

2ef
147



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

REHABILITACION Y CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN CARRETERAS.

T E S I S

Que para obtener el titulo de:

I N G E N I E R O C I V I L

P r e s e n t a :

R I C A R D O O R O Z C O N I Ñ O

México, D. F.

MCMLXXXII



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-178 T.E.

Al Pasante señor RICARDO OROZCO NIRO,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Sergio A. López Mendoza, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"REHABILITACION Y CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
EN CARRETERAS"

1. Propiedades de los pavimentos flexibles.
2. Causas de desgaste y tipos de fallas en pavimentos flexibles.
3. Métodos de reconstrucción y conservación de caminos.
4. Comparación de métodos y procedimientos constructivos para su aplicación.
5. Conclusiones y recomendaciones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 17 de mayo de 1982
EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ ESPINO

JJE/OBLH/ser

B I B L I O G R A F I A

- . MANUAL DE PAVIMENTOS (Jesús Moncayo V).
- . ASFALTO EN LA CONSERVACION DE PAVIMENTOS.
(Asesoría Técnica).
- . CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN LA
CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE PAVIMENTOS.
(Seminario de Pavimentos).

REHABILITACION Y CONSERVACION DE PAVIMENTOS
FLEXIBLES EN CARRETERAS.

CAPITULOS:

- I.- Propiedades de los pavimentos flexibles.
- II.- Causas de desgaste y tipos de fallas en pavimentos flexibles.
- III.- Métodos de reconstrucción y conservación de caminos.
- IV.- Comparación de métodos y procedimientos constructivos.
- V.- Conclusiones y recomendaciones.

-. " C A P I T U L O I " .-

GENERALIDADES SOBRE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

- 1.- Clasificación de los diferentes Pavimentos.
- 2.- Componentes Estructurales.
- 3.- Las diferentes clases de pavimentos flexibles.
- 4.- Ventajas y desventajas.
- 5.- La preferente utilización de los diferentes pavimentos flexibles.

1.- Clasificación de los diferentes Pavimentos.

Desde hace muchas décadas se han hecho intentos de clasificar los diferentes pavimentos.

Se usan para ello, la forma en que los pavimentos distribuyen a la Subrasante la carga recibida tenemos:

Los pavimentos flexibles formado de varias capas de suelo y una carpeta asfáltica superficial, que distribuyen la carga recibida a través del espesor de esas capas hasta dejar a la subrasante, una pequeña carga de acuerdo a su capacidad soportante.

Pavimentos rígidos formados de una losa de concreto de cemento Portland muy rígida y resistente, tienden a absorber la carga recibida repartiéndola en una muy amplia área de la subrasante.

2. Las componentes estructurales son las siguientes:

2.1 La subrasante.

2.2 La subbase.

2.3 La Base.

2.4 La Carpeta asfáltica.

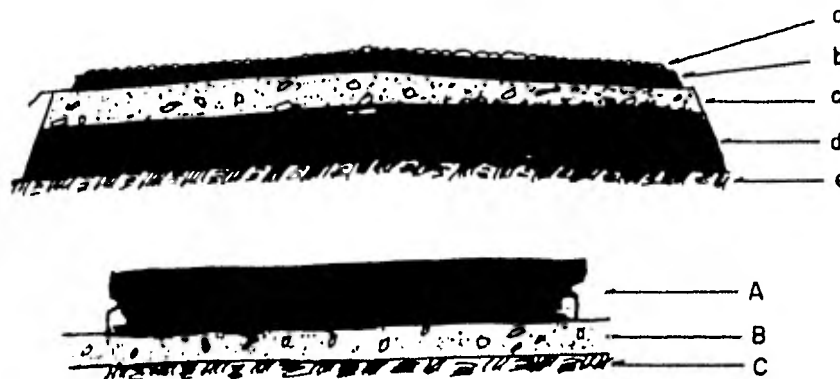
2.1 Es la capa de 30 cm. de espesor mínimo, que está en la parte superior de un terraplén o en corte, generalmente formada del mismo suelo de la terracerfa.

Las subrasantes pueden clasificarse en tres categorías:

Buenas, regulares y pobres.

Para saber si una subrasante dada, o si el suelo que está en la parte superior de una terracerfa, corresponde a una de estas categorías, debemos conocer cuando menos, su granulometrfia

- a Carpeta asfáltica.
- b Base.
- c Sub-base.
- d Sub-rasante.
- e Terreno natural.
- A Loso de concreto.
- B Sub-rasante.
- C Terreno natural.



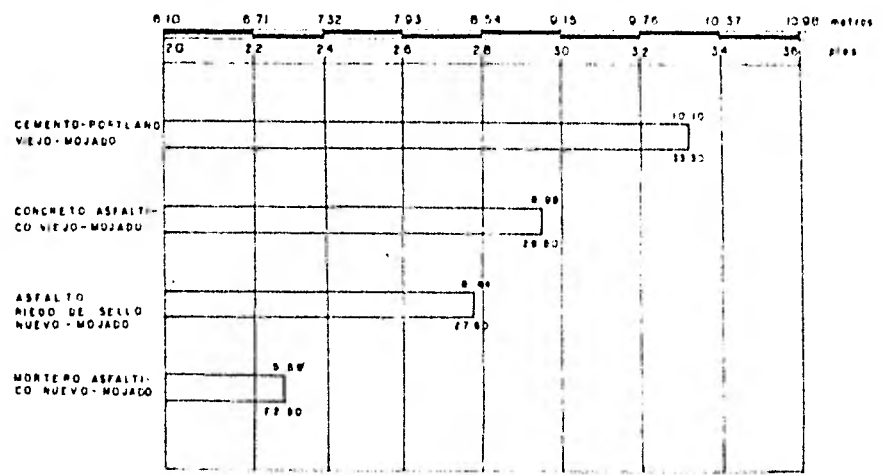
1- PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO (RESPECTIVAMENTE).

simplificada, su plasticidad y principalmente su "Valor relativo de soporte" o VRS o CBR como se le conoce mundialmente. La tabla siguiente nos muestra las tres categorías de la subrasante, en función de su resistencia (V.R.S.), su clasificación SUCS o la descripción del suelo típico. Cuando una subrasante es pobre, conviene estudiar la posibilidad económica de quitarla, estabilizarla o colocar sobre ella otra subrasante de mejor calidad.

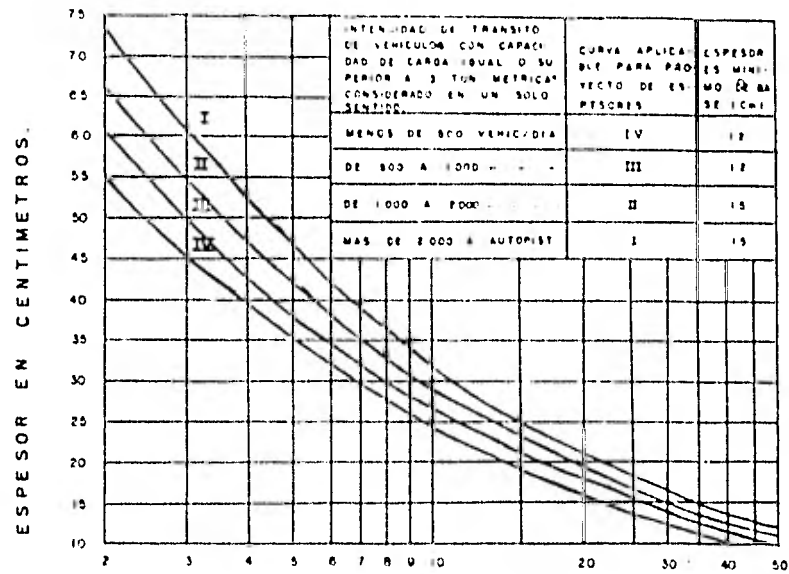
CATEGORIA	VALOR REL.SOPORTE	SUELO TIPICO Y CLASIFICACION
Buena	13 a 35	Gravas, grava-arenas, arenas A-1, A-2, A-3 De "GW a SM".
Regular	6 a 12	Limos-arenosos y arcillas poco plásticas. A-4, A-5, A-6, De "ML a CH".
Pobre	3 a 5	Limos y arcillas plásticas. A-7. CH
COMPACTACION DE LA SUBRASANTE		
CATEGORIA DE TRANSITO	ESPESOR MINIMO	% DE COMPACTACION
1, 2, 3	15 cm.	90 mínimo.
4 Y 5	30 cm.	95 mínimo.

2.2 Es una capa abajo de la base, de menor calidad que ella, - que tiene principalmente a abaratar el costo del pavimento. Si el espesor es de más de 20 cm. conviene sustituir parte de

DISTANCIA DE FRENADO PARA LA VELOCIDAD DE 20 M.P.H. (32 K.M.P.H.)



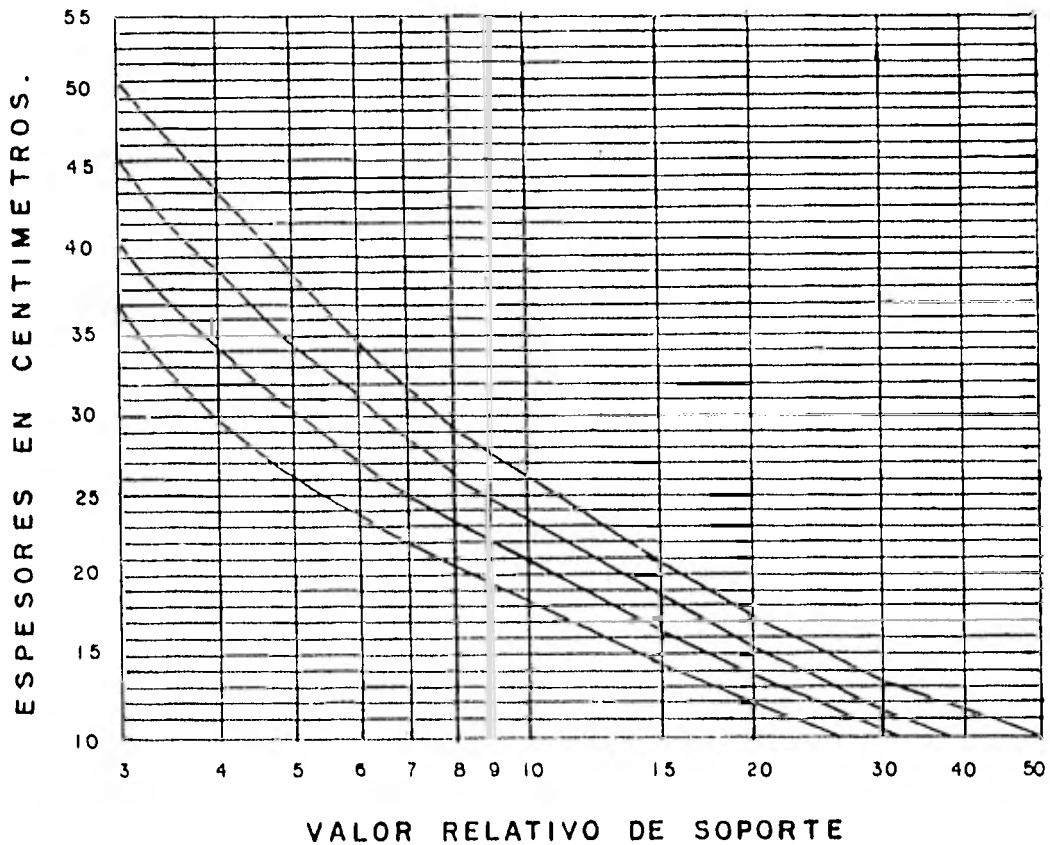
GRÁFICA COMPARATIVA DE DISTANCIAS DE FRENADO PARA DIFERENTES TIPOS DE SUPERFICIES DE PAVIMENTO



VALOR RELATIVO DE SOPORTE

CURVAS PARA CALCULAR EL ESPESOR MINIMO DE SUB-BASE MAS BASE, EN PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA CAMINOS EN FUNCION DEL VRS DE LA SUB-RASANTE

GRAFICA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN FUNCION
DE V.R.S. DE LA SUB-RASANTE.



INTENSIDAD DE TRANSITO DE VEHICULOS CON CAPACIDAD DE CARGA IGUAL O SUPERIOR A 3 TON METRICAS, CONSIDERADO EN UN SOLO SENTIDO.	CURVA APLICABLE PARA PROYECTO DE ESPESORES.	TIPO RECOMENDABLE DE CARPETA ASFALTICA.
MAYOR DE 1,000 VEHIC/DIA.	A	MEZCLA EN PLANTA.
DE 600 A 1,000 " " "	B	MEZCLA EN EL LUGAR O MEZCLA EN PLANTA
DE 200 A 600 " " "	C	TRATAMIENTO SUPERFICIAL TRIPLE O MEZCLA EN EL LUGAR.
MENOR DE 200 " " "	D	TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE O DOBLE.

ese espesor con un material de menor calidad. que abunde lo--
calmente.

G R A N U L O M E T R I A S .

MALLA	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
50 mm (2")	100 ----		
25 mm (1")	59 - 100	100 - 65	
10 mm (3/8")	40 - 65	65 - 100	100 -
5 mm (No.4)	30 - 50	50 - 80	80 -
2 mm (No.10)	20 - 38	38 - 60	60 - 100
0.5mm (no.40)	11 - 20	20 - 38	38 - 70
0.075mm (No.200)	5 - 10	10 - 19	19 - 25
Lfmite Líquido	30 máx	30 máx	30 máx
% Cont. lineal	4.5 máx	3.5 máx	2.0 máx
Intensidad de tránsito en ambos sentidos.	Valor relativo de soporte.	Equivalente de arena (tentativo)	Indice de durabilidad (tentativo).
Hasta 1000 vehfculos pesados al día.	80 mfn	30 mfn	35 mfn
Más de 1000 vehfculos pesados al día.	100 mfn	50 mfn	40 mfn

2.3 Es una capa resistente, del suelo granular o estabilizado que recibe la carga de la carpeta asfáltica y la distribuye - en menor intensidad a la capa de abajo, que pueda ser la subbase o la subrasante. Existen dos clases de bases:

2.3.1 La base granular formada de grava triturada y mezcla natural de agregado y suelo, la estabilidad del material de--
pende de la fricción interna y de su cohesión.

2.3.2 La base estabilizada; formada de suelos con cemento -- Portland, cal o asfalto, su estabilidad depende de la resistencia proporcionada por la liga del suelo y cemento, cal o asfalto.

2.4 Tiene un espesor relativamente delgado, dependiendo del -- tránsito previsto, 2 cm. a 7 cm. puede ser de riegos superficiales, de mezcla en el lugar, o de concreto asfáltico hecho en planta estacionaria.

La función de esta capa es de distribuir la carga de los vehículos evitando el desgaste de la base, protegiéndolas de las lluvias, heladas y ayudándole en algunos casos (carpetas gruesas) a absorber algo de la carga de los vehículos.

Hablando un poco de las cargas los pavimentos tienen por función soportarlas, el peso del vehículo se transmite a través de sus llantas.

3. Definidos los pavimentos flexibles, como las estructuras -- formadas por varias capas, que distribuyen la carga recibida a través de su espesor hasta la subrasante, a nivel de esfuerzos adecuados a esta capa, las diferentes clases son:

3.1 Pavimentos de Asfalto.

Cuando hablamos de pavimentos asfálticos nos referimos a aquellos que inicialmente se construyen con una carpeta de asfalto como superficie de rodamiento.

3.2 Pavimentos de Adoquín.

Historicamente los adoquines de concreto descienden de las piezas de pavimentos usados por las primeras civilizaciones humanas. A partir del Imperio Romano, es cuando con técnica realmente moderna se pavimentan carreteras y calles, usando capas-



3.2 PAVIMENTOS DE ADOQUIN

de suelo mejorado con puzolana, cubiertas con lajas o piedras planas, a manera de burdo adoquín o loseta de pavimento.

En el siglo pasado, en Europa se empezó a usar adoquín de roca natural, cortado toscamente, en forma de colmillo, con una superficie de desgaste de 12 x 12 cm. aproximadamente.

Estas piezas de pavimento prefabricadas, deben cumplir con varios requisitos geométricos y de resistencia como:

3.2.1. Muestreo.

Una muestra normal consistirá en 10 adoquines enteros por cada 15000 adoquines o fracción de esa cantidad, muestreados al azar preferentemente en la planta que los fabricó y ensayándolos -- antes de su embarque a la obra.

3.2.2 Forma.

Pueden ser de cualquier forma, pero conviene que su figura no tenga cambios bruscos. La forma mas conveniente es la rectangular.

3.2.3 Dimensiones.

Las piezas de uso normal sus valores son:

Espesor	60 a 100 mm.
Ancho	60 a 125 mm.
Largo máximo	220 mm.

Se tolera una variación de las dimensiones de 2 a 3 mm como -- máximo.

3.2.4 Color.

El color de los adoquines puede ser el de todo el arco iris -- siempre y cuando al aditivo colorante no altere las propiedades del concreto. Vale la pena señalar que en las calles con -- mucho tránsito, el adoquín termina de color negruzco por el -- frotamiento de los neumáticos, algunos urbanistas sostienen --

que el color del adoquín debe ser neutro, es decir un color -- gris oscuro.

3.2.5 Textura.

Debe ser fina, para ser impermeables. El agregado usado, por -- tal motivo, debe ser fino, con algo de material retenido en -- una malla No. 4.

Generalmente las arenas, con algo de granzón son el agregado -- adecuado. Los adoquines deberán tener una adecuada resistencia al desgaste, la cual se logra al usar un agregado adecuado y -- una dosificación con cemento Portland bien proporcionada.

El resultado de cualquier prueba mecanizada, práctica y confia -- ble, no debe desgastar el adoquín más de 3 mm.

La resistencia a la compresión de los adoquines debe ser de -- 300 Kg./cm², determinada en probetas cúbicas, obtenidas cortan -- do las mitades de la prueba de flexión, o de un adoquín entero. Las dimensiones del cubo (o probeta sensiblemente cúbica) , -- deben ser de un espesor igual al del adoquín, a través del -- cual se aplicará la carga de compresión, y un ancho y largo -- que no difiera de ese espesor.

3.3 Pavimentos de empedrado.

La capa de piedras, bien colocadas a mano, se puede considerar como una carpeta que recibe las cargas de los vehfculos y la -- transmite a la capa siguiente, por lo tanto, una capa empedra -- da tiene dimensiones variables, y su tamaño máximo determina -- el espesor del empedrado.

Un empedrado de calle para peatones se puede hacer con peque -- ñas piedras de 5 a 6 cm. y para el tránsito de camiones y auto -- móviles de 6 a 10 cm.

Para absorber las irregularidades de las piedras, de manera -- que superficialmente estén niveladas, se debe colocar una plan-- tilla de concreto pobre o bien una capa de asiento, de arena - limosa compacta, para asentarlas en ella. Si el empedrado está en terracerías arenosas y el agua de lluvia puede penetrar, -- erosionará el cimiento del empedrado y se puede perder la su-- perficie adecuada de este pavimento, provocando una falla. Esto se puede evitar, sellando el empedrado con lechada de ce-- mento construyendo una capa asiento y base de materiales no -- erosionables. se presentan dos tablas de pavimentos de empedra-- do para dos intensidades de tránsito, las dos catalogadas como de poco tránsito, ya que se considera que sólo en estos casos-- se debe usar este pavimento, a menos que la capacidad de so-- portar cargas se aumente bastante, incluyendo gruesas bases de pavimento y una capa de asiento de suelo-cemento o concreto po-- bre.

PAVIMENTO DE EMPEDRADO

CALLES DE PDBLACIONES PEQUEÑAS, DESARROLLOS TURISTICOS Y CAMPESTRES.

Capa (cm)	Buena	Subrasante regular	Pobre
Empedrado	- 9	- 12	
Asiento		13-	
Base granular	10-12	-	15 -
Base suelo-cemento - -		-8	- 10
Espesor total en cm	26-28	-24	31-26

PAVIMENTO: DE EMPEDRADO
 CALLES RESIDENCIALES ESTACIONAMIENTOS DE
 AUTOMOVILES

Capa (Cm)	Buena	Regular	Pobre
Empedrado		9 - 12	
Asiento		- 13	
Base granular	15 -	17 -	20 -
Base suelo-cemento	- 10	- 12	- 15
Espesor total en cm	31 26	33-28	36- 31

Los dos pavimentos incluyen "piedra - bola", típica de las costas y arroyos, que tienen este material. Como el tamaño de las piedras puede variar, se presentan unas relaciones de tamaño - de piedra y espesor de capa de asiento y de pavimento, encontradas empíricamente.

D_{prom} = Espesor promedio de las piedras de empedrar, cm.

$D_{máx}$ = Espesor máximo de las piedras, cm.

a = Espesor de capa de "asiento" en cm.

E = espesor del empedrado, en cm.

$$a = D_{prom} + 3 = D_{máx} + 1$$

$$E = a + \frac{D_{prom}}{4}$$

Para piedras de tamaño diferente a las tablas anteriores se puede calcular el espesor de la capa de asiento y el espesor total.

4. Ventajas y desventajas de los diferentes pavimentos.

4.1 En los pavimentos de Asfalto sus ventajas son:

4.1.1 Por estar integrado en varias capas y con sus respectivos espesores se obtiene una alta resistencia a las cargas.

4.1.2 Si se tiene buen cuidado en su conservación, los --- costos de operación son mínimos.

4.1.3 Por su apariencia física permite el desplazamiento rápido de los vehículos.

Sus desventajas son:

4.1.4 Sus etapas de construcción no son muy rápidas.

4.1.5 Al no tener una buena construcción, repercute en fallas en la superficie de rodamiento.

4.1.6 La reconstrucción del pavimento es costosa.

4.1.7 La influencia de la temperatura es un factor muy importante para su elaboración.

4.2 Las ventajas de los pavimentos adoquinados son:

4.2.1 Altamente estéticos.

4.2.2 Fáciles de construir.

4.2.3 Fáciles de reparar.

4.2.4 Refrescan más el ambiente.

4.2.5 Se abren al tránsito inmediatamente.

4.2.6 Poco mantenimiento.

4.2.7 De uso versátil.

4.2.8 Su construcción sólo requiere equipo sencillo y -- personal no especializado.

Sus desventajas son:

4.2.9 Su resistencia a la compresión no es muy alta.

4.2.10 No sirve para un tránsito fuerte.

4.3 En los pavimentos empedrados se presenta como ventajas:

4.3.1 El tránsito de los vehículos no es cómodo, solo usando -

pedras de forma adecuada, se puede lograr cierta comodidad en su uso.

4.3.2 Sirve para recibir tránsito relativamente pesado, colocándole una capa base adecuada y cementando adecuadamente las piedras.

Sus desventajas son:

4.3.3 El tránsito no es rápido.

4.3.4 No sirve para un tránsito fuerte.

5. La preferente utilización de cada uno de ellos.

El pavimento asfáltico se utiliza principalmente en calles y avenidas de alta fluencia, así como en carreteras y estacionamientos. Los pavimentos de adoquín son adecuados para remodelar zonas coloniales de ciudades, que requieren conservar parte de su valor histórico o arquitectónico, como son: atrios, plazas, andadores, banquetas, calles para peatones, estacionamiento para automóviles, calles residenciales, etc.

En los pavimentos empedrados se utilizan para calles de poco tránsito y también se utiliza para remodelar las ciudades en el aspecto estético.

-". C A P I T U L O II ."-

EL ASFALTO, CAUSAS Y PROBLEMAS EN LOS PAVIMENTOS
FLEXIBLES.

- 1.- Definición y procedencia del Asfalto.
- 2.- Breve reseña Histórica.
- 3.- Origen del Asfalto.
- 4.- Tipos de fallas.
- 5.- Causas que las provocan.

1.- Definición y procedencia del Asfalto:

Se define como un material de color oscuro, con cualidades --- aglutinantes, compuesto esencialmente de hidrocarburos casi en su totalidad solubles en bisulfuro de carbono, sólido o semi-sólido a las temperaturas ambientes ordinarias y que se licua-gradualmente al calentarse.

Los depósitos naturales en que al asfalto se presenta dentro - de la estructura de una roca porosa se conocen con el nombre - de asfaltos de roca o también como roca asfáltica.

El asfalto es un material fuertemente cementante, altamente -- adhesivo, impermeable y durable es también termoplástico que - imparte flexibilidad a las mezclas de agregados minerales en - los cuales se combina.

2.- Breve reseña histórica:

El asfalto es uno de los materiales más antiguos que se cono-- cen, se han encontrado esqueletos intactos de animales prehis-- tóricos en depósitos superficiales de asfaltos, como el que -- existe en Los Angeles, California.

Ya en el siglo pasado John Mac Adam habfa expuesto la necesi-- dad de acomodar la capa de material soportante compactándola. De esto a la construcción de las bases y carpetas bituminosas no fue sino un pequeño paso. En efecto, antes de que la indus-- tria petrolera desarrollara las técnicas del "craking" y cons-- truyera las torres catalfticas, ya el residuo asfáltico de la-- destilación fraccionada del petróleo constitufa un serio pro-- blema como desecho. Se sospecha su uso potencial en pavimentos pero no fue sino hasta la primera década de este siglo que se-- realizaron experiencias importantes en su elaboración y uso.

En 1905 se hacen las primeras pruebas en caminos empleando petróleos crudos y alquitranes. La práctica desarrollada entonces, consistía en hacer un rastreo de la terracería, dándole un bombeo exagerado a la corona para un drenaje rápido. Para esto, se usaban rastras contruídas con tubería de perforación cortada con soplete longitudinalmente en forma de media caña, las que unidas con cadenas de eslabón y lastradas, eran jaladas con los camiones rudimentarios de la época, o con tiros de mulas. En nuestro país el crudo se regaba sobre la terracería así conformada en forma rutinaria. Inútil decir que si bien en la temporada de secas funcionaban bien estos "pavimentos", impidiendo que se levantara polvo y dándole estabilidad a las terracerías, en la época de lluvias, éstas perdían resistencia por la humedad y las "brechas" se tornaban intransitables. Aún fuera de la temporada de lluvias, el calor derretiría el cemento asfáltico, haciendo la superficie ondulada y resbalosa. De cualquier modo se le sacaba provecho a este primitivo tratamiento y, sobre todo, se adquiría experiencia en el manejo de asfaltos. El uso de los productos salidos de las torres de destilación sin ningún tratamiento, dio lugar, posteriormente, a la elaboración de uno de los primeros líquidos más en uso: Los asfaltos de fraguado lento, que cumplían bien la función de matapolvo en caminos secundarios y brechas. Los riegos de asfaltos lentos proporcionaban al usuario una superficie más cómoda para viajar particularmente en la época de secas. Los vehículos de carga y aún los de pasaje encontraban serios impedimentos para transitar durante las lluvias. Esto fué agravándose a medida que el transporte pesado . ---

fue incrementándose en volumen y peso. Para 1904 ya había en -
circulación en la red carretera de los Estados Unidos 55,290-
coches y para 1910 esta cifra alcanzaba los 468,500 vehículos.
La capa de revestimiento que se empezaron a construir en esa -
década consistían en gravas de río y conglomerados obtenidos -
de bancos, etc., que se protegían con riegos de asfaltos llama-
dos aceites para carreteras, y cuya función primordial era e--
vitar el polvo. Sus espesores generalmente eran de 15 cm. - -
(suelos) en su primera etapa, y se dejaban consolidar uno a
dos veranos. Comúnmente la primera capa se reforzaba con una-
segunda del mismo espesor, la que después de compactarse se le
aplicaba un riego "matapolvo" con aceite residual.

En México aún no se iniciaba la construcción de nuestra red -
de caminos cuando en el vecino país ya se fundaba en 1920, el-
primer Instituto de Investigación de pavimentos, el Highway -
Research Board.

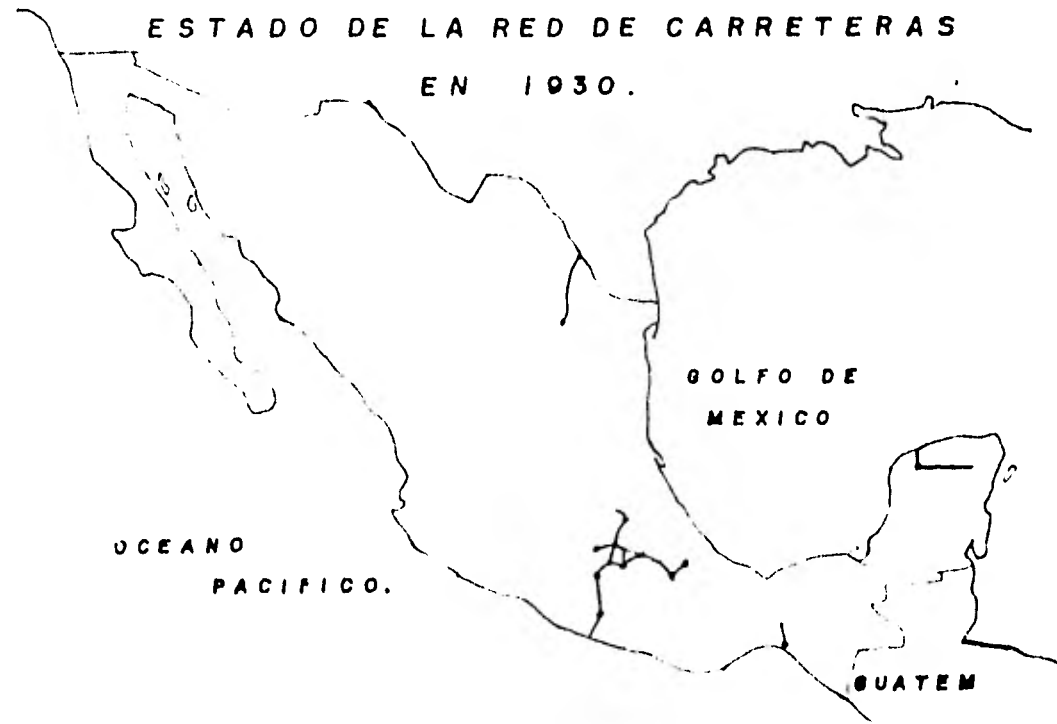
Con el acervo de conocimientos obtenidos durante las primeras-
dos décadas del siglo, la ingeniería se encaminaba hacia el di-
seño racional de este tipo de estructuras. Puede decirse que -
el primer paso importante se dió con la investigación y cono-
cimientos de los materiales empleados en pavimentos, por ejem-
plo el Ingeniero sueco Aherberg, en 1911, propuso métodos para
determinar en el laboratorio el contenido de humedad delimitan-
do los límites en que los suelos exhiben sus propiedades plás-
ticas, en el campo de la ingeniería de suelos aplicada a cami-
nos. Todo este gran desarrollo de la ciencia de la ingeniería-

EVOLUCION DEL ESTADO SUPERFICIAL
AL DE LA RED DE CARRETERAS.

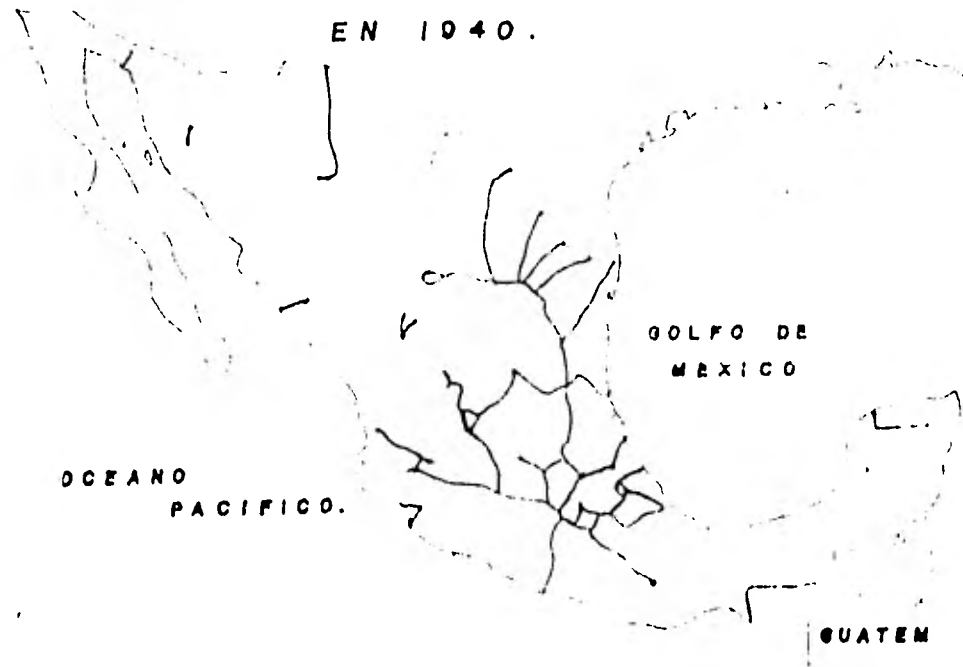
EN KILOMETROS.

AÑO	TERR	REVEST	PAVIM	TOTAL
1928	209	245	241	695
1934	1786	1291	1183	4260
1940	1643	3505	4781	9929
1946	2663	7267	8614	18544
1952	2039	6905	16981	23925
1958	3082	11002	23400	37484
1964	6353	16506	33186	56045
1966	6282	19482	37187	62951

ESTADO DE LA RED DE CARRETERAS
EN 1930.



ESTADO DE LA RED DE CARRETERAS
EN 1940.



de suelos que surgió después de la primera guerra mundial culminó con la publicación, en 1925 de la Mecánica de Suelos del Dr. Karl Terzaghi. Desde entonces el conocimiento y empleo de suelos y materiales de pavimentos, en el campo de las carreteras, tomó un sendero firme. El uso indiscriminado de suelos -- para terracerías y bases fue sustituido por procedimientos de selección de bancos de materiales en base a los adelantos que la mecánica de suelos había establecido. Coincide esto con el principio de la construcción de nuestra red de caminos, en 1925. Lamentablemente, las presiones que había por comunicar cuanto antes nuestro país, por una parte, y la lentitud con que llegan las nuevas técnicas, así como el tiempo que tarda su implementación, demoró considerablemente su aplicación. Tal vez sea 1940 el año en que se inicia en México la investigación de pavimentos. En este campo se le da particular importancia a los elementos fundamentales de los pavimentos flexibles: los ligantes y el pétreo. La longitud de carreteras en esa fecha era de 8000 Kilómetros transitables en toda época, pero sólo 5,000 Kilómetros estaban pavimentados. Sin embargo, fue hasta la siguiente década que se hizo general el control de calidad de los pavimentos. La planta de ciudad Madero, en Tamaulipas, producía cementos asfálticos fluxados y emulsiones de alta calidad.

Los primeros asfaltos usados en Estados Unidos y en México -- provenían de los lagos de asfalto natural de Trinidad y de Bermudez, Venezuela.

Nuestro país comenzó a exportar y usar asfaltos extraídos de -

los crudos de "Ebano" Veracruz. Entre 1905 y 1910 se hicieron pruebas con este producto dando magnífico resultado, por lo -- que se pavimentaron algunas calles de las ciudades de México, - Tampico, Veracruz, Guadalajara, Puebla, Monterrey y Chihuahua. La calidad extraordinaria de los asfaltos de Ebano y las que - se obtuvieron después de los petróleros de Pánuco, que eran de la misma calidad, hizo la demanda de ellos aumentara en Estados Unidos y de hecho, fueron éstos los primeros asfaltos del ex-- tranjero que se usaron en la Unión Americana, sobre todo, en - la costa Este. La exportación de estos productos bituminosos - llegó en 1914 a 313, 787 toneladas. El abastecimiento de diver- sos tipos de asfaltos en nuestro país se logró en 1914, cuando la compañía constructora El Aguila instaló la primera refine-- ría en la Ciudad Madero, Tamps.

3.- Origen del Asfalto:

Las fuentes de donde procede el asfalto son los depósitos natu- rales y el petróleo crudo, del petróleo crudo se extrae asfalto - después de separar las fracciones volátiles, sometiéndolo a re- finación o destilación.

3.1 Asfaltos Naturales.

Se manifiestan en diversas formas; entre los que destacan los- siguientes: Manantiales, lagos, Exudaciones, Impregnando Rocas, Filones

3.2 Asfaltos derivados del petróleo.

Casi todo el asfalto que se produce y utiliza actualmente en - el mundo procede de la refinación del petróleo.

4.- Tipos de fallas.

A continuación se mencionarán los diferentes problemas que se presentan en un pavimento asfáltico:

4.1 Grietas en forma de piel de cocodrilo.

Estas son grietas interconectadas que forman una serie de bloques pequeños.

4.2 Grietas en la orilla.

Estas son grietas longitudinales mas o menos a un pie de la orilla del pavimento, con o sin grietas transversales ramificandose hacia el acotamiento.

4.3 Grietas en la junta de la orilla.

Es en realidad una hendidura. Es la separación de la junta entre el pavimento y el acotamiento, sin embargo, se puede tratar como una grieta.

4.4 Grietas en la junta de los carriles.

Son separaciones longitudinales a lo largo de la hendidura entre dos carriles de pavimentación.

4.5 Grietas Reflejadas.

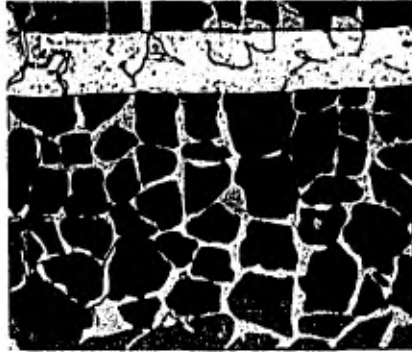
Estas son grietas en el recubrimiento de asfalto que repiten el patrón de grietas de la estructura de pavimento subyacente. Se presentan más frecuentemente en recubrimientos asfálticos sobre concreto hidráulico o sobre bases tratadas con cemento.

4.6 Grietas de Contracción.

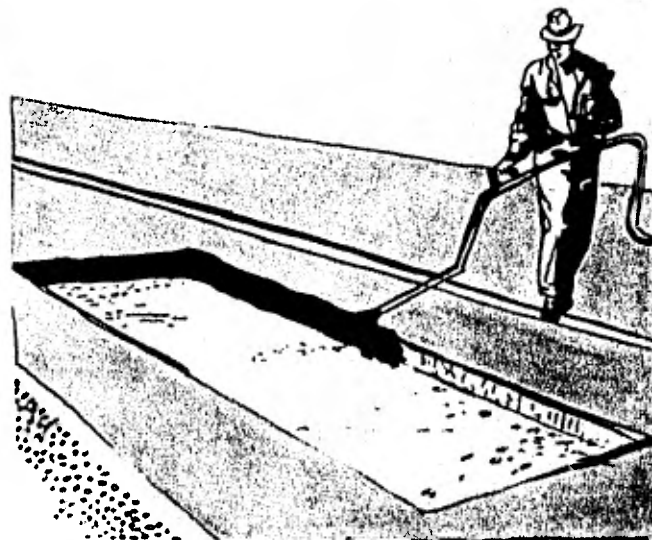
Las grietas de contracción son grietas interconectadas formando una serie de bloques grandes, generalmente con ángulos agudos en las esquinas.

4.7 Grietas de deslizamiento.

Estas a menudo toman la forma de luna creciente apuntadas en la dirección del empuje de las ruedas sobre la superficie del-



4.1 GRIETAS PIEL DE COCODRILO.



4.1 APLICACION DEL RIEGO DE LIGA A LAS
SUPERFICIES VERTICALES.



4.1 GRIETAS DE COCODRILO



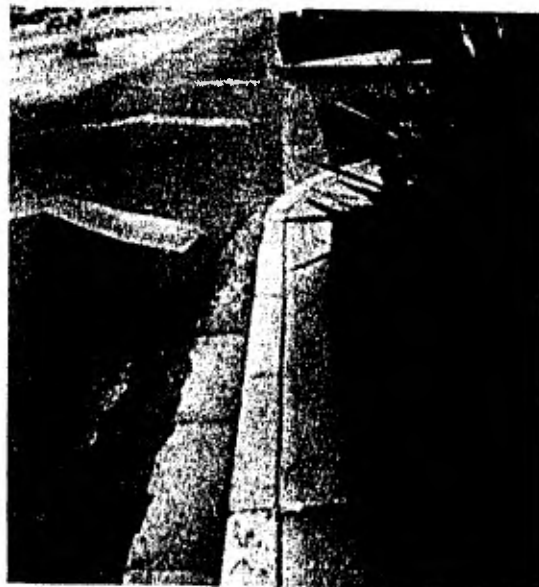
4.3 GRIETA EN LA JUNTA DE LA CRILLA.



4.3 ESPARCIENDO ARENA SECA EN LA SUPERFICIE



4.2 GRIETAS EN LAS ORILLAS

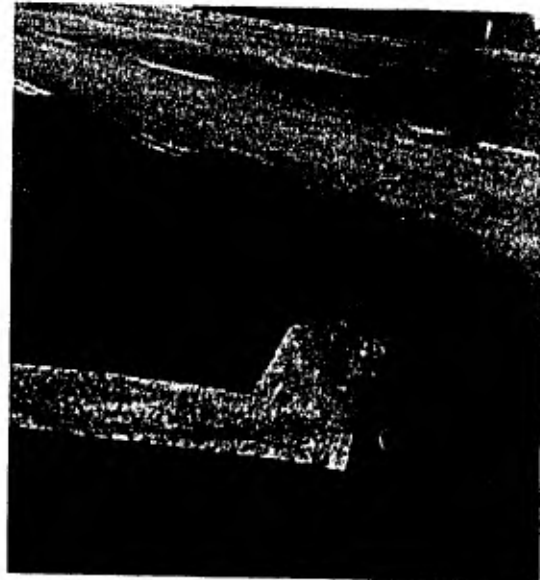




4.7 GRIETAS DE DESLIZAMIENTO



4.7 GRIETAS DE DESLIZAMIENTO



pavimento.

4.8 Grietas sobre juntas.

Son grietas reflejadas longitudinales que aparecen en el recubrimiento de asfalto encima de la junta entre las secciones --, vieja y nueva de una ampliación de pavimento.

4.9 Distorsión.

Es cualquier cambio en la superficie del pavimento de su forma original, se presenta en muchas formas que son:

4.9.1 Surcos o canales.

Estas se forman con las huellas de las rodadas sobre un pavimento asfáltico.

4.9.2 Corrugaciones y deslizamientos.

Es una forma de movimiento plástico tipificado por ondulaciones transversales a la superficie del pavimento asfáltico.

El deslizamiento es una forma de movimiento plástico que resulta de un abombamiento local de la superficie del pavimento, -- estos ahondamientos se presentan generalmente en los lugares -- donde el tránsito arranca o se detiene, en lomas donde los -- vehículos frenan en la bajada, en las curvas cerradas, o en -- los lugares donde los vehículos brincan sobre un reborde y van rebotando adelante.

4.9.3 Depresiones en el perfil.

Son áreas bajas localizadas de tamaño limitado, que pueden -- presentarse acompañadas o no de grietas. Su profundidad es de 2 centímetros o más, bajo el nivel de la rasante y el agua se estancará formando charcos, los cuales no sólo son una fuente de deterioro para el pavimento, sino que además constituyen un riesgo para los conductores de vehículos especialmente en tiem

po de heladas.

4.9.4 Levantamiento.

Es un desplazamiento local, hacia arriba, de un pavimento debido a esponjamiento de la subrasante o de alguna parte de la estructura del pavimento.

4.9.5 Depresiones por zanjas para los servicios Públicos.

Se forman donde se ha excavado una zanja para la instalación o reparación de un servicio público.

4.10 Desintegración.

Es el resquebrajamiento de un pavimento en fragmentos pequeños y sueltos. Incluye la segregación de partículas del agregado.

Dos casos comunes son:

Baches pequeños y segregación. Se trata de una separación progresiva de las partículas del agregado en un pavimento desde la superficie hacia abajo o de las orillas hacia adentro.

Generalmente se desprende primero el agregado fino y deja "cacariza" la superficie del pavimento. Al continuar la erosión, partículas cada vez más grandes se desprenden y rápidamente el pavimento se hace aspero con la apariencia típica de la erosión superficial

4.11 Riesgo de Derrapar.

Pavimentos asfálticos resbalosos.

4.12 Asfalto llorado.

Es el movimiento hacia arriba del mismo en un pavimento asfáltico de lo cual resulta la formación de una película de asfalto sobre la superficie.

4.13 Agregado Pulido.

Estas son partículas de agregado de la superficie de un pavimento que han sido pulidas hasta dejarlas lisas, incluye tanto



*DESPERDICIO DE MATERIAL DE CONS-
TRUCCION EN EL PAVIMENTO.*



4.10 *DESINTEGRACION*



4.12 ASFALTO LLORADD

gravas naturales lisas no trituradas, como roca triturada que se desgasta rápidamente por la acción del tránsito.

4.14. Problemas Especiales.

Debido al procedimiento de construcción los tratamientos superficiales pueden desarrollar algunos defectos que no se presentan en otros tipos de carpetas asfálticas.

Estos incluyen:

4.14.1. Pérdida del agregado Cubriente.

Se separa el agregado de un pavimento con tratamiento superficial, por la acción del tránsito, dejando descubierto el asfalto.

4.14.2. Rayado Longitudinal.

Líneas alternas de asfalto en defecto con exceso que corren paralelas al centro de Línea del camino.

4.14.3. Rayaso Transversal.

Líneas alternadas, con exceso o deficiencia de asfalto, transversales al camino que formarán corrugaciones en la superficie del pavimento.

5. Causas que las provocan.

5.1. Grietas en forma de piel de cocodrilo.

Tiene por causas de deflexión excesiva de la superficie encima de una subrasante ó capas bajas del pavimento inestable.

5.2. Grietas en las orillas.

Se forman por falta de soporte lateral (del acotamiento). También pueden ser provocados por el asentamiento del material abajo del área agrietada, la cual a su vez puede ser el resultado de drenaje deficiente, levantamiento por helada, o al contraerse el terreno circundante que se seca.



4J43 GRIETA TRANSVERSAL

5.3. Grietas en la junta de la orilla.

Es el resultado de un drenaje pobre, debido a que el acotamiento esté más elevado que el pavimento o un lomo de pasto o del material que rellena la junta, o por depresiones en la orilla del pavimento, todas estas circunstancias retienen el agua y la mantienen a lo largo del lomo permitiéndole infiltrarse por la junta.

Otras causas son el asentamiento del acotamiento, la contracción de la mezcla, y el paso de los camiones sobre la junta.

5.4. Grietas en la junta de los carriles.

Lo provoca una junta débil entre dos capas contiguas de la pavimentación.

5.5. Grietas Reflejadas.

Las grietas reflejadas son provocadas por movimientos verticales u horizontales en el pavimento debajo del recubrimiento, debido a la expansión y contracción por cambios de la temperatura o de la humedad. También pueden ser provocadas por el tránsito o movimientos del terreno o al perder humedad las subrasantes con alto contenido de arcilla.

5.6. Grietas de Contracción.

Frecuentemente la causa es un cambio del volumen de mezclas asfálticas de agregado fino, que tiene un contenido de asfalto de baja penetración. La escasez de tránsito sobre estos pavimentos apresura la formación de grietas.

5.7. Grietas de Deslizamiento.

Son provocadas por la falta de una buena liga en la capa de la superficie y la capa inmediatamente debajo. La falta de liga puede ser debido a polvo, aceite, hule, agua o algún otro mate-

rial no adhesivo entre las dos capas. Generalmente, esta falta de liga existe cuando no se ha aplicado el riego correspondiente. Las grietas de deslizamiento también se pueden presentar en una mezcla que tenga un alto contenido de arena, y puede ocurrir tanto si la arena es de aristas duras o redondeadas. Algunas veces se puede producir el deslizamiento bajo tránsito debido a que la compactación no haya sido adecuada durante la construcción causando ésto que la liga entre las capas se haya roto.

5.8. Grietas sobre Juntas.

Es lo mismo que en las grietas reflejadas.

5.9. Distorsión.

Generalmente es provocado por circunstancias tales como por escasa compactación de las capas del pavimento, exceso de finos en el material de carpeta, exceso de asfalto, esponjamiento de las capas subyacentes o asentamientos.

5.9.1. Canales.

Pueden ser provocados por la consolidación o movimiento lateral de una o más capas subyacentes, por el tránsito o porque se desaloja la carpeta misma. Pueden formarse por el tránsito en pavimentos asfálticos nuevos que fueron escasamente compactos durante la construcción.

5.9.2. Corrugaciones y Deslizamientos.

Las corrugaciones y los deslizamientos ocurren en las capas asfálticas carentes de estabilidad.

La causa de la falta de estabilidad puede ser provocada por:

5.9.2.1. Por una mezcla demasiado "rica" en asfalto y que ten-

ga una proporción demasiado alta de agregado fino.

5.9.2.2. Agregados gruesos y finos son redondeados o tengan --
textura lisa.

5.9.2.3. Que el cemento asfáltico sea demasiado blando, también
se puede deber a exceso de humedad, contaminación debido al -
goteo de aceite, o falta de aereación cuando se colocan mezclas
que utilizan asfaltos lfquidos.

5.9.3. Depresiones el perfil.

Tránsito de mayor peso que el considerado al diseñar el pavimen
to , puede causar las depresiones, ya sea por el asentamiento
de las capas inferiores del pavimento o por deficientes méto--
dos de construcción.

5.9.4. Levantamiento.

Es la expansión que provoca el hielo en las capas inferiores
dèl pavimento o en la subrasante. Pero también puede ser pro--
vocado por el esponjamiento que produce la humedad en suelos -
arcillosos.

5.9.5. Depresiones por zanjas para los servicios públicos.

Por falta de compactación adecuada al relleno.

5.10. Desintegración.

Los baches son provocados por partes débiles en el pavimento -
deficiente o con poco asfalto, carpeta asfáltica demasiado del
gada, exceso de finos, deficiencias de finos o falta de drena-
je. La segregación es producida por falta de compactación du--
rante la construcción, durante tiempo lluvioso o frío, agrega-
dos sucios o que se desintegran mezc|a con deficiencias de as-
falto o mezcla asfáltica sobrecalentada.

5.11. Riesgos de Derrapar.

Se produce al formarse una película de agua en una superficie lisa, la cual hace que el vehículo se desprenda de la superficie y se desliza sobre el agua en forma semejante a un acuaplano.

Lo resbaloso de la superficie puede producirse por contaminaciones superficiales, tales como goteo de aceite o de algunos tipos de arcilla.

5.12. Asfalto Llorado.

Se presenta en tiempo de calor, y consiste en exceso de asfalto en una o varias de las capas del pavimento. Esto puede ser resultado de una mezcla en planta demasiado rica, un riego de sello mal construido o que el solvente arrastre el asfalto a la superficie. Además el tránsito demasiado pesado puede producir mayor compresión en el pavimento, que contenga asfalto en exceso y la empuje a la superficie.

5.13. Agregado Pulido.

Algunos agregados como caliza, se pulen rápidamente bajo la acción del tránsito. Otros, tales como ciertos tipos de gravas naturales lisas, cuando se usan para carpetas sin triturarse, constituyen un riesgo de derrapar. Estos agregados pulidos son muy resbalosos cuando están mojados.

5.14. Problemas especiales.

Si el agregado no se extiende inmediatamente (en el término de un minuto) después de haber aplicado el asfalto a la superficie del pavimento, el asfalto puede haberse enfriado demasiado para retenerlo. Si el agregado está demasiado polvoso o dema ---

siado mojado al extenderlo puede ser que el asfalto no sea capaz de retenerlo bajo el tránsito.

5.14.1 y 5.14.2. El rayado Longitudinal y transversal.

La causa viene siendo la Barra aspersora de la petrolizadora colocada a una altura incorrecta de manera que la aspersión de cada boquilla no se traslana suficientemente con las dos inmediatas.

Boquillas de la barra aspersora colocadas a un angulo incorrecto.

Velocidad equivocada de la bomba de asfalto.

Asfalto demasiado frio.

Presión demasiado baja de la bomba.

Una raya única en el centro de línea puede ser producido por demasiado poco o demasiado frio el asfalto en la junta entre dos pasadas de la Petrolizadora.

Rayado Transversal:

Es provocado por aspersión irregular del asfalto por defectos de la barra aspersora.

-". C A P I T U L O I I I . "-

RECONSTRUCCIONES Y CONSERVACION DE CAMINOS

- 1) Definición de Conservación de pavimentos flexibles.
- 2) Historia de la Conservación de caminos carreteros.
- 3) La necesidad de la Conservación.
- 4) La importancia de personal capacitado.
- 5) Importancia del tiempo (climatérico)
- 6) Conservación preventiva.
- 7) Conservación correctiva.
- 8) Conservación del Drenaje.
- 9) Seguridad
- 10) Reparación de las fallas.

1) Definición de conservación de pavimentos flexibles.

se entiende por conservación a la prevención o corrección de -- las fallas en el pavimento definiendo su tipo que puede ser:

a) falla funcional, b) falla estructural. De acuerdo a lo anterior se procedera llevando un método adecuado para cada corrección.

2) Breve Historia de la conservación de Caminos Carreteros.

Desde 1775, Pierre Jerome Marie Tresaguet, Inspector general -- de carreteras en Francia se dio cuenta de la importancia del -- mantenimiento de un camino en lo que respecta a las capas superiores que sirven como estructura de un pavimento. Fue a fines de ese siglo que la actividad caminera fue reconocida como una profesión que requería la aplicación de conocimientos científicos y el primer ingeniero de carreteras fue Tresaguet. El se -- percató antes que nadie de la necesidad de mantener un pavimento bien drenado y con buena superficie de desgaste.

En el siglo pasado las ideas de John Mc Adam fueron bien acogidas en todas partes del mundo y a medida que se iban construyendo carreteras en los diversos países, se fueron creando los organismos especializados, para atender su conservación.

En México, simultáneamente a la construcción y pavimentación de carreteras en 1922 se fue atendiendo su conservación con el --- mismo personal y elementos que las construían, hasta que ya para 1930 (cerca de 1500 Km) se consideró que la magnitud de la red requería la creación de una dependencia dedicada exclusivamente a esta actividad por lo cual se creó dentro de la -- entonces Secretaría de comunicaciones y Obras Públicas el departa-

mento de Conservación de la Dirección Nacional de Caminos. El fuerte deterioro que ha experimentado la red en diversas épocas críticas, no puede atribuirse, como se expone antes, a la falta de un organismo que tuviera como única finalidad el mantenimiento de los pavimentos. Ese bajo nivel de servicio, tiene otras explicaciones.

La destrucción rápida de nuevas carreteras y sus éxitos en el tránsito tienen su explicación en varios factores importantes:

- a) La edad de sus pavimentos, que en algunos casos sobrepasa los cuarenta años.
- b) El incremento extraordinario del tránsito que en muchas carreteras se ha triplicando, cuadruplicando y hasta quintuplicando.
- c) El aumento de las cargas rodantes cuyo efecto destructivo en la red veterana se pensó en reforzarlas para estas cargas.
- d) El descuido en que se tuvo esta red por las presiones para destinar más fondos al desarrollo urgente de las comunicaciones faltantes.
- e) Las malas técnicas empleadas en la conservación de los pavimentos, por falta de personal especializado.

Un gran porcentaje de los pavimentos han llegado al nivel de rechazo y ni siquiera una conservación intensiva alivia esta situación en forma permanente.

Los usuarios de los caminos, los empresarios e industriales están protestando por el mal estado de los pavimentos y demandan que se mejoren las superficies de rodamiento y se tomen medidas de seguridad más estrictas. Para realizar esto, ---

hace falta personal preparado, en todos los niveles; los salarios han subido exorbitantemente y los costos de materiales y equipo se han escalado paralelamente con los salarios. Lo más lamentable: La eficiencia en los trabajos de campo ha bajado a menos del cuarenta por ciento. El panorama que se observa es delicado. Hay que rehabilitar por lo menos los pavimentos del sistema carretero federal, y paralelamente, darle mas conservación intensiva al resto para mantener rodando en forma económica el transporte pesado. Hay que fijar criterios de reconstrucción y políticas adecuadas que faciliten la enorme obra -- hay que emprender sin interferir al tránsito o reducir estas molestias al público y al contratista constructor al mínimo. - Hay que fijar prioridad en los estudios y en la construcción y obtener la información periódica que permite obtener los índices de servicio de aquellos tramos que tengan que esperar algunos años en su rehabilitación.

Una auscultación general de la red nos puede orientar hacia un diagnóstico expedito para fijar un programa tentativo.

3) La necesidad de la Conservación:

Todos los pavimentos requieren conservación siendo la principal razón que los esfuerzos que producen defectos menores están --- constantemente trabajando en todos los pavimentos. Estos esfuerzos que deben ser causados por cambios en la temperatura o en el contenido de humedad, por el tránsito o por pequeños movimientos en el terreno adyacente o subyacente, grietas agujeros, depresiones y otros tipos de deterioro son la evidencia visible del desgaste del pavimento. En zonas urbanas, las zanjas excavadas en el pavimento por líneas de agua y otros servicios

públicos son uno de los motivos mayores de la necesidad de Con
servación de pavimentos.

4) La importancia del personal capacitado:

El trabajo de Conservación requiere especialmente supervisión-
adecuada, trabajadores calificados y bueno mano de obra.

PRESUPUESTO DEL DEPARTAMENTO DE CONSERVACION DE LA DIRECCION
NACIONAL DE CAMINOS DE 1930 A 1958.

<u>ARO</u>	<u>ASIGNACION</u>
1930	\$ 1'301,050
1931	889,899
1932	726,613
1933	1'404,309
1934	1'501,942
1935	2'002,007
1936	3'396,591
1937	3'726,444
1938	2'845,784
1939	3'432,976
1940	5'863,941
1941	10'217,264
1942	12'340,024
1943	15'862,513
1944	18'526,000
1945	22'823,000
1946	23'567,082
1947	26'645,275
1948	29'620,448
1949	38'844,150
1950	39'322,272
1951	44'442,939
1952	60'830,783
1953	79'753,482

<u>AÑO</u>	<u>ASIGNACION</u>
1954	750'000,000
1955	1000'000,000
1956	140'000,000
1957	154'002,183
1958	150'000,000

Las erogaciones de 1930 a 1935 obedecen a que aún no se había creado el Departamento de Conservación, el Departamento de Construcción empezó a hacerse cargo de la conservación de la Red entonces existente.

CANTIDAD APROXIMADA DE MAQUINAS AL SERVICIO DE LAS DIVISIONES DEL DEPARTAMENTO DE CONSERVACION.

MAQUINA	ESTADO DE LA MAQUINA				SUMA
	BUENO	REGULAR	MALA	BAJA	
Aplanadoras	38	71	4		113
Rodillos (pata de cabra)	18	25	2		45
Arados		3			3
Bachadoras	32	27	9		68
Bombas	42	54	13		109
Buldozers	3	1			4
Motoconformadoras	29	46	14		89
Pala Hidraulica		1			1
Palas mecanicas	6	3			12
Palas cargadoras	15	4			19
Pavimentadoras	2				2

Calentadores p. asfaltos	14	17			33
Camiones volteo	150	180	29		350
Camiones chasis	40	50	13		103
Camiones redilas	20	26	10		56
Compactadores vibratorios	8	11	1		20
Equipo bombeo asfaltos	31	12	2		45
Escrepas de arrastre	1	2			3
Esparcidor de arena	5	6	1		12
Excavadoras		1			1
Mezcladoras	8	21	1		30
Perforadoras Neumáticas	3	2			5
Perforadoras Mecánicas	14	2			16
Petrolizadora	24	31	4		59
Piloteadoras	1				1
Pinta rayas	4	7		1	12
Planta de asfaltos	1				1
Quebradoras	20	19	1		40
Revolvedoras	2	5	1		8
Rastras		2			2
Tanques regador	22	38			60
Tractor de orugas	9	10	7		26
Planta de trituración	4	1			5
Quemadores de yerba	2	2	1		5
Angledozer	1				1
Motoescrepas		4	1		5
Tractor-Buldozer	1	1			2
Maquina rompedora de pavimentos		1			1
Tournatractor	1				1

5) Importancia del tiempo (climatérico).

Preferentemente el bacheo o reconstrucción superficial debe -- hacerse durante tiempo seco y tibio (50° F o mayores) 10°C . El efecto del enfriamiento queda enfatizado si la mezcla se -- coloca en capas delgadas, además no ligan bién con superficies húmedas.

Durante tiempo húmedo o frío se requiere más cuidado durante -- estos períodos. Hay que tomar en cuenta que un retraso en las reparaciones puede permitir que pequeñas grietas superficiales se conviertan en fallas mayores, las mezclas que contienen asfalto líquido son lentas en fraguar cuando la humedad es alta. Esto es a causa de que el aire que ya contiene gran cantidad -- de vapor de agua no facilita la evaporación del solvente. La -- baja temperatura también hace lento la evaporación del solvente.

Riegos de sello así como otros tratamientos superficiales, -- pueden ser afectados por la humedad durante las primeras horas después de su colocación. La lluvia y/o tránsito rápida durante este período crítico resultará en la pérdida de la mayor -- parte de agregado de recubrimiento.

6) Conservación Preventiva:

Tiende a prevenir o retardar las fallas, la detección oportuna -- y la reparación de defectos menores es, sin duda, el trabajo -- más importante que hagan las cuadrillas de Conservación grietas u otras hendiduras superficiales, que al principio apenas -- se pueden notar, pueden crecer hasta ser defectos serios se -- reparan a tiempo, esto puede ocurrir en muy pocos días en el -- caso de un pavimento con tránsito pesado que se diseñó defec--

tuosamente. Por esta razón debe hacerse una inspección minuciosa y frecuente del pavimento, por personas experimentadas. Las hendiduras y otros defectos superficiales son tan pequeños que solo las puede localizar una persona a pie. Hay otras pequeñas señales tales como lodo o agua en el pavimento o en el acotamiento que para un observador en pavimento, pueden significar futuros problemas. Al detectar señales de deterioro, una investigación detallada, que incluya una zanja transversal al área que falla, si se juzga necesario debe excavar para determinar la clase de reparación necesaria. Si parece que el pavimento se mueve bajo el tránsito, medida de la deflexión -- deben llevarse a cabo para determinar la extensión del área -- afectada todas las personas que hagan una inspección a pie del camino deben tomar las precauciones de seguridad adecuadas. Deben quedar protegidos por señales de precaución o ser seguidos por un coche o camión que tenga dispositivos de protección. Banderas de seguridad, chalecos y gorros de color brillante -- son muy buenos.

7) Conservación Correctiva:

Se aplican cuando han ocurrido las fallas en un pavimento y se dan los pasos para localizar y definir el tipo de falla y lo que la causo haciendo la reparación necesaria.

8) Conservación del Drenaje.

Una forma de Conservación es la inspección al tiempo de cambio de estación para limpiar los sistemas de drenaje superficial, zanjales y canales, para asegurarse que estén trabajando según el diseño. Si cualquier parte del sistema está obstruido, debe ser limpiado inmediatamente.

Cuando menos dos veces al año todos los drenes abajo de la superficie deben examinarse para estar seguros que trabajen en forma debida. La presencia anormal de agua sobre la superficie del Pavimento, puede indicar que los drenes subterrneos están inadecuadamente localizados incorrectamente o tapadas todas -- las salidas de los drenes deben quedar bien marcados en el piso y en los planos de conservación.

9) Seguridad:

Una contribución importante hacia la calidad de la Conservación es un activo programa de seguridad.

El resultado es que haga un trabajo mejor. Para seguridad de los trabajadores, el conductor de vehículo debe estar prevenido de lo que se hace adelante y de lo que debe hacer al pasar por el área de trabajo. señales y dispositivos de aviso deben colocarse con suficiente anticipación para que comprenda su -- significado, pero no deben colocarse con tanta anticipación que se olvide su significado. También es deseable una señal que -- indique el final de la zona de trabajo. El uso de bandereros cerca del trabajo se hace necesario cuando la visibilidad es restringida o existen condiciones peligrosas de conducción.

La clase de equipo de seguridad que deben usar las cuadrillas de conservación depende de la clase de trabajo que estén ejecutando por ejemplo: Si están simplemente barriendo un pavimento sucio por medio de una escoba mecánica, una máscara contra polvo y gagles puede ser el único equipo extra necesario.

A los miembros de la cuadrilla de conservación se les debe suministrar cascos protectores, gagles, guantes de asbesto y cualquier otro equipo de seguridad que reduzca las posibilidades de accidentes.

10) Reparación de las fallas:

10.1 Grietas en forma de piel de cocodrilo:

Son el resultado de bases o subrasantes saturadas, el corregir las debe incluir remover el material mojado y la instalación del drenaje necesario, Material asfáltico mezclado en planta. puede usarse para toda la profundidad de un parche resistente (esta puede ser la reparación menos costosa debido a colocarse en una sola operación con un solo material).

De cualquier manera la reparación debe hacerse con prontitud para evitar que se dañe aún más el pavimento.

Reparación permanente profundo: retirar la carpeta y la base a la profundidad necesaria para alcanzar un soporte firme, que sobrepase cuando menos un pie (0.30) en el pavimento sano fuera del área agrietada. Esto quiere decir que posiblemente parte de la subrasante también tendrá que retirarse. El corte debe hacerse cuadrado o rectangular en las caras rectas y verticales.

Una de las caras del corte debe estar a 90° de la Dirección -- del tránsito. Un cortador de pavimento hará el corte limpio y rápidamente. Si la causa de la falla es el agua, instalar drenaje, aplíquese riego de liga a las caras verticales y para -- obtener los mejores resultados, rellénese el agujero con una mezcla densa de asfalto mezclado en planta. Extiéndase cuidadosamente para impedir la segregación de la mezcla. Si no hay -- mezcla asfáltica a la mano, hágase el relleno con un buen material granular de base, compactese por capas si el agujero tiene más de 6" de profundidad, la compactación debe hacerse con el equipo más adecuado a las dimensiones del trabajo.

Un compactador de placa vibratoria es excelente para parches -

pequeños y una aplanadora puede ser más práctica para áreas -- grandes.

El asfalto interral colocado directamente sobre la subrasante-- no necesita imprimación pero si se usa base granular debe ser imprimada, para checar la rigidez y el alineamiento del bache-- se utiliza una regla.

REPARACION TEMPORAL PARA GRIETAS MAYORES DE UN OCTAVO DE PUL-- GADA.

Excávese una zanja de poca profundidad alrededor del área que-- debe repararse, para suministrar una cara vertical en las ori-- llas límpiese el área agrietada con escobas y si es necesario -- con aire comprimido. Con escoba bárrase mezcla fina de planta-- cubriendo las grietas, compactese con un Compactador vibrato-- rio de placa o con aplanadora.

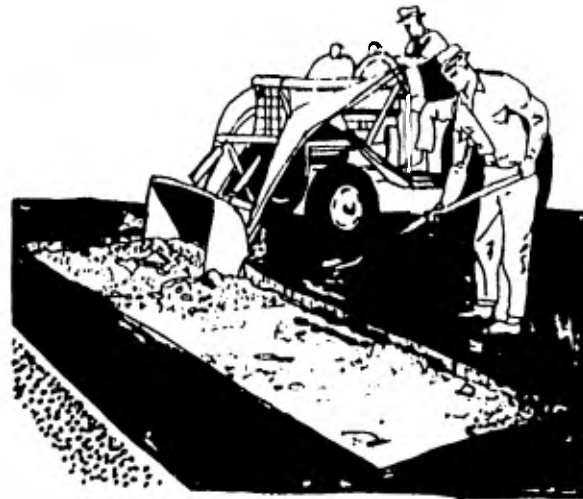
Aplíquese un riego de liga, colóquese una carpeta muy delgada-- de material asfáltico de planta, límpiese cuidadosamente las -- orillas para remover las portfculas gruesas usando un rastrillo antes de compactarlo. Compáctese el bache con compactador vibra-- torio de placa o aplanadora y si no se tienen a mano puede apla-- narse con las ruedas del camión que acarrea la mezcla. Bacheo-- con riego de sello y agregado.

REPARACION TEMPORAL PARA AREAS CON GRIETAS MENORES DE 1/8".

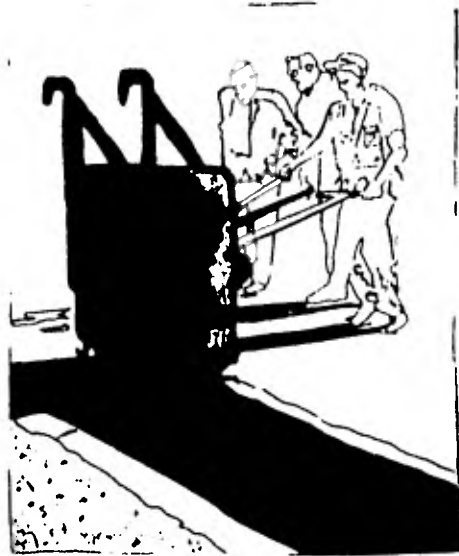
Bárrase el área agrietada y si es necesario, con aire compri-- mido, con aspersora riéguese la cantidad de asfalto líquido -- (ya sea emulsión de fraguado rápido o medio) sobre la super--- ficie limpia, generalmente 0.68 a 1.14 lts/m² es suficiente -- para el riego de sello pero si una cantidad excesiva se pierde en las grietas debe aplicarse un poco más de asfalto.



10.1 CORTANDO LA CARA VERTICAL ALREDEDOR DE LA ZONA AGREGADA



10.1 RETIRANDO LA CARPETA Y LA BASE



10.1 COMPACTANDO BACHES.



10.1 BARRIENDO LA MEZCLA DE PLANTA
SOBRE GRIETAS DE PIEL DE COCO-
DRILO.



10.1 RECORRIENDO EL BACHE CON LA REGLA DE MA-
DERA.

Aplíquese el agregado inmediatamente después de regar el asfalto, un agregado de buen tamaño para este tipo de reparación - es el de 1" hasta el Núm. 10.

Aplanese el riego de sello con equipo de llanta de hule.

Si es necesario que el área bacheada se eleve el nivel del pavimento circundante aplíquese un segundo riego de sello.

Dejese fraguar completamente antes de abrirlo al tránsito, --- remiendo con lechada para áreas agrietadas por sobrecarga.

10.2) Grietas en las orillas:

Para una reparación temporal, llénese como si fueran grietas reflejadas.

Para reparaciones más duraderas llenense las grietas con lechada de emulsión asfáltica o asfalto líquido mezclado con arena, instálese, drenes si es necesario.

Limpíese el pavimento y las grietas con escobas y aire comprimido.

Llenese las grietas con lechada de emulsión o asfalto líquido mezclado con arena, límpiese con regla de orilla de hule.

Aplíquese un riego de liga, nivélese la orilla extendiéndose - material asfáltico mezclado en planta.

10.3) Grietas en la junta de la orilla:

Si la causa es el agua, el primer paso consiste en mejorar el drenaje deshaciendo la condición que retiene el agua.

10.4) Grietas en la junta de los carriles:

Deben de llenarse con lechada de emulsión asfáltica o asfalto líquido ligero mezclado con arena fina.

10.5) Grietas reflejadas:

La misma que en la junta de carriles.



10,5 LIMPIAR LA GRIETA CON ESCOBA
Y AIRE



10,5 REGADERA DE ASFALTO



RASTRILLO DE ALUMINO



10.5 SELLANDO CON REGADERA Y ESPATULA DE MANO

Limpíese la grieta con una escoba tieza y aire comprimido, --- usando una espátula de hule y una escoba rellénese con lechada de emulsión o asfalto líquido mezclado con arena.

Espárzase la superficie del relleno de la grieta con arena seca para impedir que lo levante en tránsito.

10.6) Grietas de contracción:

Rellénese las grietas con lechada de emulsión asfáltica, seguido de un tratamiento superficial o un sello de lechada (Slurry Seal) sobre toda la superficie.

Retírese todo el material suelto de las grietas y de la superficie del pavimento con escobas y aire comprimido.

Mojese la superficie del pavimento y todas las caras de las -- grietas con agua.

Cuando todas las superficies están uniformemente húmedas y no hay agua libre, aplíquese un riego de emulsión asfáltica diluf con partes iguales de agua.

Prepárese la lechada de emulsión asfáltica, derrámese la lechaa en las grietas y nivélese con una espátula de mano.

Cuando la lechada haya fraguado hasta quedar firme, trátese -- toda la superficie con la lechada de sello, usando equipo apropiado para ésta operación.

Déjese fraguar hasta que esté suficientemente firme de manera que el tránsito no la levante.

10.7) Grietas de deslizamiento:

La reparación consiste en retirar la capa superficial alrededor de la grieta hasta el lugar donde se encuentra una buena liga entre las dos capas.

Retirar el área que se desliza cuando menos un pie dentro del-

pavimento circundante cuya liga sea efectiva. Córtese las caras rectas y verticales.

Límpiese la superficie de la capa subyacente que se ha expuesto, con escobas y aire comprimido.

Aplíquese un riego de liga ligero.

Colóquese suficientemente material asfáltico caliente mezclado en planta en el área que se haya recortado para que la superficie esté a nivel del pavimento circundante, una vez que se haya compactado. Nivelese la mezcla cuidadosamente de manera de impedir la segregación, emparejese el bache con una regla y compactese concienzudamente con compactador vibratorio de placa o rodillo de rueda de acero.

10.8) Grietas sobre juntas:

Lo mismo que en las grietas reflejadas.

10.9) Distorsión:

Nivelese el pavimento rellenando los canales con material asfáltico caliente mezclado en planta, seguido con un recubrimiento delgado de mezcla asfáltica de planta.

Fijese los límites del canal con una regla, delimítase con un crayón las áreas por rellenar.

Aplíquese un riego de liga ligero 0.05 a 0.15 galones por yarda cuadrada de (0.22 a 0.67 lts/m²), extiendase concreto asfáltico denso en los canales con un extendedor compactese con compactador de llantas neumáticas, colóquese un recubrimiento delgado de material mezclado en planta.

Si el pavimento no se ha de recubrir, colóquese un sello de arena sobre el área remendada para impedir la entrada de agua teniendo cuidado de no utilizar demasiado asfalto.

10.9.1) Corrugaciones y Deslizamiento:



10.8 SOPLETEANDO LAS JUNTAS.



10.8 LIMPIANDO CON MAQUINA LIMPIADORA
DE JUNTAS.



10.8 ESPATULA



10.8 ARANCO PARA RETIRAR EL SELLO VIEJO



10.8 COMPACTANDO CON COMPACTADOR
VIBRATORIO DE PLACA



10.8 APLICADOR DE SELLO MONTADO
EN REMOLQUE.



10.8 JUNTA DE ALIAMENTO

Escarificar la superficie, mezclarla con la base y compactar la mezcla antes de colocar una carpeta nueva.

Cuando las corrugaciones poco profundas pueden corregirse con una máquina para aplanar pavimentos, mejor conocido como "aplanador calentador" después debe de colocarse un riego de sello o superficie de rodamiento de material mezclado en planta.

REPARACION DE CORRUGACIONES EN UNA CARPETA DELGADA.

Escarificar y despejar la superficie con un arado de discos.

Mézclase el material superficial despedazado con el material de base hasta una profundidad de 4", compáctese y confórmese la base, imprímase la base, aplíquese la nueva Carpeta.

REPARACION DE CORRUGACIONES EN UNA CARPETA GRUESA:

Aplánese hasta lograr una superficie lisa con un aplanador calentador, cúbrase la superficie aplanada con una capa de sello de material asfáltico mezclado en planta o una lechada de emulsión asfáltica.

10.9.2) Depresiones en el perfil:

Deben llenarse con material asfáltico en caliente mezclado en planta y compactadas hasta nivelarlas con el pavimento circundante. Determinese las líneas de la depresión con una regla, márquese en la superficie del pavimento con un crayón.

Si se tiene máquina para esmerillar, esmerílese el área para formar una cara vertical por toda la orilla, límpiase cuidadosamente hasta un pie cuando menos más allá de los límites marcados, aplíquese un riego de liga ligero, 0.95 a 0.15 galones por yarda cuadrada de emulsión asfáltica diluida por partes iguales de agua, sobre la misma que se ha limpiado.

Esparzase suficiente material asfáltico caliente mezclado en

planta en la depresión para que alcance el nivel original después de compactada. Mezcla en planta con asfalto líquido (colocado en frío) puede usarse si no se tiene a mano mezcla caliente. Si la mezcla es del tipo para colocarse en frío, debe aerearse a fondo antes de colocarla en la depresión.

Esto es necesario para eliminar los solventes y el agua que pueden ser de un bache inestable. Si el pavimento no fue esmerilado, las orillas deben desvanecerse con un rastrillo y manipulación cuidadosa del material, sin embargo al rastrillar debe tenerse cuidado de evitar la segregación de las partículas gruesas y delgadas de la mezcla, revísese el relleno con una regla, compáctese muy bien la mezcla con un compactador vibratorio de placa aplanadora o pisones de mano y colóquese un sello de arena sobre el área bacheada para impedir la entrada del agua no se use demasiado asfalto.

10.9.3) Levantamiento:

Lo mismo que en la falla piel de cocodrilo, al estar instalando el servicio debe de compactarse un poco, o sea dejarlo un poco a desnivel para que con el paso del tránsito se siga compactando más y se logre su nivelación.

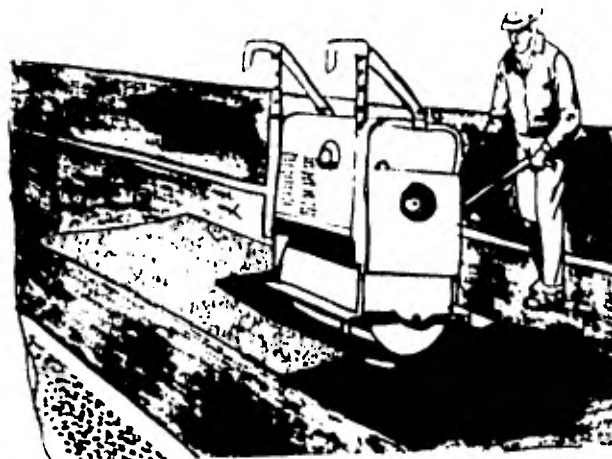
10.10) Desintegración:

Reparación temporal generalmente incluyen limpiar el agujero y llenarlo con material asfáltico premezclado especial para bacheo. La reparación permanente se hace cortando alrededor del agujero hasta alcanzar material consolidado, tanto al rededor como en el fondo del mismo y rellenándolo con una base nueva y material para carpetas.

La reparación de emergencia se realiza limpiando el agujero de



10.10 RELLENANDO EL AGUJERO CON MEZCLA DE PLANTA.



10.10 COMPACTANDO LA MEZCLA



10.10.4 EXTENDIENDO LA MEZCLA.



10.10.1 APLICANDO RIEGO DE LIGA



10.10.2 COLOCANDO MEZCLA CALIENTE DE PLANTA
EN REMIENDO DE MEMBRANA.



10.10.3 APLICANDO AGREGADO DE CUBIERTA.

todo el material suelto y la mayor cantidad posible de agua, se usa calentador infrarojo para calentar y reblandecer la carpeta asfáltica que rodea el bache, rellene el agujero con emulsión asfáltica de mezcla almacenada y rastrellase hasta dejarla lisa. Compáctese con compactador vibratorio de placa o rodillos.

10.11) Segregación:

Las superficies que se han segregado, superficies secas o in-temperizadas y superficies porosas son condiciones que general-mente requieren un tratamiento superficial. Estos tratamientos-pueden considerarse como conservación correctiva o como conser-vación preventiva. En el primer caso se trata de corregir la -condición existente y en el segundo se hace un esfuerzo para -prevenir una condición que se prevee ha de convertirse en rea-lidad.

REPARACION DE EMERGENCIA:

Bárrase de la superficie el polvo y los agregados sueltos, --- aplíquese un sello de mezcla (0.46 a 0.92 lt/m²) dependiendo -de la textura y porosidad del pavimento con emulsión asfáltica, diluido con partes iguales de agua, no es necesario cubrirlo -con arena y cierre al tránsito hasta que el sello haya fra--guado.

10.12) Riesgo de Derrapar:

El tratamiento abarca desde limpiar las superficies del mate-rial contaminante hasta retirar el exceso de asfalto y reconse-truir la carpeta para mejorar el drenaje superficial.

10.13) Asfalto llorado:

Puede corregirse por la aplicación repetida de arena caliente-que absorba al exceso de asfalto, en algunas ocasiones cuando-es poco el asfalto llorado, un tratamiento superficial de ma--

terial mezclado en planta o un riego de sello con agregado, -- usando agregado absorbente es lo único que se necesita.

Una máquina aplanadora de pavimento, tal como el aplanador-calentador, retirará el exceso de asfalto o en casos poco frecuentes, de carpetas muy excedidas de asfalto, la carpeta debe ser retirada totalmente.

REPARACION CON AGREGADO CALIENTE.

Aplicarse arena de 3/8" máximo, sobre el área afectada. Este agregado debe estar calentado a 300° F (150° C) y esparcirse a razón de 10 a 15 Lbs por yarda cuadrada (4.5 a 6.8 Kg/m²). Inmediatamente después de esparcirse la arena, consolidarse con aplanador de llanta de hule, cuando el agregado se haya enfriado retirarse con escoba las partículas sueltas.

Repetirse si es necesario.

REPARACION CON APLANADOR CALENTADOR.

Retirarse la película asfáltica con un calentador aplanador dejarse la superficie como lo ha dejado el aplanador calentador o aplicarse un tratamiento superficial de mezclado en planta o riego de sello.

10.14) Agregado pulido:

La única manera efectiva de reparar un pavimento cuyos agregados se hayan pulido es cubrir la superficie con un material -- que resista las derrapadas. Un tratamiento superficial con mezcla caliente de planta, un sello de arena, o un sello con agregado debe ser aplicado, el agregado debe ser duro y/o anguloso tal como arena de escoria silicosa u otro que se haya probado resistente al pavimento.

TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON ARENA MEZCLADO EN PLANTA.

Aplicarse un riego ligero de liga, 0.05 a 0.15 galones por yar

da cuadrada (0.23 a 0.68 lt/m²) de emulsión asfáltica diluída en partes iguales de agua.

Extiendase material caliente mezclado en planta usando como agregado escoria triturada o arena sílica. Si no se tiene a mano material caliente mezclado en planta, arena o un agregado de sello pueden usarse, aplánese con compactador de llanta de hule o aplanadoras de rueda de acero.

10.15) Problemas especiales:

PERDIDA DEL AGREGADO CUBRIENTE:

Arena gruesa caliente, extendida sobre las áreas afectadas pueden usarse para reemplazar el agregado que se pierde. Debe ser aplanado inmediatamente con rodillo de llantas neumáticas de manera que se asentará en el asfalto, si el agregado es parcialmente botado un sello de agregado absorbente puede ser el tratamiento más práctico. En un día caluroso, extiendase arena gruesa calentada cuando menos a 300° F (150° C) sobre el área que ha perdido el agregado cubriente, inmediatamente después aplánese con rodillo neumático para asentar el agregado en el asfalto.

10.15.1) Rayado Longitudinal:

Probablemente la única manera satisfactoria de reparar el rayado longitudinal es alisar la superficie rayada y aplicar un nuevo tratamiento superficial.

10.15.2) Rayado transversal:

Lo mismo que en los problemas de corrugaciones y rayado longitudinal.

-. " C A P I T U L O I V " .-

COMPARACION DE METODOS Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

- 1) Introducción.
- 2) Técnicas de construcción en tratamientos superficiales de un riego.
- 3) Comparación de métodos.

COMPARACION DE METODOS Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

METODOS DE CONSTRUCCION

1) INTRODUCCION.- Con frecuencia una gran parte de las fallas o deficiencias en el funcionamiento de los tratamientos superficiales pueden atribuirse a la inadecuada selección y condiciones del equipo y a las malas técnicas de construcción.-

Diversos investigadores han estudiado este asunto, y se han adoptado diversos procedimientos de construcción para vencer un gran número de problemas constructivos.

Sin embargo, hay una secuencia operativa establecida bastante satisfactoria en la ejecución de los tratamientos superficiales, que es sensiblemente la misma en la mayoría de las áreas. De cualquier manera, podrían presentarse algunas variaciones en estas operaciones, originadas por experiencias locales, por condiciones particulares y por los materiales.

2) TECNICAS DE CONSTRUCCION EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DE UN RIEGO.

Los pasos que normalmente se siguen en la construcción de riegos de sello y tratamiento superficiales se discuten en los párrafos que siguen.

PREPARACION DE LA SUPERFICIE SUBYACENTE

La superficie sobre la cual va a ser aplicado un tratamiento superficial debe limpiarse y generalmente repararse, excepto en casos extraordinarios, antes de que se dé cualquier rie-

go de asfalto.

Reparación.- El bacheo es una operación esencial en el tratamiento de las superficies llenas de agujeros y depresiones y que muestran movimientos de la base, agrietamientos serios o llorado fuerte debido al asfalto que aflora a la superficie. Si no son corregidos tales sitios débiles, el tratamiento superficial casi siempre fallará de inmediato bajo la acción del tránsito. La reparación de tales irregularidades se lleva a cabo renovando todo el material suelto y defectuoso a suficiente profundidad y reemplazándolo con una mezcla conveniente de bacheo o con material de base. El material que se coloque con este propósito deberá ser compactado a una alta densidad de tal modo que se produzca una superficie cerrada que se ajuste a los niveles de las áreas adyacentes.

Cualquier ondulación o protuberancia que reduzca la calidad de manejo en el pavimento, deberá eliminarse por medios tales como discos o plantas calientes, dependiendo del tipo de la superficie subyacente.

Limpieza.- Para desarrollar una fuerte liga entre la superficie adyacente y el tratamiento superficial, la misma deberá estar libre de material extraño suelto, tal como arena, arcilla polvo o basura. Las hojas de árboles especialmente, deberán retirarse de la superficie. Para remover los materiales extraños generalmente se usan barredoras mecánicas rotatorias. En algunos casos, las operaciones de limpieza se han llevado a cabo lavando la superficie con agua. Si a pesar de esto no se dispone de barredoras mecánicas, los materiales extraños pueden ser removidos mediante escobas de mano, y picos, si fuere necesari-

rio. El barrido se hace sobre todo lo ancho del pavimento.

APLICACION DEL ASFALTO

Técnicas de aplicación.- La viscosidad y la fluidez del ligante bituminoso al momento de su aplicación es un factor crucial en la distribución superficie del tratamiento superficial. Los rangos de viscosidad sugeridos por diferentes investigadores no concuerdan. La viscosidad más baja, que fluctúa entre 15 a 25 seg. Saybolt Furol, se ha usado en Victoria, Australia con resultados satisfactorios. Sin embargo, en Estados Unidos, las viscosidades Saybolt Furol en los rangos entre 25 y 100 y 25 a 50 seg., han sido recomendadas por el Instituto del Asfalto y por Mc. Leos respectivamente. Kearly y muchos otros autores han sugerido que el ligante debe aplicarse con una viscosidad de 40 a 60 segundos Saybolt Furol.

Antes de que el material bituminoso se aplique a la superficie preparada, deberá determinarse la longitud del riego. El conocimiento de esta longitud es importante para la colocación subsecuente del agregado en forma adecuada y del desarrollo de las propiedades de funcionamiento deseables de la superficie. Si la longitud es muy corta, la eficiencia en la colocación se pierde. Si la longitud es demasiado grande, el cemento puede enfriarse antes de la colocación del agregado, y ser causa de una pobre adherencia entre el pétreo y el ligante. En cualquier de los casos, el resultado de un gasto adicional en la construcción.

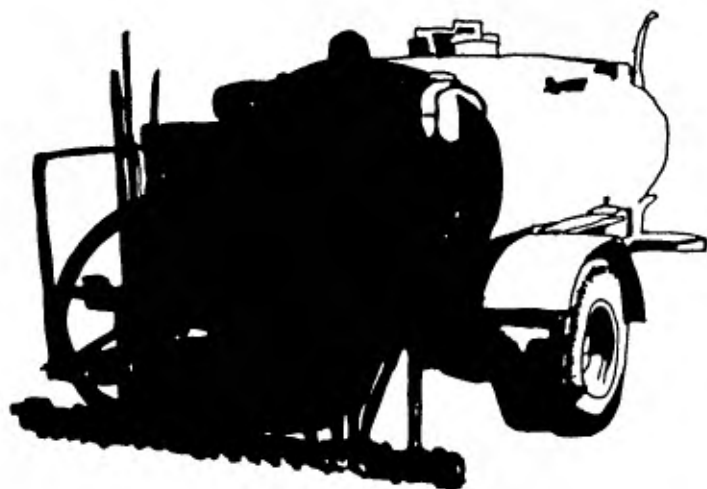
La longitud del riego variará dependiente de:

- a).- El tipo de material bituminoso que se use,
- b).- Las condiciones de la base.
- c).- Las condiciones climáticas, y

d).- La habilidad del contratista de proveer los materiales requeridos y el equipo para mantener un esparcido uniforme del material pétreo y el adecuado rodillado del agregado.

Un buen juicio ingenieril y experiencia son importantes para determinar la longitud del riego.

A menudo se producen bordos y superficies lloradas cuando los riegos sucesivos no se aplican adecuadamente. Para evitar las juntas transversales brinconas causadas por el traslape del riego de asfalto en las juntas de dos aplicaciones, el riego de asfalto deberá principiar sobre una tira de papel de 90 cm.s de ancho, colocada a través del pavimento.- Mediante esta técnica no solamente puede lograrse que el riego no se traslape, sino que también cualquier aplicación no uniforme del ligante, al arranque o el frenado estropea únicamente el papel. El papel debe removerse posteriormente y destruirse. Al final del riego, en lugar del papel algunas veces se colocan charolas para evitar que el asfalto gotee en el pavimento. Cuando el riego bituminoso se aplica en dos o más franjas longitudinales, cada una traslapa con la precedente la mitad del ancho de la esprea, de la boquilla externa. Si el riego bituminoso no puede ser aplicado en todo el ancho de un camino de dos carriles, deberá fijarse un equipo especial gufa a la petrolizadora para dirigirla a lo largo de una lf-



PETROLIZADORA DE CONSERVACION



ROLLO CALENTADO

nea recta que marque la línea divisoria del tráfico.

Petrolizadoras.- Para asegurar el mejor funcionamiento, las petrolizadoras que se usen en la construcción de riegos de sello, independiente de su fabricación o modelo, deberán estar equipadas con las siguientes partes principales e instrumentos y deberán estar convenientemente ajustadas y ser debidamente inspeccionadas y operadas.

1.- Bomba de Distribución.

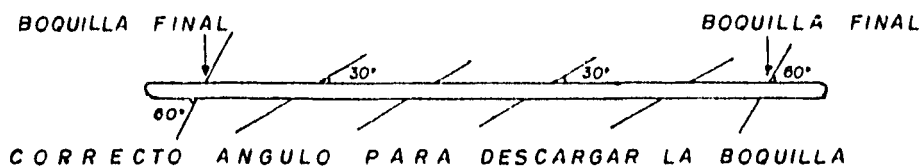
El abanico ideal debe ser una lámina sólida de material bituminoso, que solamente puede formarse cuando el material es bombeado bajo la presión o velocidad apropiada de la bomba. Las bombas de tipo de desplazamiento positivo son las más adecuadas para bombear el asfalto puesto que el escurrimiento a la barra regadora es uniforme en cualquier momento, independientemente de la carga o volumen del material que quede en el tanque. Nunca deberán usarse bombas centrífugas, porque el material bombeado a la barra regadora varía con la carga en el tanque y la cantidad distribuida decrece al final del riego.

Las Petrolizadoras deberán estar equipadas ya sea con un manómetro o con un tacómetro en la bomba para regular el gasto de distribución de acuerdo con la presión o velocidad correcta de la bomba. Algunas petrolizadoras están equipadas con válvulas reguladoras de presión, en lugar de los manómetros y son controladas por el Operador. Para lograr la correcta calibración de la bomba, la velocidad o la presión deberá aumentarse en incrementos tan altos como sea posible, sin distorsionar el abanico de las espreas o sin atomizar el riego. Deberá tenerse cuidado que la bomba tenga suficiente margen para operar libremente de manera que se evite su congelamiento o descompostura.

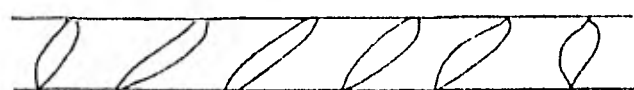
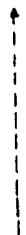
2.- Barra Regadora.- El asfalto es enviado bajo la presión -- constante adecuada através de la barra regadora a las espreas. Para asegurar una presión uniforme en las boquillas, es ideal utilizar una barra regadora de circuito cerrado.

Para lograr arranques y frenados limpios y uniforme sin goteo se utilizan válvulas adecuadas para controlar la salida del - material.

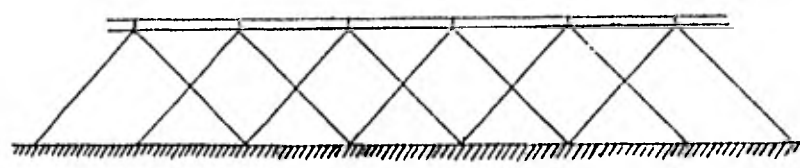
La altura de la barra regadora sobre la superficie de la ca-- rretera debe ajustarse para proveer el traslape deseado de -- las boquillas de aplicación. Si el ajuste es inadecuado, hay peligro de rayado, que se traducirá en llorado o en pérdida - de material. La altura de la barra regadora deberá permanecer constante y paralela a la superficie a través de todo el riego. Sin embargo, en la operación real, esta altura algunas veces -- varía debido a la deflexión de los muelles a medida que la -- carga va siendo vaciada. Para limitar esas variaciones a cerca de 1/4", se usan ya sea muelles más rígidas, o el tanque se - une directamente al eje durante la descarga. Este ajuste pue- de también lograrse reduciendo la carga de cada riego de mane_ ra de provocar una deflexión despreciable. Además, si todo el ancho de un pavimento de dos carriles va a ser regado, cada - boquilla de la barra regadora deberá estar a igual distancia - del pavimento. Así pues, la barra regadora deberá ajustarse - para que se acomode a la corona del pavimento. Para cubrir la superficie con la cantidad adecuada de asfalto, la altura de - la barra regadora deberá ajustarse para dar un traslape de dos o tres espreas (Fig. No. 1). Para poder obtener esa doble dis_ tribución del empalme, se cierra alternativamente cada boqui-



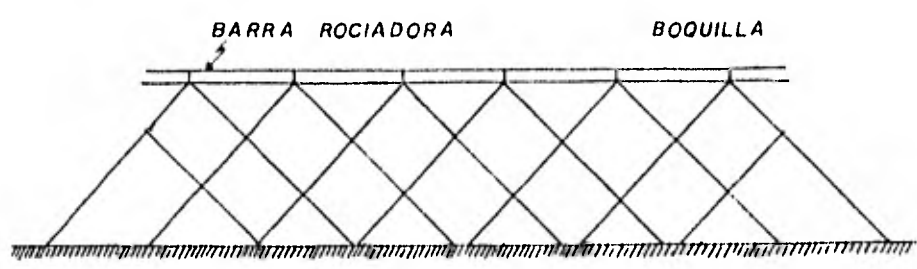
SENTIDO



SENTIDOS DEL CAMINO



APLICACION CON TRASLAPE DOBLE



APLICACION CON TRASLAPE TRIPLE

INFLUENCIA DEL ANGULO DE BOQUILLA Y ALTURA DE LA BARRA ROCIADORA

lla y el material se riega a la presión adecuada de la bomba. La altura a la cual el riego forma un simple traslape, es la altura requerida para formar un doble traslape cuando todas las boquillas están abiertas. Levantando la barra cerca de un 50% más, se obtiene el traslape triple.

3.- Boquillas.- Las boquillas se seleccionan con las aberturas de tamaño adecuado para proveer la cantidad deseada de asfalto en la aplicación. Hay varios tipos y tamaños de boquillas que pueden usarse para obtener diferentes salidas de descarga.

La esprea para todo uso, de 1/8" se usa en máquinas para distribuir hasta 35 galones por yarda cuadrada, mientras que las de 3/32" y más grandes se usan para aplicaciones más pesadas. Las boquillas deberán colocarse en la barra regadora con el ángulo adecuado para evitar interferencia con los abanicos del riego. El eje mayor del orificio de la boquilla, deberá ajustarse a un ángulo conveniente con respecto al eje longitudinal de la barra regadora. Este ángulo puede variar aproximadamente 15 a 30° para diferentes modelos de equipo. (Fig. No. 1).

Cada vez que se de un riego, las boquillas deberán inspeccionarse minuciosamente. Cualquier boquilla dañada o tapada, deberá ser reemplazada antes de la aplicación de tal manera que se eviten riegos irregulares del ligante.

4.- Tacómetro de velocidad del camión.- Para tener una verificación adecuada del gasto de distribución, cada petrolizadora deberá estar equipada con un tacómetro que se opere sobre una quinta rueda que se desplace sobre el pavimento o sobre la rueda trasera. Puesto que para cada boquilla hay solamente un gasto de descarga a la cual se obtiene la mejor distribución, la velocidad de la petrolizadora hacia adelante puede ajustarse -

para dar el gasto adecuado de descarga. Para determinar las -- lecturas de las velocidades del tacómetro del camión, el tacómetro de la bomba se coloca para algún factor de la longitud -- de la barra reanadora en galones por minuto. Partiendo del gasto deseado de descarga, la velocidad del camión hacia adelante -- puede ser fácilmente calculada.

Tanque Distribuidor.- Como una manera positiva de determinar -- la cantidad de ligante para aplicar en cada riego, el tanque -- de la petrolizadora deberá estar equipado con una regla de inmersión marcada en galones por pulgada de longitud. Leyendo la lectura de la regla antes y después de cada riego, el gasto -- de distribución puede ser fácilmente verificado. Los tanques -- distribuidores también están equipados con un termómetro adecuado para la gama de temperaturas usadas en las operaciones de tratamientos superficiales. La medición de las temperaturas deberán hacerse después de que el material bituminoso haya circulado completamente en el tanque.

6.- Certificado de calibración.- Algunos Departamentos de -- Carreteras y Agencias requieren las calibraciones y emiten un certificado de calibración como permiso para operarlas. El --- certificado de calibración es cancelado si se observan algunos defectos o mal funcionamiento en las partes o instrumentos de la petrolizadora. Algunos grupos han desarrollado y adoptado -- equipos especiales para la calibración de las petrolizadoras. Generalmente las petrolizadoras se desplazan sobre una área perfectamente nivelada y distribuyen el asfalto en una charola larga de acero que está dividida en compartimentos de 2" de an

cho. Mediante la verificación de la cantidad de asfalto en cada compartimento después del riego, puede determinarse rápidamente si la petrolizadora está calibrada correctamente y si todas las partes están funcionando adecuadamente. Si éstas están seriamente gastadas y pobremente ajustadas, la petrolizadora puede requerir una reparación general antes de que se pueda expedir el certificado.

DISTRIBUCION DEL AGREGADO PETREO

Método de aplicación.- Para obtener una buena adherencia entre el agregado pétreo y el ligante, el pétreo deberá distribuirse y compactarse antes de que el asfalto se enfríe o se endurezca. "El tiempo límite" para la colocación del agregado depende de los mismos factores que gobiernen la longitud del tiro.

No hay un método exacto para determinar este límite, deberá procederse con buen juicio. En pavimentos muy anchos, donde el ligante es aplicado en varias franjas longitudinales, la distribución del agregado se preocupa mantener de 4 a 8" separado del borde interior de la banda longitudinal, para permitir que las aplicaciones sucesivas del asfalto en la siguiente banda traslape ligeramente, sin cubrir el pétreo esparcido. Por lo tanto, solamente una capa de agregado cubierto es esparcido en la junta longitudinal, y el borde de la línea divisoria se elimina. Para evitar los bordes de las juntas transversales, el material pétreo se esparce sobre un papel que se coloca al principio y en el extremo de cada tramo de aplicación.

La tasa de distribución deberá ser verificada mediante cálculo, utilizando el peso del agregado que se distribuye de los camio

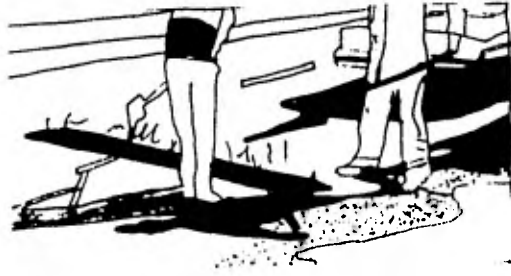
nes, y el área cubierta por éste.

Equipo de distribución.- Hay un número de distribuidores que se utilizan en la construcción de tratamientos superficiales.- Estas pueden clasificarse en 3 grupos, mecánicas, de compuerta trasera y de distribución contfua.

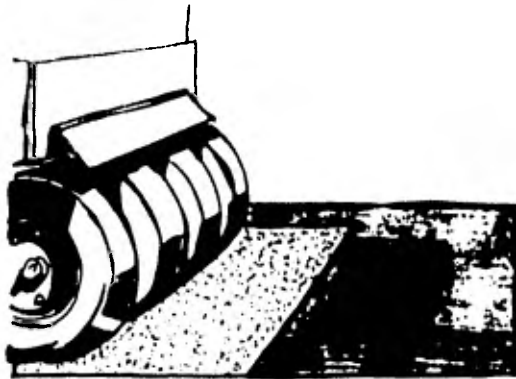
1.- La distribuidora mecánica consiste de una tolva montada sobre ruedas, con un tornillo sin fin en el fondo para lograr uniformidad en el esparcido. En la operación, el esparcidor se engancha en la parte posterior del camión que contiene el agregado y es empujado hacia atrás sobre la superficie regada. Una abertura ajustable, en el fondo del esparcidor, se emplea para controlar el gasto de descarga.

2.- El distribuidor de compuerta trasera, que generalmente es controlado a mano, también se fija al extremo posterior del camión del material. El error humano en la operación manual de este tipo de esparcidor es su principal desventaja.

3.- El esparcidor contfuo, tal como el Flaherty Spreadmaster parece ser el mejor tipo que se ha desarrollado hasta la fecha se emplea ampliamente. Este esparcidor es una unidad motorizada, autopropulsada, que recibe el agregado del camión transportador en una tolva y lo alimenta a la caja esparcidora donde puede ser distribuido uniforme y contfuaamente. Esta caja esparcidora está equipada con un aparato especial: una criba que se localiza enfrente del rodillo esparcidor, y que fuerza a las partículas de agregado grueso a que caigan primero sobre el -- asfalto y que permite que las partículas finas que pasan a -- través de la criba caigan sobre la parte superior del agregado grueso. Puesto que se utilizan placas divisorias en la caja --



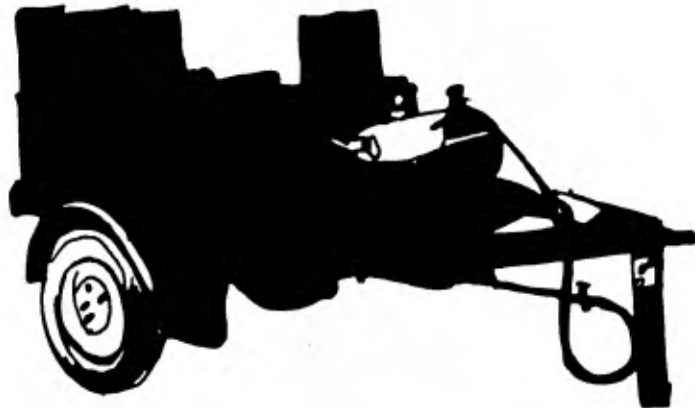
COLOCANDO MEZCLA PARA BACHEO



APLANANDO EL SELLO CON EQUIPO DE
LANTA NEUMATICA



HIERRO DE PLANCHAR CON CALENTADOR



CALENTADOR CON ASPERSOR DE MANO



CALENTADOR DE RAYOS INFRARROJOS



LIGA BENKELMAN

esparcidora, cualquier ancho comprendido entre 2 y 13 pies --- puede ser cubierto satisfactoriamente por este equipo. Operaciones de Planchado.- Aunque algunos grupos han sugerido que la superficie del agregado deberá rastrearse antes de plancharse. Esto no es recomendado como una buena práctica por la mayoría de las organizaciones. El rodillo deberá preceder a ---- cualquier barrido mecánico u operación de limpieza.

Tipo de aplanadora.- La selección del tipo de aplanadoras -- (de llanta metálica o llanta de hule) con frecuencia depende de las condiciones de la superficie y de la dureza del material pétreo. Es preferible utilizar los rodillos de llanta -- neumática sobre superficies viejas y ásperas o cuando se dispone de agregados suaves.

En tales casos, la primera fase del rodillo se lleva a cabo mediante aplanadoras autopropulsadas de llanta neumáticas, y la segunda fase con aplanadoras Tandem de llantas de acero. Sin embargo, en pavimentos tersos, en donde la acción de "amazado" de las llantas neumáticas no se requiere, y en donde el agregado resistirá satisfactoriamente el efecto de trituración, la primera fase del rodillado se lleva a cabo con aplanadoras --- tandem de llanta metálica y posteriormente es seguida por las aplanadoras de llantas neumáticas. Por supuesto, donde solamente se dispone de un solo tipo de aplanadora, la selección de ésta se basa en las condiciones del pavimento y del agregado. La aplanadora de llantas neumática generalmente se considera ser la mejor para cualquier uso para la construcción de riegos superficiales.

Métodos de rodillado.- El agregado pétreo es planchado inme--

diatamente después de distribuirse, con una aplanadora, ya sea tandem de llanta de acero o una de llantas neumáticas, de no menos de 5 tons. de peso. La operación de planchado se lleva a cabo principiando en los borde exteriores en una dirección longitudinal y procediendo hacia el interior, traslapando cada pasada en el ancho de media rueda de la llanta frontal. La operación de rodillado de la primera fase deberá terminarse antes de media hora y deberá cubrir la totalidad de la superficie. Para la segunda fase de la operación de planchado, sin embargo, las aplanadoras neumáticas autopropulsadas se usan frecuentemente y el rodillado se continúa hasta que el asfalto ha endurecido. La velocidad de las aplanadoras no deberá exceder de aquella a la cual las llantas empiezan a levantar y succionar el agregado. Las aplanadoras neumáticas tiradas por tractor agrícola no se recomiendan, ya que las ruedas en las vueltas tienden a desalojar el agregado.

RASTRA DE RAICES

Muchos Ingenieros usan rastras de raices entre la primera y segunda fase de las operaciones de planchado. Esto se hace para ayudar a distribuir adecuadamente el agregado y también para permitir que las partículas individuales del pétreo obtengan su orientación adecuada. Algunos Ingenieros, sin embargo, no usan esta rastra porque consideran que esta operación afloja el agregado que ya ha sido colocado en su lugar. El punto en el cual las desventajas sobrepasan a las ventajas varía según las condiciones de trabajo y deberán ser consideradas en cada situación en particular. La operación de rastreo no deberá confun-

dirse con el barrido inicial y/o final, que es efectuado por razones enteramente distintas.

Operación final.- Después de que el rodillado se termina, puede haber agregado suelto en la superficie. Este material es la porción que es esparcida y que no se adhirió a la película bituminosa. Puede llegar a ser hasta el 10% de la cantidad total del material distribuido. El material suelto produce situaciones peligrosas; puede causar el rompimiento de parabrisas y la degradación de otras partículas. De tal suerte que deberá removerse antes que la carretera se abra al tráfico. Para recoger el material suelto se utilizan escobas giratorias o de otro tipo que barren el material suavemente sin desprender el agregado ya adherido. La operación de barrido se lleva a cabo comunmente un día después de que el planchado se ha llevado a efecto cuando el material bituminoso está suficientemente duro para evitar que cualquiera de las partículas de agregado adheridas puede desprenderse de nuevo.

Control de Tráfico.- En superficies con tratamientos superficiales recientes el tráfico debe controlarse para evitar el desprendimiento de partículas.- Las partículas de material desprendidas de la superficie por el tráfico, aparte de ser pérdida económica y una demostración de mal funcionamiento del riego, crearán peligros al tránsito. Es desde todos puntos deseable, por lo tanto, desviar el tránsito completamente hasta que el riego haya endurecido suficientemente para mantener el agregado en su lugar. Sin embargo, si una derivación del tránsito no es posible, la velocidad de éste deberá limitarse a 20 millas -

por hora y, de ser posible deberá ser controlada por un camión-piloto. Los camiones pilotos están generalmente equipados con señales grandes de fácil lectura y conducen el tráfico a baja-velocidad a través de los tramos recientemente construídos. El periodo durante el cual el control del tráfico debe ser --- obligatorio depende enteramente de los factores externos que - gobiernan el fraguado del asfalto. Aún bajo condiciones de tiem po ideales, este periodo es por lo menos de 2 horas para cemen tos asfálticos. Este lapso deberá ampliarse cuando el tiempo es malo y prevalecen bajas temperaturas o cuando se usan otros -- tipos de asfaltos.

Inspección.- Debe enfatizarse que para obtener resultados satis factorios debe realizarse una inspección cuidadosa en todos :- los pasos durante la construcción de los tratamientos superfi- ciales. Deberá estar presente un grupo de inspectores entrena- dos, bajo la supervisión de un Ingeniero con amplia experiencia. Deberán inspeccionar cuidadosamente cada uno de los aspectos - de la construcción para asegurarse que los requerimientos espe cificados se han logrado y que se han seguido los mejores pro- cedimientos de construcción.

Tiempo.- En la construcción de cualquier tipo de tratamiento - superficial, el tiempo es uno de los factores más importantes, independientemente de los materiales utilizados. Deberá selec- cionarse el periodo del año más adecuado para la construcción- de manera que no se puedan presentar condiciones desfavorables del tiempo. Las condiciones ideales son tiempo seco caliente - en que no haya ninguna posibilidad de lluvias. La mayoría de - los Ingenieros insisten que bajo ninguna circunstancia debe - llevarse a cabo la construcción de tratamientos superficiales-

cuando la temperatura ambiente está abajo de 60°F. Sin embargo La temperatura de la superficie del pavimento es aún más importante que la temperatura ambiente y no debe ser menor de 50°F. en el momento de planchado. Puesto que la adherencia del agregado con el material bituminoso se afecta con la presencia de agua, el trabajo no deberá realizarse durante un periodo de lluvia o poco después de un aguacero, cuando el agregado en el almacenamiento está aún húmedo.

Construcción de tratamientos superficiales dobles y triples.--

Los tratamientos superficiales dobles y triples se construyen para proporcionar superficies de textura tersa y de larga vida o para proteger carpetas de inferior calidad en sus agregados. Los tratamientos superficiales dobles no son sino dos riegos superficiales contruidos uno sobre el otro, con la excepción de que puedan utilizarse agregados de diferente tamaño. Cuando se contruyen tratamientos superficiales de tres riegos uno después de otro, se llama "tratamiento superficial triple".

Antes de colocar cualquier capa adicional, el tratamiento superficial existente deberá abrirse al tráfico por un cierto periodo de tiempo. Esto permitirá que las partículas de agregado sean compactadas y reacomodadas completamente de tal modo que adopten su posición final en el pavimento, por ejemplo con la menor dimensión vertical. Luego la superficie se barre y se limpia para prepararla para la construcción de las capas adicionales.

La aplicación de asfalto, el esparcido del agregado y las operaciones finales de planchado se llevan a cabo de la misma manera como se han descrito para la construcción de los trata--

mientos superficiales sencillos.

C) Comparación de métodos:

La diferencia que existe es de que uno de ellos utiliza rastras de raíces entre la primera y la segunda fase de operaciones de planchado. Esto se hace para ayudar a distribuir adecuadamente el agregado y también para permitir que las partículas individuales del pétreo obtenga su orientación adecuada

-. " C A P I T U L O V " . -
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los pavimentos tienen por función soportar el peso del vehículo se transmite a través de sus llantas es necesario recordar que entre los pavimentos flexibles se encuentran los de asfalto, adoquín y empedrado.

Estos dos últimos se utilizaron principalmente para lugares de valor Arquitectónico e Histórico, sus etapas de construcción no son muy rápidas y eso repercute en fallas así como de su resistencia a la compresión no es muy alta. Los tipos de fallas son principalmente Funcional y Estructural teniendo que los esfuerzos que se producen son causados por cambios en la temperatura o en el contenido de humedad, por el tránsito o por pequeños movimientos en el terreno adyacente o subyacente.

Ahora, el asfalto es un material de color oscuro con cualidades aglutinantes es altamente cementante, adhesivo, impermeable, durable y termoplástico. El pavimento asfáltico cuenta con varias capas que distribuyen la carga recibida a través del espesor hasta dejar a la subrasante una pequeña carga de acuerdo a su capacidad soportante y por lo tanto su resistencia a la compresión es muy alta.

comparando los pavimentos flexibles y tomando en cuenta sus ventajas podemos afirmar que en los pavimentos asfálticos en la etapa de una construcción adecuada y un buen cuidado en su conservación los costos de operación son mínimas y por su apariencia física permite el desplazamiento rápido, mientras que los adoquines y empedrados tienen poco mantenimiento, fáciles de construir pero no sirven para tránsito fuerte.

Se recomienda que para prevenir que una carretera existan fallas debe de tomarse muy en cuenta el de realizar una buena cons---

trucción ya que representa el 60% para ser efectivo el camino-
contando con una supervisión adecuada, trabajadores calificados
además de tomar muy en cuenta el clima imperante en el lugar,
prevenir de que sean violadas las especificaciones de circula-
ción.