Para obtener un análisis del producto de Quebradora de cono Telsmith, el procedimiento es exactamente lo mismo.

### 3.3.4 QUEBRADORAS DE MANDIBULAS

Las Quebradoras de Mandíbula de Telsmith son utilizadas para reducir el material ya sea de un mineral, de piedra, o de las materias reciclables a tamaño más pequeño. Las Quebradoras de Mandíbula de Telsmith se encuentran en tamaño de 10" x 16" por 55" x 66", para ayudar a la selección exacta de lo requerido. Todos los modelos son basculadores, el rodillo excéntrico de arriba que soporta el tipo con el ajuste hidráulico de un seguro sistema.

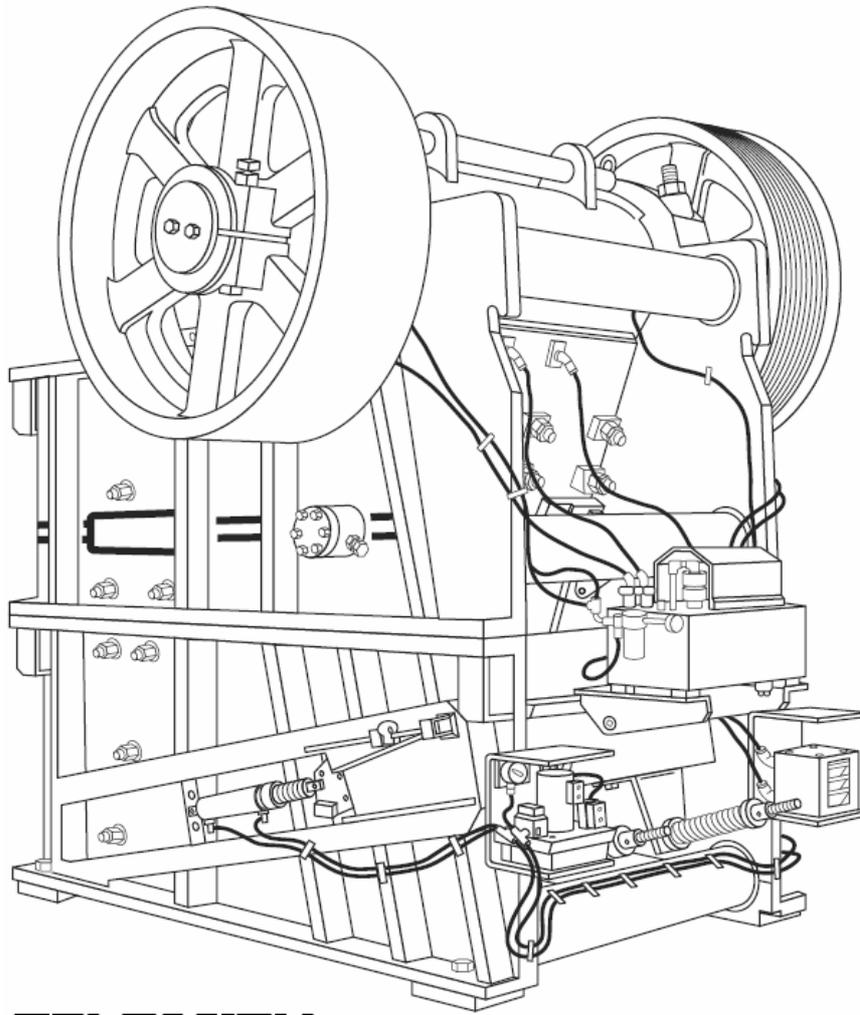


FIGURA 3.7 "ESQUEMA DE QUEBRADORA DE MANDIBULA"

TABLA 3.6 ESPECIFICACIONES - QUEBRADORA DE MANDIBULA TELSMITH DE 25" X 40" HASTA 55"X 66"

Tamaño	25" x 40"	30" x 42"	30" x 55"	32" x 58"	36" x 48"	38" x 68"	44" x 48"	50" x 60"	55" x 66"
Peso neto de la quebradora en lbs. Aproximadamente	35,500	44,600	58,000	60,000	91,500	108,000	125,900	190,000	217,000
Peso de paquete para exportación en lbs. Aproximadamente	36,500	46,000	59,150	61,400	93,100	109,500	126,900	192,000	220,000
Paquete de exportación pies cúbicos aprox.	575	900	1,000	1,000	1,100	1,600	1,616	2,100	2,800
HP Requeridos.	150	150	200	200	200	250	250	300	350
	54x14.75	60x14.75	55x12.6	54x14.75	66x16	66x16	72x17	78x23	78x23
RPM	260	255	280	290	230	260	225	225	225

TABLA 3.7 CAPACIDADES - QUEBRADORA DE MANDIBULA TELSMITH DE 25" X 40" HASTA 55"X 66"

Tamaño	25" x 40"	30" x 42"	30" x 55"	32" x 58"	36" x 48"	38" x 68"	44" x 48"	50" x 60"	55" x 66"
Capacidad- toneladas por hora en el ajuste de descarga de:									
2"	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 1/2"	133-217	150-230	—	—	—	—	—	—	—
3"	148-237	167-252	—	—	—	—	—	—	—
3 1/2"	160-259	183-273	283-430	300-455	—	—	—	—	—
4	178-282	197-319	300-460	315-485	290-435	390-600	—	—	—
5	206-334	230-342	350-530	370-560	328-492	432-680	384-580	—	—
6	234-389*	270-405*	390-600	410-630	362-547	500-735	443-655	548-785	—
7	266-444*	310-505*	430-670	455-705	408-620	530-800	500-750	570-850	670-995
8	—	—	—	—	438-660	575-890	540-810	625-940	720-1,080
9	—	—	—	—	—	620-950	580-870	680-1,015	785-1,175
10	—	—	—	—	—	—	620-930	745-1,120	857-1,282
11	—	—	—	—	—	—	660-980	840-1,190	938-1,410
12	—	—	—	—	—	—	700-1,030	925-1,260	1,045-1,565
13	—	—	—	—	—	—	—	995-1,330	1,170-1,750
14	—	—	—	—	—	—	—	1,065-1,400	1,310-1,950
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\* La Capacidad con basculador corto (Opcional). † La Opción con 18" espaciador para la apertura de min. de 1" está disponible. Las capacidades mostradas son basadas en condiciones listó en notas generales en Páginas 61-63. Las capacidades son listadas para mandíbulas en la posición de cerrado y el pico medido a alcanza el máximo La quebradora 40"×50" es una versión prolongada de marco de la quebradora 22"×50".

TABLA 3.8 ANALISIS DE CRIBA DEL PRODUCTO DEL QUEBRADOR PRIMARIO TELSMITH (CIRCUITO ABIERTO)

Tamaño designado Estándar			Colocación del Lado Cerrado									Tamaño designado Estándar		
U.S.	mm	Decimal	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	U.S.	mm	Decimal
6"	150.0	6.00									100	6"	150.0	6.00
5"	125.0	5.00							100	100	95	5"	125.0	5.00
4 1/2"	112.5	4.50							98	95	89	4 1/2"	112.5	4.50
4"	100.0	4.00							96	89	82	4"	100.0	4.00
3 1/2"	90.0	3.50						100	89	82	73	3 1/2"	90.0	3.50
3"	75.0	3.00					100	93	82	72	62	3"	75.0	3.00
2 1/2"	63.0	2.50				100	95	81	69	60	52	2 1/2"	63.0	2.50
2"	50.0	2.00			100	97	80	65	55	47	41	2"	50.0	2.00
1 1/2"	37.5	1.50		100	88	80	63	48	39	33	28	1 1/2"	37.5	1.50
1 1/4"	31.5	1.25	100	93	78	70	56	40	33	29	24	1 1/4"	31.5	1.25
1"	25.0	1.00	98	82	68	55	43	28	25	24	18	1"	25.0	1.00
3/4"	19.0	0.75	80	62	50	38	30	22	18	18	14	3/4"	19.0	0.75
1/2"	12.5	0.50	60	42	33	25	19	14	12	12	10	1/2"	12.5	0.50
3/8"	9.5	0.375	41	30	27	19	13	11	9	9	8	3/8"	9.5	0.375
4M	4.75	0.187	15	12	11	9	7	6	5	6	5	4M	4.75	0.187
8M	2.36	0.094	8	7	6	5	5	3	3	4	3	8M	2.36	0.094
16M	1.18	0.047	4	3	3	3	2	2	2	2	2	16M	1.18	0.047
30M	0.60	0.023	2	2	2	2	1	1	1	1	1	30M	0.60	0.023
50M	0.30	0.012	1	1	1	1						50M	0.30	0.012

### 3.3.5 QUEBRADORAS DE CONO- SERIE “D”

Las quebradoras de cono son utilizados para triturar los productos secundarios y terciarios. Ellos son capaces de obtener un porcentaje grande del producto en los tamaño deseados con sobre tamaño o finos mínimos, demasiadas grandes o excesivas. Las quebradoras de la Serie “D” de Telsmith tipo cono son hechas en 24”, 36”, 48” y 66” tamaño en el estándar y modelos de trituradora de finos. Las aperturas de alimentado pueden variar de 21/2” a 15” en capacidades de 4 a 455 TPH.

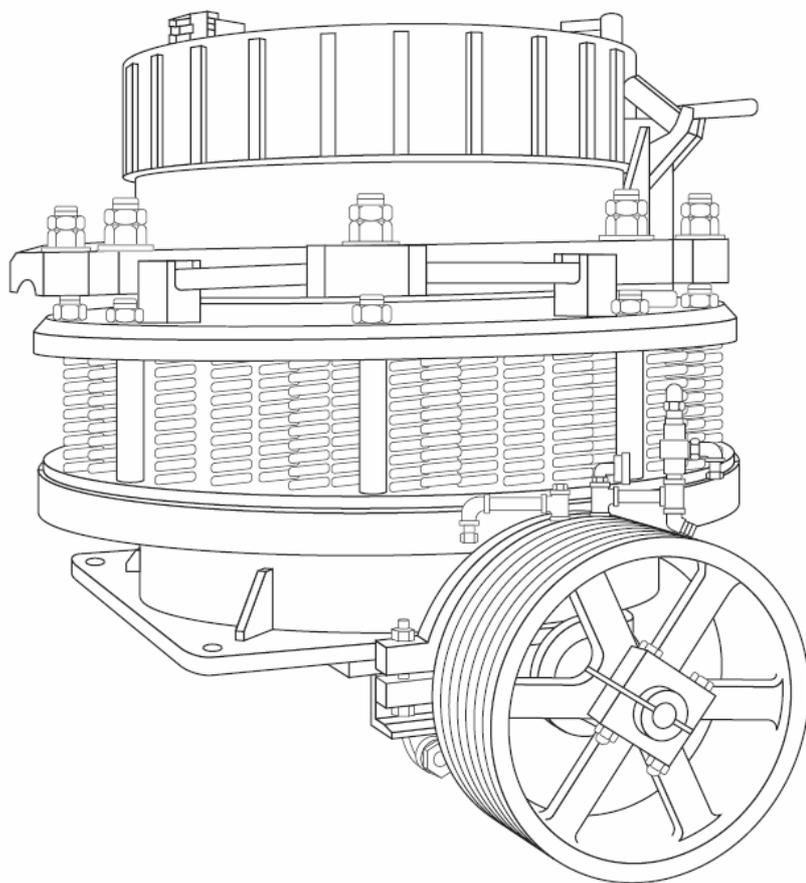


FIGURA 3.8 “ESQUEMA DE QUEBRADORA DE CONO SERIE D”

TABLA 3.9 ESPECIFICACIONES - SERIES "D" QUEBRADORA DE CONO - ESTILO S

TAMAÑO	24 S	245 S	36 S con resorte	36 S con gato hidráulico	367 S con resorte	367 S con gato hidráulico	48 S con resorte	48 S con gato hidráulico	489 S con resorte	489 S con gato hidráulico	66 S con resorte	6614 S con gato hidráulico
HP Requerido	30	30	75	75	75	75	150	150	150	150	250	300
Volante de la Quebradora RPM	725	725	600	600	600	600	525	525	525	525	500	500
Diámetro de roldana p; numero y tipo de bandas	24" - 4C	24" - 4C	28" - 6D	28" - 6D	28" - 6D	28" - 6D	34" - 8D	34" - 8D	34" - 8D	34" - 8D	40" - 8E	40" - 8E
Envío Peso Lbs.	9,800	10,000	24,250	23,350	25,000	23,935	43,500	41,225	44,000	42,290	98,000	98,000
Peso en Caja para Exportación	10,000	10,200	24,750	23,850	25,450	24,385	44,600	43,325	45,900	44,200	99,600	99,600
Contenido cúbico en caja para exportación pie <sup>3</sup>	160	160	340	355	340	355	650	670	650	670	1,330	1,330

TABLA 3.10 CAPACIDADES - SERIES "D" QUEBRADORA DE CONO - ESTILO S

TAMAÑO	24 S (2 pies)		245 S (2 pies)	36 S (3 pies)			367 S (3 pies)	48 S (4 pies)			489 S (4 pies)	66 S (5 1/2 pies)		6614 S (5 1/2 pies)
TIPO DE TAZON	Aspero	Mediano	Aspero	Ex. Aspero	Aspero	Mediano	Aspero	Ex. Aspero	Aspero	Mediano	Aspero	Aspero	Mediano	Aspero
"A" Lado Abierto	3 1/4"	2 1/2"	4 5/8"	7 1/8"	4 7/8"	4 1/2"	7 3/4"	8 1/2"	7 1/2"	5 7/8"	10"	11"	9"	15"
Abertura de Alimentado "B" Lado Cerrado	2 3/4"	1 7/8"	4 1/8"	6 1/4"	4"	3 3/4"	6 3/4"	7 1/2"	6 1/2"	4 3/4"	9"	10"	8"	14"
Recomendado mínimo de abertura para descarga "C"	3/8"	1/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/8"	3/4"	3/4"	3/4"	1/2"	1"	1"	3/4"	1 1/2"
Capacidades en toneladas por hora como se indica en la abertura de descarga "C". Toneladas de 2000 Lbs. Peso del Material 100 lbs. Por Pie <sup>3</sup>														
1/4"	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8"	22	22	—	—	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—
1/2"	27	27	27	—	41	41	—	—	—	85	—	—	—	—
5/8"	32	32	32	—	56	56	—	—	—	110	—	—	—	—
3/4"	37	37	37	71	71	71	71	135	135	135	—	—	200	—
7/8"	42	42	42	77	77	77	77	155	155	155	—	—	235	—
1"	47	47	47	83	83	83	83	170	170	170	170	275	275	—
1 1/4"	53	53	53	89	89	89	89	185	185	185	185	320	320	—
1 1/2"	—	—	—	105	105	105	105	200	200	200	200	365	365	365
2"	—	—	—	110	110	110	110	215	215	215	215	410	410	410
2 1/2"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	230	455	455	455

NOTAS.- 1.- Todas las capacidades están basadas en datos que se encuentran en notas generales.  
 2.- Las capacidades de la quebradora de cono Estilo S están basadas en circuito abierto - una vez pasada por la quebradora.

TABLA 3.11 ESPECIFICACIONES - SERIES "D" QUEBRADORA DE CONO - ESTILO FC

TAMAÑO	24 FC	36 FC con resorte	36 FC con gato hidráulico	48 FC con resorte	48 FC con gato hidráulico	66 FC con gato hidráulico
HP Requerido	40	100	100	200	200	300
Volante de la Quebradora RPM	725	600	600	525	525	530
diámetro de roldana p; numero y tipo de bandas	24" - 4C	28" - 7D	28" - 7D	28" - 10D	28" - 10D	34" - 8E
Envío Peso Lbs.	10,000	25,000	24,030	44,500	42,195	98,000
Peso en Caja para Exportación	10,200	25,750	24,780	45,600	43,295	99,600
Contenido cúbico en caja para exportación pie3	160	340	355	650	670	1,330

TABLA 3.12 CAPACIDADES - QUEBRADORAS DE CONO SERIE "D" - ESTILO FC

TAMAÑO	24 FC (2 pies)			36 FC (3 pies)			48 FC (4 pies)			66 FC (5 1/2 pies)		
TIPO DE TAZON	Aspero	Mediano	Fino	Áspero	Mediano	Fino	Aspero	Mediano	Fino	Aspero	Mediano	Fino
"D" Lado Abierto	2 1/2"	1 3/4"	1 5/16"	3"	2"	1 3/4"	4 1/8"	3"	2 1/4"	5 3/4"	4 1/2"	3"
Abertura de Alimentado "E" Lado Cerrado	1 7/8"	1 1/8"	1/2"	2"	1 1/8"	3/4"	3"	1 7/8"	1"	4"	2 1/2"	1 1/8"
Recomendado mínimo de apertura para descarga "F"	1/4"	3/16"	1/8"	5/16"	1/4"	3/16"	3/8"	5/16"	1/4"	1/2"	3/8"	3/8"
Capacidades en toneladas por hora como se indica en la apertura de descarga "C". Toneladas de 2000 Lbs. Peso del Material 100 lbs. Por Pie <sup>3</sup>												
1/8"	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/16"	—	8	8	—	—	20	—	—	—	—	—	—
1/4"	10	10	10	—	32	32	—	—	50	—	—	—
3/8"	14	14	14	42	42	42	80	80	80	—	140	140
1/2"	20	20	20	52	52	52	105	105	105	180	180	180
5/8"	25	25	25	62	62	62	130	130	130	215	215	215
3/4"	30	30	30	72	72	72	155	155	155	250	250	250
7/8"	—	—	—	80	80	80	180	180	180	280	280	280
1"	—	—	—	95	95	95	205	205	205	310	310	310

NOTAS.-

- 1.- Todas las capacidades están basadas en datos que se encuentran en notas generales.
- 2.- Las capacidades de la quebradora de cono Estilo FC están basadas en circuito cerrado - producto neto finalizado.

TABLA 3.13 ANALISIS DE CRIBA DEL PRODUCTO DE LA QUEBRADORA DE CONO TELSMITH 36S, 367S Y 36FC  
A VARIAS ABERTURAS DE DESCARGA, ABERTURAS MEDIDAS DE SOBRE EL LADO CERRADO.

Tamaño designado Estándar			Colocación del Lado Cerrado										Tamaño designado Estándar			
U.S.	mm	Decimal	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"	U.S.	mm	Decimal	
3 1/2"	90.0	3.50										100	3 1/2"	90.0	3.50	
3"	75.0	3.00										100	90	3"	75.0	3.00
2 1/2"	63.0	2.50								100	93	79	2 1/2"	63.0	2.50	
2"	50.0	2.00						100	100	85	72	59	2"	50.0	2.00	
1 1/2"	37.5	1.50					100	95	75	59	48	38	1 1/2"	37.5	1.50	
1 1/4"	31.5	1.25				100	98	75	54	44	36	29	1 1/4"	31.5	1.25	
1"	25.0	1.00			100	94	79	53	38	30	26	21	1"	25.0	1.00	
3/4"	19.0	0.75		100	84	69	55	36	28	22	19	15	3/4"	19.0	0.75	
1/2"	12.5	0.50	100	87	55	43	35	26	20	15	13	11	1/2"	12.5	0.50	
3/8"	9.5	0.375	93	70	40	33	28	21	16	12	10	8	3/8"	9.5	0.375	
4M	4.75	0.187	60	32	23	19	16	12	9	6	6	5	4M	4.75	0.187	
8M	2.36	0.094	34	17	13	11	9	7	5	3	3	3	8M	2.36	0.094	
16M	1.18	0.047	16	9	7	6	5	4	3	2	2	2	16M	1.18	0.047	
30M	0.60	0.023	9	5	5	5	4	3	2	1	1	1	30M	0.60	0.023	
50M	0.30	0.012	6	4	4	3	3	2	1				50M	0.30	0.012	
100 M	0.15	0.006	5	3	3	2	2	1					100 M	0.15	0.006	
200 M	0.075	0.003	3	2	1	1	1						200 M	0.075	0.003	

NOTAS.-

- 1.-Para recomendado mínimo y máximo de abertura de descarga, las capacidades ver las en las paginas
- 2.-Capacidad del estilo S de Cono están basadas en quebradora de circuito abierto(una vez pasado por la quebradora)
- 3.-Capacidad del Estilo FC de Cono están basados en quebradora de circuito cerrado, (el porcentaje mayor que la abertura de descarga representa la carga circulante)

TABLA 3.14 ANALISIS DE CRIBA DEL PRODUCTO DE LA QUEBRADORA DE CONO TELSMITH 48S, 489S Y 48FC  
A VARIAS ABERTURAS DE DESCARGA. ABERTURAS MEDIDAS DE SOBRE EL LADO CERRADO.

Tamaño designado Estándar			Colocación del Lado Cerrado										Tamaño designado Estándar			
U.S.	mm	Decimal	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	U.S.	mm	Decimal	
4 1/2"	112.5	4.50										100	4 1/2"	112.5	4.50	
4"	100.0	4.00										100	92	4"	100.0	4.00
3 1/2"	90.0	3.50										99	88	3 1/2"	90.0	3.50
3"	75.0	3.00										90	76	3"	75.0	3.00
2 1/2"	63.0	2.50								100	77	60	2 1/2"	63.0	2.50	
2"	50.0	2.00						100	100	87	5	44	2"	50.0	2.00	
1 1/2"	37.5	1.50					100	98	75	53	35	28	1 1/2"	37.5	1.50	
1 1/4"	31.5	1.25			100	100	93	81	55	40	28	22	1 1/4"	31.5	1.25	
1"	25.0	1.00		100	98	85	73	58	42	32	22	17	1"	25.0	1.00	
3/4"	19.0	0.75	100	96	83	64	52	43	33	26	17	13	3/4"	19.0	0.75	
1/2"	12.5	0.50	90	75	57	41	35	30	25	20	12	9	1/2"	12.5	0.50	
3/8"	9.5	0.375	77	58	44	31	27	24	20	16	9	7	3/8"	9.5	0.375	
4M	4.75	0.187	41	30	232	17	15	14	12	10	5	4	4M	4.75	0.187	
8M	2.36	0.094	21	15	13	10	8	8	7	5	3	2	8M	2.36	0.094	
16M	1.18	0.047	11	9	7	6	4	4	4	4	2		16M	1.18	0.047	
30M	0.60	0.023	7	5	5	4	3	3	3	3	1		30M	0.60	0.023	
50M	0.30	0.012	5	4	4	3	2	2	2	2			50M	0.30	0.012	
100 M	0.15	0.006	4	3	3	2	1	1	1	1			100 M	0.15	0.006	
200 M	0.075	0.003	3	2	2	1							200 M	0.075	0.003	

NOTAS.- 1.-Para recomendado mínimo y máximo de abertura de descarga, las capacidades ver las en las paginas  
2.-Capacidad del estilo S de Cono están basadas en quebradora de circuito abierto(una vez pasado por la quebradora)  
3.-Capacidad del Estilo FC de Cono están basados en quebradora de circuito cerrado, (el porcentaje mayor que la abertura de descarga representa la carga circulante)

### **3.4 CRIBAS TELSMITH**

Son fabricadas en ambos tipos Horizontales e Inclinados, se encuentran disponibles en tamaño especificadas de 3' × 10' a 8' × 24' en solo, duplica o se triplica configuraciones de plataforma. Dependiendo de la malla escogida, los materiales pueden ser separados en tamaño menor a 6" a menor de la malla 16.

TABLA 3.15 CAPACIDAD Y SELECCIÓN DE CRIBAS VIBRATORIAS

Información requerida para la selección del tipo de criba vibratoria:	Alimentado máximo en TPH para cribas vibratorias estándar			
	Ancho- pies	Vibro-king	Espaciador	Horizontal
1.- Tamaño y peso del material de mayor tamaño a cribar	3	200	150	150
2.- Tamaño de la mayor abertura de la plataforma de la criba	4	350	300	250
3.- Limitaciones del espacio y peso	5	500	450	500
4.- Temperatura del material	6	650	550	650
5.- Granulometría del Material	7	800	700	—
6.- Total del material en TPH	8	*950-1,200	800	—
7.- Duplicación de la maquinaria existente	NOTA: Si el material TPH excede esos mostrado en la tabla, los marcos de la criba tienen que ser de tipo construcción pesada extra y HP adicional puede ser requerido			
8.- Método de montado de la criba	*Para tonelajes encima de 950 TPH, puede ser necesario para aumentar la cuesta de pantalla a tanto como 24°.			
9.-Características especiales de construcción requeridas				
10.- Capacidad requerida, i.e., escalpando, calibrar, lavar y horas por día de operación.				

11.- La Profundidad admisible de Cama no debe exceder 4 veces la tela de alambre que abre al cribar el material que pesa 100 lbs. Por pie cúbico, o 3 veces la tela de alambre que abre al cribar el material que pesa 50 lbs. Por pie cúbico.

6' a 10' lg. 1 1/2—2×tamaño parcial  
 12' a 16' lg. 2—2 1/2×tamaño parcial  
 18' a 24' lg. 2 1/2—3×tamaño parcial

Estimando el Espesor del Material en una Plataforma de criba:

D= Profundidad en pulgadas

T= TPH retenidos en la plataforma

C= densidad de bulto, pie cúbico/ton. (20 pies 3/ton = 100#/pie cúbico)

F= pie por minuto, velocidad de viaje †

W= Ancho de criba, pie

† El Promedio del Uso 80—120 FPM es para cribas Inclınadas y 40—60 FPM para cribas Horizontales. FPM verdadero variará dependiendo del material, el golpe, la velocidad y la cuesta.

TABLA 3.16 GUIA DE SELECCON DE CRIBA VIBRATORIA

Tipo de Criba	Aberturas de las Cribas		Tamaño máximo del material
	Mínimo	Máximo	
Vibrating grizzly	1 1/2"	8"	36"
Vibro-king	malla 6	6"	18"
Horizontal	malla 6	3"	6"
Specmaker	malla 16	2 1/2"	8"
Valu-king	malla 16	2 1/2"	5"
Vari-Vibe Scalper	3/4"	2"	6"
Duo-Vibe	malla 20	2"	6"
Vari-Vibe II, III, IIIM	malla 20	1/2"	2"

### 3.4.1 CAPACIDAD Y SELECCIÓN DE CRIBAS VIBRATORIAS

El tiro, la velocidad, superficies de cuesta e investigación de cribas vibratorias son establecidas por la fábrica para cada aplicación. Debido a las incertidumbres la investigación inherente a las operaciones, son a veces necesarios para hacer las modificaciones en el campo. Los datos de a bajo son como una guía para hacer los ajustes en el campo para mejorar el desempeño de criba.

TABLA 3.17 Operación Estándar  
Cribas Vibratorias (Cribado en Seco)

Vibro-king	Valu-king* Specmaker	Tirado mínimo	Pendiente Estándar en grados	Dirección del eje de rotación
6"	2 1/2"	1/2"	19	corriente
2"- 5"	2"- 2 1/2"	3/8"	19	corriente
1/8" -1 7/8"	1/8" - 1 7/8"	5/16"	19	corriente o contra corriente
malla 16 - 3/32"	malla 16 - 3/32"	1/4"	20	corriente o contra corriente
Cribas Horizontales				
Abertura de la Tela de la Criba	Tirado mínimo	Pendiente Estándar en grados	Dirección del eje de rotación	
2" - 3"	5/8"	0	—	
1 1/2" - 2"	1/2"	0	—	
7/8" - 1 5/8"	7/16"	0	—	
1/8" 3/4"	3/8"	0	—	

NOTA.- Para velocidades estándar, ver especificaciones - inclinada u horizontal

\*La pendiente de la Valu-King es de 18 grados

TABLA 3.18 CAPACIDAD DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS

INFORMACION REQUERIDA PARA CALCULAR LA CAPACIDAD Y TAMAÑO DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS

- |   |   |
|---|---|
| 1.- Análisis de Material cribado- obtenido de la prueba de una muestra del producto de las curvas de la quebradora o dentro de los records de producción de la planta | 5.-Si es cribado en seco, cual es la humedad contenida, y si hay arcilla presente? (ver notas 4 y 5 de la pagina siguiente)   |
| 2.- Peso por pie cúbico. Del material a ser cribado.  | 6.- Tamaño de abertura de la plataforma de la criba y si es nominal o si hay especificación de tamaño requerido               |
| 3.- determinar si el cribado va a ser hecho en seco o con rociado de agua   | 7.- Eficiencia de cribado requerida (ver la nota 3 de abajo)  |
| 4.- Forma de la abertura de la criba, i.e. redonda cuadrada o rectangular   | 8.- Total de material a cribar, incluyendo cualquier carga de las quebradoras, en corto TPH. Para permitir el máximo tonaleje |

---

1.- PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA CRIBA. Usar formula:  $\text{área (pies cuadrados)} = \text{TF} - \text{sobre tamaño} / A \times B \times C \times D \times E \times F$  en la cual, TF = el total de material a cribas en TPH. Sobre tamaño = cantidad de material mayor al de las aberturas de la criba, en TPH. A, B, C, D, E, y F son factores obtenidos de las siguientes tablas.

2.- PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD TOTAL DE UNA CRIBA DADA. Usar la siguiente formula:  $C (\text{capacidad sobre la criba}) = [\text{Área} \times (A \times B \times C \times D \times E \times F)]$  mas el sobre tamaño.

3.- La eficiencia es la razón del material de menor tamaño obtenido del cribado a la cantidad del material de menor tamaño disponible en el alimentador. Puede ser encontrado por la formula:  $E (\%) = 100(e-v) / e (100-v)$ , e = porcentaje del material de menor tamaño, v = porcentaje del material de menor tamaño en el sobre producto.

TABLA 3.19 CAPACIDAD DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS (CONTINUACION)

4.- Cuando el cribado es en seco, la humedad excesiva del material puede causar el tapado de la tela de la criba. Cuando la humedad contenida excede la dada en la siguiente tabla, el uso especial de tela de alambre, bandeja de rodamiento en la plataforma, o calentamiento eléctrico puede ser requerido. Consultar a la fabrica:

Abertura de la criba cuadrada	humedad	Abertura de la criba cuadrada	humedad
1/16" y menores	0%	7/16" a 3/8"	4%
3/16" a 1/8"	1%	1" a 1/2"	6%
5/16" a 1/4"	2%	Mayor de 1"	8%

5.- máximo de humedad contenida en el material cuando se criba con bandeja de rodamiento

Abertura de la criba cuadrada	humedad	Abertura de la criba cuadrada	humedad
1/4"	5%	1/16"	2%
3/16"	4.50%	1/32"	1%
1/8"	4%		

6.- Donde se usan las cribas forma rectangular, Factor "A" en la siguiente tabla puede incrementarse un 25% para aberturas 5 veces mas tan largas como son de ancho, y 50% para aberturas 10 veces mas tan largas como son de ancho. Para aberturas redondas usar el 80% del Factor "A"

7.- CUANDO SE RECRIBA O APLICACIÓN SIMILAR. Donde el Factor "D" abajo en la tabla no puede ser determinado, el área de cribado puede ser calculada dividiendo una mitad del material cribado en TPH por el Factor "A" para la abertura de la criba. No usar "B" y "C", usar "E" y "F" si es apropiado

8.- Las formulas en los artículos 1 y 2 cuando son aplicadas en pendiente, cribas circulares en movimiento con una pendiente de 19° de operación, requiriendo menor pendiente, reduce la capacidad un 10% por cada 2 1/2° debajo de 19°

9.- Los Factores dados son para cribas que tengan aproximadamente un 50% de área abierta. El incremento o decremento de los factores es en proporción al porcentaje del área abierta de la criba seleccionada como lo muestra la tabla de diámetros.

TABLA 3.20 CAPACIDAD DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS (CONTINUACION)

FACTOR "A" Capacidad en TPH Pasando por 1 pie cuadrado de criba basado en un 95% de eficiencia con 25% de sobre tamaño																		
Tamaño de la abertura cuadrada despejada																		
.0331"	.0661"	.093"	.125"	.131"	.185"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Tamaño de malla estándar en E.U.																		
20	12	8	7	6	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arena																		
0.58	0.94	1.01	1.47	1.59	1.69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Polvo de piedra																		
0.48	0.78	0.84	1.19	1.3	1.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Polvo de carbón																		
0.36	0.59	0.64	0.91	0.98	1.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grava natural																		
—	—	—	—	—	—	2.13	2.40	2.74	2.90	3.03	3.23	3.36	3.56	3.63	4.12	4.59	4.98	6.17
Roca quebrada y Grava quebrada																		
—	—	—	—	—	—	1.74	2.04	2.29	2.39	2.52	2.68	2.78	2.95	3.04	3.45	3.83	4.17	5.13
*Carbón																		
—	—	—	—	—	—	1.35	1.51	1.26	1.80	1.91	2.02	2.10	2.25	2.27	2.57	2.87	3.11	3.87

Determina o estima el porcentaje de sobre tamaño del material a cribar y usa su propio factor como esta dado abajo. Por ejemplo, si la criba tiene 1" de abertura y el 60% del material pasa a través de la abertura de 1", hay un 40% de sobre tamaño y el factor .88 aplicaría. Según otros porcentajes.	FACTOR "B"					
	Cantidad de sobre tamaño	Factor "B"	Cantidad de sobre tamaño	Factor "B"	Cantidad de sobre tamaño	Factor "B"
	10%	1.13	60%	0.70	92%	0.43
	20%	1.02	70%	0.62	94%	0.40
	30%	0.96	80%	0.53	96%	0.32
	40%	0.88	85%	0.50	98%	0.24
	50%	0.79	90%	0.46	100%	0.00

\*Nota: El Factor "A" esta basado en 75 lbs./pie3 (carbón duro solamente). Para carbón suave utilizar 1/2 del factor mostrado para polvo de piedra o piedra quebrada

TABLA 3.21 CAPACIDAD DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS (CONTINUACION)

Eficiencia Deseada	70%	75%	80%	85%	90%	92%	94%	96%	98%	Factor "C" Pequeños errores son rara vez inaceptables en el cribado del agregado y perfecta separación (100% de eficiencia) no es consistente con la economía. Para productos terminados, el 98% es el limite extremo practica y 90-94% es usualmente satisfactorio. 60 a 75% de eficiencia es usualmente para propósitos de escalpado.
Factor "C"	1.90	1.70	1.50	1.35	1.15	1.08	1.00	0.95	0.90	

Cantidad de material menor que la mitad del tamaño de abertura	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	Factor "D" Hay que considerar este factor cuidadosamente donde haya arena o finos de roca en el material. Por ejemplo, si la criba tiene 1/2" cuadrada de abertura y un gran porcentaje del material es de 1/4" o de menor tamaño, como lo son la arena y el polvo, determinar el porcentaje y uso propio del factor opuesto dado.
Factor "D"	0.50	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.70	2.00	2.40	.....	

Cribado mojada														
Tamaño de abertura (malla o pulgadas)	20	14	10	8	1/8"	6	4	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	3/4"	1" o mas	
Factor "E"	1.10	1.50	2.00	2.25	2.00	2.50	2.50	2.00	2.00	1.75	1.40	1.30	1.25	

Cribar con agua en la malla 20 no es recomendado

Factor "E" Si el material esta seco, usar el factor 1.00. si hay agua en el material o si hay agua rociada sobre la criba, usar el factor opuesto apropiado dado. El cribado mojado significa el uso aproximado de 5 a 10 GPM de agua por yarda cúbica de material por hora o por 50 yardas cúbicas por hora de material usar 250-500 GPM de agua, etc.

Plataforma	Arriba	Segundo	Tercero	Cuarto	Para mas ejemplos ver la siguiente pagina	Factor "F" Para una sola plataforma y criba, usar el factor de 1.00. Para múltiples plataformas de criba, este seguro de usar el factor adecuado para cada plataforma
Factor "F"	1	0.9	0.8	0.7		

## CAPACIDAD DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS (CONTINUACION)

Los ejemplos típicos siguientes muestran como determinar el tamaño de la criba vibrante requerida para una cierta producción o para determinar la capacidad de cualquier tamaño de la criba vibrante requerida.

### EJEMPLO NO.1

Para determinar la capacidad en TPH puede ser pasado por una criba vibratoria de 3' × 8' bajo las siguientes condiciones: —

1. El material ha ser cribado es grava ordinaria.
2. La tela de la criba tiene una 1" de abertura cuadrada.
3. 30% del material ha ser cribado es mayor a 1" o hay 30% de sobre tamaño.
4. El cribado deseado debe ser con eficiencia del 90%.
5. 50% del material ha ser cribado es menor que la mitad del tamaño de la abertura de la criba. Es decir, la mitad del material ha ser cribado es menor de 1/2" del tamaño.
6. La investigación será hecha en seco, o como la grava viene del banco. No se utilizara agua.
7. Una sola plataforma será utilizada.

Refiriéndose a las tablas de la capacidad y el factor en las páginas anteriores nosotros escogemos los factores siguientes: —

Factor "A": —grava con 1" de abertura cuadrada—3.36.

Factor "B": — 30% de sobre tamaño—.96.

Factor "C": — 90% de eficiencia—1.15.

Factor "D": — menos del 50% de la mitad del tamaño de abertura —1.20.

\* Factor "E": — cribado Seco—1.00.

Factor "F": — una criba en la plataforma (piso de arriba) —1.00.

La solución, de acuerdo con fórmula No. 1, es el área de la tela de la criba multiplicada por todos los factores, o  $3' \times 8' = 24$  Pies cuadrados de toneladas de área  $\times 3.36 \times .96 \times 1.15 \times 1.20 \times 1.00 \times 1.00 = 107$  por hora.

107 toneladas por hora es la capacidad que pasa por los 1" hoyos de la criba, y es 70% del material es cribado. 30% del material fue rechazado por los hoyos de 1". La capacidad total que puede ser manejada por la criba es la suma de estos dos o 153 toneladas por hora.

\*Nota: — Para cribado con agua, cambia este factor como se muestra en la mesa bajo el Factor "E". Mismo aplica en Ejemplos 2 y 3.

## EJEMPLO: NO. 2

Determinar el tamaño de la criba vibradora que se requiere bajo las siguientes condiciones: —

1. El material ha ser cribado es piedra triturada.
2. La tela de la criba tiene 1 1/4" cuadradas de aberturas.
3. capacidad total requerida — 60 toneladas por hora.
4. 25% del material ha ser cribado es mayor de 1 1/4".
5. Eficiencia de cribado deseada 92%.
6. 20% de la piedra es menor de 1/2 del tamaño de las 1 1/4" aperturas.
7. La piedra será cribada en seco.
8. Una sola plataforma será utilizada.

Refiriéndose a las tablas de la capacidad y el factor en las páginas anteriores, nosotros escogemos los factores siguientes: —

Factor "A": — 2,95.

Factor "B": — 0,99.

Factor "C": — 1,08.

Factor "D": — 0,60.

\* Factor "E": — 1,00.

Factor "F": — 1,00.

La solución, de acuerdo con fórmula No. 3, es así: — 60 TPH menos 25% de 60 o 15 TPH dan 45 TPH dividido por  $(2,95 \times 0,99 \times 1,08 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00) = 23,8$  p. 2 de superficie de pantalla. Una pantalla 3'x8' es el tamaño correcto.

### EJEMPLO: NO.3

Para determinar el tamaño de una criba de doble cama bajo las siguientes condiciones: —

1. El material ha ser cribado es piedra triturada.
2. La capacidad ha ser manejada es de 80 toneladas por hora.
3. Las aberturas cuadradas en el piso de arriba son 1".
4. Las aberturas cuadradas en el piso de abajo son 1/4".
5. 20% del 80 TPH es mayor de 1" en el tamaño.
6. Una eficiencia del 96% es requerida.
7. 40% de la materia es menos de la mitad del tamaño del piso de arriba o 1" abertura.

8. Hay un 15% menor a 1/4" de material ser cribado por el piso de abajo; y de este material de 1/4", 10% es menor de la mitad del tamaño de la 1/4" abertura.

9. El sobre tamaño del piso de arriba es retriturado a un tamaño menor de 1" y de vuelta a la criba.

Un problema de este tipo debe ser tratado como dos cálculos separados, uno para el piso de arriba y para uno para el piso de abajo.

La solución es como sigue:—

$$\text{Area} = \frac{80\text{TPH}}{A \times B \times C \times D \times E \times F} = \frac{80\text{TPH}}{2.78 \times 1.02 \times .95 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00} = 29.7 = \text{Pies}^2$$

Superficie de criba requerida para el piso de arriba = 3'×10' criba vibradora  
 Acerca del piso de abajo, encontramos que 15% del total de los 80 TPH debe pasar por el piso de abajo o 12 TPH debe pasar por las aberturas de 1/4". Esto hace el 85% del sobre tamaño en el piso de abajo. La fórmula que se utiliza es la No. 3 y los factores otra vez, nosotros tenemos lo siguiente para el piso de abajo: —

$$\text{Area} = \frac{12\text{TPH}}{A \times B \times C \times D \times E \times F} = \frac{12\text{TPH}}{1.74 \times .50 \times .95 \times .5 \times 1.00 \times .90} = 29.7 = \text{Pies}^2$$

De superficie de criba requerida para el piso de abajo = acerca de pantalla 4'×8'

En problemas como el Ejemplo 3, especialmente donde el piso de abajo tiene una abertura bastante pequeña, se encuentra generalmente que el tamaño del piso de abajo determina el tamaño de la pantalla. En casos como estos donde una plataforma requiere un área más grande que el otro, siempre escoge una pantalla o las pantallas que darán el área más grande para ambas plataformas.

### 3.5 SELECCIÓN DEL DIAMETRO DE LOS ALAMBRES PARA CRIBAS

A – Ligero Mediano: 50-75 lb. Pie3 — Carbón, poco abrasivo.

B - El Medio: 75- 100 lb. pie3 — la Piedra Caliza, la Arena y Cobre con grava.

C- Medio Pesado: 100-120 lb. pie3 — Minerales Medios Abrasivo Moderado.

D — Pesado: 120-140 lb. pie3 — Minerales Pesados — Alto Abrasivo.

Abertura cuadrada despejada	A		B		C		D		Tamaño de material		
	Diámetro	Área abierta	I	II	III						
1/16"	0.035	42.3	0.041	37.0	0.047	33.2	0.063	24.6	1/2"	5/8"	7/8"
3/32" (m8)	0.041	47.6	0.047	45.2	0.063	35.0	0.800	29.6	5/8"	3/4"	1"
1/8"	0.054	48.7	0.072	40.2	0.092	33.4	0.105	29.5	5/8"	3/4"	1"
5/32"	0.063	51.2	0.080	43.5	0.105	36.0	0.120	32.2	3/4"	1"	1 1/4"
3/16" (m4)	0.080	49.1	0.092	45.1	0.120	37.2	0.135	33.8	3/4"	1"	1 1/4"
1/4"	0.105	49.6	0.120	45.6	0.135	42.2	0.148	39.4	1"	1 1/2"	2"
5/16"	0.120	52.2	0.135	48.8	0.148	46.0	0.162	43.4	1 1/2"	2"	2 1/2"
3/8"	0.135	54.1	0.148	51.4	0.162	48.7	0.177	46.1	1 1/2"	2"	2 1/2"
7/16"	0.148	55.8	0.162	53.2	0.177	50.7	0.192	48.3	2"	2 1/2"	3"
1/2"	0.162	57.1	0.177	54.5	0.192	52.2	0.207	49.8	2"	2 1/2"	3"
9/16"	0.162	61.0	0.177	57.6	0.192	55.0	0.225	50.7	2 1/2"	3 1/4"	3 3/4"
5/8"	0.177	60.7	0.192	58.5	0.225	54.0	0.250	51.0	2 1/2"	3 1/4"	3 3/4"
3/4"	0.192	63.4	0.207	61.4	0.250	56.3	0.3125	49.8	3"	3 3/4"	4 1/2"
7/8"	0.207	65.3	0.225	63.3	0.250	60.5	0.3125	54.3	3"	3 3/4"	4 1/2"
1"	0.225	66.6	0.250	64.0	0.3125	58.0	0.375	52.9	3 1/2"	4 1/2"	5 1/4"
1 1/8"	0.225	69.6	0.250	67.0	0.3125	61.0	0.375	55.7	3 1/2"	4 1/2"	5 1/4"
1 1/4"	0.250	69.4	0.3125	64.0	0.375	59.2	0.4375	54.8	4"	5"	6"
1 3/8"	0.250	71.5	0.3125	66.5	0.375	61.6	0.4375	57.5	4"	5"	6"
1 1/2"	0.250	73.4	0.3125	68.5	0.375	64.0	0.500	56.3	4"	5"	6"
1 3/4"	0.3125	71.9	0.375	67.8	0.4375	64.0	0.500	60.5	4 1/2"	5 1/2"	7"
2"	0.3125	74.8	0.375	70.9	0.500	64.0	0.625	58.0	5"	6 1/2"	8"
2 1/4"	0.375	73.4	0.4375	70.1	0.500	66.9	0.625	61.2	5"	6 1/2"	8"
2 1/2"	0.375	75.6	0.4375	72.4	0.500	69.4	0.625	64.0	5"	6 1/2"	8"
2 3/4"	0.375	77.4	0.4375	74.4	0.500	71.6	0.625	66.4	5"	6 1/2"	8"
3"	0.4375	76.2	0.500	73.5	0.625	68.5	0.750	64.0	6"	7 1/2"	9"
3 1/2"	0.4375	79.0	0.500	76.6	0.625	72.0	0.750	67.8	6"	7 1/2"	9"
4"	0.500	79.0	0.625	74.8	0.750	70.9	1.000	64.0	7"	8 1/2"	10"

TABLA 3.22 "DIAMETRO DE LAS MALLAS"

NOTAS: Los diámetros del alambre encontrado son convenientes para el tamaño de material especificado no excediendo lo especificado en la Columna I. Cuando el tamaño de material excede la Columna I, pero no la Columna II, debe especificarse el uso del diámetro más cercano al diámetro más grande del alambre. Cuando excede la Columna II pero no Columna III, aumenta el diámetro de alambre dos tamaños. Moje la criba: Escoja próximo diámetro más grande de alambre. El Plato perforado es recomendado para aperturas más grande que 4". 1/2" de diámetro y el alambre más pequeño proporcionado con orillas enganchadas como uniforme y para barras de tensión de lado. Más grande que 1/2" alambre del diámetro requiere bandeja plana de apoyo y sujetando las tiras. Nuevas cribas proporcionadas normalmente con diámetros de alambre listó como en la Columna C, alambre pesado medio, para el piso de arriba; y superficies de piso de abajo con la Columna media de alambre B. La tela del acero de la primavera es uniforme. El petróleo templado, acero inoxidable, alambre de perfil, o superficies de plataforma de caucho son extras.

TABLA 3.23 Series E.U. y Equivalentes Tyler A.S.T.M. - E - 11 - 61

Designación de cedazo		Abertura de cedazo		diámetro de Alambre Nominal		Criba Tyler Designación Equivalente en Escala
Estándar	Alternativo	mm	in**	mm	in**	
107.6 mm	4.24 in.	107.6	4.24	6.40	0.2520	...
101.6 mm	4 in. (a)	101.6	4.00	6.30	0.2480	...
90.5 mm	3 1/2 in	90.5	3.50	6.08	0.2394	...
76.1 mm	3 in.	76.1	3.00	5.80	0.2283	...
64 mm	2 1/2 in.	64	2.50	5.50	0.2165	...
53.8 mm	2.12 in.	53.8	2.12	5.15	0.2028	...
50.8 mm	2 in.	50.8	2.00	5.05	0.1988	...
45.3 mm	1 3/4 in.	45.3	1.75	4.85	0.1909	...
38.1 mm	1 1/2 in.	38.1	1.50	4.59	0.1807	...
32 mm	1 1/4 in.	32	1.25	4.23	0.1665	...
26.9 mm	1.06 in.	26.9	1.06	3.90	0.1535	1.050 in.
25.4 mm	1 in.	25.4	1.00	3.80	0.1496	...
*22.6 mm	7/8 in.	22.6	0.875	3.50	0.1378	.883 in.
19 mm	3/4 in.	19	0.750	3.30	0.1299	.742 in.
16 mm	5/8 in.	16	0.625	3.00	0.1181	.624 in.
13.5 mm	.530 in.	13.5	0.530	2.75	0.1083	.525 in
12.7 mm	1/2 in.	12.7	0.500	2.67	0.1051	...
*11.2 mm	7/16 in.	11.2	0.438	2.45	0.0965	.441 in.
9.51 mm	3/8 in.	9.51	0.375	2.27	0.0894	.371 in.
8 mm	5/16 in.	8.00	0.312	2.07	0.0815	Malla 2 1/2
6.73 mm	.265 in.	6.73	0.265	1.87	0.0736	Malla 3
6.35 mm	1/4 in.	6.35	0.250	1.82	0.0717	...
*5.66 mm	no. 3 1/2	5.66	0.223	1.68	0.0661	Malla 3 1/2
4.76 mm	no. 4	4.76	0.187	1.54	0.0606	Malla 4
*4 mm	no. 5	4.00	0.157	1.37	0.0539	Malla 5
3.36 mm	no. 6	3.36	0.132	1.23	0.0484	Malla 6
*2.83 mm	no. 7	2.83	0.111	1.10	0.0430	Malla 7
2.38 mm	no. 8	2.38	0.0937	1.00	0.0394	Malla 8
*2 mm	no. 10	2.00	0.0787	0.900	0.0354	Malla 9
1.68 mm	no. 12	1.68	0.0661	0.810	0.0319	Malla 10
*1.41 mm	no. 14	1.41	0.0555	0.725	0.0285	Malla 12
1.19 mm	no. 16	1.19	0.0469	0.650	0.0256	Malla 14
*1 mm	no. 18	1.00	0.0394	0.580	0.0228	Malla 16
841 micras	no. 20	0.841	0.0331	0.510	0.0201	Malla 20
*707 micras	no. 25	0.707	0.0278	0.450	0.0177	Malla 24
595 micras	no. 30	0.595	0.0234	0.390	0.0154	Malla 28
*500 micras	no. 35	0.500	0.0197	0.340	0.0134	Malla 32
420 micras	no. 40	0.420	0.0165	0.290	0.0114	Malla 35
*354 micras	no. 45	0.354	0.0139	0.247	0.0097	Malla 42
297 micras	no. 50	0.297	0.0117	0.215	0.0085	Malla 48
*250 micras	no. 60	0.250	0.0098	0.180	0.0071	Malla 60
210 micras	no. 70	0.210	0.0083	0.152	0.0060	Malla 65
*177 micras	no. 80	0.177	0.0070	0.131	0.0052	Malla 80
149 micras	no. 100	0.149	0.0059	0.110	0.0043	Malla 100
*125 micras	no. 120	0.125	0.0049	0.091	0.0036	Malla 115
105 micras	no. 140	0.105	0.0041	0.076	0.0030	Malla 150
*88 micras	no. 170	0.088	0.0035	0.064	0.0025	Malla 170
74 micras	no. 200	0.074	0.0029	0.053	0.0021	Malla 200
*63 micras	no. 230	0.063	0.0025	0.044	0.0017	Malla 250
53 micras	no. 270	0.053	0.0021	0.037	0.0015	Malla 270
*44 micras	no. 325	0.044	0.0017	0.030	0.0012	Malla 325
37 micras	no. 400	0.037	0.0015	0.025	0.0010	Malla 400

\* Estos cedazos corresponden a esos diámetros propuestos como especificación de uno Estándar Internacional (ISO). Es recomendado que donde sean posibles estos cedazos sea incluido en todos los datos del análisis de la misma o informes para la publicación internacional.

\*\* En medidas con Decimales se especificaron los equivalentes aproximados.

(a) Estos cedazos no están en la cuarta raíz de 2 Serie, pero ellos han sido incluidos porque son de uso común.

### 3.6 CRIBA VIBRO-KING

La Criba Vibro-King es una criba Telsmith inclinada para trabajo pesado que puede manejar una variedad de aplicaciones que escalpa detrás de trituradoras primarias grandes a calibrar final hacia abajo a 16 gama de la malla. Las cribas inclinadas son las populares en diseño para el uso en plantas inmóviles o en donde el espacio para la cabeza no es un factor restrictivo. Las Cribas Vibro-King de Telsmith son construidas en un solo túnel, son estilo de cojinete con patentado retractando contrapesos para empezar y para más lisos en tamaño de 5'×16' y 6'×16' solas, dos o tres configuraciones de plataforma. Cuatro cojinete, dos túnel, dos motriz, Cribas Vibro-King programadas con contrapesos fijos son construidas en tamaño de 7'×20' y 8'×24' en solo, dos o tres los diseños de plataforma.

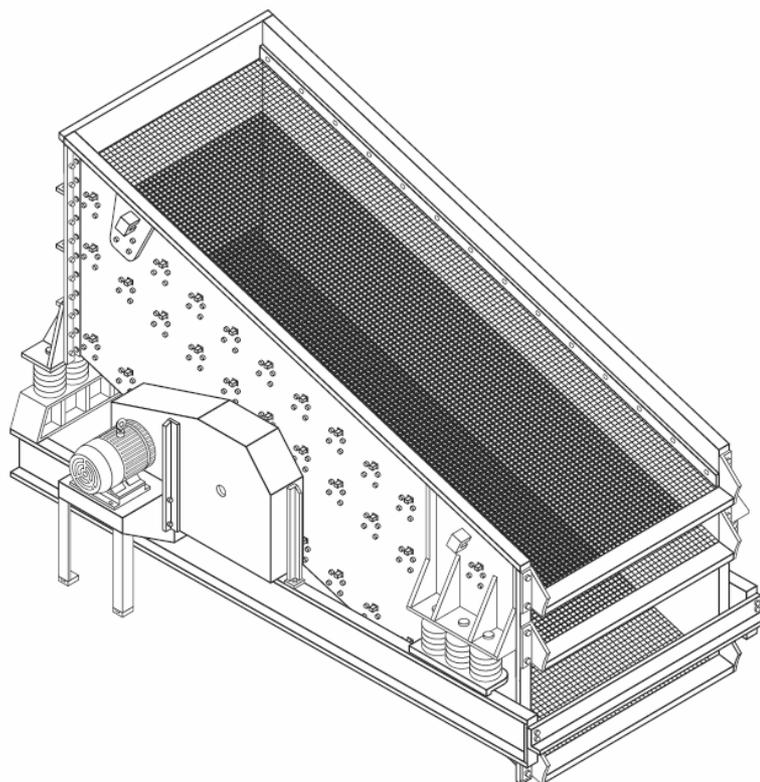


FIGURA 3.9 “ESQUEMA DE CRIBA VIBROKING”

TABLA 3.24 ESPECIFICACIONES DE CRIBA VIBRO-KING

Tamaño de criba ancho x largo pie (mm)	No. De Plataformas	Polea de la Criba RPM (NOTA 1)	Tamaño de la Unidad Vibradora (NOTA 2)	HP de 1800 RPM motor eléctrico (NOTA 3)	Peso del Grosor de la criba seca en lbs. Aproximadamente	Peso de exportación de la criba seca en lbs. Aproximadamente	Numero de rociadores
5' x 16' (1524x4877)	S	600- 1,050	32 M	20	9,175	4,162	20
	D			20	11,700	5,307	35
	T			25	14,250	6,464	55
6' x 16' (1829x4877)	S	600- 1,050	32 M	20	10,550	4,785	24
	D			20	127,500	5,783	42
	T			25	15,450	7,008	66
6' x 20' (1829x6096)	S	600- 1,050	32 M Gemelo	2-30	18,800	8,528	30
	D				19,500	8,845	52
	T				24,900	11,295	84
7' x 20' (2134x6096)	S	600- 1,050	32 M Gemelo	2-30	22,050	10,002	35
	D				22,900	10,387	63
	T				29,200	13,245	98
8' x 20' (2439x6096)	S	600- 1,050	32 M Gemelo	2-30	25,300	11,476	72
	D				26,250	11,907	96
	T				33,500	15,196	112
8' x 24' (2439x7315)	S	600- 1,050	32 M Gemelo	2-30	28,900	13,109	45
	D			2-30	29,650	13,449	96
	T			2-40	37,300	16,919	144

NOTA 1: Consulte la fábrica para RPM apropiada y la combinación del golpe.

NOTA 2: 7' & 8' cribas anchas utilizan dos 32M que vibra las unidades emparejadas por un cinturón de tiempo.

NOTA 3: 7' & 8' cribas anchas utilizan dos manejan los motores. Un motor maneja cada túnel.

### 3.7 CRIBAS HORIZONTALES

Las Pantallas horizontales son utilizadas donde el espacio es limitado para la cabeza, estas plantas funcionan como portátiles y/o sólo una cantidad mínima de agua puede ser llevada para una sola aplicación que se aclara, es permitida. Las Pantallas horizontales están disponibles en el doble o sea triplica configuraciones de plataforma en tamaño de 5' × 14' a 8' × 20'.

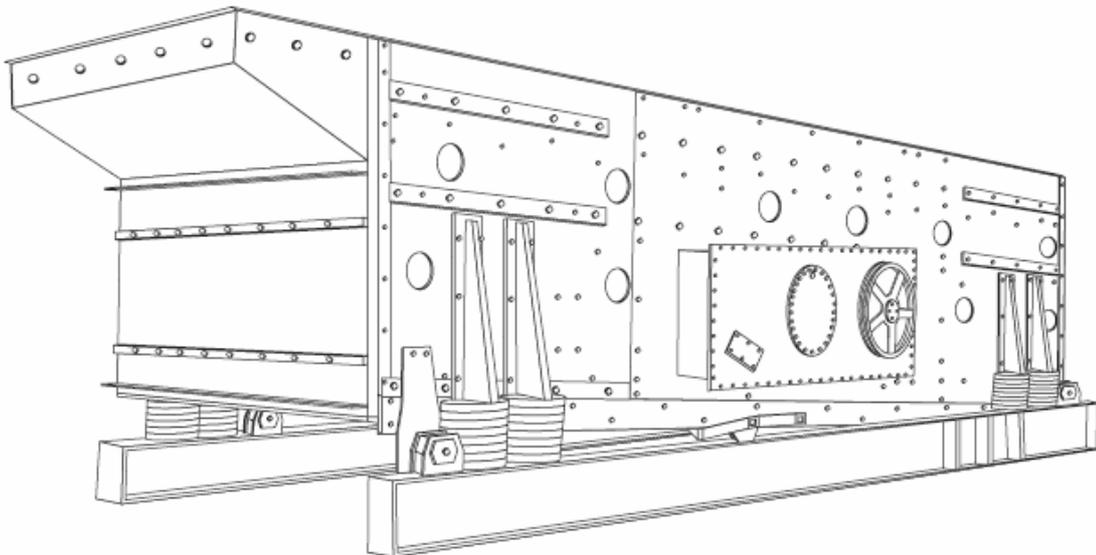


FIGURA 3.10 “CRIBAS HORIZONTALES”

TABLA 3.25 ESPECIFICACIONES DE CRIBA HORIZONTAL

Tamaño de criba ancho x largo pie (mm)	No. De Plataformas	Polea de la Criba RPM (NOTA 1)	HP de 1200 RPM motor eléctrico	Peso del Grosor de la criba seca en lbs. Aproximadamente	Peso de exportación de la criba seca en lbs. Aproximadamente	Contenido cúbico en pie <sup>3</sup> aproximadamente NOTA 2	Peso del Grosor de la criba seca en kilos	Peso de exportación de la criba seca en kilos
5' x 14' (1524x4267)	2	675-875	25	11,500	11,750	552	5,216	5,330
	3		25	14,000	14,250	712	6,350	6,464
5' x 16' (1524x4877)	2	675-875	25	12,500	12,750	650	5,650	5,795
	3		30	15,300	15,550	825	6,940	7,095
6' x 16' (1829x4877)	2	675-875	30	15,100	15,400	754	6,849	7,000
	3		40	19,100	19,485	965	8,664	8,860
6' x 20' (1829x6096)	2	675-875	40	19,100	19,485	1,070	8,664	8,860
	3		40	22,700	23,155	1,330	10,297	10,525
7' x 20' (2134x6096)	2	675-875	50	21,500	21,930	1,150	9,752	9,970
	3		50	22,500	26,010	1,480	11,567	11,825
8' x 20' (2439x6096)	2	675-875	50	25,400	25,900	1,260	11,521	11,748
	3		50	29,100	29,600	1,630	13,200	13,426

NOTA 1: la velocidad de polea de la criba (RPM) es dependiente en la aplicación. Refiérase al dibujo certificado de la instalación o consulte la fábrica para la velocidad verdadera.

NOTA 2: Contenido Cúbico esta basado en la caja de partes enviada entre el fondo y plataforma central e incluye el motor eléctrico opcional.

## CAPITULO 4. BASES, SUB-BASES, CARPETAS Y SELLO 3-A

### 4.1 DEFINICION

Son capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyen sobre la sub-rasante y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en estas.

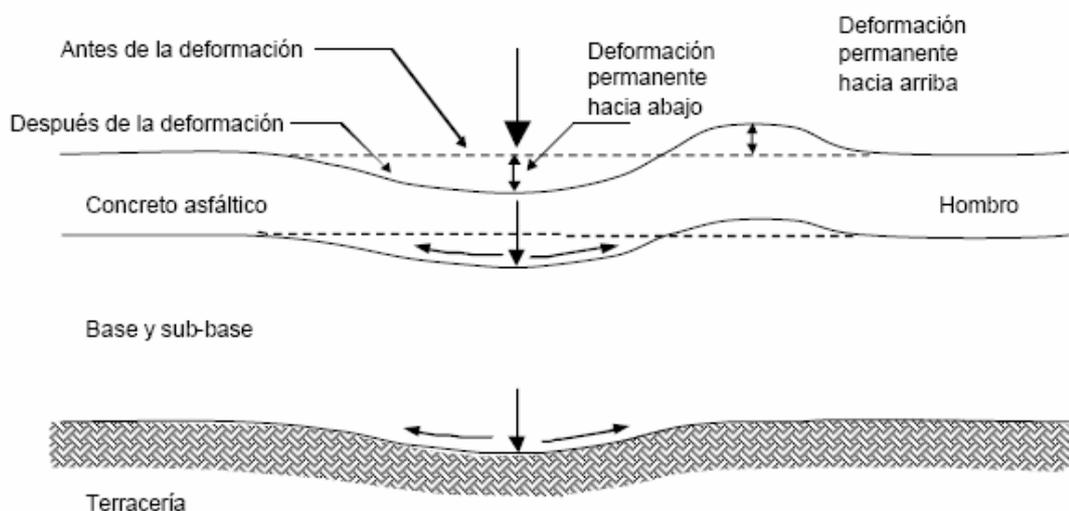


FIGURA 4.1 “DEFORMACION EN EL PAVIMENTO”

## 4.2 CARACTERISTICAS DE BASES Y SUB-BASES

De acuerdo con el criterio usado en la actualidad se tiene que para carreteras con un tránsito menor a 1000 vehículos pesados como tránsito diario inicial, se recomienda que el espesor de la bases sea de 12 cm. Y cuando el tránsito sea mayor, se recomienda que el espesor mínimo sea de 15cm. Para las sub-bases la SCT recomienda un espesor mínimo de 10 cm.

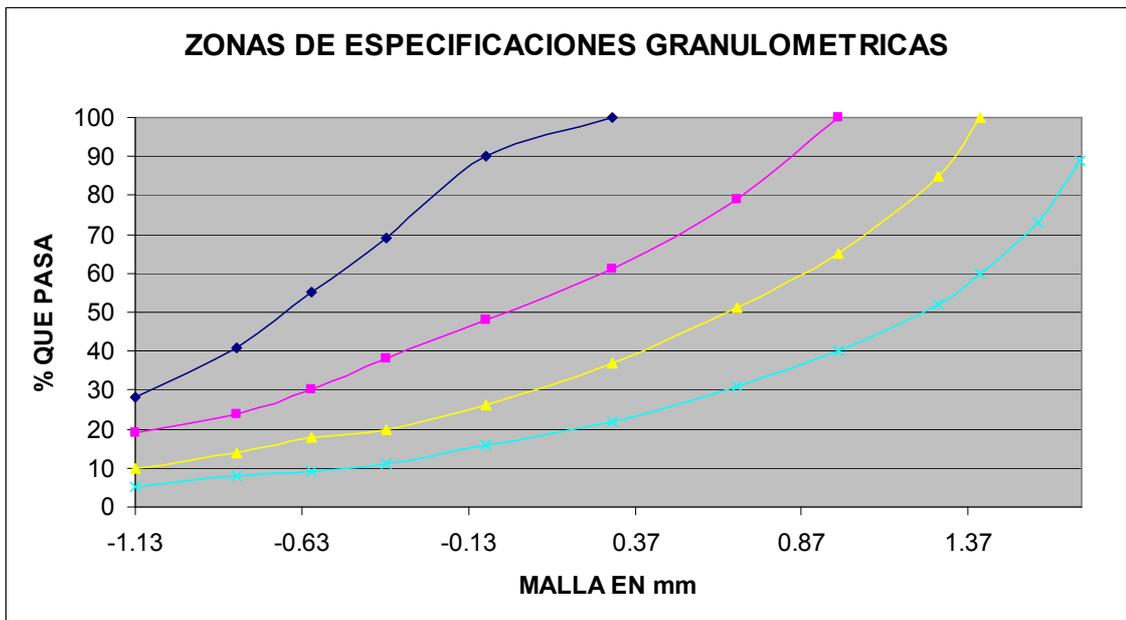


FIGURA 4.2 “ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS”

## 4.3 LAS FUNCIONES DE ESTAS CAPAS

**SUB-BASE.** Cumple una cuestión de economía ya que ahorra dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base (no siempre se emplea en el pavimento), impide que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad y evitar que el pavimento sea absorbido por la sub-rasante. Deberá transmitir en forma adecuada las cargas a las terracerías.

*BASE*. Es la capa que recibe la mayor parte de las cargas producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores. El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales. En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (valor relativo de soporte) adecuado a especificaciones y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

#### **4.4 MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE**

Los materiales para sub-base y base estarán sujetos a los tratamientos mecánicos que lleguen a requerir para cumplir con las especificaciones adecuadas, siendo los más usuales: la eliminación de desperdicios, el disgregado, el cribado, la trituración y en algunas ocasiones el lavado, los podemos encontrar en cauces de arroyos de tipo torrencial, en las partes cercanas al nacimiento de un río y en los cerros constituidos por rocas andesíticas, basálticas y calizas. Es de gran importancia conocer el tipo de

terreno con el que se va a trabajar ya que en base a esto se elige el tipo de maquinaria y el personal suficiente para trabajar en forma adecuada. El material que se manda del banco para efectuar el análisis correspondiente, deberá traer las etiquetas adecuadas y al llegar a laboratorio se le efectuará un secado, su disgregación y se le cuarteará. En pavimentos se realizan básicamente 3 tipos de ensayos que serán para clasificar el suelo, para controlar la obra y para proyectar el espesor y los porcentajes óptimos de aglutinante de las diferentes capas que se enlistan a continuación:

#### **4.4.1 TERRAPLEN.**

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, límites de Atterberg
- Control. Peso volumétrico seco máximo y grado de compactación

#### **4.4.2 SUB-RASANTE**

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, límites de Atterberg.
- Control. Peso volumétrico seco máximo y grado de compactación.
- Diseño. VRS, cuerpo de ingenieros de los EU y prueba de placa.

#### **4.4.3 BASE Y SUB-BASE.**

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, límites de Atterberg
- Control. Valor cementante, índice de durabilidad, PVSM, GC, equivalente de arena y expansión, adherencia con asfalto. Diseño. Prueba de placa, VRS, y cuerpo de ingenieros.

#### 4.4.4 CARPETA ASFÁLTICA

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, límites de Atterberg.
- Control. Adherencia con asfalto, equivalente de arena, intemperismo, forma de la partícula, desgaste, densidad y absorción. Todas las pruebas que se realizan a los asfaltos.
- Diseño. Marshall, HUEEM, compresión simple.

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA	
3 in.	76.1 mm
2 1/2 in.	64 mm
2 in.	50.8 mm
1 1/2 in.	38.1 mm
1 in.	25.4 mm
3/4 in.	19 mm
1/2 in.	12.7 mm
3/8 in.	9.51 mm
1/4 in.	6.35 mm
no. 4	4.76 mm
no. 8	2.38 mm
no. 10	2 mm
no. 20	0.841 mm
no. 40	0.42 mm
no. 60	0.25 mm
no. 100	0.149 mm
no. 200	0.074 mm

TABLA 4.1 "ABERTURA DE MALLAS"

#### 4.5 DESCRIPCION DE LA CARPETA ASFÁLTICA.

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, las principales características que debe cumplir el pétreo son las siguientes: a) un diámetro menor de una pulgada y tener una granulometría

adecuada, b) deberá tener cierta dureza para lo cual se le efectuarán las pruebas de *desgaste ( Prueba de los ángeles), intemperismo acelerado, densidad y durabilidad*. C) la forma de la partícula deberá ser lo más cúbica posible, recomendamos no usar material en forma de laja o aguja pues se rompen con facilidad alterando la granulometría y pudiendo provocar fallas en la carpeta, se efectuarán pruebas de equivalente de arena ya que los materiales finos en determinados porcentajes no resultan adecuados.

En las mezclas asfálticas, es de gran importancia conocer la cantidad de asfalto por emplearse, debiéndose buscar un contenido óptimo; ya que en una mezcla este elemento forma una membrana alrededor de las partículas de un espesor tal que sea suficiente para resistir los efectos del tránsito y de la intemperie, pero no debe resultar muy gruesa ya que además de resultar antieconómica puede provocar una pérdida de la estabilidad en la carpeta, además este exceso de asfalto puede hacer resbalosa la superficie, para calcular este óptimo se tienen las pruebas de compresión simple para mezclas en frío, la prueba Marshall para muestras en caliente y la prueba de Hveem.

Para conocer la adherencia entre el pétreo y el asfalto se pueden utilizar pruebas de desprendimiento por fricción, pérdida de estabilidad o bien, cubrimiento por el método inglés; en caso de que las características del pétreo no sean aceptables, se pueden lavar o bien usar un estabilizante para cambiar la tensión superficial de los poros.

El tipo y espesor de una carpeta asfáltica se elige de acuerdo con el tránsito que va a tener por ese camino, tomando en cuenta el siguiente criterio:

Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta	
Mayor de 2000 ve/día	Mezcla en planta de 7.5cm de espesor mínimo	compactos
1000 a 2000	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5cm	compactos
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5cm como mínimo	compactos
Menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple.	

TABLA 4.2 "CRITERIO DE TRANSITO"

#### 4.5.1 TIPOS DE CARPETAS ASFALTICAS

Son tres los tipos de carpetas asfálticas más usados en el país:

1. Por riegos.
2. Mezclas en el lugar.
3. Concretos asfálticos.

#### CARPETAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS

Las carpetas por riegos consisten en una serie de capas sucesivas de productos asfálticos y pétreos sobre la base impregnada. La forma de construir las carpetas por riegos es la siguiente:

Sobre la base impregnada, se da un primer riego de producto asfáltico que se cubre con un riego del material pétreo grueso; por medio de una compactadota de rodillo liso de 10 toneladas, se acomoda y se hacen tres cubrimientos de la superficie. En seguida, se repite toda la operación, solo que el material pétreo debe ser de dimensiones menores que el usado antes.

Especificaciones granulométricas para materiales pétreos que se empleen en carpetas asfálticas por el sistema de riegos o para riegos de sello

denominación del material pétreo	Por ciento que pasa la malla										
	50.8 mm (2")	38.1 mm (1 1/2")	32.0 mm (1 1/4")	25.4 mm (1)	19.0 mm (3/4")	12.7 mm (1/2")	9.51 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")	4.76 mm (num. 4)	2.38 mm (num. 8)	0.429 mm (num. 40)
1			100	95 min.		5 max.		0			
2					100	95 min.		5 max.		0	
3-A						100	95 min.			5 max.	0
3-B						100	95 min.			5 max.	0
3-E						100	95 min.		5 max.	0	

TABLA 4.3 "ESPECIFICACIONES GRANULOMÉTRICAS PARA MATERIALES PÉTREOS"

Carpeta	Materiales	1ª. Capa (1/m <sup>2</sup> )	2ª. Capa (1/m <sup>2</sup> )	3ª. Capa (1/m <sup>2</sup> )
3 riegos	Cemento asfáltico pétreo	0.6 – 1.1 # 1: 20-25	1.1 – 1.4 # 2: 8-12	0.7 – 2.0 #3: 6-8
2 riegos	Cemento asfáltico pétreo	0.6 – 1.0 #2: 8-12	0.8- 1.1 #3: 6-8	—
1 riego	Cemento asfáltico pétreo	0.6-1.1 #3: 8-11	—	—

TABLA 4.4 "CANTIDAD DE MATERIAL PETREO Y CEMENTO ASFALTICO"

La tabla 4.4 muestra las cantidades de material pétreo y cemento asfáltico que se recomiendan para construir carpetas por el sistema de riegos. Para conocer la cantidad de asfalto rebajado o emulsificado, la cantidad aceptada de cemento asfáltico se divide entre el porcentaje de este material contenido en el producto asfáltico y es el resultado de una prueba de destilación.

#### CARPETAS ASFALTICAS DE MEZCLAS EN EL LUGAR O EN FRIO

Para elaborar las mezclas asfálticas en el lugar, se utilizan materiales pétreos de granulometría continua; las normas establecen dos zonas que se muestran en la figura 4.5; la granulometría del pétreo debe tener una forma similar a la que marcan las fronteras entre zonas. El material pétreo se mezcla

a la temperatura ambiente y es factible utilizar en la mezcla: rebajado asfáltico FR-3 (que se calienta a la temperatura adecuada) o emulsión de fraguado medio; asimismo, la mezcla se puede efectuar con motoconformadoras o mezcladoras semifijas.

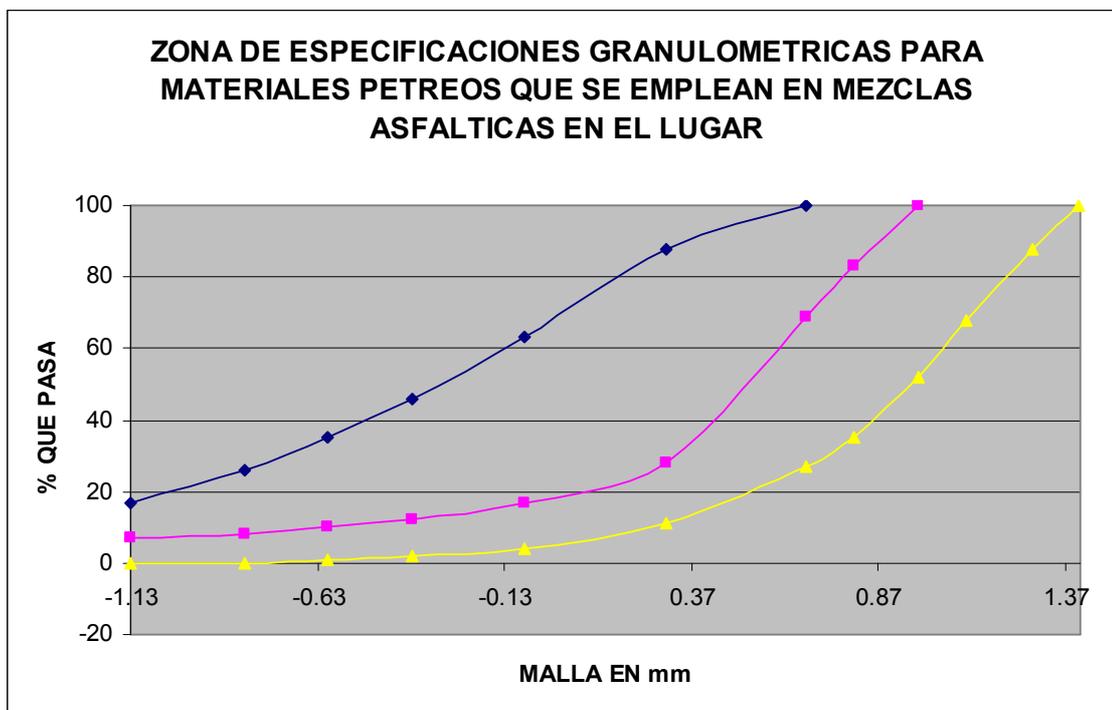


FIGURA 4.3 “GRAFICOS DE ZONAS PARA MEZCLAS ASFALTICAS EN EL LUGAR”

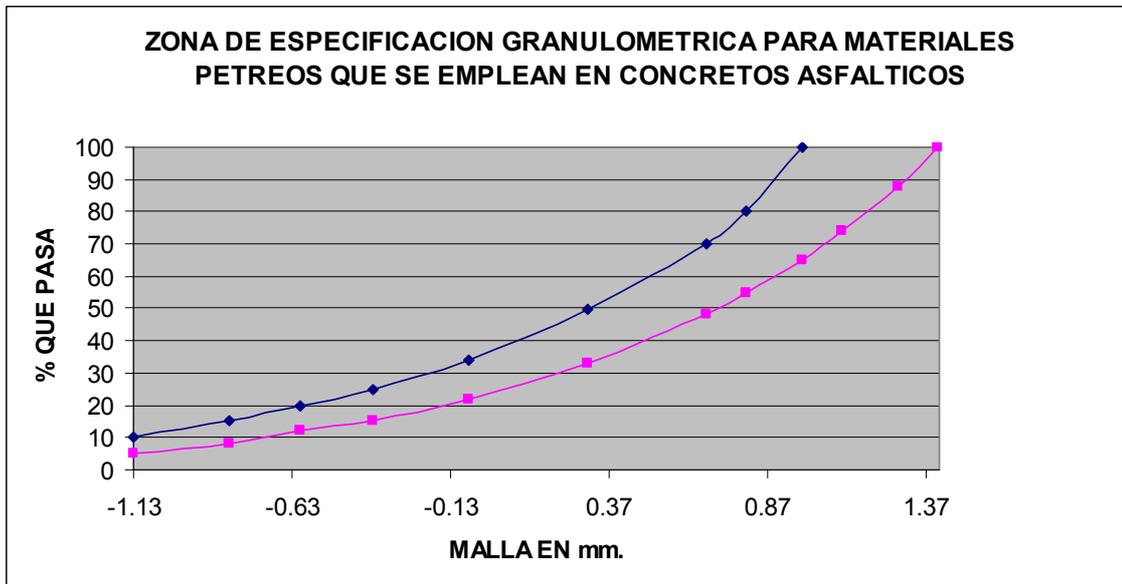
#### CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO

Las carpetas de concreto asfáltico son mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico. Como este último es sólido a temperatura ambiente, es necesario calentarlo en una planta hasta  $140^{\circ}\text{C}$ ; por consiguiente, el material pétreo se también se calienta, a la temperatura de  $160^{\circ}\text{C}$ .

Debido a las características del cemento asfáltico, este tipo de carpetas tiene propiedades elásticas, con ruptura de tipo frágil y de poca resistencia, principalmente a temperaturas bajas. Este tipo de carpetas no debe construirse sobre bases naturales con módulos de elasticidad bajos que puedan tener

deformaciones por la acción del tránsito, sino que es preciso construirlas sobre bases rigidizadas con la cal hidratada o cemento Pórtland, o sobre bases asfálticas.

En general, el material pétreo que utiliza en este caso es roca triturada de basalto, andesina o reolita, aunque también puede provenir de bancos de grava-arena, minas y playones de río o arroyo; de estos dos últimos tipos conviene que tengan bastante desperdicio por triturar, pues muchas veces son materiales redondeados, y la mezcla no pasa por las normas de resistencia; pero al triturarlos se producen superficies rugosas que mejoran su calidad.



FIGURAS 4.4 "GRAFICO DE ZONA PARA CONCRETOS ASFALTICOS"

#### 4.5.2 REBAJADOS ASFALTICOS

Con el fin de poder trabajar con el cemento asfáltico a temperaturas menores, es necesario fluidicarlo; para ello se producen los concretos asfálticos rebajados y las emulsiones asfálticas.

Los rebajados asfálticos se fabrican diluyendo el concreto asfáltico en gasolina, tracto Lina (también conocida como petróleo diáfano), diesel o aceites ligeros.

En el primer caso se obtienen los rebajados de fraguado rápido, denominado FR; en el segundo caso, los rebajados de fraguado medio FM; y, por último, los de fraguado lento FL. Todos estos se pueden producir con diferentes proporciones de cemento asfáltico (de 50 a 80%) y los correspondientes solventes o “fluxes” (de 50 a 20%). De esta manera, hay cinco tipos de rebajado, que se numeran del 0 al 4; los que tienen gran cantidad de cemento asfáltico son los de mayor denominación y esta disminuye a medida que aumenta el contenido de solventes. Así, existe FR del 0 al 4, FM del 0 al 4 y FL del 0 al 4 (FL -0, FL -1, FL -4).

Para realizar las mezclas con los agregados pétreos y los cementos o los rebajados asfálticos, es necesario que los primeros estén bien secos, pues de otra manera no hay adherencia con el asfalto.

#### **4.5.3 EMULSIONES ASFALTICAS**

Para tener un producto asfáltico que se pueda aplicar o mezclar con pétreos húmedos, se fabrican las emulsiones asfálticas, en las que el cemento asfáltico se suspende en agua, por medio de un emulsificante y un estabilizador. De acuerdo con el emulsificante usado, se producen emulsiones

aniónicas y cationicas; estas últimas resisten mayores humedades en los pétreos. Las emulsiones también son de fraguado rápido, medio y lento conforme el porcentaje de cemento asfáltico y tiempo de rompimiento.



FIGURA 4.5 “CARPETA ASFALTICA”

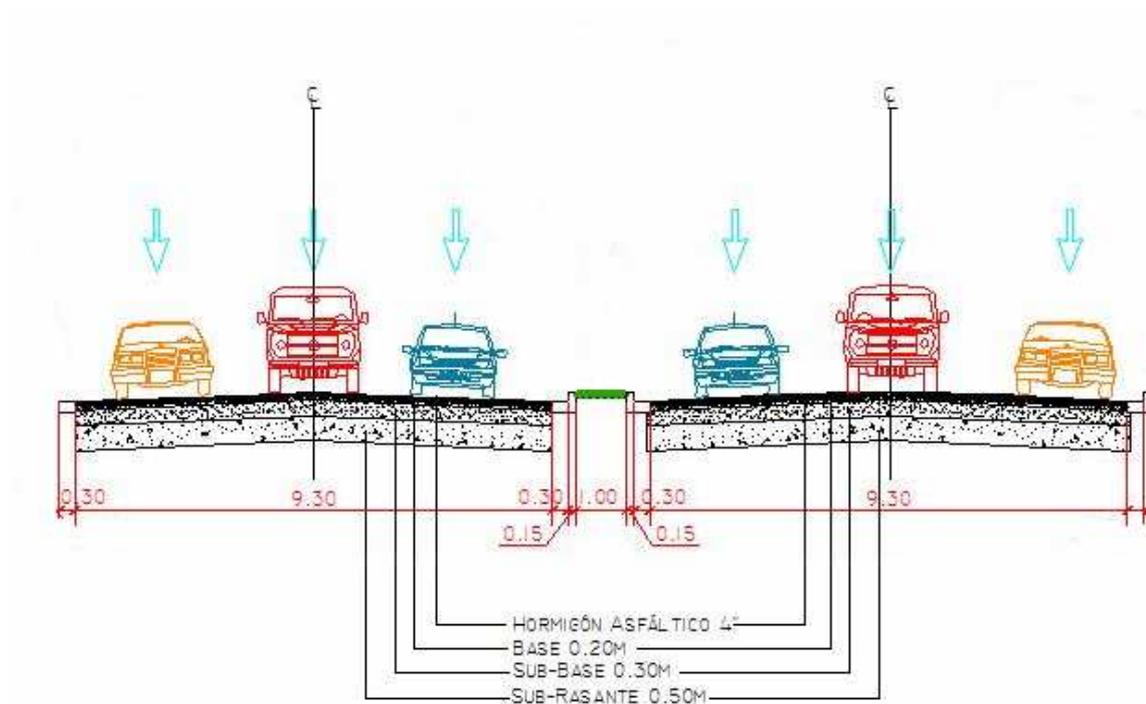


FIGURA 4.6 “SECCIONES DE UNA AVENIDA (CORTE)”

## CAPITULO 5. PROBLEMA PRACTICO

En este capítulo se desarrollara un problema práctico desde que sale el material de río hasta que se convierte en material para sello.

Como apreciamos en los capítulos 2.6 y 2.7 una vez extraído el material del río, este se puede acopiar en patio o llegar a depositar directamente en el alimentador vibratorio.



FIGURA 5.1 “ALIMENTADO DIRECTO Y ALIMENTADO DE ACOPIO”

Una vez estando en el alimentador grizzly, este como su nombre lo dice alimenta al equipo primario, que este caso es un 30” x 42” que es el mas



una banda recolectora pasa por debajo de la criba del alimentador y de la salida de material de la quebradora de mandíbula, esto quiere decir que las 67.5 toneladas mas 270 toneladas trituradas nos dan el total de material que puede producir nuestro primario que son 337.5 toneladas por hora, en otras palabras lo que entra sale.

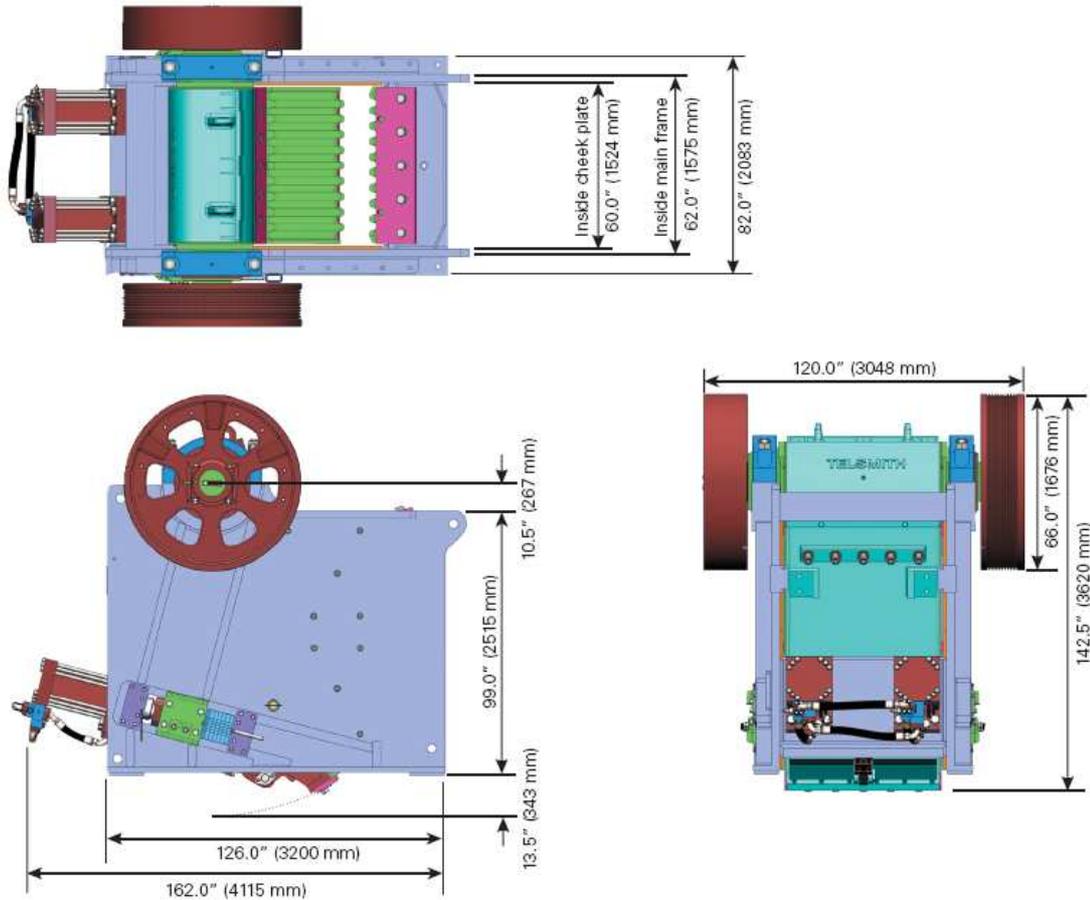


FIGURA 5.3 "ESQUEMA QUEBRADORA DE MANDIBULA"

Para poder transportar las 337.5 tph. Se usara la siguiente banda:

BANDA  
RECOLECTORA

DATOS TABLA 3.2	
BANDA	36"
ALTURA	14"
VELOCIDAD	40 PPM
CAPACIDAD	350 TPH

350>337.5

La banda transportadora escogida puede satisfacer la cantidad de material producido por el primario, esta banda llevara el material al secundario una quebradora de cono 489S para producir material de base que es de 1 ½" o menor y material de sub-base que es de 2" o menor sobre un alimentadora KOLMAN modelo UL. El excedente de material se puede almacenar aun lado, y después acomodado con un bulldozer. (Los alimentadores KOLMAN son capaces de tener una gran cantidad de material almacenado sobre de ellos)



FIGURA 5.4 "ALIMENTADOR KOLMAN CON BANDA"

QUEBRADORA DE CONO 489S

MATERIAL

2" -----> 0  
1 1/2" -----> 0

DATOS TABLA 3.10 PRODUCCION 200 TPH 215 TPH
--

200 < 337.5 215 < 337.5
----------------------------

La producción del primario 30" x 42" satisface por completo las necesidades del secundario 489S, la diferencia como antes se había mencionado se almacena.

El material para base y sub-base será cribado por la criba VIBRO-KING. Para determinar la capacidad en TPH puede ser pasado por una criba vibratoria de 6' x 8' bajo las siguientes condiciones: —

1. El material ha ser cribado es grava ordinaria.
2. La tela de la criba tiene 2" o 1 ½" apertura cuadrada, dependiendo que material se quiera producir.
3. 20% del material ha ser cribado es mayor a 2" o 1 ½" o hay 20% de sobre tamaño.
4. El cribado deseado debe ser con eficiencia del 90%.
5. 58% del material ha ser cribado es menos que la mitad del tamaño de la apertura de la criba. Es decir, la mitad del material ha ser cribado es menos de 2" o 1 ½" del tamaño.
6. La investigación será hecha en seco, o como la grava viene del banco. No se utilizara agua.
7. Una sola plataforma será utilizada.

Refiriéndose a las tablas de la capacidad y el factor en las páginas anteriores nosotros escogemos los factores siguientes: —

Factor "A": —grava con 2" o 1 ½" de abertura cuadrada—4.12 o 3.63 (Tabla 3.20)

Factor "B": — 20% de sobre tamaño— 1.02. (Tabla 3.20)

Factor "C": — 90% de eficiencia—1.15.

Factor "D": — menos del 58% de la mitad del tamaño de abertura —1.04 (Tabla 3.21).

\* Factor "E": — cribado Seco—1.25 (Tabla 3.21)

Factor "F": — Dos Cribas en la plataforma —0.90 (Tabla 3.21)

Para material de 2" la solución, de acuerdo con fórmula No. 1, es el área de la tela de la criba multiplicada por todos los factores, o  $6' \times 8' = 48$  Pies

cuadrados de toneladas de área  $\times 4.12 \times 1.02 \times 1.15 \times 1.04 \times 1.25 \times 0.90 =$  271 toneladas por hora.

Para material de 1 ½" la solución, de acuerdo con fórmula No. 1, es el área de la tela de la criba multiplicada por todos los factores, o  $6' \times 8' = 48$  Pies cuadrados de toneladas de área  $\times 3.63 \times 1.02 \times 1.15 \times 1.04 \times 1.25 \times 0.90 =$  239 toneladas por hora

#### CRIBA VIBRO-KING

271 > 200

239 > 215

Ambos materiales de base y sub-base serán almacenados de forma separada y esto se hace por medio de la banda transportadora ya que se puede mover en diferentes posiciones por medio de ruedas.

La capacidad de la criba satisface la entrada de material que proviene del cono 489S.



FIGURA 5.5 "CRIBA VIBRO-KING"

Para la producción de material de carpeta y de sello 3-A consistirá en usar nuevamente nuestro primario solo que ahora la producción será de material de 3 ½" y no de 6" como se hizo anteriormente.

El Material de 3 ½" será llevado a los equipos 48FC y 36 FC, ambos equipos son quebradoras de cono, que son los que nos darán las especificaciones requeridas para material de carpeta y sello 3-A.

QUEBRADORA 30" X 42"		DATO TABLA 3.7
PRODUCCION DE 3 1/2" TPH DE PROMEDIO		183-273 228

Confirmamos que la banda también cumple:

BANDA RECOLECTORA	DATOS TABLA 3.2
	BANDA 36"
	ALTURA 10"
	VELOCIDAD 40 PPM
	CAPACIDAD 250 TPH
	250>228

El material de 3 ½" y mayor a 2 ½" será transportado por dos bandas recolectoras a los dos equipos ya mencionados.

QUEBRADORA DE CONO 48FC TAZON MEDIANO	DATOS TABLA 3.12
	ABERTURA 5/16"
CARPETA	PRODUCCION 3/4"
	155 TPH
	228>155

QUEBRADORA DE CONO 36FC TAZON MEDIANO	DATOS TABLA 3.12
	ABERTURA ¼"
SELLO	PRODUCCION 1/2"
	52 TPH
	228> 52

Los materiales excedentes serán almacenados.

Ambas bandas recolectoras satisfacen a los dos equipos terciarios, después se pasa el material a la criba horizontal.

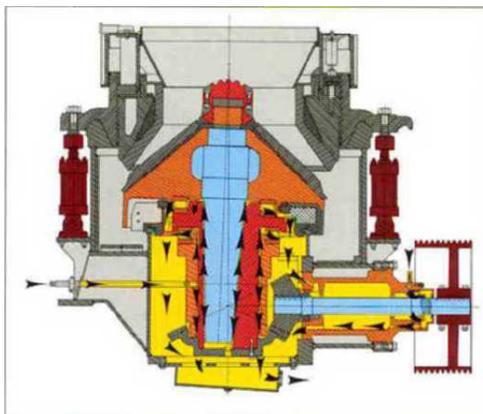


FIGURA 5.6 “ESQUEMA DE QUEBRADORA DE CONO”

Una vez triturado el material de los conos calcularemos la capacidad de la criba horizontal:

Para determinar la capacidad en TPH puede ser pasado por una criba-vibratoria de 6' × 10' bajo las siguientes condiciones: —

1. El material ha ser cribado es grava ordinaria.
2. La tela de la criba tiene 3/4" o 7/8" apertura cuadrada, dependiendo que material se quiera producir.
3. 23% del material ha ser cribado es mayor a 3/4" o 7/8" o hay 20% de sobre tamaño.
4. El cribado deseado debe ser con eficiencia del 90%.
5. 7% del material ha ser cribado es menos que la mitad del tamaño de la apertura de la criba. Es decir, la mitad del material ha ser cribado es menos de 3/4" o 7/8" del tamaño.
6. La investigación será hecha en seco, o como la grava viene del banco. No se utilizara agua.

7. Dos plataformas serán utilizada.

Refiriéndose a las tablas de la capacidad y el factor en las páginas anteriores nosotros escogemos los factores siguientes: —

Factor "A": —grava con 3/4" o 7/8" de abertura cuadrada—3.03 o 3.23 (Tabla 3.20)

Factor "B": — 23% de sobre tamaño— 1.00 (Tabla 3.20)

Factor "C": — 90% de eficiencia—1.15.

Factor "D": — menos del 23% de la mitad del tamaño de abertura — .66 (Tabla 3.21).

\* Factor "E": — cribado Seco—1.30 (Tabla 3.21)

Factor "F": — Dos Cribas en la plataforma —0.90 (Tabla 3.21)

Para material de 3/4" la solución, de acuerdo con fórmula No. 1, es el área de la tela de la criba multiplicada por todos los factores, o  $6' \times 10' = 60$  Pies cuadrados de toneladas de área  $\times 3.03 \times 1.00 \times 1.15 \times 0.66 \times 1.30 \times 0.90 =$  161 toneladas por hora.

Para material de 7/8" la solución, de acuerdo con fórmula No. 1, es el área de la tela de la criba multiplicada por todos los factores, o  $6' \times 10' = 60$  Pies cuadrados de toneladas de área  $\times 3.23 \times 1.00 \times 1.15 \times 0.66 \times 1.30 \times 0.90 =$  132 tph



FIGURA 5.7 "CRIBA HORIZONTAL"

El material que no tenga la granulometría especificada será reenviado al cono para volver a triturar, esta acción se le llama triturado de circuito cerrado.

### 5.1 ORDEÑAS

En las gravas arenas de río generalmente al triturarse tienen un exceso de material de la malla No.4 a la No. 40, conocida como “panza”, para componer la curva granulométrica del material triturado y quede dentro de los límites superior e inferior de proyecto se utiliza un método vulgarmente conocido como “ordeña” que equivale a quitar el material excedente en algunos tamaños de la curva granulométrica.

Generalmente se utiliza de 4 pisos, de preferencia por su efectividad de tipo horizontal (puede ser inclinada).

En los pisos 2 y 3 se coloca malla de tamaño de  $\frac{1}{4}$ " y en el piso 3 parte de la malla de la criba No. 40 y otra del No. 60.

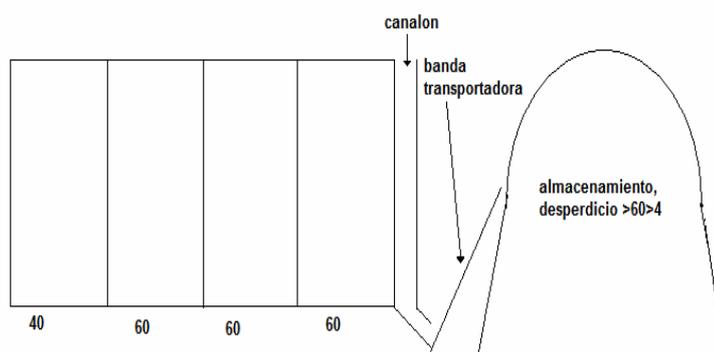


FIGURA 5.8 “ESQUEMA DE ORDEÑA”

En este ejemplo la cama de cribado esta formado por 4 secciones de criba de los cuales son 3 del número 60 y 1 del número 40.

Dependiendo del porcentaje del material que quiera quitar se variara el área de criba del numero 60. Si el área es mayor se retendrá mas material y dicho material caerá aun canalón y a una banda transportadora de almacenamiento, se checa la granulometría del material producido y se vera si ya se corrigió la curva granulométrica del material, en caso contrario se modificara el porcentaje de área de las mallas 60 y 40.



FIGURA 5.9 “EJEMPLO DE UN SISTEMA COMPLETO”

## REFERENCIAS

### CAPITULO 1. ANTECEDENTES

1. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), traducción hecha por Enrique Vázquez Ziaurriz

### CAPITULO 2. DESARROLLO

1. Hebert L. Nichols, Jr., Movimiento de tierras, Manual de excavaciones, traducción de la segunda edición en inglés, Compañía Editorial Continental, S.A. 1969.
2. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), traducción hecha por Enrique Vázquez Ziaurriz.
3. [www.cat.com](http://www.cat.com), en español.
4. [www.bucyrus.com](http://www.bucyrus.com), en español.
5. Caterpillar, Manual de Rendimiento Caterpillar, una publicación CAT® preparada por Caterpillar inc. Peoria, Illinois, E.U.A., noviembre de 1989.

**CAPITULO 3. EQUIPO DE TRITURACION**

1. Manual Telsmith, Telsmith Inc., onceava edición, primera impresión por Telsmith Inc., Traducción hecha por Enrique Vázquez Ziáurriz
2. [www.telsmith.com](http://www.telsmith.com)

**CAPITULO 4. BASES, SUB-BASES, CARPETAS Y SELLO**

1. Secretaria de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Octava, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
2. Secretaria de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Novena, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
3. Secretaria de Asentamientos Humanos y de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Cuarta, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
4. Fernando Olivera Bustamante, Estructuración de Vías Terrestres, Segunda Edición, CECSA, México, 1999.

**CAPITULO 5. PROBLEMA PRACTICO**

1. Manual Telsmith, Telsmith Inc., onceava edición, primera impresión por Telsmith Inc., Traducción hecha por Enrique Vázquez Ziáurriz
2. [www.telsmith.com](http://www.telsmith.com)

3. Secretaria de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Octava, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
4. Secretaria de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Novena, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
5. Secretaria de Asentamientos Humanos y de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Cuarta, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
6. Fernando Olivera Bustamante, Estructuración de Vías Terrestres, Segunda Edición, CECSA, México, 1999.
7. [www.kolman.com](http://www.kolman.com)

## BIBLIOGRAFIA Y ENLACES ELECTRONICOS

## Bibliografía

- Hebert L. Nichols, Jr., Movimiento de tierras, Manual de excavaciones, traducción de la segunda edición en ingles, Compañía Editorial Continental, S.A. 1969.
- Caterpillar, Manual de Rendimiento Caterpillar, una publicación CAT® preparada por Caterpillar inc. Peoria, Illinois, E.U.A., noviembre de 1989.
- Manual Telsmith, Telsmith Inc., onceava edición, primera impresión por Telsmith Inc., Traducción hecha por Enrique Vázquez Ziáurriz
- Secretaria de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Octava, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
- Secretaria de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Novena, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.

- Secretaria de Asentamientos Humanos y de Obras Públicas, Especificaciones Generales de Construcción, Parte Cuarta, Libro Primero, Tercera Edición, México 1973.
- Fernando Olivera Bustamante, Estructuración de Vías Terrestres, Segunda Edición, CECSA, México, 1999.

#### Enlaces Electrónicos

- [www.cat.com](http://www.cat.com)
- [www.telsmith.com](http://www.telsmith.com)
- [www.kolman.com](http://www.kolman.com)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)