

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PRODUCCION DE AGREGADOS PETREOS PARA LA
CONSTRUCCION DE LA CARRETERA TRANSPENINSULAR
DE BAJA CALIFORNIA.

TRAMO: SAN IGNACIO — EL VIZCAINO

Biblioteca Central

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

T E S I S

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

ELIAS ORTEGA VARGAS

QUERETARO, QRO.

SEP. 1973

A MIS PADRES:

CON TODO CARINO Y AGRADECIMIENTO
SRA. CONCEPCION VARGAS DE ORTEGA
SR. ELIAS ORTEGA RODRIGUEZ

A MIS HERMANOS:

ARMANDO Y YADIRA, SARA
MA. DEL CARMEN
MA. ELENA

AL PROFESOR:

AURELIO OLVERA MONTANO Y FAM.
POR SU APOYO Y COMPRESION

AL DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA:
ING. ANTONIO SANCHEZ M.

A MIS MAESTROS.

CON CARINO A:

ING.ROLANDO NORIEGA M. Y SRA.

SRA.LUZ MARIA M. VDA DE NORIEGA

ING. JESUS ONTIVEROS ANDRADE Y SRA.

ING. ARTURO AVENDANO VEGA

Q.F.B.CARLOS CAMPILLO ZANABRIA Y SRA.

A LA ESTUDIANTINA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

A MIS TIOS:

SR. MANUEL RODRIGUEZ L.

SRA. OFELIA LLAMAS DE P.

CON AGRADECIMIENTO A MIS AMIGOS:

ING. IGNACIO HERNANDEZ G.

ING. DARDANE NARANJO

ING. ALFONSO LEDEZMA J

ING. GUERRERO SALGADO M.

ING. GUILLERMO CABRERA B.

ING. ANDRES ARREOLA O

ING. LUIS ZARATE

ING. FELIPE E SN. JUAN

ING. RAFAEL GONZALEZ H.

ING. MEDARDO MARTINEZ

ING. CESAR KERNZ P.

ING. RAMIRO MENDOZA

ING. FCO. JAVIER MEJIA P.

ING. FCO. JAVIER B. LIRA

ING. ALEJANDRO HARO

ING. EDUARDO TALAVERA

ING. MARIO RODRIGUEZ

ING. JANUARIO SANCHEZ

ING. ROBERTO HERNANDEZ

I N D I C E :

- I - GENERALIDADES.
- II - DESCRIPCION Y ESTUDIO DE LOS BANCOS DE AGREGADOS PETREOS DISPONIBLES.
- III - ELECCION DE LOS BANCOS.
- IV - EXPLOTACION DE LOS BANCOS ELEGIDOS:
 - 1)- Extracción.
 - 2)- Maquinaria utilizada y descripción.
 - 3)- Carga y transporte.
- V - PLANTAS DE TRITURACION.
 - 1.- Procesos:
 - a)- Trituración primaria,
 - b)- Trituración secundaria,
 - c)- Trituración terciaria.
 - 2.- Equipo complementario.
- VI -SELECCION DEL EQUIPO DE TRITURACION:
 - A) Para el Banco Km. 368
 - B) Para el Banco Km. 312
 - C) Para el Banco Km. 344
- VII- CONTROL DE CALIDAD.
- VIII- MANTENIMIENTO.
- IX- RECOMENDACIONES PARA OBTENER EL MAXIMO DE PRODUCCION.
- X- COSTOS.
- XI- USO DE LOS AGREGADOS.
- XII- CONCLUSIONES.

CAPITULO I
" GENERALIDADES "

La carretera Transpeninsular de la Baja California es actualmente una obra en construcción de gran trascendencia para el futuro de México y en lo que respecta a la Red Nacional y particularmente para el Estado y Territorio de Baja California.

La existencia de esta Red caminera implica un gran auge para la Península puesto que un gran número de actividades se canalizaron por ésta. Una de las principales será la afluencia turística a la Paz, Cabo, San Lucas, etc., lo cual reportará grandes beneficios para el progreso del territorio y el estado.

Consideraremos también: es una zona de las más ricas e importantes del País, en lo que importa a su riqueza en productos alimenticios del mar, actividades explotadas en pequeña escala.

La carretera comprende en el Estado de Baja California desde- (citando los puntos más considerables) : Tijuana, Ensenada, San Quintín, Laguna de Chapala y Guerrero Negro (aquí se encuentra el paralelo 28, división del Estado y el Territorio); El Vizcaíno, San Ignacio, Santa Rosalía, Mulegé, Loreto, Villa Constitución, La Paz y Cabo San Lucas, en el territorio.

El tramo San Ignacio - El Vizcaíno es de lomería suave su ancho de corona será (de acuerdo con la S.D.P) de 6.40 Mts. El espesor de la Sub-base tendrá 15 cm. y la base 12 cm. las que forman un espesor total de 27 cms. Lo clasificamos como un camino tipo "C" y el ancho de la car

patade un riego será igual al del ancho de la corona.

El objeto de esta tesis es la producción de agregados pétreos, los que comprenden material para Sub-base, Base y Carpeta de un Riego- (material 3 A) para la pavimentación de 75 Kms. El cadenamiente en -- San Ignacio es el Km. 269+000 y en el Vizcaíno el Km. 344+000 (los -- dos cadenamientos con origen en Loreto).

Como se verá para llevar a su realización lo anterior y cumplir con un programa ya establecido recurriremos a nuestro juicio para ha-- cer una correcta selección de nuestras plantas trituradoras producta-- ras de agregados pétreos en cada uno de los bancos que la S.O.P. -- nps ha fijado.

Citaremos como punto importante la mano de obra, la cual es -- muy escasa en la Península, viéndonos en la necesidad de conseguirla en el interior de la República (Durango, San Luis Potosí, Chihuahua, Mi-- choacán, etc.), lo cual razonablemente ocasiona gastos a las obras.

CAPITULO II

"DESCRIPCION Y ESTUDIO DE LOS BANCOS DISPONIBLES PARA
LA PRODUCCION DE AGREGADOS PETREOS "

La Secretaría de Obras Públicas, una vez que hizo las exploraciones de bancos de agregados pétreos disponibles económicamente explotables, se encontró con los que a continuación mencionamos y a los que designaremos con su cadenamiamto correspondiente a cada banco:

BANCO KM. 268 :

Situado a la izquierda del camino en el Km. 268 a una distancia de 500 Mts. Es un banco de cantos rodados de río de buena resistencia mecánica, con un peso volumétrico de $1\ 635\ \text{Kg/m}^3$, con una densidad de 2.55. Humedad óptima de 13.4 %, humedad natural de 2.4. Este banco tiene el volumen potencial suficiente para satisfacer nuestra demanda en la producción de agregados pétreos. Requiere de un camino de acceso sin problemas. Es de trituración y según los sondeos efectuados requiere de un despalle de 20 c,s/ El tamaño máximo a procesar es de 14"

BANCO KM. 292 :

Se encuentra localizado en el Km. 292+300 con 200 mts. de desviación derecha. El material de que se compone este banco es un depósito especial natural de grava-arena de buena calidad y alta resistencia mecánica, con un peso volumétrico suelto de $1\ 600\ \text{Kg/m}^3$ y densidad de 2.5. Este banco de trituración parcial no tiene la potencia suficiente y una capa de tierra vegetal de 35 cm. Requiere de la construcción de un camino de acceso, a través de un terreno de difícil ataque, lo cual hace que su costo por m^3 , extraída se encarezca notoriamente.

BANCO KM. 313 :

Lo encontramos a la derecha del camino en el Km. 313+700 con - 800 Mts. de desviación. Al igual que el Banco Km. 268, de cantos rodados de río, de buena resistencia mecánica. El acceso no presente dificultad. Su peso volumétrico suelto es de $1,520 \text{ Kg/m}^3$; densidad de 2.5, humedad óptima de 11.7 % y humedad natural de 2.0 %; el % de retenida en la malla de 1 1/2 de 52% . Espesor de la capa útil de 3.0 Mts.

Este banco requiere tratamiento de trituración parcial y cribada. El espesor del despalle es de 20 cms. en promedio. Además cuenta -- con el volumen potencial suficiente para cubrir nuestras necesidades en el procesamiento para la obtención de agregados pétreos.

BANCO KM. 334 :

Este banco encontrado en el mismo cadenamiento y con una desviación derecha de 50 Mts. tiene material propio para sub-base (roca alterada granular). Peso volumétrico suelto de $1\ 450 \text{ Kg/m}^3$; humedad óptima de 17.6 % y humedad natural de 5.3 %. El porcentaje de retenido en la malla de 1 1/2 " es muy pequeña (apenas un 4 %) y en la obtención no necesitaremos ningún proceso, por lo que llevaremos al tramo y el porcentaje de sobretamaño se pepeará en el mismo.

BANCO KM. 344:

Situado a 2 000 mts. de desviación derecha. El contenido de -- este banco es de roca alterada (andesita con grava-arena cementada) - de buena resistencia mecánica; peso volumétrico suelto de $1\ 540 \text{ Kg/m}^3$, humedad óptima de 14.8 % y humedad natural de 4.4 %. Requiere trituración parcial y cribada en la obtención de agregados pétreos para Ba-

se y Sub-base. El volumen potencial es muy suficiente en comparación con el que requerimos. El acceso a este banco no presenta ningún problema, pues su costo es mínimo. El espesor del despalme es de 15 cms.

Se considera necesario indicar el tratamiento a que debe sujetarse el material en greffe. La clasificacion será la siguiente: (clasificacion S.O.P.)

1.- Los materiales que no requieran trituracion ni cribado, entre los que se encuentran materiales no cohesivos como mezclas de grava arena y limo; y los materiales con cohesion como tepetates o caliches que requieren únicamente un proceso de disgregados para los grupos formados.

2.- Materiales que requieren ser sometidos a un proceso de cribado, con objeto de eliminar las partículas mayores de 1 1/2" (presentados en proporcion de 5 á 25%)

3.- Materiales que requieren ser sometidos a trituracion parcial cuando se presentan en una proporcion mayor de 25 %.

4.- Materiales que requieren ser sometidos a trituracion total; los cuales pueden ser producto de la explotacion de mantos basálticos, o trozos de roca que se encuentran sueltos en depositos.

RESUMEN DE LOS BANCOS DISPONIBLES PARA LA PRODUCCION DE AGREGADOS PETREOS.

TRAMO: SAN IGNACIO - VIZCAINO .

| <u>BANCO</u> | <u>POTENCIA</u> | <u>ACARREO</u> | <u>DESPALME</u> | <u>CARACT.PA RA AGREG.</u> | <u>TIPO DE ROCA</u> | <u>ACCESO</u> | <u>TRITURACION</u> |
|--------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------|---------------|--------------------|
| Km. 268 | Suficiente | 500 Mts. | 20 Cm. | Buenas | Cantos Rod.de Río | s/problema | Parcial |
| Km. 292 | Escasa | 2000 Mts. | 35 Cm. | Buenas | Basáltica | Difícil | Total |
| Km. 313 | Suficiente | 800 Mts. | 20 Cm. | Buenas | Cantos Rod.de Río | S/problema | Parcial |
| Km. 334 | Suficiente | 50 Mts. | 10 Cm. | Buenas | Alterada | S/problema | No necesita |
| Km. 344 | Suficiente | 2000 Mts. | 15 Cm. | Buenas | Alterada | s/problema | Parcial |

1
0
1

CAPITULO III

" ELECCION DE BANCOS CONVENIENTES "

Por el capítulo anterior nos hemos formado una idea más o menos general y algo precisa de la cantidad y clase de bancos con los que contamos para la producción de agregados pétreos para base, sub-base y material 3 A .

Nos damos cuenta que el Banco del Km. 292, no nos conviene a pesar de que el material que contiene es de buena calidad, no nos satisface en nuestra demanda. Es decir que su volumen potencial de material es muy bajo, en comparación con los otros bancos.

Por lo anterior nos decidimos a exceptuarlo auxiliándonos de nuestro banco del Km. 313 que sí tiene la potencia suficiente y su costo de producción es menor, dado que su acceso no presenta ningún problema y su explotación será mediante un proceso de trituración secundaria. En lo que respecta al banco del Km. 268 también lo utilizaremos ya que no encontramos ningún otro banco que nos pueda auxiliar y lo mismo no sucederá con el Banco del Km. 334, ya que tenemos el del Km. 334 con material propio para sub-base; que aunque su volumen potencial es bajo; por el simple hecho de no requerir tratamiento nos servirá para abaratar nuestros costos de producción.

Con respecto a la producción de material 3 A, utilizaremos los Bancos del Km. 268 y Km. 313. El banco del Km. 344 no es apto para la producción de sello, considerando que no pasa las especificaciones indicadas por la S. O. P.

A continuación daremos el siguiente cuadro que nos muestra con mayor detalle lo que requerimos de cada banco.

| <u>BANCO</u> | <u>UBICACION</u> | <u>VOLUMEN:</u> | <u>KILOMETRAJE:</u> |
|--------------|------------------|------------------------------|-----------------------|
| | | <u>Sub-Bases (Compactos)</u> | |
| Km. 268 | 268 + 000 | 24,785.0 M ³ | 269 + 000 - 290 + 000 |
| Km. 313 | 313 + 700 | 33,240.0 M ³ | 290 + 000 - 322 + 000 |
| Km. 330 | 334 + 000 | 23,000.00 M ³ | 322 + 000 - 343 + 500 |
| Km. 344 | 344 + 000 | 48,060.0 M ³ | 343 + 500 - 380 + 000 |
| | | <u>BASE (Compactos)</u> | |
| Km. 268 | 268 + 000 | 20,996.0 | 269 + 000 - 290 + 000 |
| Km. 313 | 313 + 700 | 31,600.0 | 290 + 000 - 329 + 000 |
| Km. 330 | 334 + 000 | - | - |
| Km. 344 | 344 + 000 | 47,790.0 | 329 + 000 - 380 + 000 |
| | | <u>SELLO (suavos)</u> | |
| Km. 268 | 268 + 000 | 2,460.0 | 269 + 000 - 310 + 000 |
| Km. 313 | 313 + 700 | 2,040.0 | 310 + 000 - 344 + 000 |

1.- EXTRACCION:

El proceso de Extracción depende de las condiciones geológicas de los bancos, de la naturaleza del material, de la altura de explotación y de la futura utilización de los productos. Sin embargo, este proceso se ha perfeccionado a tal grado que existen soluciones específicas para la solución de cualquier problema que se presente. Como nuestros bancos seleccionados tienen las mismas características en lo que respecta a éste capítulo, haremos una generalización.

Para nuestros propósitos dividiremos a la Extracción en las siguientes operaciones:

- a) Desmonte.
- b) Despalme.
- c) La extracción propiamente dicha.

a)- DESMONTE:

Antes de iniciar la extracción del material se procedió a retirar la montera situada sobre el banco. Es decir, la materia orgánica, como arbustos, ramas, etc., dejándola a una distancia más o menos considerable (a criterio del explotador) con el objeto de evitar la combinación de dicha materia orgánica con el banco a explotar, lo cual -- hace más fácil el tratamiento del producto y permite la colocación y funcionamiento de las máquinas de extracción y no obstaculiza el tránsito de los camiones de carga.

b)- DESPALME :

En estudio de laboratorio de campo, mediante sondas o pozos a cielo abierto y obteniendo el perfil de los extractos en cada uno -

de ellos, se puede determinar el despalme necesario en las zonas que se atacarán para la extracción del material aprovechable.

En sí, consiste en la remoción de la capa superficial de tierra vegetal.

C) LA EXTRACCION PROPIAMENTE DICHA:

Se distinguen en la actualidad dos procedimientos: Por medios mecánicos y por voladura con explosión.

La extracción mecánica se utiliza cuando el material es blando (como en caso de bancos de grava y arena) pudiendo extraerse con ayuda de medios mecánicos análogos a los utilizados para efectuar las dos operaciones anteriormente descritas.

La voladura con explosivos tiene como fin disgregar los bancos con formaciones rocosas (ígneas, sedimentarias, metamórficas) y - obtener una fragmentación en bloques de un tamaño que permita la manutención por los medios disponibles y la entrada en la trituradora que se vaya a utilizar.

2.- MAQUINARIA UTILIZADA EN LA EXTRACCION:

Para seleccionar el equipo, debe emplearse el criterio del explotador con experiencia en este tipo de trabajo, para lograr el correcto balance de la clase de máquinas, sus capacidades y número, para obtener así, la mayor producción al menor costo.

La maquinaria utilizada fué:

Desmonte: Un tractor D-8 s/orugas con bulldozer

Despalme: El mismo.

Extracción: el mismo,

Un cargador s/neumáticos.

PROCEDIMIENTO:

Aprovechando el tiempo de instalación de la trituradora se utilizó el tractor D-8, efectuando el desmonte del banco.

Posteriormente se procedió a atacar el despalme hasta quedar a cielo abierto el material a procesar, presentándose éste, ya sin ninguna contaminación, dispuesto para efectuarse el afloje y empuje del material a la maquinaria cargadora.

DESCRIPCION DEL EQUIPO DE EXTRACCION:

Tractor sobre orugas equipado con bulldozer.- Son máquinas -- que por su gran variedad, en la construcción de caminos, lo mismo puede utilizarse en descubiertos, limpieza o moviendo grandes volúmenes de tierra, nivelando, etc. Sin embargo, presentan la desventaja de moverse a poca velocidad.

EL BULLDOZER consta de una cuchilla frontal desplazable verticalmente por medio de un cobrestante ó de cilindros hidráulicos.

Esta cuchilla está montada sobre brazos laterales articulados en la parte delantera del chasis de un tractor, ya sea de neumáticos o de orugas. Cuando la cuchilla puede pivotar alrededor de un eje vertical, la máquina se llama Angledozer; si la cuchilla puede pivotar alrededor de un eje horizontal es un Tzildozer.

Rendimiento del Bulldozer:

Se puede calcular el rendimiento horario del bulldozer, aplican

de la siguiente fórmula:
$$V = \frac{C \times E \times 60}{T \times F}$$

En donde V = metros cúbicos por hora de material medido en banco.

C = Capacidad de la hoja empujadera en Mts³ sueltos.

E = Eficiencia del dozer, según su fuerza tractiva, operación, etc.

T = Duración del ciclo del tractor en minutos.

F = Factor de un abundamiento del suelo.

La capacidad de la hoja empujadera la proporciona el fabricante, según el tipo de la misma. Sus dimensiones varían entre 2.00 y 3.00 M. a lo ancho y de 0.60 á 1.50 m. en altura.

En lo que concierne a la eficiencia, sabemos que ningún rendimiento se puede calcular en base al 100 % de eficiencia, tanto en rendimiento humano como mecánico, ya que hay factores que afectan a éste. Por lo tanto, se hace necesario cuantificar éstos factores llegándose a establecer una serie de eficiencias horarias según las condiciones de operación y que son aplicables a cualquier tipo de maquinaria pasada, empleada en el movimiento de tierras. A continuación la tabla que muestra los valores dichos:

EFICIENCIA DE LAS OPERACIONES :

| EQUIPO: | CONDICIONES DE OPERACION: | | |
|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
| | FAVORABLES: | PROMEDIO | NOCTURNAS O DESFAVORABLES |
| Sobre orugas. | 92 % 55 min/hr. | 83 % 50 min/hr | 75 % 45 min/hr |
| Sobre Neumáticos. | 83 % 50 min/Hr | 75 % 45 min/hr | 67 % 40 min/hr |

La mayoría de las máquinas empleadas en el movimiento de tierras trabajen en función de un ciclo determinado. Con relación al bulldozer el ciclo será empujar hacia adelante, detenerse, retroceder y reiniciar el ciclo. Entendiéndose por ciclo el tiempo que necesita una máquina para realizar las operaciones anteriores.

El tiempo "T" del ciclo podemos dividirlo en tiempos fijos y tiempos variables.

El tiempo fijo es el que utiliza la máquina para cargar, descargar, retroceder, acelerar, maniobras de colocación y desacelerar. Este tiempo es prácticamente constante, puesto que no considera la longitud de acarreo. Se estima que en un bulldozer el tiempo fijo es de medio minuto, o sea 15 seg. por vuelta.

El tiempo variable dependerá de la velocidad y de la distancia recorrida.

El rendimiento varía según las condiciones del terreno, sean favorables o desfavorables. O sea que cuando se opera en terreno blando la cuchilla permite una carga igual a la de su máxima capacidad, aunque perderá parte de su volumen en el acarreo. Esta pérdida es satima que asciende al 5 % del volumen "V" por cada 25 ó 30 Mts. de recorrido.

Cuando se trabaja en rampas, el volumen comparado con el rendimiento a nivel disminuye aproximadamente en un 3 % por cada grado que suba de pendiente y aumenta en un 6 % por cada grado que baja la pendiente.

3.- CARGA DE TRANSPORTE DEL MATERIAL EXTRAIDO:

Al igual que en la extracción, también en la operación de carga, existen soluciones específicas para cualquier problema, garantizando así el flujo de material constante para la alimentación adecuada de la máquina trituradora.

Para la carga se utilizó un cargador sobre neumáticos que viene siendo un tractor equipado con un cucharón frontal, el cual es controlado por medio de un sistema hidráulico. El cucharón varía en su capacidad según el tamaño del cargador que se trate.

Para obtener una buena eficiencia en ésta operación, se puede hacer lo siguientes:

El cargador ataca el banco de frants colmando su cucharón y efectuando un recorrido en "V" retrocediendo una distancia de 4.50 m.- aproximadamente y un giro de 90°. Las unidades de acarreo se colocarán a 60° aproximadamente con base en la línea del frente de ataque y una vez cargados darán origen al siguiente paso que es : el TRANSPORTE.

Nuestras plantas trituradoras están instaladas en los bancos de material. Por lo que las distancias de transporte serán cortas (no mayores de 500 Mts. en cualquiera de nuestros bancos seleccionados). Las condiciones de trabajo las consideraremos buenas (pendientes adecuadas, caminos en buenas condiciones, etc.)

Para el transporte del material en greña del banco a la planta trituradora, utilizaremos camiones de volteo, los cuales tienen una capacidad de 6 m^3 , considerándose adecuada para nuestros fines.

CAPITULO V.

" PLANTAS DE TRITURACION "

TIPOS DE PLANTAS PARA LA PRODUCCION DE MATERIALES.

A) PLANTAS ESTACIONARIAS:

Se emplean fundamentalmente cuando es necesario trabajar durante mucho tiempo en un mismo sitio (15,000 hs. por lo menos) para el procesamiento de grandes volúmenes de material de un mismo banco. Esta condición solo sucede en la práctica, en el caso de obtención comercial de agregados para su renta en determinada ciudad; en la producción de agregados para Concreto Hidráulico, en las grandes obras de Ingeniería (Infiernillo, La Soledad, etc)., y en algunas explotaciones mineras, ya que solo en éstos casos se puede lograr la amortización total de las instalaciones.

En este tipo de plantas se puede emplear maquinaria más especializada para un control más riguroso de los agregados.

B) PLANTAS PORTATILES MOVILES:

- Primarias,
- Secundarias,
- Terciarias.

Este tipo de plantas tienen un rango de aplicación muy grande-- por su facilidad de traslado a un sitio u otro, en una misma obra, o de una obra a otra en un mismo tiempo.

Además presentan la ventaja de poderse instalar cerca del banco de préstamo o inclusive dentro del mismo disminuyendo así, la distancia de transporte del material en grúa.

Plantas Portátiles Primarias :

Se emplean para hacer la primera reducción del material proveniente del banco.

Plantas Portátiles Secundarias:

Se emplean para reducir el material, producto de la primera - (segunda reducción). Se pueden emplear como primarias en algunos casos, cuando el material por procesar sea de tamaño adecuado.

Plantas Portátiles Terciarias:

Su empleo se limita a la reducción del material producto de la etapa terciaria (tercera reducción).

1.- PROCESOS:

A) TRITURACION PRIMARIA:

Como se dijo anteriormente, es el proceso efectuado que tiene por objeto dar al material extraído del banco una primera fragmentación, reduciendo así sus dimensiones y dándole el tamaño requerido. -- Las máquinas que la efectúan se llaman quebrantadoras o machacadoras.

Para tener una idea de las machacadoras utilizadas en esta etapa, se hará una relación de éstas y su forma de procesar el material. -- Esto con el fin de hacer una buena elección de la quebrantadora primaria, ya que es fundamental, pues condicionaría el funcionamiento y rendimiento de toda la instalación.

En forma general existen las siguientes máquinas:

a)- DE MANDIBULAS DE DOBLE EFECTO, que se utiliza para fragmentar materiales duros, semiduros o friables, lo mismo que abrasivos, --

siempre que no sean aglutinantes.

b)- DE SIMPLE EFECTO, que admite materiales un poco pegajosos, poco o medianamente abrasivos y de semiduros a extraduros.

c)- GIRATORIAS que permite el machaqueo primaria de los mismos materiales que la de mandíbulas de doble efecto: duros, semiduros, friables, y, como ésta, no conviene para los materiales adhesivos. Su característica principal es la de un rendimiento superior.

d)- DE DOS CILINDROS DENTADOS, ésta máquina permite tratar, con un gran rendimiento, materiales friables o medianamente duros, incluso bastante pegajosos, pero poco abrasivos.

e)- DE CILINDRO DENTADO Y MANDIBULA CONCAVA, que permite el tratamiento con gran rendimiento, de materiales friables o medianamente duros, incluso bastante pegajosos, pero no abrasivos.

f)- DE MARTILLOS ARTICULADOS, valien para reducir, con rendimiento mediano, materiales friables o medianamente duros, poco abrasivos, secos o medianamente húmedos.

g)- DE PERCUTORES RIGIDOS que al igual que la de martillos articulados sirve para la reducción, a rendimiento medio de materiales friables y medianamente duros, débilmente abrasivos, secos o medianamente secos.

Las tres primeras son máquinas de fragmentación por aplastamiento lento el igual que la cuarta y la quinta, pero éstas, con choques, mientras que las dos últimas realizan la fragmentación por percusión.

Habrás ocasiones en las que la alimentación de la machacadora -

primaria lleve un proceso de precibado. Es decir, la colocación de una criba entre el dispositivo alimentador y la trituradora. Esto sucede cuando el material extraído del banco, contiene en cierta proporción de partículas que no requieren tratamiento dado su calibre, pasando por la trituradora solamente los tamaños máximos que requieren reducción.

B) TRITURACION SECUNDARIA:

Las máquinas utilizadas en este proceso están diseñadas para reducir el material producto de la trituración primaria, por lo que serán alimentadas con material más pequeño y uniforme.

Para esta etapa se emplean básicamente las siguientes tipos de trituradoras:

1.- Quebradoras de Rodillo:

- a)- Doble rodillo,
- b)- Triple rodillo.

DOBLE RODILLO. En este tipo de trituradoras, el material que se va a triturar, pasa por la acción de la gravedad entre la abertura dejada por los dos rodillos, reduciéndose el tamaño del producto principalmente por fuerzas de compresión.

Estas máquinas operan a una relación de reducción que varía entre 3:1 a 4 :1

TRIPLE RODILLO:- Es una trituradora de doble rodillo con un tercero. Aumenta considerablemente el trabajo desarrollado para triturar dada la adhesión de éste, aumentando también la reducción, es decir, que con esta máquina se puede triturar el material de mayor tamaño que con una quebradora de doble rodillo, para obtener las mismas di

Antes de la aparición de las quebradoras de cono, las trituradoras de rodillo eran prácticamente las únicas máquinas empleadas para la trituración terciaria, para la obtención de material de 1/4" o menor, (hasta la malla # 10).

Es necesario aclarar que algunas machacadoras primarias pueden adoptar fácilmente el papel de una secundaria, inversamente otras machacadoras que vamos a encontrar clasificadas en los equipos secundarios pueden asumir muy bien el papel de primaria, cuando las características del material y el rendimiento pedido así lo permitan.

Para el caso de la reducción terciaria ocurre el mismo caso, ya que las utilizadas para ésta etapa son de clasificación secundaria solo que en rango de ajuste, permite tal trabajo.

En síntesis, las clasificaciones adoptadas anteriormente son relativas.

2.- EQUIPO COMPLEMENTARIO:

Transportación:

La definiremos para nuestros propósitos como el traslado del material a distancias pequeñas horizontal o verticalmente dentro de nuestra trituradora.

Para efectuar dicha transportación se emplearon BANDAS TRANSPORTADORAS:

A)- De la tolva de alimentación a la trituradora.

B)- De la trituradora a los tolvos de recepción del material ya precisado, tanto de triturado como de cribado.

Se utilizaron bandas transportadoras, debido a que permiten mover grandes volúmenes por hora horizontalmente y en planos con pendientes adecuadas en forma continuada, y porque aportan una solución cómoda a diversos problemas, tales como:

a)- se riega un mínimo de material.

b)- La carga es baja por pie lineal, lo cual permite el empleo de poca estructura de puente.

c)- La eficiencia de las bandas transportadoras no se ve afectada por los cambios de temperatura a las tormentas.

d)- Transportan material a distancias relativamente cortas (— hasta unos 500 Mts.) con un mínimo de costo, siempre y cuando se instalen adecuadamente.

Bajo su forma clásica se componen de una estructura en angular, chapa o tubo, unida a una infraestructura que reposa sobre el suelo. La estructura está equipada por:

Una (banda) cinta sin fin, especialmente reforzada y revestida de caucho para soportar tensiones y resistir el fuerte desgaste superficial.

- Tambor de cabeza,
- Tambor de cola,
- Rodillos de impacto,
- Rodillos de carga,
- Rodillos de retorno,
- Rodillos de alineamiento,
- Cubiertas,

- Pasillos,
- Motoreductor.

Quando se emplean en la alimentación de las trituradoras suelen funcionar a velocidad constante, superior a la capacidad de ésta y se ponen en marcha mediante un botón que pulsa el operario de la trituradora. Con objeto de que pueda controlar el transporte de materiales en toda la planta de trituración, el operario debe estar sobre un emplazamiento desde el que pueda observar perfectamente la trituradora, o bien ser avisado de otro modo de las sobrecargas que se produzcan en éstos.

C) ALIMENTADORES:

Por regla general en todo tipo de plantas, la primera unidad de trabajo es el alimentador, que es precisamente donde la operación de principio. Probablemente ningún otro elemento en el diseño o construcción de una planta para proceso de agregados cuesta tan poco y paga tanto en eficiencia y eficacia; de una planta por complicada que sea, dependerá en una gran parte de la selección correcta de su alimentador.

Aún cuando en la actualidad existe una gran variedad de alimentadores, para material en graña, son tres tipos más comúnmente empleados en toda instalación y éstos son:

a)- Alimentador de Denantal, o tablero metálico, el cual es utilizado fundamentalmente en Pedreras. Fig. No.

b)- Alimentador de Plato, utilizando fundamentalmente en el proceso de bancos naturales de agregados. Fig. No.

a)- Alimentador vibratorio, el cual tiene dos variedades de - -
accionamiento por excéntrico, o por electroimán y puede estar provisto
o no, de una rejilla de precubado. Fig. No.

En lo que respecta a su selección de c/u de los alimentadores -
el fabricante nos recomienda los adecuados para cada caso y la práctica
también corrobora lo expuesto por los fabricantes.

En el Manual de telemith encontremos lo necesario para resolver
este problema.

D) - CRIBAS.

Son el equipo más utilizado para la clasificación en tamaños de
los agregados pétreos constituye un elemento complementario e indispen-
sable, tanto en las plantas fijas, como en los equipos móviles de tritu-
ración.

El trabajo básico de una criba de cualquier tipo, es el de sepa-
rar partículas de un material granulado de acuerdo con un rango de tama-
ños. Para este propósito, el equipo destinado al cribado de los agrega-
dos debe estar provisto de:

a)- Un batidor soporte para la superficie perforada, sobre la -
cual se llevará a efecto la separación.

b)- Un movimiento relativo entre la superficie de cribado y el
material destinado a ser separado.

c)- Agitación de la cama del material suficiente para exponer--
las partículas sobre las aberturas de la superficie de la criba durante
el tiempo de su paso por la misma.

d)- Transporte eficaz de las partículas, retenidas desde el extremo de alimentación hasta su descarga. Con relación al trabajo que va a realizar el equipo de clasificación de materiales, citaremos los siguientes:

- 1.- Precribado.
- 2.- Cribas vibratorias.
- 3.- Cribas colectoras.

1.- PRECRIBADO:

En algunas ocasiones es necesario establecer un sistema de cribado para quitar el material en greña proveniente del banco de préstamo pero su procesamiento, aquellas rocas demasiado grandes para la abertura de la quebradora primaria y evitar bloqueos en la entrada de la misma que ocasionan una considerable disminución en el rendimiento de la planta.

La colocación de un sistema de cribado antes de la quebradora primaria, aumenta la producción de la planta porque se aprovecha también para quitar material que por su tamaño, no requiere trituración.

Finalmente, en muchos casos, el material en greña contiene polvo, arcilla o cualquier otro material que debe eliminarse del producto final; el sistema de cribado antes indicado, ayuda a la correspondiente eliminación.

2.- CRIBAS VIBRATORIAS:

En la construcción, estas cribas son las más utilizadas para la clasificación de materiales pétreos y se dividen en 2 modelos:

1.- Inclinados,

2.- Horizontales.

Por lo que respecta a las cribas vibratorias, inclinadas, cuyas pendientes varían de 15 a 35 grados, utilizan además de la vibración dada por el mecanismo, la acción de la gravedad de la superficie de cribado para transportar el material a una velocidad que varía entre 40 y 60 oies por minuto. El movimiento típico de las cribas inclinadas varía de elíptica a circular en el plano vertical paralelo a la dirección del flujo del material. En la práctica corriente de cribado, las cribas horizontales en sus diferentes diseños por regla general emplean el mismo principio de accionamiento que el de las cribas. El mecanismo vibratorio está rígidamente unido al bastidor de la criba haciéndola vibrar con él. El movimiento es paralelo a la dirección del viaje del material, las partículas viajan desde la alimentación hasta la descarga por medio de una serie de trayectorias impartidas por el mecanismo vibratorio.

3.- CRIBAS ROTATORIAS:

Estas cribas se utilizan básicamente con las instalaciones de lavado y clasificación de gravas naturales provenientes de las canchales de ríos.

CAPITULO VI

" SELECCION DEL EQUIPO DE TRITURACION "

Toda selección de un equipo de trituración deberá estar en función de 4 importantísimos factores, que llamaremos Datos Básicos y son:

A)- Naturaleza Geológica de la Roca.

La materia prima (material en greña) para la producción de -- agregados pétreos, la obtenemos de roca y es común encontrárselas en -- ex-cavaciones en las 3 categorías siguientes:

a- Rocas ígneas (basaltos, granitos, riolitas, andesitas).

b- Rocas sedimentarias (caliza, arenisca, dolmitas, conglomerados).

c- Rocas Metamórficas (esquistos, gnuss, mármol).

Para la extracción y preparación de los agregados, los factores de dureza y grado de abrasividad (medida por el porcentaje de Sílice),-- los que importan principalmente para la selección del equipo de trituration ción.

El grado de dureza de cualquier material se define por la Escala Mohs o Rosival.

El grado de abrasividad permite conocer tanto las producciones que se pueden esperar del equipo seleccionado, como los costos unitarios de la trituración en la integración de los cuales es un factor importante-- el desgaste de muelas y tazones que variará de acuerdo con la mayor o -- menor abrasividad de la roca y procesos.

g) - TAMAÑO MAXIMO de la alimentación:

Es un dato importante para la selección del equipo de tritura--

ción, ya que en función del tamaño máximo de nuestro material en la alimentación será seleccionado dicho equipo, en lo que respecta a su admisión máxima.

C) - Producción horaria deseada.

Es indispensable este dato para seleccionar el equipo adecuado. Sin este conocimiento podremos caer en el error de elegir un equipo escaso o vis~~er~~versa, un equipo super abundante y causaríamos en ambos casos lesiones de consideración a la economía de la planta.

D) - Granulometría Específica.

La granulometría es la propia para la producción de Base y Subbase (material de 0 - 1 1/2) y obtención de material 3 A (comprendida entre las mallas de 3/8 y la # 8).

Una vez enterados de lo anterior, procederemos al cálculo de -- nuestro equipo de trituración, correspondiente a los Bancos elegidos -- anteriormente, auxiliados por el Manual de Producción de Agregados de -- TelSmith.

A) PARA EL BANCO KM. 268 :

Producción de Base y Sub-Base:

a) Naturaleza geológica de la Roca:

Cantos rodados de Río, con bajo grado de abrasividad y se pueden clasificar dentro de un grado de dureza media.

b) Tamaño máximo en la alimentación = 14 "

c) producción horaria deseada.

Se necesita producir 49,983.7 m³ sueltos en 70 días hábiles, --- con 2 turnos de 20 hrs. c/u y con un 70 % de eficiencia.

Por lo tanto:

$$\frac{49,983.7}{70 \times 20 \times 0.7} = 50.1 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$50.1 \times 1,635 = 81,93.5 = 81.2 \text{ ton/hr. (métricas)}$$

$$\frac{81.2}{0.9} = 90.2 \text{ ton/hr/ (cortas).}$$

d) Granulometría específica.

Producción de material de 0 - 1 1/2 (base y sub-base)

Trituración Primaria:

Seleccionamos una quebradora de guijadas de 15" x 38", con una abertura de salida de 3 1/2" y puede producir de 76 a 114 ton/hr, dándonos material de tamaño máximo de 6 "

La granulometría será la siguiente:

| | | |
|--------------|-------------|----------------|
| 0 - 1/2" | 3 % | 2.71 ton/hr |
| 1/2"- 3/4" | 2 % | 1.80 " |
| 3/4"- 1 1/2" | 9 % | 8.11 " |
| 1 1/2 - 6" | <u>86 %</u> | <u>77.58 "</u> |
| | 100 % | 90.20 " |

Observamos de lo anterior que un 86 % necesita proceso por medio de una 2a. etapa de trituración.

Elegimos una trituradora Girbsfera 365 con una producción de -- 83 ton/hr, operando a una abertura de 1 " y obtenemos la siguiente granulometría:

| | | |
|-------------|------|--------------|
| 0 - 1/2" | 27 % | 20.95 ton/hr |
| 1/2"-3/4" | 10 % | 7.76 " |
| 3/4"-1 1/2" | 63 % | 48.87 " |

RESUMEN :

| PRODUCTO: | 1a/ ETAPA | 2/a ETAPA | | % |
|---------------|-----------|-----------|--------|-------|
| 0 - 1/2 " | 2.71 | 20.95 | 23.66 | 14.1 |
| 1/2" - 3/4" | 1.80 | 7.76 | 9.56 | 5.7 |
| 3/4" - 1 1/2" | 8.11 | 48.87 | 56.98 | 34.0 |
| 1 1/2" - 6" | 77.58 | | 77.58 | 46.2 |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| | 90.20 | 77.58 | 167.78 | 100.0 |

SELECCION DE LA CRIBA NECESARIA:

$$A = \frac{Q}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

$$Q = 167.78 - 77.58 = 90.2 \text{ ton/hr.}$$

$$A = 2.68$$

$$B = 0.92$$

$$C = 1.0$$

$$D = 0.697$$

$$E = 1.0$$

$$F = 1.0$$

Substituyendo:

$$A = \frac{90.2}{2.68 \times 0.92 \times 1.0 \times 0.697 \times 10 \times 10} = \frac{90.2}{1.72}$$

$$A = 52.44 \text{ pt}^2$$

Elegimos una criba de 5' X 12' = 60 pt²

PRODUCCION DE MATERIAL 3 A

Km. 268

Quebradora de Quijadas 15" x 38" 2 1/2" y que nos da producción de 80 ton/hr, con la siguiente granulometría:

| | | |
|-----------------|--------|------------|
| Inf a malla # 8 | 2 % | 1.6 ton/hr |
| # 8 | 3/8" | 4 % |
| 3/8" | 1 1/2 | 14 % |
| 1 1/2 | 3" | 24 % |
| 3" | 4 1/4" | 56% |
| | | 44.8 " |

3.2 ton/hr aprovechables.

Utilizando la misma GROSFERA 365 @ a 7/8" nos dá esta granulometría:

| | | |
|-----------------|--------|--------------|
| Inf a malla # 8 | 10 % | 7.62 ton/hr. |
| # 8" | 3/8" | 15 % |
| 3/8" | 1/2" | 6 % |
| 1/2" | 1" | 34% |
| 1" | 1 3/8" | 35% |
| | | 26.67 " |

11.43 aprovechables.

Seleccionamos GROSFERA 48 FC @ a 5/16", nos dá la granulometría siguiente:

| | | |
|------------------|-----|---------------|
| Inf. a malla # 8 | 45% | 25.72 ton/hr. |
| # 8 3/8" | 41% | 33.43 " |
| 3/8" 1/2" | 14% | 8.00 " |

RESUMEN:

| PRODUCTO: | 2/a. TRITURACION | 3/a TRITURACION | | % |
|---------------|------------------|-----------------|--------|-------|
| Inf a # 8 | 7.62 | 25.72 | 33.34 | 25.0 |
| # 8 - 3/8" | 11.43 | 23.43 | 34.86 | 26.1 |
| 3/8" - 1/2" | 4.57 | 8.00 | 12.57 | 9.4 |
| 1/2" - 1 3/8" | 52.58 | | 52.58 | 39.5 |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| | 76.20 | 57.15 | 133.35 | 100.0 |

$$S = \frac{Q}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

$$Q = 133.35 - 65.16$$

$$A = 1.19$$

$$B = 0.905$$

$$C = 1.0$$

$$36 \% \quad D = 0.92$$

$$E = 1.0$$

$$F = 0.90$$

$$A = \frac{68.20}{1.19 \times 0.905 \times 1.0 \times 0.92 \times 1.0 \times 0.90}$$

$$\text{CRIBA } 5' \times 16' = 80 \text{ } \rho \text{ } t^2$$

$$\text{Producción total} = 3.2 + 11.43 + 23.43 = 38.06 \text{ ton/hr}$$

B) PARA EL BANCO KM. 312.

DATOS BASICOS:

A) Naturaleza Geológica del Banco:

Cantos ~~rotados~~ de río, Los grados de dureza y abrasividad son -

semejantes a los del Banco anterior:

B).- Tamaño máximo en la alimentación = 6"

C).- Producción deseada.

Es necesario producir 76, 251, 3 m³ en 52 días hábiles - con 2 turnos de trabajo de 10 hr. cada uno y con un 70 % de eficiencia.

$$\frac{76,251.3}{52 \times 20 \times 0.7} = 104.7 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$104.7 \times 1520 = 159, 144 \text{ kg/hr} = 159.14 \text{ ton/hr (metricas)}$$

$$\frac{159.14}{0.9} = 176.82 \text{ ton/hr. (cortas)}$$

D).- Granulometría Especifica: 0 - 1 1/2"

Sabemos que este banco tiene 54 % retenido en la malla - de 1 1/2". La granulometría sería la siguiente:

| | | | |
|--------------|--------|---------|--------|
| 0 - 3/8" | - 13 % | — 22.97 | ton/hr |
| 3/8 - 3/4" | - 16 % | — 28.30 | ton/hr |
| 3/4 - 1 1/2" | - 25 % | — 44.21 | ton/hr |
| 1 1/2" - 6" | - 46 % | — 81.34 | ton/hr |
| | 100 % | 176.82 | |

Con lo anterior seleccionamos una trituradora secundaria 367-S con un rendimiento de 83 ton/hr, abierta a 1".

Granulometría:

| | | | |
|-----------|--------|---------|---------|
| 0 - 3/8 | — 22 % | — 17.89 | ton/hr. |
| 3/8 - 3/4 | — 14 % | — 11.39 | ton/hr. |

3/4 - 1 1/2 — 64 % — 52.06 ton/hr.
 100 % 81.34

Resumen

| Producto | En Banco | Trit.Secundaria | Banco y T.S. | % |
|------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
| 0-3/8 | 22.97 | 17.89 | 40.86 | 15.8 |
| 3/8-3/4 | 28.30 | 11.39 | 39.69 | 15.4 |
| 3/4- 1 1/2 | 44.21 | 52.06 | 96.27 | 37.3 |
| 1 1/2- 6" | 81.34 | | 81.34 | 31.5 |
| | <u>176.82</u> | <u>81.34</u> | <u>258.16</u> | <u>100 %</u> |

Selección de la Criba

$$A = \frac{Q}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

Q = 176.82 ton/hr.

A = 3.2

B = 0.975

C = 1.0

D = 0.824

E = 1.0

F = 1.0

$$A = \frac{176.82}{2.57} = 68.8 \text{ f t}^2$$

∴ Solucionamos criba de 6 x 12 = 72 ft²

Producción de Material 3 A

Se alimentaran 95 ton/hr, entonces tenemos que:

| | | | | | |
|-----------------|----------|-------|---|-------|---------|
| Inf a malla # 8 | — | 5 % | — | 4.75 | ton/hr. |
| # 8 | — 3/16" | 3 % | — | 2.85 | ton/hr. |
| 3/16" | — 3/8" | 5 % | — | 4.75 | ton/hr. |
| 3/8" | — 3/4" | 16 % | — | 15.20 | ton/hr. |
| 3/4" | — 1 1/2" | 25 % | — | 23.75 | ton/hr. |
| 1 1/2" | — 6" | 46 % | — | 43.70 | ton/hr. |
| | | <hr/> | | <hr/> | |
| | | 100 % | | 95.00 | ton/hr. |

Con lo anterior observamos que necesitan de un proceso - por medio de una 2a. etapa el 87 % del material proveniente del -- banco.

Aprovechando la misma 367-S que utilizamos en la producción de Base y S/Base, sabemos que nos ofrece una producción de - 86 ton/hr abierta a 1", con la consecuente granulometría:

| | | | | | |
|-----------------|--------|-------|---|-------|---------|
| Inf a malla # 8 | — | 8 % | — | 6.61 | ton/hr. |
| # 8 | 3/16" | 7 % | — | 5.79 | ton/hr. |
| 3/16" | 3/8" | 7 % | — | 5.79 | ton/hr. |
| 3/8" | 1/2" | 4 % | — | 3.30 | ton/hr. |
| 1/2" | 1 1/2" | 74 % | — | 61.16 | ton/hr. |
| | | <hr/> | | <hr/> | |
| | | 100 % | | 82.65 | ton/hr. |

De lo que tenemos 5.79 ton/hr aprovechables.

Someteremos a una 3a. etapa de reducción el 78 % por medio de una triturada 48-FC que abierta a 5/16" nos dá la siguiente granulometría:

| | | | | | |
|------------------|-------|--------------|---|--------------|----------------|
| Inf. a malla # 8 | — | 45 % | — | 29.01 | ton/hr. |
| # 8 | 3/16" | 19 % | — | 12.25 | ton/hr. |
| 3/16" | 3/8" | 22 % | — | 14.18 | ton/hr. |
| 3/8 | 1/2" | 14 % | — | 9.02 | ton/hr. |
| | | <u>100 %</u> | | <u>64.46</u> | <u>ton/hr.</u> |

Resumen

| Producto | 2a.Etapa | 3a.Etapa | | % |
|------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Inf. a malla # 8 | 6.61 | 29.01 | 35.62 | 24.21 |
| # 8 — 3/16" | 5.79 | 12.25 | 18.04 | 12.27 |
| 3/16" — 3/8" | 5.79 | 14.18 | 19.97 | 13.57 |
| 3/8" — 1/2" | 3.30 | 9.02 | 12.32 | 8.33 |
| 1/2" — 1 1/2" | 61.16 | | 61.16 | 41.57 |
| | <u>82.65</u> | <u>64.46</u> | <u>147.11</u> | <u>100 %</u> |

Selección de la Criba:

Q = 73.63 ton/hr.

A = 1.19

B = 0.90

C = 1.0

D = 0.929

E = 1.0

F = 0.9

∴ A = 82.2 ft²

Criba de 6x14 = 84 ft²

Producción total:

7.60 + 11.58 + 26.43 = 45.61 ton/hr.

C) PARA EL BANCO KM. 344.

DATOS BASICOS:

A) NATURALEZA GEOLOGICA DEL BANCO.

Roca alterada (andesita congrava- arena cementada), dureza-
media y regular contenido de silica.

B) Tamaño máximo en la alimentación = 6 "

C) Producción Horaria deseada.

Produciremos 108,598.1 m³, sueltos en 80 días hábiles con 2 -
turnos de trabajo de 20 horas c/u y una eficiencia del 70 % .

$$\frac{108,598.1}{80 \times 20 \times 0.7} = \frac{108,598.1}{1,120} = 96.27 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$96.27 \times 1540 = 149.33 \text{ ton/hr (métrica)}$$

$$\frac{149.33}{0.9} = 165.93 \text{ ton/hr (cortas)}$$

D) Granulometría específica : 0 - 1 1/2"

Veremos la información que en este banco existe un 48 % de---
tenido en malla de 1 1/2", por lo cual su tratamiento será trituración-
parcial secundaria y cribado.

La granulación en el Banco es la siguiente:

| | | |
|------------|-----|----------------|
| 0 - 3/8 | 10% | 16.59 ton/hr |
| 3/8- 3/4 | 16% | 26.55 " |
| 3/4- 1 1/2 | 26% | 43.14 " |
| 1 1/2 - 6 | 48% | <u>79.65</u> " |
| | | 165.93 " |

Seleccionemos una trituradora RIPOSFERA 3675 que nos de una-
producción de 23 ton/hr, abierta a 1" con la siguiente granulometría:

| | | |
|--------------|------|--------------|
| 0 - 3/8 | 22% | 17.52 ton/hr |
| 3/8 - 3/4 | 14% | 11.15 " |
| 3/4 - 1 1/2" | 64 % | 50.98 " |

RESUMEN :

| PRODUCTO: | EN BANCO | TRIT. SEC. | | % |
|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| 0 - 3/8 | 16.59 | 17.52 | 34.11 | 13.89 |
| 3/8 - 3/4 | 26.55 | 11.15 | 37.70 | 15.35 |
| 3/4 - 1 1/2 | 43.14 | 50.98 | 94.12 | 38.33 |
| 1 1/2" - 6" | 79.65 | | 79.65 | 32.43 |
| | <u>165.93</u> | <u>79.65</u> | <u>245.58</u> | <u>100.00</u> |

SELECCION DE LA CRIBA:

$$A = \frac{Q}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

$$Q = 245.58 - 79.65 = 165.93 \text{ ton/hr}$$

$$A = 3.20$$

$$B = 0.97$$

$$C = 1.0$$

$$D = 0.79$$

$$E = 1.0$$

$$F = 1.0$$

$$A = \frac{165.93}{3.2 \times 0.97 \times 1.0 \times 0.79 \times 1.0 \times 1.0} = \frac{165.93}{2.45}$$

$$A = 87.72 \text{ f t}^2$$

Elegimos una criba de $6 \times 16 = 96 \text{ f t}^2$

CAPITULO VII

- " CONTROL DE CALIDAD "

Materiales pétreos para Base y Sub-Base.- Control de calidad.

Para darnos cuenta que los materiales con los que trabajase, se encuentran dentro o fuera de las especificaciones, es necesario someterlos a una serie de pruebas de laboratorio. Mediante éstos podremos saber en un momento dado si éstos necesitan o no corrección.

Así pues, describiremos en seguida las pruebas que se efectúan a los agregados para base y sub-base.

1.- Determinación de la humedad.

Esta prueba tiene por objeto saber la cantidad de agua que tiene el material para en el momento de tenderse se le adicione el agua necesaria para que se obtenga en la compactación un peso volumétrico máximo.

El contenido de humedad (W), se verifica secando la muestra en horno a temperatura constante (105°C) previamente pasada después de 12 horas o más de permanencia en él, se deja enfriar y una vez seca se volverá a pesar. Calentaremos el contenido de agua por medio de la siguiente relación:

$$W = \frac{p_h - p_s}{P_s} \times 100$$

2.- Determinación de la absorción del material pétreo retenido en la malla de 3/8"

La muestra de material pétreo deberá sumergirse en agua a una temperatura de 15°C a 20°C y mantenerse en éstas condiciones 24 hrs. Se extrae la muestra del agua, y se procede a su secado superficial. Se pesa el material saturado y suficientemente seco (P_w). Se seca la muestra en horno y se pesará cuando se haya enfriado a temperatura ambiente (P_s), la absorción la calcularemos mediante la fórmula:

$$W_a = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100$$

W_a = Humedad de absorción en %

P_w = Peso de la muestra saturada y superficialmente seca.

P_s = Peso de la muestra seca.

3.- Determinación de la densidad:

La densidad es un índice de la calidad del agregado, en términos generales se puede decir que a densidades altas y bajas absorciones corresponden materiales compactos y resistentes.

La muestra de material pétreo previamente cribado por la malla de 3/8", se saturará en agua durante 24 Hrs. y se secará superficialmente y se pesa (P_w). La muestra en este estado se sumerge en el picnómetro lleno de agua al nivel de derrame, se recogerá en la probeta graduada toda el agua deshalojada por el material pétreo y se medirá el volumen de éllo. Se extrae la muestra del material pétreo del picnómetro y se seca, y se registrará su peso (P_s).

La densidad relativa aparente:

$$D_{ra} = \frac{P_s}{V_t \times D_m}$$

En donde:

D_r = Densidad relativa aparente.

P_s = Peso de la muestra seca.

V_t = Volumen desahojado.

D_w = Densidad absoluta del agua = 1 gr/cm³

4.- Determinación del Peso Volumétrico:

El peso volumétrico es función de la granulometría y la densidad de las partículas siendo mayor en los suelos granulares bien granulados de densidad alta.

Para su determinación se tomará por cuarteo una cantidad suficiente de muestra secada, ya parcialmente y disgregada se colocará sobre el recipiente cilíndrico, se enrasará el mismo con una regla y se pesará. A este peso se le descontará la tara o peso del recipiente y se dividirá entre el volumen del mismo.

$$\gamma_c = \frac{100 P}{v(100+w)}$$

En donde:

γ_c = Peso volumétrico suelto.

P = Peso del material contenido en el recipiente.

V = Volumen del recipiente.

w = Humedad del material en %

GRANULOMETRIA:

El análisis granulométrico es llamado también análisis mecánico y es básico en el estudio de agregados que vayan a ser utilizados en la construcción Sub-bases y Bases de pavimentación. Tiene por ob

objeto separar y clasificar por tamaños los granos que componen la muestra.

Estos análisis se determinan por el uso de la serie de cedazos que tienen taladros cuadrados de tamaño standard, previamente pesada la muestra.

Las cribas necesarias de mayor a menor son: 2", 15", 1", 0.75" 0.50", 0.375", 0.25", Nos. 4, 10, 20, 40, 60, 100, 200

Con las porciones retenidas en c/u de las cribas anteriores, así como la porción que pasa de malla No. 4, se calcularán los porcentajes retenidos y porcentajes acumulativos. Posteriormente se calcularán los porcentajes que pasan cada malla.

Con los resultados obtenidos en éstos análisis mecánico se representarán sobre un papel semilogarítmico por una curva llamada granulométrica.

El material debe quedar comprendido entre el límite inferior de la Zona I y el superior de la Zona III

DETERMINACION DE LIMITES DE CONSISTENCIA:

Estas pruebas tienen por objeto estudiar las variaciones de la consistencia de los suelos finos con los cambios de humedad, se les llaman también límites de atterberg.

Las especificaciones de S.O.P. son las siguientes:

1.- Para sub-Base:

Zona en que se clasifica

El material de acuerdo con Zona I Zona II Zona III

Su granulometría.

Contracción lineal en % 60 max. 45 max 30 max.
2-Para Base

Zona en que se clasifica

El material de acuerdo Zona I. Zona II Zona III
con su granulometría.

Contracción lineal en % 4,5 max 3,5 max 2,0 max.

Límite líquido

Es el límite entre los estados líquido y plástico de un suelo.

LÍMITE PLÁSTICO.- Es el límite entre los estados plástico y semisólido.

Contracción lineal:- La contracción lineal de un suelo es la reducción del volumen del mismo, medida en una de sus dimensiones y expresada como porcentaje de la dimensión original cuando la humedad se reduce desde la correspondiente al límite líquido hasta la del límite de contracción.

LÍMITE DE CONTRACCIÓN.- Corresponde al contenido de humedad, con el cual cesa la contracción de su masa aun cuando continúe el proceso de evaporación del agua.

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO SOPORTE (PRUEBA PORTAR)

Esta prueba tiene por objeto determinar la presión necesaria para hacer penetrar una zapata circular de 3"2 de área, una distancia de 0.1", en un suelo compactado y saturado. Esta presión, dividida por la presión necesaria para obtener la misma penetración en una grava quebrada, compacta de buena calidad, da un cociente que expresado en porcentaje se conoce como "valor relativo soporte" (VRS)

Las especificaciones de S.O.P. son las siguientes:

Para Sub-Base,- Valor relativo soporte = 50

Para Base, - Valor relativo soporte = 80 - 1000 veh/día

Valor Cementante 100 - 1000 Veh/día

Su objeto es la determinación del poder de cementación de un suelo fijo o de la fracción que pasa de la malla No. 4.

El valor cementante es la función de la forma y acomodo de las partículas de suelo, de su rigosidad y de la plasticidad de los finos.- Es de desearse que en todos los casos los suelos que forman la estructura del pavimento tengan un cierto valor cementante. El valor cementante es el promedio de la resistencia a la compresión sin confinar obtenida en tres especímenes y se expresa en Kgs.

Las especificaciones de la S.O.P., son:

Para Base

Zona en que se clasifica

| El material de acuerdo con su granulometría. | Zona I | Zona II | Zona III |
|--|--------|---------|----------|
|--|--------|---------|----------|

| | | | |
|--|---------|----------|----------|
| Valor cementante en Kg/cm ² | 35 min. | 3.0 min. | 2.5 min. |
|--|---------|----------|----------|

Para materiales angulosos

| | | | |
|--|---------|-----|----------|
| valor cementante en kg/cm ² | 5.5,min | 4.5 | 3.5 min. |
|--|---------|-----|----------|

para materiales redondeados y lisos

Para sub-Base

Zona en que se clasifica

El material de acuerdo

| con su granulometría | Zona I | Zona II | Zona III |
|----------------------|--------|---------|----------|
|----------------------|--------|---------|----------|

Valor cementante para
materiales angulosos (Kg/cm²)

Valor cementante para
materiales redondeados

y lisis 5.5 Min. 4.5 Min 3.5 Min

AFINIDAD CON EL ASFALTO:

Con el propósito de conocer si el material propuesto presenta características de buena adherencia con el asfalto se hacen estas pruebas sobre el mismo material para base.

En el caso de que la adherencia no fuera satisfactoria, se modificarían las características de la superficie de las partículas de material pétreo mediante el uso de agentes químicos.

La especificación para base, según S.O.P., es:

Desprendimiento máximo por fricción de 25 % max.

MATERIALES PETREOS PARA CARPETA ASFALTICA DE UN RIEGO:

Se utilizan materiales pétreos triturados y clasificados.

Estos materiales son obtenidos mediante el proceso de rocas sanas (mantos, depósitos de cantos rodados, o gravas)

GRANULOMETRIA.- MATERIAL 3- A

Deberá clasificarse a través de la malla de 3/8" y No. 8, solo podrá aceptarse un retenido máximo de 5 % en la malla de 3/8", siempre que no sean partículas mayores de 1/2", pasando la malla No. 8; solo se puede aceptar como máximo el 5 %, si es que se retiene totalmente en la malla No. 40.

F)- LIMITES DE ATTERBERG Y PRUEBAS COMPLEMENTARIAS.- Estas pruebas se aplican a materiales pétreos para carpeta de un riego a fin de conocer el grado de plasticidad de los finos que serían un indicio de la presencia de arcilla.

Cuando la arcilla se encuentra dispersa en el material o adherida a sus partículas ocasiona una deficiencia en la adherencia de las películas asfálticas y si se encuentra formando grupos aislados, cada uno de éstos constituye un punto débil en la carpeta en presencia de agua.

Deberán cumplir con el requisito de plasticidad, medida indirectamente por contracción lineal.

Las especificaciones de la S.O.P. admiten un máximo de 3%

G) PRUEBAS DE DESGASTE.- Las pruebas de desgaste tienen por objeto conocer la calidad del material pétreo y es una medida indirecta del grado de alteración alcanzado por éste, así como de planos de debilitamiento o cristalización que provocan una desintegración de la presencia de partículas con forma de laja, cuyas aristas vivas sufren una fuerte abrasión durante la prueba.

A continuación las especificaciones que deben llenar los materiales pétreos para carpeta asfáltica.

1.- Desgaste "los Angeles" : 30% máx.

2.- Intemperismo acelerado: Con sulfato de sodio, 12 % max.; con sulfato de magnesio, 18% max.

3.- Afinidad con el asfalto.- Determinación del % de desprendimiento por fricción: 25 % max.

CAPITULO VIII

- " MANTENIMIENTO "

Para un buen funcionamiento de nuestras plantas de trituración, es necesario un buen mantenimiento preventivo de la misma.

A continuación se expone el sistema de Mantenimiento preventivo. El control de este mantenimiento se lleva en los frentes de trabajo y mediante bitácoras del equipo existente.

A) - Tolvas, canalones, reflectores y estructuras en general. Será necesario su revisión periódica así como una observación del desgaste durante el trabajo, en placas y estructuras semanalmente.

B) - Alimentador de Plato, se tendrán los siguientes puntos - fundamentales; para realizarse la revisión periódicamente:

- a)- Revisión y apriete de tornillería en general.
- b)- Revisión de rodillos.
- c)- Revisión del estado físico en general del mismo alimentador.

Para revisión diariamente:

- a)- Engrese general de baleros y chumaceros.
- b)- Revisar niveles de aceite de los reductores.
- C)- PARA el equipo de quebradora de quijada, de etapa primaria se tiene:

- a)- Revisión de la nivelación y apriete de anclas de sujeción
- b)- Revisar tornillería general del equipo.
- c)- Revisar el resorte de retroceso de la muela móvil, que esté bien apretada para evitar desperfecto entre topla y cuña.

- d)- Lubricar chumaceras y baleros.
- e)- Revisar el desgaste de las muelas de trituración.
- f)- Revisar tensado de bandas de transmisión.

D)- EQUIPO DE TRITURACION SECUNDARIO Y TERCARIO:

- a)- Revisar lubricación de la flecha o árbol principal.
- b)- Revisar la fijación del cóncavo, así como los tornillos de fijación que se encuentran flojos.
- c)- Revisar estado físico de las partes a mayor desgaste.
- d)- Revisar tensado de bandas de transmisión.
- e)- Sopletear diariamente el radiador del sistema de enfriamiento.
- f)- Cambio de aceite a las 300 hs. de trabajo.

E)- EQUIPO DE CRIBADO:

Para efectuarse a diario:

- a)- Engrese y lubricación de los ejes.
- b)- Revisión y apriete de tornillería en general.
- c)- Revisión del estado físico de los sellos del eje.
- d)- Revisión del estado físico de las mallas y hules amortiguadores.
- e)- Revisión de los resortes y muelles.
- f)- Revisión del soporte de muelles soldados a la base.
- g)- Revisar tensado y alineación de las bandas de transmisión.
- h)- Revisar nivel de aceite en el cabezal.

F)- EQUIPO ELECTRICO:

- a)- Revisar y comprobar las lecturas de los aparatos de medición.

b)- Sopletear equipo de arranque y paro (botoras, arrancadores, aparatos de medición, interruptores, etc.)

c)- Revisar, checar y sopletear los motores.

G) BANDAS TRANSPORTADORAS.- (INCLUYENDO LA BANDE DE EVALUACION.

Para este tipo de equipo se recomienda: Lubricación general - una vez diaria, así como revisión a los niveles de aceite de motoreductores y a la banda de hule, alineación de la misma, así como observar - que no existan rodillos en mal estado o frenados y limpieza general de la banda; por lo que respecta a la operación del equipo, esta se ligar - muy íntimamente con el mantenimiento para (la operación) la obtención - de un buen rendimiento ya que una buena operación del equipo y un buen - mantenimiento nos redundará en beneficios y utilidades para la obra, en la obtención de un buen rendimiento ya que en la obtención de la pro - ducción de agregados pétreos, para la construcción.

CAPITULO IX .

- - " RECOMENDACIONES PARA OBTENER EL MAXIMO DE PRODUCCION"

1.- TRANSPORTADORES DE BANDA:

- a)- Conservar la banda en el empaque que viene de la fábrica hasta su colocación.
- b)- Los rollos de banda, generalmente son bastante pesados, deberán ser manipulados cuidadosamente para evitar se golpeen con piedras, herramientas, etc., que lleguen a romper la banda; de llegar a suceder, éste no deberá instalarse si no es reparada antes.
- c)- Los rollos almacenados deberán protegerse del sol.
- d)- La colocación de la banda sobre rodillos y poleas, es una operación crítica que requiere mucho cuidado y una planeación previa.
- e)- Evitar dobleces ayuda a la banda.
- f)- Reducir al máximo el deslizamiento sobre filos y superficies ásperas.
- g)- Antes de arrancar una banda, deberá especificarse que no haya caído accidentalmente una herramienta en la zona de retorno.
- h)- No usar demasiada tensión de la banda sobre los rodillos y poleas.
- i)- Proteger debidamente la banda para evitar al máximo mediante la caída de material en la zona de retorno; quitar inmediatamente cualquier material que caiga en ésta zona para evitar que la banda sea dañada seriamente.

- j)- Se recomienda revisar continuamente y tan pronto como aparezca ~~una~~ algún daño, proceder de inmediato a su reparación para evitar ~~da-~~ños mayores.
- k)- Se recomienda tener en stock:
- Cuchilla de zapatero, debidamente afilado,
 - Piedra para afilarlo,
 - Tela de esmeril (suficientes)
 - Tubo de cemento de hule para parches.
 - Brocha para aplicar el cemento de hule,
 - Juegos flexco para uniones con todos sus accesorios y herramientas.
 - Placas para cortar,
 - Estopa para limpieza.
 - Gasolina (para limpieza)
- l)- Al colocar una banda, tener cuidado de colocar correctamente la su-
perficie de desgaste.
- m)- Checar que la banda tenga la velocidad necesaria y no exceder de
la máxima especificada.
- n)- El desplazamiento de la banda debe estar debidamente alineada, en al-
gunos casos se hace necesario colocar rodillos giratorios vertica-
les, pero no es una práctica muy recomendable por el desgaste later-
al que ocasionan a la banda.
- o)- Todos los rodillos y poleas ~~deben~~ girar.
- p)- Colocar lateralmente pasillos adecuados para facilitar los traba-
jos de inspección y vigilancia, así como evitar el empleo de la mis-
ma como vía de tránsito del personal.

- q)- Debe contarse con un tacómetro para verificar las velocidades.
- r)- Usar las pendientes especificadas de acuerdo con el manual.
- s)- Para la limpieza de la banda del material que se le adhiere, deben-- colocarse raspadores o escobetillas giratorias bajo la polea de la cabeza.

t)- Solicitar las bandas adecuadas para el material que se va a mover:

Expesor del recubrimiento superior e inferior.

Número de capas.

Clase del material de revestimiento

Resistencia transversal, elongación y alargamiento.

Tipo de recubrimiento lateral.

No debe olvidarse que para mejorar la eficiencia en la operación,-- deben emplearse las maoures velocidades especificadas, lo que permi te usar bandas más angostas.

2.- CRIBAS VIBRATORIAS :

- a)- Usar las cribas de las características y dimensiones adecuadas al-- tonelaje y especificaciones del material que se va a clasificar.
- b)- Emplear las mallas (de placa o alambre) especificadas para cada ti po de trabajo.
- c)- El motor debe tener la potencia, R.P.M. frecuencia y sentido de ro- tación que requiera la criba que va a mover.
- d)- Comprobar que la criba trabaja a las R.F.M., que necesita de acuerdo

con el material que se va a cribar y las recomendaciones del fabricante.

- e)- Usar el número necesario de bandas, así como la tensión debida para garantizar la total transmisión de la potencia al motor de la criba.
- f)- Las cribas deberán tener el testigo para checar periódicamente durante los turnos de operación, que su funcionamiento es correcto, - en caso contrario, hacer inmediatamente las correcciones necesarias.

De conveniente, es preferible revisar este aspecto en el tiempo dedicado al mantenimiento.
- g)- El material debe alimentarse en la parte que las cribas tienen para éllo, en ningún caso se alimentará a la criba directamente sobre la malla, para evitar su destrucción prematura de la misma.
- h)- Deben seguirse al pie de la letra las instrucciones de operación del fabricante.
- i)- Deberá contarse con accesos fáciles y seguros para facilitar la inspección de la maquinaria.
- j)- La iluminación será la necesaria para los trabajos de mantenimiento y reparación, y para la revisión durante la jornada de operación.
- k)- Al hacer el pedido de las mallas, no olvidar considerar el tramo -- necesario para la fijación, indicar el alambre con que debe estar fabricada (o en su caso, el espesor de placas) si los agujeros son cuadrados o rectangulares (o en su caso redondos) las dimensiones de los mismos, largo y ancho total.

Para fijar el diámetro del alambre, debe tenerse en cuenta el tipo-

de cribado (ligero, mediano, pesado y el área del cribado).

1)- Los soportes para las bases de los apoyos de las cribas, deberán estar alineados y nivelados.

3.- EQUIPO DE TRITURACION PRIMARIO.

QUEBRADORA DE QUIJADAS:

a)- Antes de operar por primera vez una quebradora de quijadas, deberá hacerse lo siguiente:

- Asegurarse de que está perfectamente lubricada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

- Checar que todos los pernos estén debidamente apretados.

- Comprobar cuidadosamente que la cuña del volante esté perfectamente colocada.

- Asegurarse que la quebradora esté perfectamente nivelada.

b)- Con la máquina trabajando a plena carga, verificar:

- Que trabaje a la velocidad (RPM) especificada.

c)- La quebradora debe trabajar en el sentido de rotación indicado por el manual de la maquinaria.

d)- La máquina deberá trabajarse con las bandas de transmisión completas y a la tensión debida para aprovechar al máximo la potencia del motor, siempre deberá haber un stock un juego de bandas de transmisión para la quebradora.

- e)- Las comignaciones de las muelas deben estar de tal manera, que el--
salle de una coincida con la cima de la otra.
- f)- Estar pendiente del desgaste del corrugado de las muelas en el ex--
tremo que queda en la descarga de las quebradoras.
- g)- No olvidar que entre más lisas estén las muelas más presión requeri--
rá para quebrar la piedra, con lo que tanto la quebradora como el m
motor que la mueve, se sobrecargan, de donde se verá la convenien--
cia de mantener al máximo el comigado reparándola en el campo cuen--
do sea necesario.
- h)- Mantener siempre en stock un juego de muelas, de placas laterias y--
un toggle, un juego de martillos y tensores con sus resortes.

EQUIPO DE TRITURACION SECUNDARIA Y TERCIAIA.

- a)- Checar que la máquina trabaja a la velocidad (RPM) especificada y -
con el motor de la potencia requerida.
- b)- La alimentación deberá ser a volumen constante para evitar que la -
quebradora se atasque.
- c)- La inspección de la máquina debe ser frecuente y la atención inme--
diata para cualquier falla.
- d)- Colocar tolvos de protección en las transmisiones. Alimentadores.

ALINE. TADORES:

- a)- Seleccionar el alimentar adecuado para el fin que se fija.
- b)- Instalar el alimentador de tal manera que el material no se acuña -

contra la quijada móvil y el alimentador de plata (en nuestro caso)

- c)- La longitud del alimentador debe ser tal, que al descargar el material sobre el mismo, no caiga dentro de la cámara de trituración.
- d)- El operador del alimentador deberá vigilar que sobre el mismo (p)se mantenga siempre un colchón de material para protegerlo contra el impacto.

Debe vigilar también que el material no se fuente en la quebradora, dirigiendo adecuadamente las rocas del alimentador a la quebradora. La negligencia es la causa primordial del punteo de roca dentro de la quebradora y ésto causa una disminución muy grande en la eficiencia y rendimiento de quebradora y de toda instalación con una considerable elevación de los costos.

- e)- Observar cuidadosamente las instrucciones de operación y lubricación del fabricante.

CAPITULO X

" COSTOS HORARIOS "

El costo horario por equipo es el que se deriva del uso ----- correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de -- los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificacio- nes y en el contrato.

Los cargos son los siguientes:

- A) - Cargo por depreciación.
- B) - Intereses, seguros, almacenajes, etc.
- C)- Mantenimiento.
- D)- Cargos por consumos.
- E)- Cargos por operación.

A)- DEPRECIACION :

La maquinaria se deprecia de dos formas:

- Por su uso ,
- Por su edad.

Por su uso se llama depreciación material y es originada por- el desgaste, vibraciones, intemperismo, mal trato, etc.

Por su edad se llama depreciación funcional y se origina por- volverse la maquinaria más vieja y porque aparecen en el mercado mode- los más ventajosos y más eficientes,

Para calcular depreciación (en ambos aspectos) se puede esco-

ger uno de los siguientes cuatro métodos, según la conveniencia de depreciarla de un modo o de otro:

- a)- Método de la función lineal,
- b)- Método de porcentajes sobre saldo.
- d)- Método de la suma de los dígitos.
- e)- Método del fondo de amortización.

En las empresas del grupo pertenecientes a Ingenieros Civiles Asociados, el método que se emplea para la depreciación del equipo es la de la función lineal que supone que la maquinaria conserva el mismo valor durante todo el año fiscal y se deprecia súbitamente en el último-instante.

Nuestro equipo está dividido en dos categorías:

1.- Maquinaria mayor, que está constituida por el equipo cuya utilización se controla por hora efectiva o sea con horómetro.

2.- Maquinaria menor: que se controla por tarifa mensual.

Para fijar en maquinaria mayor las tarifas se considera una vida útil de las máquinas en horas.

A) INTERESES, IMPUESTOS, SEGUROS, ALMACENAJES.

Se debe considerar que el costo horario, los intereses del capital desembolsado para adquirir el equipo, seguros de accidentes e incendios, gastos de almacenaje y transporte al almacén, siendo los intereses del 10% por capital desembolsado, 4% de seguros, 3% de almacenaje e impuestos 3%. Los que suman un total del 20% anual, por lo que para obte

ner el costo horario por este concepto se aplicará la ecuación:

$$\text{Inversión media} = PR + VD \frac{n+1}{n} \quad (\text{intereses, seguros, etc.})$$

En donde:

n= años de vida útil.

p= Inversión total inicial.

r= Valor de rescate (fracc).

VD=Valor depreciable = P-PR

$$\text{Intereses, Imp., Seq., etc.} = 0.2 \left(\frac{1+n}{2n} \right)$$

C) MANTENIMIENTO:

Los gastos de mantenimiento, dependen sobre todo de la naturaleza de los trabajos que han de realizarse y del cuidado que se tenga de la máquina. Se divide en mayor y menor. En el mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellos que puedan realizarse en el campo, empleando personal no especializado y que requiera retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable.

Incluye: obra de mano, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios. En el menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúen en las propias obras; así como los cambios de líquidos hidráulicos, aceites de transmisión, filtros, grasas y etapas. Incluye al personal y equipo auxiliar que realizan estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y

otros materiales que sean necesarios.

La ecuación utilizada, será:

$$M = Q D$$

En donde:

M = Carga por mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo.

Q = Coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor. Se calcula con base en experiencias estadísticas; varía para cada tipo de máquina y las distintas características del trabajo.

D)- CARGOS POR CONSUMOS:

La determinación de este concepto comprende:

- 1.- Combustibles.
- 2.- Lubricantes/
- 3.- Pintas.

La determinación de los consumos, se puede obtener de la siguiente forma:

1.- Para el consumo de combustible diesel, se puede obtener de la siguiente forma:

a- Motores de gasolina: 0.24 Lts. x HP. op./hr

b- Motores diesel: 0.20 Lts. x HP op./hr

En donde: HP. op = potencia de operación.

2.- Lubricantes:

Este costo depende del estado mecánico del motor y se puede de

terminar por medio de las siguientes fórmulas:

Para máquinas con potencia de placa igual o menor de 100 Hp

$$c = \frac{c}{t} + 0.0030 \times \text{HP. op.}$$

Para máquinas con potencia de Placa mayor de 100 HP

$$a = \frac{c}{t} + 0.0035 \times \text{H.P. op.}$$

En ambas:

a= Cantidad de aceite necesario por hora efectiva de trabajo, en litros.

c= Capacidad del carter en litros.

t= Número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite.

3- LLANTAS.

Es la parte de la maquinaria cuyo desgaste es más rápido en relación con las otras partes. Su vida económica varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidos, del cuidado y mantenimiento que se les importa, de los cargos que operan y de las condiciones de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen.

Se considerará esta carga, solo para aquellas maquinarias en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido el valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Esta carga está representada por la siguiente ecuación:

$$C_u = \frac{v}{Hv}$$

En donde:

C_{LL} = Carga por consumo de llantas, por hora efectiva de trabajo.

V = Valor de adquisición de las llantas, considerando el precio para llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

Hv = Horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo, impuestas a las mismas

Se determina de acuerdo con la experiencia, considerando los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo, condiciones relativas al camino en que transiten, tales como pendientes, curvaturas, rodamiento, posición en la máquina, cargos que soporten y climas en que se operen.

E)- CARGOS POR OPERACION:

Los salarios que se pagan al personal de operación, varían en gran medida de una zona o estado, dentro de la República Mexicana. En la Compañía ICA, S.A. se paga a los operadores, un sueldo razonable con respecto al sueldo base de la zona, además tienen una compensación por volumen de material procesado.

CAPITULO XI

" USO DE LOS AGREGADOS "

Sabemos que los agregados pétreos son componentes básicos en la construcción de una carretera.

Por lo que hablaremos sobre su uso según la función que ejercen.

Las sub-bases se emplean para satisfacer las siguientes condiciones:

a)- Servir de capa de drenaje al pavimento.

b)- Controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la subrasante.

c)- Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de los napas freáticas cercanas o de otras fuentes, protegiendo así el pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de heladas. Este hinchamiento es causado por el congelamiento del agua capilar, fenómeno que se observa especialmente en suelos limosos donde la ascensión capilar del agua es grande.

Si la función principal de la Sub-Base es servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase la malla # 200, no ha de ser mayor del 8 %

BASE:

Esta capa tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y además repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación.

Las bases (en lo que respecta al material pétreo que se emplee), deberá llenar los siguientes requisitos:

- a)- Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- b)- No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- c)- La graduación del material de la base, es menester que se halle dentro de los límites especificados por la S.O.P.

Por lo general para la capa de base se emplea piedra triturada, grave o mezclas estabilizadas de suelo cemento, suelo bituminoso, etc.

Una vez aceptado el material por la Supervisión (S.O.P.), se procede a llevarlo al tramo para su almacenamiento y posteriormente se le incorporará de humedad (una humedad cercana a la óptima) mediante unidades de riego (pioa)

Entonces el material estará en condiciones de mezclarse por medio de motonconformadoras y el empleo de éstas terminará al darse el tendido y afinado de la capa.

Con lo anterior dejaremos lista la base para su compactación la cual será de las orillas hacia el centro y posteriormente con el rodillo vibratorio con el objeto de que eleve el grado de compactación de

dejado por la plancha. El neumático tomará parte ayudando a la compactación y cerrando la textura de la capa.

RIEGO DE IMPREGNACION.

1.- DESCRIPCION:

Es la aplicación de un producto asfáltico rebajado de fraguado medio o lento a la base terminada.

2.- FUNCION:

Tiene la función de formar una transición estable entre la base y la carpeta para lo cual debe quedar anclado en la base, además debe aglutinar las partículas en la zona penetrada y reducir la permeabilidad de la superficie impregnada.

3.- REQUISITOS QUE DEBE LLENAR LA BASE PARA PODER IMPREGNARSE ADECUADAMENTE.

Las bases deben estar contruidas con materiales que cumplan las especificaciones respectivas, deben estar bien compactadas y bien conformadas, en el momento de recibir el riego asfáltico, deben estar secas superficialmente y hasta una profundidad mínima de 1 cm. - También superficialmente deben estar libres de polvo y de cualquier otro material suelto o extraño.

La textura de la base varía con el tipo de material que se use y la bondad del riego de impregnación depende en gran parte de esta textura, por este motivo es aconsejable que la curva granulométrica de la base esté preferentemente dentro de las zonas I y II de las especifica-

ciones granulométricas y que la cantidad de partículas de diámetro menor de 0.075 mm. sea inferior al 10%; que las partículas de tamaño medio y grueso que contenga el material de la base sean relativamente duras para que no se rompan apreciablemente durante el proceso de compactación modificando considerablemente la granulometría; finalmente, que exista una buena adherencia entre el asfalto de riego con el material de la base en estado húmedo, ya que es prácticamente imposible que la base permanezca seca, aún en climas relativamente áridos, una vez que ha quedado cubierta con la carpeta.

4.- MATERIAL ASFALTICO:

El producto asfáltico adecuado para este riego debe ser de baja viscosidad y tener un disolvente que no sea de rápida volatilidad, ya que éso equivaldría a que el producto regado aumentara rápidamente en viscosidad quedándose en la superficie.

Los productos recomendados para este fin, normalmente son: FM - 0; FM-1, FM-2, para aquellos lugares donde se tenga un clima muy húmedo, cuya temperatura mínima no sea inferior a 20°C durante los días de trabajo, pueden usarse los productos FL-0, FL-1 y FL-2.

Es necesario hacer notar que aunque es inconveniente emplear un producto viscoso, lo que importa es que quede una película asfáltica de un espesor adecuado cubriendo las partículas de la base en la zona impregnada, por lo que es adecuado emplear productos demasiado fluidos, debido a su bajo contenido de residuo asfáltico, ya que si ésto sucede, se puede obtener una buena penetración de riego, pero las peli-

culas de cemento asfáltica, será tan delgada que apenas alcanzará a --- colorear de negro las partículas. Cuando por motivos especiales, es necesario aplicar un producto con bajo contenido de cemento asfáltico - - (por ejemplo FM-0, o FL-0), es aconsejable dar primero una aplicación y después de que se ha penetrado dar una segunda aplicación para que no - se quede demasiado delgada la película asfáltica, para no correr el - - riesgo de que el riego de impregnación afloje superficialmente la base, haciendo un efecto de lubricación en vez de cementación que es lo deseable.

El riego asfáltico debe penetrar completamente en la base sin que queda exceso de asfalto no absorbido en la superficie. Es común observar que un producto asfáltico se puede comportar en diferente forma cuando se aplica sobre una base que tiene aparentemente poca variación, por lo que es de suma importancia una vez que ha quedado definido el tipo de producto asfáltico, hacer pruebas sobre la base debidamente preparada para determinar la cantidad por metro cuadrado que hay que regar, modificando esta cantidad cada vez que sea necesario. Lo anterior significa que el tipo y cantidad de asfalto por regar debe ser determinado en función de la textura y permeabilidad de la base, así como la temperatura ambiente.

Las cantidades que normalmente deben regarse por metro cuadrado, deben variar entre 1.2 y 2.0 Kg/m². Es preferible quedarse ligeramente bajo en la cantidad regada que tener un exceso no absorbido que puede afectar la estabilidad de la carpeta, es decir, que provoque movimientos de la misma o bien el exceso de asfalto ascienda a la super-

ficie de la carpeta, provocando llovados en la misma. Una base que requiera más de 2.0 Kg/m^2 , es una base defectuosa que está abierta, ya sea por mala graduación o por falta de compactación, o bien, que contenga gran cantidad de partículas de alta absorción (partículas porosas)

5.- CUIDADOS QUE HAY QUE TENER PARA CONSEGUIR UN BUEN
RIEGO DE IMPREGNACION.

Para obtener un buen riego de impregnación, es necesario tomar en cuenta las siguientes precauciones:

a)- Antes de recibir el riego de producto asfáltico, la base debe estar bien conformada, compactada y seca hasta una profundidad mínima de 2 cm.

b)- La base debe estar exenta de polvo y partículas sueltas, o extrañas por lo cual, antes de recibir el riego de asfalto deberá barrerse lo mejor posible.

c)- La base no debe tener depresiones donde pueda encharcarse el asfalto líquido del riego, cuando éste suceda hay que quitar el exceso de asfalto por medio de cepillos.

d)- La petrolizadora deberá estar acondicionada con equipo para calentar el producto asfáltico y con una bomba con la potencia suficiente para dar una presión que produzca una dispersión uniforme en todas las "espesas" de la barra, ésta deberá ajustarse para que durante el riego permanezca a una altura constante de manera que trabajando adecuadamente todas las espesas, riegue uniformemente cubriendo toda la superficie.

e)- Para determinar exactamente el volumen total del material asfáltico aplicado en un tramo por la petrolizadora, el tanque de éste, estará calibrado en tal forma que puede medirse su contenido en incrementos no mayores a 40 Lts.- La calibración de un tanque distribuidor se realiza con el tanque vacío y las válvulas y tubos de salidas cerradas para evitar fugas de líquido, se llena el tanque con agua utilizando recipientes bien medidos de 20 o 30 Lts. de capacidad, después de añadir cada recipiente de agua, se mide y se apunta la profundidad del agua en el centro del tanque.

Las profundidades así obtenidas se marcan en una regla metálica, e incrementos de 20 a 30 Lts.- Este regla es la que debe emplearse para determinar adecuadamente el contenido del tanque a cualquier nivel. Antes de comenzar una aplicación de asfalto, se mide con la regla el tanque para determinar su contenido, operación que se repite después de haber terminado la aplicación, midiendo el material que queda en el tanque calculando la cantidad de Lts. aplicados. También se puede determinar la cantidad regada por metro cuadrado, colocando en el tramo por regar un papel de superficie conocida y pesando el papel antes o inmediatamente después de dar el riego; este procedimiento puede ser usado para comprobar, de tiempo en tiempo, si la calibración de la regla usada para una petrolizadora dada, es correcta.

F) EL PRODUCTO ASFALTICO:

Deberá regarse a la temperatura recomendada por las tablas de aplicación, pero como es importante que la viscosidad permanezca lo más baja posible para que el producto pueda penetrar, es aconsejable dar el riego a la hora de más calor en el día.

G)- El período de curado debe ser mínimo de 24 Hrs.; se recomienda cerrar el tramo regado mientras tanto no ha penetrado la mayor parte del producto regado y hasta después de haber endurecido, en que queda en la superficie, de tal modo que no se levante con las llantas de los vehículos.

Cuando por razones de tránsito no pueda dejarse mucho tiempo cerrado un tramo, puede darse después de transcurridas 12 horas como mínimo, un riego de arena para evitar que las llantas levanten el riego; ésto podrá hacerse como una medida de emergencia, aunque es preferible dejar que el riego tenga su tiempo de curado completo sin permitir el tránsito sobre él.

H)- La base impregnada no deberá dejarse sin carpeta por mucho tiempo pues corre el peligro de que el tránsito deteriora la base impregnada. Este tiempo es variable según la intensidad de tránsito, el clima del lugar y la calidad de los materiales; pero el tiempo normal que debe transcurrir entre la fecha en que se da el riego de impregnación y la construcción de la carpeta no debe exceder de 3 días.

6.- COMO JUZGAR LA BONDAD DE UN RIEGO DE IMPREGNACION.

El riego de impregnación bien dado, es aquel en donde la superficie tratada de la base, quede uniformemente cubierta con el riego asfáltico y éste quede firmemente adherido a ella; la penetración normal del riego de impregnación en una base es de 8 a 10 mm., sin embargo en algunos casos, una penetración de 3 a 5 mm.

de asfalto, mejora también su penetración en la base.

d)- Cuando a pesar del barrido quede una superficie de textura muy cerrada y muy seca, puede darse un riego ligero de agua - con un esparcidor equipado con bomba, barra y "espreas" para desalojar el aire absorbido que tienen principalmente las partículas - más finas y que impide un buen cubrimiento del riego asfáltico. Se debe dejar este riego hasta que se evapore casi totalmente el agua y cuando empiece a dar la base la apariencia de estar seca, se procede a la aplicación del riego asfáltico.

CARPETA DE UN RIEGO:

1.- DESCRIPCION:

Es la carpeta que se construye sobre una base, debidamente preparada e impregnada, mediante un riego de producto asfáltico cubierto con material 3 A, 3 C, 3 D o 3 E.

2.- PRODUCTOS ASFALTICOS EMPLEADOS:

Los productos asfálticos empleados en el riego, pueden -- ser emulsiones de fraguado rápido o asfaltos rebajados de fraguado rápido (FR-2, FR-3, ó FR-4=

El producto más usual en nuestro País (y que utilizamos para nuestro caso) es el asfalto rebajado FR-3), sin embargo para definir que producto asfáltico es el adecuado debe tenerse muy en cuenta la viscosidad y la temperatura de aplicación para que pueda regarse la cantidad adecuada sin escurrimiento apreciable moti-

vario por el bombeo sobre elevación en las curvas y pendiente longitudinal del camino, por tal motivo en zonas de alta temperatura, es recomendable emplear un producto más viscoso, así como en caminos que tengan cunetas muy frecuentes y fuerte pendiente longitudinal.

Las temperaturas de aplicación de los productos asfálticos son las siguientes:

| PRODUCTO ASFALTICO: | TEMPERATURA DE APLICACION RECOMENDABLE: |
|------------------------|---|
| EMULSIONES ASFALTICAS: | TEMPERATURA AMBIENTE SIEMPRE Y CUANDO ESTA NO SEA INFERIOR A 10°C |
| FR-2 | De 40°C a 60°C |
| FR-3 ... | De 60°C a 80°C |
| FR-4.... | De 80°C a 100°C |

EQUIPO:

Para el riego de producto asfáltico deberá emplearse una petrolizadora con equipo de calentamiento para elevar la temperatura recomendada, contar con una bomba con la potencia suficiente para dar una presión que produzca una dispersión uniforme en todas las "espreas" de la barra, ésta deberá ajustarse para que durante el riego, permanezca a una altura constante, de manera que trabajando adecuadamente las "espreas" riegue uniformemente cubriendo toda la superficie aplicada en un tramo por la petroliza-

dora, el tanque de éste estará calibrado en tal forma que pueda medirse su contenido en incrementos no mayores de 40 Lts.- La calibración de un tanque distribuidor, se realiza con el tanque vacío y las válvulas y tubos de salida cerrados para evitar fugas de líquido. Se llena el tanque con agua utilizando recipientes bien medidos de 20 a 30 Lts. de capacidad, después de añadir cada recipiente de agua, se mide y se apunta la profundidad del agua en el centro del tanque.

Las profundidades así obtenidas se marcan en una regla metélica, en incrementos de 20 ó 30 Lts.- Esta regla es la que debe emplearse para determinar adecuadamente el contenido del tanque a cualquier nivel. Antes de comenzar una aplicación de asfalto, se mide con la regla el tanque para determinar su contenido, operación que se repite después de haber terminado la aplicación, midiendo el material que queda en el tanque, calculando la cantidad de litros aplicados. También se puede determinar regada por metro cuadrado, colocando en el tramo por regar un papel antes e inmediatamente después de dar el riego, este procedimiento puede ser usado para comprobar, de tiempo en tiempo, si la calibración de la regla usada para una patrolizadora dada, es la correcta.

Para el tendido del material pétreo deberá usarse un esparcidor que garantice la uniformidad de distribución del material pétreo. Para el planchado deberá utilizarse un rodillo liso y neumático de 7 y 4 yoneladas respectivamente.

Se usarán rastros ligeros de fibra para obtener una mejor distribución del material pétreo.

6.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.

Sobre la base impregnada y limpia, se procederá a aplicar un riego de producto asfáltico del tipo y la cantidad por metros cuadrados, fijados. Una vez aplicado el riego de producto asfáltico se procederá a cubrirla con material pétreo "A, en la cantidad especificada (8-10 Lts/m²)

Después de extendido el material pétreo con esparcidor y con objeto de tener una mejor distribución del mismo, se le pasará una rastra ligera de fibra para que la superficie quede exenta de ondulaciones, bordes y depresiones, etc., iniciándose inmediatamente el planchado con rodillo liso, que deberá efectuarse en las curvas de sobreelevación del lado interior de la curva hacia el lado exterior.

Deberá pasárselo el equipo de planchado, cubriendo toda la superficie dos veces.

Cuando segé por terminado el planchado, después de que transcurrieron mínimo 6 a 8 Hrs. de la terminación del planchado, puede abrirse al tránsito el camino, poniendo especial cuidado de que la velocidad de los vehículos no exceda de 10 Km/hrs, durante los cuatro primeros días, aunque siempre que sea posible, es aconsejable contar con desviaciones, o bien hacer el trabajo por alas -

con el fin de no transitar durante los primeros 4 días, con el objeto de permitir así que el material pétreo quede firmemente adherido al producto asfáltico. Diariamente durante los primeros cuatro días deberá rastreadse y replancharse con rodillo neumático el tramo regado, después de este tiempo, se considera que el material pétreo ya no puede adherirse al asfalto. Transcurrido el tiempo mencionado, deberá procederse al barrido y remoción del material pétreo suelto sobrante.

No deberán regarse con productos asfáltico, tramos mayores que los que serán cubiertos de inmediato con el material pétreo y deberá verificarse antes de dar el riego de producto asfáltico que la base impregnada esté seca y limpia, es decir, exenta de materiales extraños o polvo.

No deberá permitirse la construcción de la carpeta asfáltica si la temperatura ambiente es inferior a 5°C, en caso de que se usen productos rebajados y de 10°C si se usan emulsiones asfálticas.

Al hacerse la aplicación del producto asfáltico, deberá tenerse especial cuidado en evitar los empalmes en los riegos.

En el lugar donde se inicie cada riego asfáltico y con el fin de evitar que se empalme el riego en estos lugares, es indispensable colocar una o más tiras de papel de envoltura de (1 a 2 m. de ancho, aprox. c/tira).

7.- CONTROL DE LA CONSTRUCCION.

El control de la elaboración de este tipo de carpetas-

se consiga ajustando las cantidades por metros cuadrados, de materiales pétreos y de productos asfálticos, de acuerdo con los resultados obtenidos en los primeros trabajos, de tal modo que se consiga fijar sobre uniformes de material pétreo sin excederse en la proporción, de asfalto.

Una buena calidad de pavimento se obtiene siguiendo los procedimientos de construcción adecuados, el control de la construcción se reduce a verificar las cantidades de los materiales -- por un lado, y por otra parte, deberá vigilarse todos los procesos del trabajo.

A.- DEFECTOS QUE SE OBSERVAN MUY COMUNMENTE.

a)- En algunos casos los riegos asfálticos se aplican -- trasladándolos en la línea central y en el lugar de arranque de la petrolizadora, la cual ocasiona que en estos lugares posteriormente se flore el asfalto. En las curvas de fuerte sobre elevación frecuentemente el asfalto se riego se escurre, si no se tiene precaución de distribuirlo con cepillos, para evitar los encharcamientos.

B)- La limpieza de las "espejas" y la altura de la barra de la petrolizadora a la que debe colocarse sobre la base, es muy importante para lograr un riego asfáltico uniforme. El poco cuidado que se tiene en este punto, da lugar a que los riegos queden "rajados".

c)- Los materiales pétreos usados frecuentemente, no llegan las especificaciones relativas en lo referente a granulometría,

aplicando comúnmente materiales con exceso de finos, en éstos casos al tenderse el material pétreo sobre el riego asfáltico, se adhiere el material más pequeño dejando sin lugar el material grueso que es el que más conviene fijar. Es muy conveniente, para evitar el defecto anterior que la clasificación del material pétreo se haga, usando mallas adecuadas y lavando el material cuando pueda disponerse de agua suficiente, o bien, que se usen ventiladores para facilitar el desprendimiento y eliminación del polvo, cuando se trabaje en una zona donde el agua sea escasa.

d)- Se usan frecuentemente materiales blandos que no pasan las especificaciones de desgaste o de adherencia.

e) Muy comúnmente se usan aplanadoras de ruedas metálicas con peso de 12 toneladas, impropias para este trabajo, pues aunque los materiales empleados tengan la resistencia adecuada, el peso excesivo de la aplanadora, rompe el material disminuyendo el espesor de la carpeta y provocando que los finos producidos sean los que preferentemente se adhieran al asfalto y que aparezcan zonas lloradas.

f)- En muchos casos, no se da la debida importancia al rastreo, que es necesario hacer después de los primeros días de aplicar los riegos, para obtener una carpeta lo más uniforme posible.

CAPITULO XII

CONCLUSIONES.

1.- En la ejecución de la obra es tan importante la solución de los bancos disponibles, como la del equipo con que se explotan, su operación y su mantenimiento, ya que esto puede ser determinante para el éxito o fracaso de la obra.

2.- Refiriendose a la operación de transporte se utilizaron camiones volteo, transitando por caminos provisionales mantenidos siempre en perfecto estado con el objeto de dar la mayor eficiencia a los vehículos de transporte, redundando ésta en una mayor producción con un menor deterioro de los mismos vehículos.

3.- Conociendo la naturaleza geológica de los Materiales y su comportamiento ante los distintos equipos de trituración, es posible seleccionar el equipo adecuado para establecer las granulometrías especificadas, producciones o volúmenes determinados y calcular los costos para la obtención de los mismos.

4.- Por las características de la obra se buscó siempre que la maquinaria, en concreto las plantas de trituración, tuvieran sus diferentes componentes montados sobre chasis con ruedas, - de este modo se le da una gran movilidad al equipo y al mismo tiempo disminuyen los tiempos de desmantelamiento y nueva instalación de las plantas en cuestión.

Así mismo se usan bandas transportadoras tanto para ali-

mentar el material, como para llevarla al secundario y terciario en cada caso, al ser la alimentación continua se obtienen mejores rendimientos de las trituradoras, solo usándose canalones metálicos donde las distancias sean cortas.

5.- Es conveniente tomar en cuenta que las máquinas deben trabajar de acuerdo con las especificaciones del fabricante, y que máquinas reparadas o reconstruidas, si esa reparación o construcción no se hizo con cuidado pueden estar desbalanceadas y su eficiencia disminuirá notablemente.

Cualquier esfuerzo encaminado a lograr una visualización general de los problemas y sus causas, es aconsejable. Solamente con un control cuidadoso se puede ver que demora conviene atacar con preferencia. Esto se logra llevando reportes diarios de la maquinaria, tanto de producción como de condiciones de trabajo del equipo, y de este modo muchos defectos se pueden prever y corregir total o parcialmente.

BIBLIOGRAFIA.

- a) Manual para producción de Agregados Telsmith
- b) Tesis Profesional.
Procedimiento para producir los agregados necesarios para el -
camino México-Veracruz. Tramo: Zacatepec-Veracruz.
- c) Equipos de extracción y de Preparación de Minerales.
- d) Métodos, Planeamientos y equipo de Construcción.
R. L. Peurifon.
- e) Archivos I C A.
- f) Especificaciones de Construcción. S.O.P.