



3
24j

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
A C A T L A N

"REHABILITACION DE PAVIMENTOS DE USO
AERONAUTICO EN EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JOSE LUIS CAMACHO MELENDEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTADO DE MEXICO, 1990



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.

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCION	
I.1. ANTECEDENTES	
I.1.1. HISTORIA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO	1
I.2. GENERALIDADES	
I.2.1. LOCALIZACION Y ACCESO	3
I.2.2. CONDICIONES NATURALES	4
I.2.3. NECESIDAD DE UN METODO DE REHABILITACION DE PAVIMENTOS PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO	6
I.2.4. ORGANIZACION DE UNA OBRA DE REHABILITACION EN EL AEROPUERTO	8

CAPITULO II

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA REHABILITACION DE PAVIMEN - TOS PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO.

II.1.	CORTE EN FRIO	10
II.1.1.	ESTABILIZACION DE MATERIALES CON CEMENTO. PORTLAND	15
II.2.	RIEGOS DE ASFALTOS REBAJADOS	17
II.3.	PLANTILLA DE CONCRETO ASFALTICO	18
II.3.1.	APLICACION DE RIEGO DE LIGA A BASE DE CEMENTO No. 6	20
II.4.	COLOCACION DE LA MEMBRANA PETROMAT	21
II.5.	GAPA DE RODAMIENTO DE CONCRETO ASFALTICO	23
II.5.1.	APLICACION DE MORTERO ASFALTICO	27
II.5.2.	APLICACION DE RIEGO DE TAPONAMIENTO	31
II.6.	CONTROL DE CALIDAD	33

CAPITULO III

MAQUINARIA ESPECIALIZADA UTILIZADA EN LA REHABILITACION

III.1.	FABRICACION DE MEZCLA ASFALTICA	35
III.2.	PRESADO DE CARPETA	45
III.3.	PETROLIZADORAS	55
III.4.	EQUIPO DE PAVIMENTACION	62
III.5.	EQUIPO DE COMPACTACION	68

CAPITULO IV

MEMBRANA DE REFUERZO PETROMAT

IV.1.	ANTECEDENTES	79
IV.2.	NORMAS TECNICAS	83
IV.3.	APLICACION DE LA MEMBRANA PETROMAT EN AEROPISTAS Y CALLES DE RODAJE DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO	87

V

CONCLUSIONES 92

V. CONCLUSIONES 92

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA 95

CAPITULO I

INTRODUCCION

- I.1 Antecedentes.
- I.1.1. Historia del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.
- I.2. Generalidades.
- I.2.1. Localización y acceso.
- I.2.2. Condiciones naturales.
- I.2.3. Necesidad de un método de rehabilitación de pavimentos para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.
- I.2.4. Organización de una obra de rehabilitación en el -
Aeropuerto.

I.1.1) HISTORIA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Un aeroplano Bleriot fue el primero en aterrizar en la Ciudad de México, traído por la Compañía cigarrera "El Buen Tono" en el año de 1909. El pequeño motor de 25 caballos de fuerza con que se impulsaba el aeroplano, impidió que despegara para su regreso en los llanos de Balbuena, por tal motivo el Bleriot tuvo que quedarse almacenado.

En el mes de septiembre de 1910, fecha en que el País celebraba el primer Centenario de su Independencia, llegó a México una compañía de aviación procedente de los Estados Unidos de Norteamérica encabezada por el señor Alfredo Moissant, para participar en nuestras fiestas exhibiendo el vuelo de sus naves.

Los extensos campos de Balbuena se escogieron para realizar ahí los vuelos; cuando se realizaban las pruebas anteriores a la exhibición, el mal estado del terreno ocasionó que el patín posterior de uno de los aviones sufriera una fractura, accidente que motivó a realizar los primeros trabajos de construcción de pistas para aeronaves.

En aquellos tiempos la mayoría de los campos de aviación que existían eran militares.

En la semana aérea realizada en el año de 1929 en el campo militar de Balbuena, se acordó el proyecto para construir el "Aeropuerto Central de México".

Los terrenos sobre los que se inició la construcción formaban parte del Ejido del Peñón y posteriormente se siguió construyendo sobre el Lago de Texcoco.

El Edificio Terminal fue inaugurado en el año de 1938.

La primera Torre de Control fue inaugurada en 1945.

Al llegar el año de 1960 el País se inicia en la era del Jet adquiriendo Aeronaves de México el DC-8, y Mexicana el Havilland Comet 4-C. La Secretaría de Obras Públicas mostró para entonces preocupación por el estado que guardaban las pistas que ya no eran capaces de soportar eficientemente las cargas que les imponían los aviones. Fue así que se analizó el diseño del pavimento más adecuado a las condiciones del subsuelo y a la carga de las aeronaves. El diseño seleccionado fue el de sección compensada, consistente en la sustitución del peso del material excavado con terracerías de buena calidad colocadas convenientemente para lograr el efecto de Balanceo.

Actualmente el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México cuenta con las siguientes pistas en operación:

- 1) 05 Izquierda-23 Derecha, con una longitud de 3900 m y 45 m de ancho
- 2) 05 Derecha-23 Izquierda, con una longitud de 3445 m y 45 m de ancho
- 3) 10 calles de rodaje de 25 m de ancho
- 4) 27 calles de acotamiento
- 5) Areas de plataforma nacionales
- 6) Areas de plataforma internacionales
- 7) Areas de pernocta
- 8) Terminal de aviación general

Además de un sinnúmero de instalaciones y hangares para servicio comercial, particular y oficial.

Ocupan actualmente todas estas instalaciones un área de 2'200 000 metros cuadrados.

Desde su construcción hasta la fecha, el Aeropuerto Internacional ha estado en continuo crecimiento, adecuándose a las necesidades de una ciudad que crece aceleradamente, así como al desarrollo tecnológico de la aviación comercial con objeto de atender la operación de nuevos y más pesados aviones.

I.2.1) LOCALIZACION Y ACCESO.

El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México se encuentra situado a 2240 m sobre el nivel del mar, cuenta con dos pistas paralelas, la 05I-23D de 3486 m por 45 m de ancho y la 05D-23I de 3900 m por 45 m de ancho, ambas con superficie de concreto asfáltico.

El cerco y el camino perimetral tienen una longitud aproximada de 17 km, de los cuales 6 km se han convertido en bardas de concreto. El Edificio Terminal representa una superficie de 5900 metros cuadrados con una longitud de 1004 m y cuenta con 5090 cajones para estacionamiento con una área total de 156 027 metros cuadrados. La Planta de Combustibles tiene una capacidad para 12 millones de litros, con 68 salidas en la Plataforma Comercial, 42 para posiciones de contacto y 26 en la Plataforma Remota Norte.

El Aeropuerto cuenta con un total de 3458 empleados, pero el personal que en suma se mueve en el Aeropuerto es considerable; corresponden 9074 a las líneas aéreas, 2240 a diversas dependencias gubernamentales y 5092 a actividades comerciales, lo que hace un total de 19864 empleados.

El área del Aeropuerto se encuentra ubicada en la zona denominada como del Lago de Texcoco, que se caracteriza por su notable compresibilidad aún bajo pequeños incrementos de presión, por lo que la evolución que ha venido experimentando la estructura de los pavimentos al ir sobreponiendo las capas de refuerzo, se debe que al colocar dichas capas, éstas actúan como una sobrecapa hasta originar asentamientos diferenciales que deforman la superficie de rodamiento y obligan a su vez a la construcción de capas de renivelación periódicas (cada dos o tres años) que al mismo tiempo actúan como capas de refuerzo.

I.2.2) CONDICIONES NATURALES.

El Aeropuerto presenta características de complejidad en un grado superlativo, no solo por su volumen impresionante de operaciones, sino principalmente por la condición de estar localizado en el terreno que corresponde a la zona lacustre del antiguo Lago de Texcoco, cuyo subsuelo está formado por una capa de limo de 2m de espesor, apoyada sobre un estrato de arcillas de gran plasticidad y alta compresibilidad, encontrándose el nivel de aguas freáticas a menos de un metro de profundidad en época de lluvias.

Hundimientos.

Se ha comprobado que las pistas actualmente están sufriendo un hundimiento general continuo, respecto al terreno circundante debido a su peso propio con materiales altamente compresibles que se encuentran bajo ellas hasta una profundidad de 58 m.

Aproximadamente, la velocidad teórica del hundimiento medio está comprendida entre 18 y 26 mm por año, considerando que se reencarpeta con 20 cm de espesor medio cada tres años y medio, lo que implica que el hundimiento se estabilice.

Por lo anterior las pistas actualmente y en el futuro, se tendrán siempre a un nivel más bajo que el terreno circundante, situación que no podrá ser corregida si se sigue incrementando la presión sobre el terreno de cimentación.

Con el objeto de estabilizar el hundimiento en toda la longitud de las pistas es indispensable que no se incremente el peso sobre el terreno de cimentación con futuros reencarpetamientos, rehabilitándolas para que cumplan con las Normas O.A.C.I. (Organización de Aviación Civil Internacional), mediante el recorte de la carpeta en los lugares que sea necesario, reforzando los pavimentos mediante la utilización de membranas de refuerzo.

Asimismo es necesario continuar con las nivelaciones que sistemáticamente se realizan utilizándose el mismo banco de nivel, relacionándolo con otros bancos de nivel superficial-- instalados entre ambas pistas, similares al banco original, para prever la posible pérdida de éste y contar en el futuro -- con una estadística confiable de los hundimientos de las pistas con respecto al terreno circundante.

Drenado de las pistas.

El drenaje actual de las pistas no es funcional, ya que no controla el nivel de agua superficial a una elevación tal que no afecte con sus variaciones el comportamiento del subsuelo bajo las pistas y en las zonas adyacentes a ellas. Es ineficiente por falta de capacidad, ya que durante una tormenta -- fuerte no es suficiente para desalojar el agua, originándose una suspensión momentánea del funcionamiento de las pistas -- por éste motivo.

El no tener controlado el nivel de agua superficial produce fluctuaciones en los contenidos de agua de la masa del -- suelo en las diferentes épocas del año, induciendo con ello un cambio en el estado de esfuerzos de la misma, con los consi-- guientes movimientos generales y diferenciales.

I.2.3) NECESIDAD DE UN METODO DE REHABILITACION DE PAVIMEN--
TOS PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE
MEXICO.

las pistas y los rodajes de los aeropuertos necesitan de mantenimiento continuo para tenerlos en buenas condiciones de operación; dicho mantenimiento consta principalmente de reencarpetados periódicos para nivelar las superficies de rodamiento, restituyendo el acabado y las pendientes para el drenaje pluvial, así como el bacheo en ciertas zonas localizadas en donde se agrieta o hunde el pavimento. Esta periodicidad origina gastos de consideración y la inminente necesidad de interrumpir el funcionamiento de la pista y de algunos rodajes para operaciones, en algunos casos de emergencia, con las consiguientes molestias en la operación del Aeropuerto.

Las premuras por restituir la operación en la pista y en los rodajes, involucran una buena programación de actividades, una eficiente coordinación de recursos y un continuo contacto con las Autoridades del Aeropuerto, Líneas Aereas y el público en general.

Los trabajos de renivelación de las pistas efectuados en años recientes, pertenecen a un programa de mejoramiento ordenado por las Autoridades a raíz de los estudios efectuados.

El hundimiento de las pistas con relación al terreno circundante que rodea a la zona del Aeropuerto, referenciado al banco fijo de nivelación localizado en el "Peñón", se representa en forma continua con una velocidad no uniforme pero si significativa. En esto tiene preponderante causa el reencarpetado frecuente, que significa un incremento de carga de aproximadamente 400 Kg por metro cuadrado para cada ocasión.

Cuando se iniciaron las operaciones en el Aeropuerto, los aviones que existían eran muy ligeros, los cuales eran soportados satisfactoriamente por el pavimento constituido de base Telford (Teyolote), el cual distribuía las modestas cargas a las terracerías en forma aceptable.

Al aumentar el peso de los aviones, aparecieron las primeras fallas, pues la base Telford, incapaz de lograr una mayor distribución de esfuerzos, produjo concentraciones que ocasionaron la incrustación de éste en el suelo y presión hidrostática en las terracerías que originó un flujo ascendente; en estas condiciones, la arcilla del suelo contaminó el pavimento y con frecuencia hasta la carpeta de tres riegos que tenían las pistas y la variación de humedad, provocó cambios volumétricos del material que constituía el pavimento y estos a su vez, dieron origen a grietas que precipitaron la falla al permitir la introducción del agua de las lluvias.

Al ir apareciendo nuevos tipos de aviones más pesados, fue necesario reforzar el pavimento de las pistas y plataformas, ya que por su mayor peso se produjeron grietas longitudinales y hufamientos que llegaron a inutilizar las pistas.

Las fallas del subsuelo se presentan en dos formas, asentamientos y grietas. Los asentamientos se acusan en el perfil de las pistas, generalmente haciendo que se pierda el bombeo de las mismas e incluso dando lugar a deformaciones que hacen peligrosa la operación de los aviones.

Los asentamientos producen encharcamientos de agua, los cuales favorecen su infiltración para producir la falla del pavimento al bajar su capacidad de soporte y por ello es indispensable evitarlos.

Por todo lo anteriormente expuesto, es imperativo la aplicación constante de la rehabilitación de pavimentos en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

I.2.4) ORGANIZACION DE UNA OBRA DE REHABILITACION EN EL AEROPUERTO.

Durante los días del 3 al 20 de abril de 1989 se ejecutó la rehabilitación del pavimento de uso aeronáutico en la pista 05D-23I y Obras Complementarias.

Durante el período del 2 de julio al 23 de septiembre de 1989 se ejecutaron los trabajos de rehabilitación del pavimento de uso aeronáutico de los rodajes Bravo, Delta, Eco y Obras Complementarias.

La determinación para proceder a la rehabilitación de la pista se fundamenta en una investigación detallada de las condiciones en la que la misma opera. Un estudio preliminar completo incluye nivelaciones de la pista y mediciones de los niveles del agua superficial junto a ella, sondeos en el pavimento para determinar los espesores de carpeta en diferentes secciones de la pista, y un análisis de pesos volumétricos. Complementan estas pruebas la visita de inspección visual para observar el estado físico que guarda la superficie de rodamiento y las zonas adyacentes a la pista. Se requiere de un análisis teórico del hundimiento que investigue las condiciones mecánicas de compresibilidad del subsuelo en una zona de sección determinada y en forma recomendable llevar a cabo un sondeo de muestreo inalterado profundo. Este análisis técnico de hundimientos totales y diferenciales consiste en determinar los esfuerzos que se tienen en el subsuelo debido al peso de la pista, que en el caso particular del Aeropuerto de la Ciudad de México es altamente significativo, dado que las carpetas de nivelaciones colocadas al paso de tantos años alcanzan espesores máximos de dos metros.

Previo a la ejecución de los trabajos, fue importante regular el estudio topográfico pormenorizado con el objeto de efectuar la planeación adecuada.

Entre las pruebas que se llevan a cabo se analiza el índice de perfil, a través de un levantamiento de perfilogramas a lo largo de la pista, empleando para este fin un perfilógrafo tipo Hveem comunmente usado durante las horas sin operaciones aeronáuticas y que registra las secciones de la superficie en franjas de 1/10 de milla de longitud; se tiene definido que un índice de perfil superior a 30% corresponde a una pista que obligadamente requiere reparación.

Durante la realización de los trabajos se tuvo especial cuidado en la seguridad, la cual está basada en los señalamientos específicos que se deben colocar durante el proceso constructivo, así como el balizamiento de los vehículos que intervienen en la Obra, como por ejemplo, el uso de paletas de señalización para caminos de acceso, uso de las banderas a cuadros rojos y blancos en los vehículos, torretas cintilantes para trabajos nocturnos y el señalamiento propio del Aeropuerto.

En el proceso de rehabilitación de un pavimento aeronáutico como el de la pista y los rodajes, las actividades básicas se pueden agrupar de la siguiente manera:

Pista O5D-23I:

- a) Sección compensada
- b) Bacheo superficial
- c) Renivelación de capa de rodaje
- d) Riego de taponamiento

Rodajes Bravo, Delta y Eco:

- a) Bacheo profundo
- b) Bacheo superficial
- c) Renivelación y capa de rodaje
- d) Mortero asfáltico
- e) Riego de taponamiento

CAPITULO II

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA REHABILITACION DE PAVIMENTOS PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO.....

- II.1. Corte en frío.
- II.1.1. Estabilización de materiales con cemento portland.
- II.2. Riegos de asfaltos rebajados.
- II.3. Plantilla de concreto asfáltico.
- II.3.1. Aplicación de riego de liga a base de cemento asfáltico No.6.
- II.4. Colocación de la Membrana Petromat.
- II.5. Capa de rodamiento de concreto asfáltico.
- II.5.1. Aplicación de mortero asfáltico.
- II.5.2. Aplicación de riego de taponamiento.
- II.6. Control de calidad.

II.1) CORTE EN FRIO.

Los volúmenes en bacheo de los pavimentos en los rodajes del Aeropuerto han ido disminuyendo notablemente, ya que éste se venía realizando en forma de excavación en caja en el pavimento con un espesor de 50 cm aproximadamente; y en la actualidad únicamente se corta la carpeta con un espesor máximo de 15 cm por medio de una perfiladora Roto-Mill, para posteriormente restituir la carpeta en capas de 10 cm como máximo.

El perfilado anterior a la nueva superficie impide la acumulación excesiva del pavimento y con esto la sobrecarga. La colocación de una nueva capa sobre una base precisamente perfilada, produce densidad uniforme de compactación brindando una superficie mejor y más duradera.

Existen dos opciones para realizar el corte de carpeta, la primera consiste en hacer todo el corte exclusivamente con la perfiladora Roto-Mill, la segunda es cortar la carpeta con motoconformadora haciendo ripeo, y con cargador frontal sobre orugas para hacer excavación y carga a camiones, hasta tener la superficie mas o menos uniforme para posteriormente hacer el afine únicamente con la perfiladora Roto-Mill.

Corte de carpeta asfáltica con perfiladora Roto-Mill.

Los cortes indicados en el proyecto se harán mediante una perfiladora y de tal manera que la superficie de corte se ajuste a lo indicado en el proyecto. El equipo básico a utilizar será una perfiladora en frío con dispositivo para controlar automáticamente los niveles, con una precisión dentro de 3.2 mm (1/8") con relación a lo indicado en el proyecto, además deberá contar con dispositivos para recoger y cargar el material producto del corte; el citado equipo será del tipo -

Roto-Mill PR-750 o similar. El equipo deberá de contar con -- mandril nivelado y puntas de corte en buen estado ya que no se aceptará que la superficie fresada presente surcos o escalones.

El corte en frío se debe efectuar en espesores variables entre 4 y 10 cm, de tal manera que la superficie de corte sea sensiblemente paralela a la rasante de proyecto.

a) Mano de obra:

- 1 Operador Roto-Mill
- 2 Sensoristas o tornilleros
- 10 Ayudantes generales en barrido y limpieza
- 1 Colocador de camiones (checador)

La función de los tornilleros es la de ir graduando los espesores de corte, aunque el operador puede hacer la misma función, ya que la máquina cuenta con un dispositivo automático que hace se gradúen los espesores de corte desde el tablero de control.

Los ayudantes generales son para ir juntando y limpiando todo el material que va tirando la máquina por la banda --- transportadora, así como el que deja al hacer el cambio de -- banda de un camión a otro.

El colocador de camiones o checador al mismo tiempo que -- checa los camiones los acomoda de dos en dos en forma paralela, permitiendo hasta tres camiones en la misma línea ya que la banda tiene giro suficiente para alimentarlos.

b) Maquinaria:

Adicionalmente se requiere el equipo siguiente:
 Pipa de agua de 8 000 lt Muy importante ya que la Roto-Mill tiene un gasto promedio de 8 000-
 lt de agua por hora, por lo que la
 pipa debe permanecer todo el tiem
 po que la máquina esté trabajando.

Camiones de volteo.

Van en función de la cantidad de metros cuadrados por cortar, el espesor de corte y la distancia de tiro del material.

Motoconformadora

Compacto CM-17

Su función es retirar todos los bordos que deja la Roto-Mill, debido a que el material se tira por el mal acomodo de los camiones.

Tractor agrícola con

Barredora mecánica

Barre todo el material fino que deja la Motoconformadora - dejando la superficie limpia - para poder efectuar el riego - de liga en forma correcta.

Corte de carpeta asfáltica con motoconformadora y cargador frontal sobre orugas.

a) Mano de obra.

- 6 Ayudantes generales
- 1 Compresorista
- 6 Perforistas
- 2 Operadores de cortadora

Las funciones de los ayudantes generales son las de ir juntando y limpiando el material que tira el cargador frontal - al descargar a los camiones;asimismo se encargan de realizar el sopleteo de la superficie del pavimento para dejarla libre de polvo;una vez que se le dió una pasada con la barredora mecánica remolcada por un tractor agrícola o camión de redilas.

El compresorista tiene a su cargo el óptimo funcionamiento de los compresores;controlando y checando las diferentes presiones de aire que se requieren para los trabajos de sopleteo y perforación con perforadoras neumáticas.

Los perforistas aflojan la superficie del pavimento con las perforadoras neumáticas;para que posteriormente pueda avanzar la motoconformadora haciendo "ripeo" para levantar la carpeta.

Los operadores de cortadora se encargan de hacer cortes precisos para el afine de los extremos longitudinales de la carpeta.

b) Maquinaria.

Para esta actividad se requiere del siguiente equipo:

Motoconformadora
Compacto CM-17

A esta máquina se le adapta un esca-
rificador para que vaya "ripeando" so-
bre la superficie del pavimento,levan-
tando así el espesor de carpeta asfál-
tica que previamente fue aflojado con
las perforadoras neumáticas.

Cargador frontal

S/O 955-L

Perfiladora

Rotomill PR-750

Tractor agrícola ó camión
de redilas con barredora
mecánica.

Cortadora de concreto.

Compresores de 600 P.C.M.
para perforadoras y sople
teo

Entra en operación inmediatamente después de la motoconformadora, excavando y cargando el material de desecho a los camiones.

Se utiliza únicamente para el afine de la superficie descubierta, ya que ésta no queda con la regularidad requerida, después del corte con la motoconformadora y el cargador.

Barre todos los residuos de material fino que deja la Roto-Mill sobre la superficie descubierta.

Se utiliza para cortar enforma recta y precisa, los bordos rectos de los extremos longitudinales de la superficie descubierta.

Proporcionan la energía neumática necesaria que hace funcionar las perforadoras para iniciar el corte de carpetas, y el sopleteo para eliminar los residuos de polvo sobre la superficie descubierta.

II.1.1) ESTABILIZACION DE MATERIALES CON CEMENTO PORTLAND EN PROPORCION DEL 5% EN PESO Y COMPACTADO HASTA ALCANZAR EL 100% DEL P.V.S.M.

Posteriormente al corte de carpeta y como mejoramiento de la superficie para recibir los riegos de asfaltos rebajados, en algunos casos se hace necesaria la estabilización del material de los rodajes mediante la aplicación de cemento portland.

Una vez efectuada la excavación de la carpeta, en donde lo indique el proyecto se escarificará la capa de base hidráulica descubierta por el corte en el espesor necesario y se acamellonará el material. La superficie de la capa subyacente expuesta, se renivelará y compactará hasta obtener el 95% de su peso volumétrico seco máximo. Al material se le adicionará cemento portland en proporción del 5% en peso y se procederá a efectuar el mezclado en seco hasta obtener una mezcla uniforme, adicionándole en su caso, la humedad necesaria, se extenderá y compactará hasta alcanzar el 100% del peso volumétrico seco máximo.

El cemento se agrega en la proporción indicada; se hace la mezcla en el lugar con ayuda de un cargador frontal, después se acamellona y tiende a todo lo largo de la superficie descubierta con una motoconformadora, posteriormente se le incorpora agua por medio de una pipa, dándole la humedad óptima para que con un rodillo compactador pesado, se le den las pasadas necesarias para lograr el 100% del P.V.S.M.

I) Mano de obra.

- 1 Cabo
- 3 Ayudantes generales

II) Materiales.

- Cemento portland en proporción de 5% en peso del material -
- Agua para reincorporación de humedad -

III) Maquinaria.

- a) Cargador frontal S/O en mezclado del material
- b) Motoconformadora Compacto CM-17 - en acamellonamiento y tendido del material
- c) Rodillo compactador pesado CC-43
- d) Fipa de agua para la reincorporación de la humedad requerida.

II.2) RIEGOS DE ASFALTOS REBAJADOS.

Posteriormente al corte de carpeta o sobre la base establecida con cemento portland, previo barrido y limpieza de la superficie, se aplicará un riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 a razón de 0.5 lt/m^2 .

Para la limpieza de la superficie en la que se aplicará el riego de liga, primeramente se utilizará una barredora mecánica jalada por una camioneta de redilas, para eliminar todo el material fino que se encontrase sobre dicha superficie; -- posteriormente los ayudantes generales se encargarán del sopleteo de toda la superficie para dejarla libre de polvo, para que inmediatamente después sea aplicado el riego de liga por medio de una petrolizadora en la proporción de 0.5 lt/m^2 en toda la superficie.

- | | | |
|-------------------------|----------------------|---|
| I) <u>Mano de obra.</u> | | 1 Cabo |
| | | 2 Ayudantes generales |
| II) <u>Materiales.</u> | | Asfalto rebajado tipo
FR-3 |
| III) <u>Maquinaria.</u> | a) Barrido
previo | - 1 Camioneta de redilas -
- 1 Barredora mecánica
- 1 Compresor DR-600 -
para sopleteo - |
| | b) Aplicación | - Petrolizadora Seaman
Gunnison SR-5900/lt |

II.3) PLANTILLA DE CONCRETO ASFALTICO.

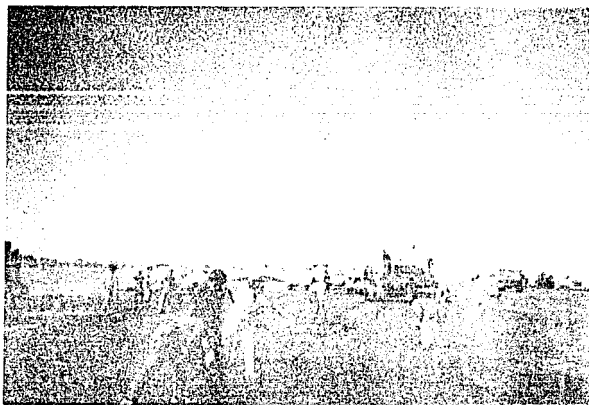
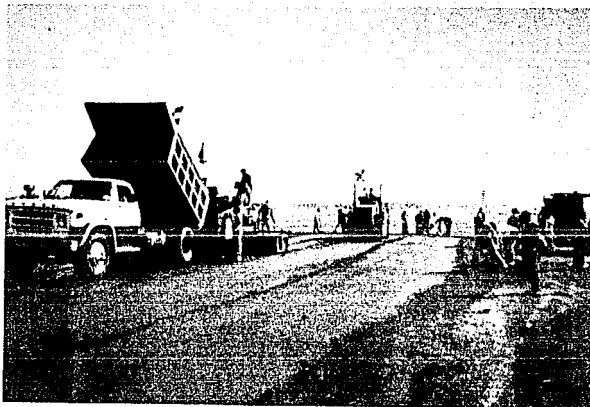
Después del riego de liga se construirá una plantilla de concreto asfáltico elaborado en planta y colocado en caliente con tamaño máximo del agregado de 19 mm (3/4") compactada al 95% del P.V.M.M.; la cual tendrá espesores que varían de 2 a 4 cm, y que servirá como renivelación para enseguida colocar la membrana Petromat, hasta alcanzar la rasante de la capa reniveladora y posteriormente colocar la capa de rodamiento.

Los requisitos que deberá cumplir en cuanto a materiales pétreos y producto asfáltico para la elaboración del concreto asfáltico que se usará en la plantilla, son los indicados en el punto "II.5) CAPA DE RODAMIENTO DE CONCRETO ASFALTICO". Existen dos opciones para la elaboración de la plantilla de concreto asfáltico, la primera es comprar la mezcla asfáltica y la segunda es elaborar dicha mezcla.

Comprando la mezcla asfáltica ésta es llevada desde la planta de elaboración hasta la Obra por medio de camiones de volteo; se procederá a tender la mezcla con pavimentador proporcionando el espesor requerido y posteriormente la plantilla se compactará por las diferentes unidades de compactación.

Elaborando la mezcla asfáltica se hace necesario hacer los acarrees desde los diferentes bancos de materiales (para la elaboración de la mezcla) hasta la Obra. De este lugar se transportarán convenientemente según su dosificación a una planta móvil de asfalto, por medio de un cargador frontal, posteriormente, la mezcla asfáltica obtenida se tenderá por un pavimentador y finalmente será compactada con el equipo idóneo.

Foto 1 y 2: Colocación de plantilla de concreto asfáltico.



- I) Mano de obra.
- 1 Cabo
 - 4 Rastrilleros
 - 6 Ayudantes generales
- II) Materiales.
- a) En caso de comprar la mezcla.
 - Mezcla asfáltica con T.M.A. 19 mm(3/4").
 - Agua
 - b) En caso de elaborar la mezcla.
 - Arena andesítica
 - Tezontle(3/4"-1/4")
 - Arena de tezontle
 - Cemento asfáltico
- III) Maquinaria.
- a) En caso de comprar la mezcla.
 - Pavimentador Barber Greene SB-131
 - Compactador neumático CP-22
 - Plancha ligera DA-30
 - Plancha pesada CC-43
 - Pipa de agua de 7 000 lt
 - b) En caso de elaborar la mezcla
 - A todo el equipo anterior se le agrega el siguiente:
 - Planta de asfalto Barber Greene DM-55
 - Planta de luz de 300 Kw
 - Caldera
 - Cargador Michigan 75-III-A

II.3.1) APLICACION DE RIEGO DE LIGA A BASE DE CEMENTO ASFALTICO No. 6.

Posteriormente a la colocación de la plantilla de concreto asfáltico se dará un riego de liga a base de Cemento asfáltico No.6, que servirá de unión entre la plantilla y la membrana Petromat.

Previamente a la aplicación del riego de liga, tendrá que barrerse y sopletear la superficie de la plantilla con una barredora mecánica y un compresor para sopleteo y luego se aplicará el Cemento Asfáltico No.6 por medio de una petrolizadora a razón de 1.0 lt/m².

- | | | |
|-------------------------|-----------------------|--|
| I) <u>Mano de obra.</u> | | 1 Cabo |
| | | 2 Ayudantes generales |
| II) <u>Materiales.</u> | | - Cemento Asfáltico No. 6 |
| III) <u>Maquinaria.</u> | a) Barrido y sopleteo | - 1 Camioneta de redilas -
- 1 Barredora mecánica
- 1 Compresor DR-600 |
| | b) Aplicación | - 1 Petrolizadora Seaman Gunnison SR-5 900/1t |

II.4) COLOCACION DE LA MEMBRANA " PETROMAT " .

Previamente a la colocación de la membrana de refuerzo de berá efectuarse la limpieza de las juntas y grietas de la su superficie del polvo y materias orgánicas mediante sopleteo -- con equipo neumático, procediéndose a su calafateo con una -- mezcla elaborada con la siguiente dosificación a una tempera tura del orden de 180°C a 200°C :

a) Para grietas entre 3 y 10 mm:

- Cemento Asfáltico No.6	=	40 kg
- Hule de cachete de llanta	=	3 kg
- Polietileno	=	5 kg

b) Para grietas mayores de 10 mm:

A la mezcla anterior deberá agregársele 10 kg de arena - fina y libre de impurezas.

Antes de construir la capa reniveladora se colocará una - membrana de refuerzo fabricada a base de fibras de polipropi leno tipo Petromat que cumpla con los requisitos siguientes:

	<u>Normal</u>	<u>Mínimo</u>
- Peso (gr/m^2)	139	122
- Resistencia a la Ruptura (kg) (Según Método de Prueba ASTM D-168264)	52	41
- Deformación a la Ruptura (%) (Según Método de Prueba ASTM D-168264)	65	55
- Resistencia a la Ruptura (kg/cm^2) (Según Método de Prueba ASTM D-3786)	16.5	14
- Retención de Asfalto (lt/m^2) (Procedimiento Phillips)	----	0.9

La colocación de la membrana se hará de tal manera que -- quede extendida uniformemente y sin arrugas y/o dobleces con equipo manual o mecánico autopropulsado. El traslape de la -- membrana en las juntas longitudinales y transversales deberá ser de 10 cm como mínimo.

Foto 1 y 2: Colocación mecánica de la membrana Ietromat.

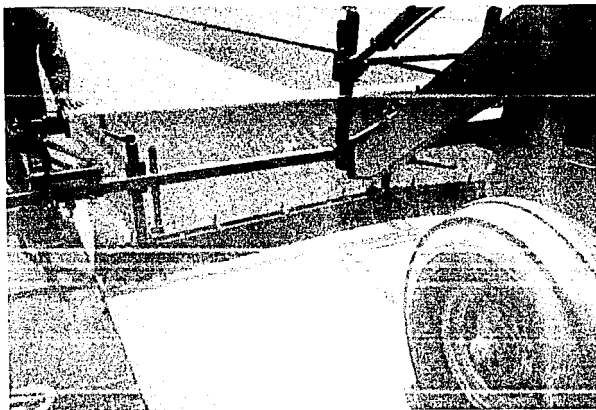
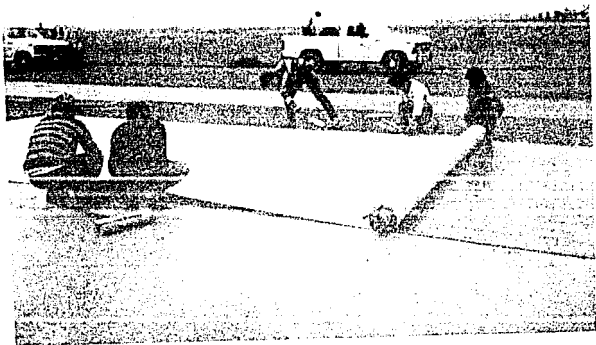
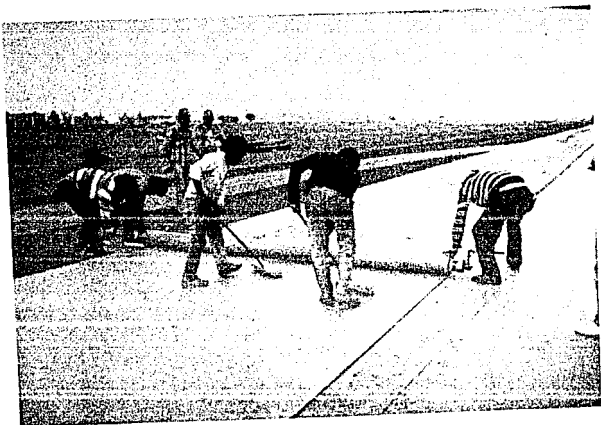


Foto 1 y 2 : Colocación manual de la membrana Petromet.



Para la colocación manual de la membrana se requiere el uso de un tubo de acero de una pulgada, el cual se introduce a través del tubo de cartón sobre el que está enrollada la tela. En el tubo de acero se instalan los dispositivos manuales de freno que proporcionan a la membrana la tensión necesaria para permitir una fácil instalación.

Además de lo antes mencionado para la colocación de la membrana, se requiere utilizar cepillos de cerda rígida para eliminar arrugas y facilitar su impregnación con el sellador asfáltico. También se requiere el uso de tijeras o cuchillas para cortar el material. Bajo algunas condiciones climáticas es necesario usar un rodillo neumático para facilitar la impregnación y fijación de la membrana.

La membrana deberá extenderse sobre el riego de liga a base de Cemento Asfáltico No.6, antes de que éste se enfríe y pierda su propiedad adherente, evitando en lo posible la formación de arrugas. La membrana debe desenrollarse de tal forma que la superficie afelpada quede en contacto con el Cemento Asfáltico, asegurando una perfecta unión de la misma con el pavimento.

La extensión del Petromat debe realizarse con cuidado, evitando al máximo la formación de arrugas capaces de formar dobleces, éstas deben cortarse y aplanarse, operación que debe dirigir el Ingeniero a cargo de la Obra.

I) Mano de obra.

- 1 Cabo
- 10 Ayudantes generales

II) Materiales.

- Membrana Petromat

II.5) CAPA DE RODAMIENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO.

Una vez colocada la membrana de refuerzo, se procederá a la colocación de la capa de rodamiento de concreto asfáltico; procediéndose a cubrir la membrana con mezcla asfáltica elaborada en planta y colocada en caliente con un espesor compacto del orden de 8 cm, utilizando material pétreo con T.M.A. de 19 mm y compactado al 95% del P.V.M.M. El tendido se llevará a cabo en una sola capa.

Los requisitos que deberán cumplir los materiales pétreos así como el producto asfáltico para la elaboración del concreto asfáltico que se usará en la mezcla asfáltica en plantilla y capa de rodamiento son los siguientes:

Materiales pétreos:

El material pétreo deberá ser una mezcla de grava y arena, bien graduada, criterio SUCS, con un porcentaje máximo del 10% pasando la malla 200 y con tamaño máximo de partículas de 19 mm, debiendo separarse en fracciones de 19 mm (3/4") a No. 4 y de No. 4 a finos, adicionalmente cumplirá con los requisitos que se indican enseguida:

- Contracción lineal: 2 % máximo.
- Desgaste "Los Angeles": 40% máximo.
- Partículas alargadas y/o en forma de laja: 35% máximo.
- Equivalente de arena: 70% mínimo.
- Porcentaje de partículas trituradas: 70% mínimo.

Cuando la muestra esté constituida por material heterogéneo y se tengan dudas de la calidad de algunos materiales, se podrán efectuar pruebas de desgaste "Los Angeles" por separado del material sano y del material alterado o de diferente origen, así como pruebas en la muestra constituida por ambos-

materiales, en la que estén representados en la misma proporción en que se encuentren en el banco o en la que vayan a -- a ser utilizados. En ninguno de los casos mencionados anteriormente se deberán tener desgastes mayores del 40%.

En el caso de que existan dudas acerca de la calidad de los materiales pétreos se podrá llevar a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor del 12%, aclarando que esta característica no excluye las mencionadas anteriormente.

El material pétreo deberá satisfacer al menos 2 de los requisitos establecidos para afinidad con el asfalto.

- Desprendimiento por fricción: 25% máximo.
- ✓ Cubrimiento con asfalto por el método inglés: del 90% mín.
- Pérdida de estabilidad por inmersión en agua: del 25% máx.

Producto asfáltico.

El producto asfáltico a emplear será el cemento asfáltico del No. 6.

Mezcla asfáltica.

El proyecto de la mezcla asfáltica y el control durante su elaboración se hará mediante el procedimiento MARSHALL.

Las características principales de esta mezcla son las siguientes:

- Tezontle de 3/4" a 1/4"	60 %
- Arenas andesíticas de 1/4" a finos	40 %
- Optimos de asfaltos	9.2%
- Estabilidad al 95%	1,350 kg/cm ²
- Peso volumétrico Marshall	1,920 kg/cm ²

El concreto asfáltico deberá cumplir con los requisitos - que se indican enseguida:

- Estabilidad: 700 kg mínimo.
- Flujo: 2-4 mm
- Vacíos en mezcla: 3-5 %
- La mezcla se compactará al 95% del peso Volumétrico Máximo de la prueba MARSHALL.
- Permeabilidad de la carpeta: menor al 10%.
- En el caso de que existan dudas acerca de la calidad de los materiales pétreos utilizados en la elaboración de la mezcla, se llevará a cabo el lavado de la mezcla asfáltica y posteriormente, a los pétreos obtenidos se les realizará la prueba de desgaste "Los Angeles" y pérdida por intemperismo-acelerado, las cuales no deberán tener valores mayores del 40 % y 12 % respectivamente, entendiéndose que estas características no excluyen las mencionadas anteriormente.
- Los materiales pétreos utilizados en la elaboración de la mezcla asfáltica utilizada tanto para la construcción de la capa de rodamiento como para la plantilla, deberán tener una densidad relativa aparente comprendida en el rango de 1.9 a 2.1 para evitar sobrepeso a la estructura.

Para aceptar la carpeta se considerarán las siguientes tolerancias:

<u>PARAMETRO</u>	<u>TOLERANCIA</u>
Niveles	± 0.5 cm
Espesores	± 0.5 cm
Profundidad de las depresiones	0.5 cm máximo

La profundidad de las depresiones se determinará colocando una regla de cinco metros de longitud, paralela y normal al eje longitudinal.

Existen dos opciones para la colocación de la capa de rodamiento de concreto asfáltico, la primera consiste en preparar la mezcla asfáltica a una planta de producción; la segunda consiste en elaborar dicha mezcla en el sitio de la obra por medio de una planta móvil de producción de asfalto.

El procedimiento de producción, mano de obra, materiales y maquinaria para la producción de la capa de rodamiento de concreto asfáltico para las dos anteriores opciones, son los mismos que se describieron en el subcapítulo "II.3) PLANTILLA DE CONCRETO ASPALTICO"; por lo que ya no será necesario volver a mencionarlos.

11.5.1) APLICACION DEL MORTERO ASFALTICO.

Posteriormente a la colocación de la capa de rodamiento - de concreto asfáltico, se aplicará un sello en la superficie de dicha capa a base de mortero asfáltico con un espesor de 6 mm.

Los requisitos que deberán cumplir los materiales para la elaboración del mortero asfáltico son los siguientes:

Agregados.

El material pétreo empleado en la construcción del mortero asfáltico deberá ser una arena bien graduada (criterio -- SUCS) y cementante fino no plástico y que cumpla con los requisitos que a continuación se indican:

- De granulometría:

<u>Abertura de malla</u> (mm)	<u>% que pasa</u>
9.6	100
4.75	90-100
2.36	65-90
1.18	45-70
0.60	30-50
0.30	18-30
0.15	10-21
0.075	5-15

- Índice plástico: 7 % máximo
- Límite líquido: 30 % máximo
- Contracción lineal: 2% máximo
- Equivalente de arena: 50 % mínimo

Material asfáltico.

El producto asfáltico para la elaboración del mortero será una emulsión de rompimiento rápido estable.

La dosificación de la emulsión asfáltica, agregados pétreos, agua y filler, cemento o cal estará dada por el Contratista bajo su responsabilidad.

En caso de ser necesario se adicionará un aditivo retardante o acelerante según se requiera.

Colocación del mortero asfáltico.

Antes de aplicar el mortero asfáltico sobre la superficie de rodamiento, ésta deberá estar exenta de materias extrañas como polvo, pintura, caucho, etc.

Previo limpieza de las grietas mediante sopleteado y retiro de materia orgánica de las mismas, se procederá al calafateo mediante mortero asfáltico con tamaño máximo de partículas de 1.00 mm y emulsión de rompimiento rápido; para grietas con abertura menor a 1.50 mm éstas se sellarán con emulsión.

El tendido del mortero asfáltico se hará mediante equipo Young o similar y con un espesor de 6.0 mm compactos.

Para que la mezcla asfáltica no sufra desplazamientos, se procederá a compactar la capa mediante 4 a 8 pasadas de un compactador neumático autopulsado con peso de 4 a 6 Ton.

La capa de mortero deberá estar en condiciones de operación en un máximo de dos horas y de tal manera que los neumáticos de las aeronaves no se impregnen con material asfáltico o con partículas de arena.

I) Mano de obra.

Barrido, sopleteo, calafateo	1 Cabo
de grietas y tendido del	4 Rastrilleros
mortero asfáltico.	6 Ayudantes
	generales

II) Materiales.

- Agregados	0.927	m ³
(arena de tezntle 60%)		
(arena andesítica 40%)		
- Cemento portland	18.00	kg/m ³
- Emulsión asfáltica	240.00	lt/m ³
- Aditivo ADP-1	20.00	lt/m ³
- Agua	280.00	lt/m ³

III) Maquinaria.

a) Limpieza de la superficie.	- 1 Compresor 600 P.C.M.
	- 1 Camioneta de redilas
	- 1 Barredora mecánica
b) Colocación y compactación.	- 1 Extendedor de mortero asfáltico
	- 1 Pipa de agua de 7 000 lt
	- 1 Cargador 45 B
	- 1 Petrolizadora Seaman Gunnison /5 900 lt

II.5.2) APLICACION DE RIEGO DE TAPONAMIENTO.

Inmediatamente después de la colocación del mortero asfáltico, se aplicará un riego de taponamiento mediante una mezcla compuesta de emulsión de rompimiento rápido y agua; la proporción de agua y emulsión será de 80% y 20%, respectivamente, y la dosificación de dicha mezcla será de 0.5 a 0.6 lt/m^2 . Dichas dosificaciones y proporcionamientos se deberán afinar en el campo mediante tramos de prueba en la pista, de tal manera de observar el comportamiento de la mezcla aplicada en un solo riego, ya que de ser necesario, se deberá aplicar en dos riegos sucesivos con dosificación de la mezcla de 0.3 lt/m^2 . Los trabajos anteriormente señalados se llevarán a cabo protegiendo el señalamiento horizontal, como lámparas de borde y otros elementos adyacentes a las áreas por taponar, para no mancharlas.

La mezcla de emulsión-agua deberá romper en un tiempo máximo de dos horas, para lo cual se realizarán las pruebas físicas que se consideren pertinentes y de tal manera que los neumáticos del equipo empleado para dichas verificaciones no se impregnen con la emulsión; el segundo riego en caso de ser necesario, se aplicará una vez que haya fraguado la emulsión del primer riego.

La aplicación de la mezcla emulsión-agua se realizará por medio de una petrolizadora.

I) Mano de obra.

1 Cabo
3 Ayudantes
generales

II) Materiales.

- Emulsión RR-2K (20%)
- Agua (80%)

III) Maquinaria.**a) Limpieza**

- 1 Camioneta de
redilas
- 1 Barredora
mecánica
- 1 Compresor de
600 P.G.M.

b) Aplicación

- 1 Petrolizadora
Seaman Gunnison
/5 900 lt

II.6) CONTROL DE CALIDAD.

El procedimiento constructivo de la Rehabilitación de pavimentos a base de la membrana Petromat, tiene su culminación en la etapa final "CAPA DE RODAMIENTO DE CONCRETO ASPALTICO", sobre la cual van a rodar las aeronaves de la manera más cómoda y segura posible. Es por esto que dicha capa de rodamiento debe cumplir con las especificaciones sobre materiales constitutivos de la mezcla y con las del producto ya terminado y colocado.

Entre las pruebas aplicadas destacan:

a) Pruebas sobre materiales pétreos.

- Contracción lineal.
- Desgaste "Los Angeles".
- Cantidad de partículas alargadas y/o en forma de lascas.
- Equivalente de arena.
- Porcentaje de partículas trituradas.

En caso de tener material heterogéneo, o si se tienen dudas acerca de la calidad de los materiales, se efectuarán las siguientes pruebas:

- Desgaste "Los Angeles" realizándola por separado al material sano y al material alterado o de diferente origen, así como a muestras constituidas por ambos materiales.
- Determinación de la pérdida por intemperismo acelerado.

b) Pruebas sobre la mezcla asfáltica.

- Procedimiento Marshall para el proyecto de la mezcla asfáltica y el control durante su elaboración.
- Estabilidad.
- Flujo.
- Vacíos en la mezcla.

c) Pruebas sobre la capa de rodamiento colocada y compactada

- Permeabilidad en la carpeta
- Compactación AASHTO Modificada.
- Medidas físicas sobre la capa de rodamiento.

<u>Parámetro</u>	<u>Tolerancia</u>
Niveles	± 0.5 cm
Espesores	± 0.5 cm
Profundidad de las depresiones	0.5 cm máximo.

La profundidad de las depresiones se determinará colocando una regla de cinco metros de longitud, de manera paralela y normal al eje longitudinal de la capa de rodamiento.

CAPITULO III

MAQUINARIA ESPECIALIZADA UTILIZADA EN LA REHABILITACION

- III.1. Fabricación de mezcla asfáltica.
- III.2. Presado de carpeta.
- III.3. Petrolizadoras.
- III.4. Equipo de pavimentación.
- III.5. Equipo de compactación.

III.1) FABRICACION DE LA MEZCLA ASFALTICA.

Para la elaboración de la mezcla asfáltica se emplean dos tipos de plantas de fabricación, las Fijas y las Móviles o -- Transportables.

Las Plantas Fijas se describen a continuación:

En éstas, conocidas como plantas con secador, clasificación y graduación de agregados, se producen mezclas asfálticas de alta calidad y en grandes cantidades.

Están compuestas de cinco partes fundamentales:

- a) Un calentador o secador del agregado pétreo.
- b) Cribas y tolvas para separar y almacenar los diversos tamaños del agregado caliente.
- c) Tanque para almacenar y calentar el asfalto.
- d) Dispositivos proporcionadores para pesar los componentes de la mezcla.
- e) Una mezcladora mecánica.

Cada una de estas partes se explican a continuación.

a) El secador de agregados pétreos. Consiste en un tambor largo de acero en forma cilíndrica montado de tal manera que forme un ángulo pequeño con la horizontal. Este secador se -- carga por el extremo más alto con el agregado pétreo a em--- plear y a medida que pasa a través del tambor se seca y se -- calienta a la temperatura deseada por medio de gases calien--- tes producidos por un quemador de aceite que se instala en -- el extremo más bajo del secador.

El secador deberá estar equipado con un pirómetro eléctrico preciso, en el conducto de la descarga, con el fin de registrar la temperatura del agregado al pasar a las cribas y a los depósitos de almacenamiento caliente.

b) Cribas y Tolvas. Las cribas pueden ser del tipo vibratorio. El material después de salir del secador es llevado y pasado por las cribas para separarlo en los tamaños adecuados para lograr después una nueva composición. Cada tamaño de material se descarga en una tolva o compartimiento separado, -- construido de tal manera que impida que un tamaño se derrame dentro del compartimiento usado para otro tamaño diferente.

Cada compartimiento debe tener una compuerta de descarga directamente sobre la báscula.

c) Tanques de asfalto. Las calderas y los tanques de almacenamiento del producto caliente, que alimentan directamente el asfalto a la báscula, deben equiparse con termómetros y -- los medios necesarios para tener en todo tiempo un positivo-control de la temperatura del asfalto. No deberán calentarse por fuego directo, debiendo tener camisas de vapor las líneas y conexiones para el transporte del asfalto caliente de la caldera a la tolva de la báscula.

d) Dispositivos para proporcionamiento. Consisten de un cajón o tolva para pesar los agregados y un cubo para pesar el asfalto. El cajón está colocado directamente abajo de las -- compuertas de la tolva del depósito del material caliente y directamente arriba de las mezcladoras.

Están equipados con un medidor que debe ser sensible hasta el 0.5% de la carga máxima que se requiera por cada cocción de la mezcladora.

El cajón para pesar es generalmente de forma rectangular-abierto en la parte superior y equipado con una compuerta de descarga a todo lo largo en la parte inferior, de manera que tan pronto se pese una carga del agregado se pueda vaciar esta directamente en la mezcladora.

El cubo tiene un dispositivo para que el asfalto escurra en forma de lámina delgada y uniforme en todo lo ancho de la mezcladora. El cubo pesador de asfalto está montado directamente sobre la plataforma mezcladora, de tal manera que el contenido pueda fácilmente vaciarse en la mezcladora.

e) Mezcladora mecánica. Se coloca en el piso de la plataforma para la mezcla, directamente abajo del cajón para pesar el agregado, a una altura suficiente para permitir la descarga a una tolva o bien directamente a los camiones que pasan bajo la plataforma.

Consiste en una caja rectangular de acero, con fondo semicilíndrico y una compuerta que cubre todo el fondo, la cual se opera desde la plataforma para la mezcla por medio de una palanca de mano, o bien por medio de vapor o de aire comprimido.

El aparato mezclador consiste en dos flechas que giran en direcciones opuestas a una velocidad aproximada de 70 r.p.m. A dichas flechas se le fijan unas aspas desmontables que pueden colocarse al ángulo que se considere más conveniente. Si la caja mezcladora no está cerrada, deberá tener una tapadera para evitar la pérdida del polvo. La mezcladora cuenta con un reloj automático por medio del cual se puede mantener un control preciso del tiempo de mezclado y está construida de tal manera que evita la pérdida de los materiales que contiene hasta que la mezcla se descarga.

Las partes de la mezcladora analizadas hasta aquí, son elementos básicos de la misma, sin embargo, los elementos completos que forman una planta mezcladora son los siguientes:

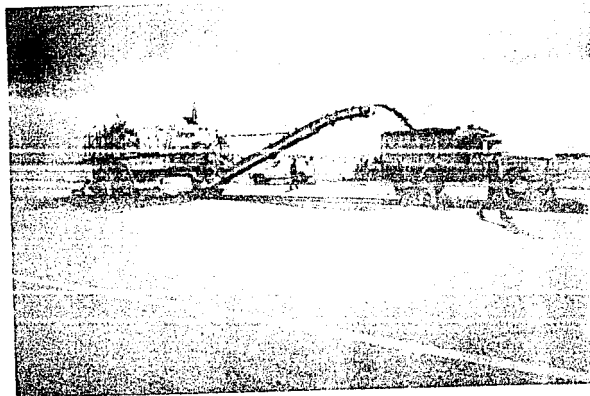
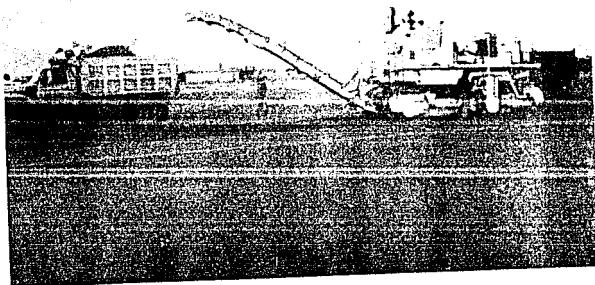
- 1.- Alimentador automático.
- 2.- Elevador de canchales para material frío.
- 3.- Secador y calentador de materiales.
- 4.- Elevador de canchales para material caliente.
- 5.- Criba para la separación del material.

- 6.- Tolva de almacenamiento dividida en compartimientos para la separación de los diferentes materiales.
- 7.- Báscula para pesar los agregados pétreos.
- 8.- Báscula para pesar el asfalto.
- 9.- Bomba para el asfalto.
- 10.- Mezcladora.

Como equipo auxiliar se tiene:

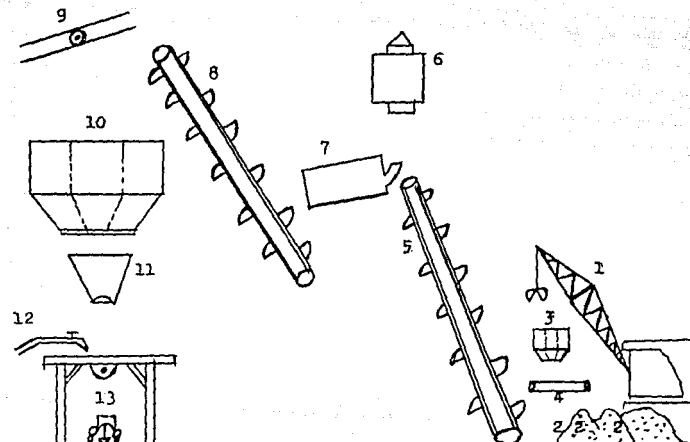
- 1.- Colector de finos.
- 2.- Control automático de peso y descarga de los materiales y de la mezcla. Este control asegura que no se descargue material en la mezcladora hasta que ésta sea descargada.
- 3.- Caldera o unidad de calentamiento que proporciona vapor para todas las operaciones.
- 4.- Tanques de almacenamiento de asfalto, combustible y agua.
- 5.- Bombas de vapor para inyectar el combustible a presión a los quemadores del secador.
- 6.- Alimentador de finos, para cuando éstos se requieran.

Foto 1 y 2: Corte de carpeta con equipo Roto-Mill PR-750.



PLANTA PARA MEZCLAS POR PESO

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1 Carga | 8 Elevador caliente |
| 2 Agregados | 9 Criba |
| 3 Unidad graduadora | 10 Tolva |
| 4 Transportador | 11 Unidad pesadora para agregados |
| 5 Elevador frío | 12 Medidor de asfaltos |
| 6 Colector de finos | 13 Amasadora |
| 7 Secador | |



Como ejemplo de planta móvil o transportable, se describe la Barber Green DM-55, la cual ha sido utilizada en la producción de mezcla asfáltica, para las pistas y rodajes del Aeropuerto.

La DM-55 es una muy manejable planta de asfalto de producción continua que consiste de un sistema de alimentación, cargado por una banda transportadora que lleva el agregado hasta un tambor mezclador, donde se integra simultáneamente con la proporción de asfalto requerida.

La planta fue diseñada para un control automático, consistente en medidores que controlan la presión necesaria de la bomba de asfalto y controles de peso, que indican el proporcionamiento de los agregados.

El proceso de mezclado en el tambor comienza con el suministro del material en frío.

- Alimentación de material en frío -

Este procedimiento se realiza por medio de canales que tienen velocidades variables de alimentación entre sí. El material es medido desde el alimentador sobre la banda transportadora.

El agregado es depositado por la banda transportadora que tiene una calibración en el vertedor para determinar la cantidad exacta de agregado que está siendo suministrado.

- Bombeo de asfalto -

Consiste en un receptor de asfalto, una bomba de fluido variable, una bomba eléctrica de operación y una válvula de circulación en spray. La cantidad de asfalto fluido es controlada desde el panel de operación.

- Banda transportadora -

Está equipada con un sistema que mide el peso de los agregados que están siendo transportados. El sistema consiste de un rodillo que soporta la correa de transmisión, el cual está montado fijamente en uno de los extremos de un puente basti-

dor y el otro montado sobre un dispositivo sensible a la fuerza de tensión, que se provoca al estirarse la banda transportadora debido al peso del material que está pasando en ese momento; este dispositivo envía eléctricamente las variaciones del peso en la banda hacia un procesador en el panel de operación.

- Tambor mezclador -

Las descargas del agregado son introducidas al tambor mezclador junto con el asfalto a través de un vertedor.

La primera sección del tambor consta de espirales, que con su movimiento impiden el regreso del material hacia el exterior del tambor, evitando derrames.

La segunda sección consta de "dientes" que lentamente hacen girar el material, minimizando la exposición a la flama directa. La sección final es en forma de "cúpulas", aquí es llevado el material y levantado hasta el fondo y alto del tambor, descargándolo a una cortina a través de gases calientes. En esta etapa el asfalto se reblandece en forma de una espuma que se extiende rápidamente sobre el agregado.

- Cámara de combustión -

Consta de ladrillos refractarios al fuego alineados en cilindros de acero montados en el cargador del extremo del mezclador.

Su función es obtener la completa quema del combustible; después de pocos minutos de haber iniciado su operación, la cámara aumenta enormemente su temperatura.

- Ducto de escape -

Tiene una sección de gran longitud para descargar el extremo del mezclador.

La velocidad del aire es reducida suficientemente para que la mayoría de las partículas gruesas y el asfalto libre no sea llevado hacia el ducto de escape.

Esto previene el gradual endurecimiento y picado del sistema de escape. Un ventilador es usado para jalar el aire (calentado por el quemador) a través del tambor mezclador.

- Separador de humedad -

El escape normal del mezclador desemboca hacia el compartimiento separador de humedad de alta velocidad. El aire pasa a través de una llovizna de finas partículas de agua (spray) que se introduce a través de un inyector en el vénturi. El aire fluye en espirales a través del separador, donde los residuos de polvo y llovizna desembocan y son separados por aire centrifugado; los residuos de polvo caen debido a la reducción de la velocidad del aire.

Este polvo se mezcla con agua y es drenado fuera del separador hacia un depósito; aquí el agua es tratada para que recircule hacia el separador y así pueda ser reutilizada.

Otra máquina muy importante en el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica es el cargador frontal sobre neumáticos que tiene la función de hacer la descarga de los agregados en las plantas productoras de mezcla asfáltica, tanto en las fijas como en las móviles. Se utilizan sobre neumáticos ya que tienen una gran maniobrabilidad para realizar la carga y descarga del material de una manera fácil y rápida.

Los cargadores frontales son equipo de excavación, carga y acarreo; voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor, accionándolo por medio de gatos hidráulicos. Su acción es a base de desplazamientos cortos y se usan para excavaciones a cielo abierto, para manipulaciones de materiales suaves o fracturados en los bancos de arena, grava, arcilla, etc. y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

El convertidor de par, bombas, motores adecuados, ejes de transmisión, diferencial y reducciones planetarias son perfectamente conjuntados para suministrar la máxima potencia utilizable, para poder realizar las siguientes funciones:

- 1.- Transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado al peso de la máquina.
- 2.- Suministrar fuerza al sistema hidráulico que excederá, levantará y volcará las cargas.

La mayoría de los cargadores de neumáticos se dirigen con las ruedas traseras; sin embargo los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas.

A continuación se describen las características técnicas del cargador frontal sobre neumáticos Clark 75-III-A, utilizando como auxiliar en la elaboración de la mezcla asfáltica para las pistas y rodajes del Aeropuerto.

Dimensiones (largo, ancho, altura): (6.38, 2.49, 3.26) m

Motor: Diesel Cummins V504

Número de cilindros: V8

Cilindrada: 8.26 lt

Potencia máxima: 145 H.P.

Potencia neta al volante a r.p.m. gobernadas: 130 H.p. a 2 300
r.p.m

Capacidad del depósito de combustible: 284 lt

Transmisión: Clark, cambios a potencia de 4 velocidades total
mente reversibles adelante y atrás.

Ejes: Clark, con reducción planetaria en las cuatro ruedas mo
trices. Diferenciales trasero de torsión proporcional-
y delantero normal.

Velocidades de marcha: Adelante y atrás. (km/hr)

1a.	2a.	3a.	4a.
7.2	13.5	26.2	49.9

Tiempos de accionamiento:

Para elevación (con carga) = 7.3 seg

Para descenso (vacío) = 5.0 seg

Para volteo (con carga) = 1.5 seg

Peso de operación: 10 305 kg

Datos de operación:

Radio de giro = 6.14 m

Angulo de dirección (total) = 70°

Frenos:

Servicio: De disco en las cuatro ruedas, hidráu
licos, accionados por aire.

estacionamiento: Mecánicos montados en la transmi---
sión sobre el eje delantero.

III.2) FRESADO DE CARPETA.

El fresado de carpeta se realiza con la perfiladora de pavimentos Roto-Mill PR-750, indispensable para la realización de esta actividad. Enseguida se mencionarán las características de dicha máquina.

Las perfiladoras de pavimento Roto-Mill constituyen una serie de máquinas de autocarga, de montaje en pista, de fresado en frío, que retiran pavimento desde 1/4 de pulgada hasta 4 pulgadas, sin peligro por calor o emisiones, permitiendo una nueva dimensión en el retiro, recuperación y reutilización de los pavimentos.

Estos sistemas automatizados permiten retirar las superficies desgastadas de los pavimentos, ya sean de asfalto o de concreto, a ritmos de producción elevados, estos equipos son capaces de perfilar superficies de acuerdo con ajustes predefinidos de elevación y pendientes.

Los usos principales del equipo Roto-Mill incluyen el perfilado y retiro de pavimentos, la texturización contra el efecto del hidroplaneo, la escarificación, la aplicación de superficies texturizadas resistentes al patinamiento y la reutilización de pavimentos.

Las perfiladoras Roto-Mill equipadas con sistemas de control automatizado de nivel y pendiente, son capaces de lograr una precisión de $\pm 1/8$ de pulgada. En los pavimentos estructuralmente sanos, estos equipos producen una superficie texturizada sobre la cual pueden rodar inmediatamente los vehículos.

- Características principales de la Boto-Will PR-750 -

Ancho de corte	3.60 m
Potencia	750 H.P.
Peso total	33 Ton.

a) Ancho de corte. El ancho de corte total es de 3.60 m aunque se pueden cortar franjas con anchos variables, ya que los sensores de cualquier lado se pueden operar para inclinar el corte de acuerdo a la superficie del proyecto.

b) Rendimientos. Estos son obtenidos de acuerdo a las observaciones hechas de diferentes obras ejecutadas.

1.- El rendimiento obtenido en espesores en corte de 10 cm ha sido de $200\text{m}^2/\text{hr}$; con un ancho de corte de 3.6 m el avance de la máquina es de 56 m/hr.

2.- El rendimiento obtenido con espesor de corte de 5 cm, fue de $500\text{m}^2/\text{hr}$; con un ancho de 3.60 m, el avance de la máquina es de 139 m/hr.

c) Elementos de desgaste. Los principales elementos de desgaste son los dientes cortadores que van en el mandril de la máquina. De la observación y de acuerdo a las horas trabajadas por la máquina, se tiene que por cada 100 hr de trabajo se cambian un promedio de 160 dientes, este desgaste va en función del tipo de carpeta que se corta y de que no existan elementos como clavos y objetos de fierro enterrados en la carpeta, que ocasionan la rotura de los dientes.

d) Capacidades de
la máquina.

Tanque de diesel	1 285 lt
Tanque de agua	3 024 lt
Tanque de aceite hidráulico para alimentación de bombas	227 lt
Tanque de reserva de aceite hidráulico	57 lt
Capacidad del cárter	60 lt

e) Consumos.

Diesel	55 lt/hr
Aceite hidráulico	1 lt/hr
Agua	800 lt/hr

f) Transporte.

Para el transporte de la máquina -
es necesario una cama baja de 4.00
m de ancho; no se necesita desmon--
tar la banda transportadora, ya que
la máquina se coloca con la banda-
hacia la cabina del trailer.

Complementariamente para el "Presado de carpeta", se utiliza una motoconformadora Compacto CM-17 para retirar los bordos de material tirados por la Hoto-Mill sobre el pavimento, al cambiar la banda transportadora de un camión a otro.

Las motoconformadoras son máquinas que pueden realizar los siguientes trabajos:

- Afine de superficies de rodamiento o terraplenes.
- Acamellonamientos.
- Desplazamiento y mezcla de materiales.
- Tendido y nivelación de capas asfálticas.
- Conservación de caminos de construcción y superficies de rodamiento.
- Escarificación.

Las motoconformadoras están proyectadas principalmente para controlar e impulsar una hoja de acero sujeta a un círculo (que está soportada del bastidor superior), situado detrás de las ruedas delanteras y de un escarificador sostenido por un par de barras curvas, que pivotean sobre un pasador articulado al frente del bastidor.

- Hoja y cuchilla -

La hoja es de acero de alto contenido de carbono resistente a la acción abrasiva, sus controles son totalmente hidráulicos y cualquiera que sea la velocidad de la máquina, suministran un rápido control sobre la hoja.

La cuchilla es una pieza intercambiable de acero duro y remachada al cuerpo de la hoja; se coloca en la parte inferior de ésta y en los extremos se colocan las piezas denominadas puntas de extremo o "gavilanes", que son las que inician el trabajo y pueden cambiarse cada vez que se requiera.

- Escarificador-

Es un juego de dientes removibles que se utilizan para fragmentar bases, asfalto, lajas, materias congeladas, etc. para posteriormente introducir la cuchilla.

El escarificador está sostenido por un par de barras curvas, que pivotean sobre un pasador articulado en el frente del bastidor y rígidamente sujetas a la barra dentada, se puede levantar o bajar mediante un par de manivelas situadas sobre los extremos de un eje transversal, que es movido por un tornillo sin fin y un engrane impulsado por un eje desde la caja de control.

A continuación se describen las características generales de la Motoconformadora Compacto CM-17:

-Dimensiones de la hoja: (2.2x61.0x365.7) cm

-Transmisión: Servotransmisión de cambios de velocidades operados por presión hidráulica.

Rangos = 4 en avance, 4 en retroceso

Embragues = Hidráulicos de discos múltiples

Lubricación = A presión

-Dirección: Tipo hidráulica.

-Frenos: De potencia en las cuatro ruedas, auxiliar sobre la transmisión.

-Velocidades de desplazamiento: (A velocidad gobernada del motor, avance y reversa)

Primera 4.4 km/hr

Segunda 8.2 km/hr

Tercera 15.8 km/hr

Cuarta 30.0 km/hr

-Peso total: 13 155 kg

- Motor:

Marca: Dina Cummins
Modelo: V8 504C
Número de cilindros: 8
Potencia a la velocidad gobernada: 170 H.P.
Lubricación: A presión

- Dimensiones generales :

Largo total: 8.28 m
Ancho total: 2.41 m
Altura con cabina: 3.25 m
Distancia entre ejes: 5.94 m
Radio de giro: 12.19

Una vez que pasa la motoconformadora sobre la superficie-fresada retirando el material tirada por la Roto-Mill, se hace necesario la limpieza de los residuos de material fino - que la motoconformadora no pudo retirar; para esta actividad se utiliza una barredora mecánica remolcada por una camioneta de redilas. A continuación se hace su descripción:

" Barredora mecánica "

Para la limpieza de las bases del pavimento a efecto de - que no quede mucho polvo en la superficie de las mismas, se usan las barredoras mecánicas, que son unas escobas giratorias montadas sobre un eje y con una presión regulable a voluntad.

El movimiento de la escoba se efectúa por medio de una cadena a modo de transmisión.

El uso de las barredoras implica el tener una base resistente para que no se desgrane en exceso la superficie de la misma. Si por la baja o nula cementación de los materiales de la base, ésta es desgranable aún con la baja presión de las barredoras mecánicas, es preferible efectuar el barrido con escobas de mano.

La barredora consta de un cepillo giratorio con cerdas y un eje con ruedas para su operación. Se utiliza para el barrido de pavimentos o para la limpieza de cualquier superficie plana. Puede ser remolcada por un camión o tractor agrícola (a velocidad de 4 a 12 km/hr cuando se utilice para barrido y a 50 km/hr cuando se transporte).

El cepillo giratorio está montado en un chasis de cuatro ruedas, el cual puede ser ajustado para barrer hacia el frente o hacia atrás.

La tracción es transmitida desde el eje hasta la transmisión por una cadena; lo que le proporciona dos velocidades de barrido y una posición neutral.

El tamaño del material que puede ser barrido varía desde polvo hasta arena, también tierra y grava de 1 1/2" si no es mucha cantidad. Cuando la capa de material a barrer tenga partículas de 1 1/2" a 2", primeramente éstas deben ser retiradas a un lado con una motoniveladora.

La mejor velocidad de barrido es de 5 a 10 km/hr; velocidades más altas hacen que el cepillo se desgaste más rápido e innecesariamente.

" Características "

- Diámetro del cepillo =	91 cm
- Longitud del cepillo =	243 cm
- Radio de giro =	330 cm
- Frecuencia de giro en velocidad alta =	111 R.P.M.
- Frecuencia de giro en velocidad baja =	81 R.P.M.
- Peso =	816 kg

Una vez que la barredora mecánica limpia la superficie -- fresada, finalmente ésta se sopletea para eliminar todo residuo de material fino y polvo y poder aplicar eficazmente los riegos de asfaltos rebajados. El sopleteo se realiza por medio de un compresor de 750 P.C.M. La descripción del compresor se hace a continuación.

" Compresor de 750 P.C.M. "

Compresor. Los compresores son máquinas de acción rotatoria de una etapa y desplazamiento previo que se usan para realizar la compresión; constan de rotores helicoidales engranados entre sí. Ambos rotores están soportados por baleros antifricción de alta capacidad, localizados fuera de la cámara de -- compresión.

Compresión. La compresión se efectúa por medio de un rotor principal y el rotor secundario engranados sincrónicamente -- dentro del cilindro de una sola pieza.

Flujo de aire. El aire es admitido por un filtro para trabajo pesado pasando por la válvula de admisión al compresor; a través del compresor el aire es comprimido y mezclado con -- aceite; la mezcla que es descargada por el compresor pasa a -- través de una válvula check al interior del tanque de aceite. La válvula check impide el retorno del flujo del aire y aceite al compresor. En el tanque más del 99% del aceite contenido, es separado por un cambio de velocidad y choque cayendo -- en forma de gotas; finalmente un separador de elemento múltiple remueve el resto de aceite y permite pasar el aire a través del múltiple de descarga a las válvulas de servicio.

Lubricación, enfriamiento y sellado. El aceite para la lubricación del compresor, se suministra al ser forzado a salir y pasar a través del filtro y el enfriador, por el aire a presión contenido en el tanque.

Una porción de aceite se envía directamente por los conductos internos a todos los baleros, garantizando una completa lubricación a todas las partes en movimiento. El resto de aceite es introducido en el cilindro para enfriar y lubricar los rotores, así como para sellar los claros internos.

" Especificaciones generales "

- <u>Capacidad (pies³/min):</u>	750
- <u>Sistema de enfriamiento:</u> Combinación radiador-enfriador de aceite.	
- <u>Capacidad del compresor (aceite):</u>	170 lt
- <u>Motor:</u>	Cummins
- <u>Capacidad de aceite en el carter :</u>	22 lt
- <u>Capacidad de tanques de combustible:</u>	370 lt
- <u>Sistema de encendido:</u>	2 baterías 12-16 volts
- <u>Dimensiones de la unidad:</u>	
	Largo 3.68 m
	Ancho 1.82 m
	Altura 2.13 m
- <u>Peso neto aproximado:</u>	4 273 kg

III.3) PETROLIZADORAS.

La petrolizadora de presión es la máquina más importante de un equipo para la construcción de carpetas asfálticas forradas por tratamientos superficiales y mezclas en el lugar. Esta máquina debe regar el producto asfáltico sobre el camino en cantidades exactas y durante todo el tiempo que dure la carga de la petrolizadora debe conservar la misma cantidad de riego sin que varíe ésta por cambios de pendiente o de dirección del camino.

La petrolizadora consiste de un camión con llantas neumáticas en el cual va montado un tanque equipado con un sistema de calefacción a base de quemadores de aceite, que calienta directamente la tubería que pasa por todo el tanque. En la parte trasera del tanque hay una barra con un sistema de espigas de riego, a través de las cuales se aplica el asfalto a presión sobre la superficie del camino; la barra de riego debe regar por lo menos tres metros de ancho; tiene en el tanque un termómetro apropiado para comprobar en cualquier momento la temperatura del producto que está regando. La petrolizadora cuenta también con una manguera, provista en la punta de una boquilla para regar a mano las partes que no hayan sido, o no se puedan, regar con la barra de la misma petrolizadora; esto ocurre, generalmente, cerca de los brocales de alcantarillas de drenaje de las calles, en algunas esquinas, etc.

Las petrolizadoras se construyen de diferentes capacidades.

El control de la cantidad de producto asfáltico que se riega, se lleva a cabo por medio de un tacómetro, que es un aparato similar a un velocímetro pero cien veces más sensible. Una pequeña rueda colocada entre la rueda delantera y la trasera, pero cerca de la primera, sirve para controlar la velocidad del tacómetro.

Cuando se va a regar asfalto con petrolizadoras es necesario que se prevea una capacidad adicional de 5% como tolerancia debido a la expansión que sufre el asfalto al calentarse.

" Petrolizadora Seaman Gunnison SR-5900 lt "

El funcionamiento de la máquina está regido por varios -- sistemas, los cuales se describen a continuación.

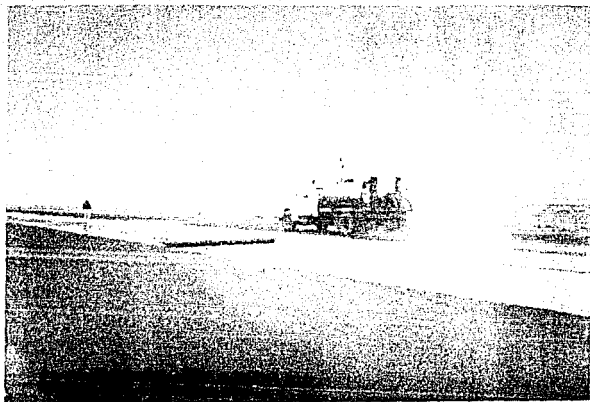
Sistema Motriz.

- Motor V.A.M. Modelo 6-258, de 6 cilindros (4229 c.c.), con potencia máxima de 155 H.P. a 4 200 r.p.m. (potencia de trabajo de 70 H.P. a 2 200 r.p.m.), con tanque para 70 lt de gasolina.
- Transmisión de cuatro velocidades hacia adelante y una reversa que une el motor con la bomba de asfalto por medio de un cople flexible y un embrague de 28 cm de diámetro.
- Bomba Viking de engrane giratorio interno de desplazamiento positivo con capacidad de 756 lt/min, a una presión de 5 kg/cm².

Sistema Recipiente.

- Tanque elíptico con lámina del No. 7 en los costados y del Num. 0 en las tapas. Dos rompeolas de 1.20 m de cada tapa. Registro de entrada hombre de 45 cm de diámetro. Tubo de derrame de 7.5 cm de diámetro.
- Aislamiento con fibra de vidrio de 5 cm de espesor, cubierta de lámina del no. 20.
- El tanque y el sistema motriz van montados sobre un bastidor hecho con vigas de acero de 10 X 15 cm, reforzados con miembros tubulares transversales.

Foto 1 y 2: Petrolizadora Seaman Gunnison SR-5900 lt.



Sistema de calentamiento.

- Dos quemadores de alta presión de tipo regenerativo con --
bomba de combustible accionada por el mismo motor que mueve la bomba de asfalto. Tanque de combustible de 75 lt, dos tubos de calentamiento de 20 cm de diámetro soldados eléctricamente.

Sistema de tubería.

- Conduce el asfalto a través del tanque recipiente por la --
bomba y el sistema de riego.

Sistema hidráulico.

- Impulsa los movimientos vertical, horizontal y lateral y de
apertura y cierre de las válvulas del sistema de riego.

Sistema de riego.

- Consiste en una barra de riego de 3.66 m de largo, accionada hidráulicamente, de circulación doble a --
lo largo de dos cámaras paralelas, boquillas cada 10 cm, cada una con espreas y válvulas para cierre individual normal o automático. La barra consta de una sección central de 1.83 m y dos extensiones plegables de 91 --
cm cada una.

- Descripción de operación -

Sistema hidráulico.

- Este impulsa los movimientos de la bomba, además de abrir y cerrar el riego; estos movimientos se controlan con las palancas de la válvula Gressen, que permite el ascenso y descenso de la barra, los movimientos horizontales y el abrir y cerrar el riego.

Sistema de medición.

- Este sistema permite conocer exactamente los metros por minuto que recorre la petrolizadora, utilizando una tabla de aplicación de asfalto, con la que se puede conocer la cantidad de litros por metro cuadrado de material aplicado.

Operación.

- 1o.- Se selecciona el riego adecuado según la tabla de aplicación, ésta involucra los metros por minuto a recorrer y las revoluciones necesarias del motor (r.p.m.) para los litros por metro cuadrado que el responsable de la Obra decida aplicar.
- 2o.- Con la petrolizadora en posición de riego, se libera el pedal de ascenso y descenso de la quinta rueda, permitiendo que ésta descienda hasta el piso.
- 3o.- Se coloca la aguja roja del velocímetro en los metros por minuto que indica la tabla de aplicación.
- 4o.- Se acelera el motor a las r.p.m. recomendadas en la tabla. (15 en el tacómetro equivalen a 1 500 r.p.m.).
- 5o.- Se acelera el camión hasta hacer coincidir la aguja blanca con la roja y se da aviso al operador para iniciar el riego.
- 6o.- Al terminar la aplicación, se levanta la quinta rueda. Nunca deberá retroceder el camión con la quinta rueda abajo.

Circulación del material en el tanque durante el proceso de calentamiento.

- El objetivo de ésta operación es calentar homogéneamente el material en el interior del tanque.

Circulación del material por el interior de la barra aspersora.

- El objetivo es unificar la temperatura del material en el tanque y la barra en sus tres secciones.

Riego con la barra aspersora.

- Los movimientos de la bomba son controlados por el sistema hidráulico. Antes de iniciar el riego es necesario consultar la tabla de aplicación de asfalto y el sistema de medición.

Succión para limpiar la barra.

- El objetivo de ésta operación es regresar el material que se encuentra en el interior del sistema al tanque, evitando así la obstrucción de sus líneas. Se levantan las barras laterales para precipitar el material al centro de la barra.

Operación del rociador manual (Bacheador).

- Su función es rociar en sitios donde no es conveniente utilizar la barra. Ejemplo: orillas de guarnición, baches y rines.

Succión para limpiar el rociador manual (Bacheador).

- El objetivo de esta operación es regresar el material al tanque para poder limpiar la manguera y la esprea.

Transferencia de material.

- El objetivo es utilizar el ensamble motor-bomba, para bombear material de un sitio a otro fuera de la petrolizadora.

Vaciado del tanque a través de la línea de descarga.

- Para realizar esta operación, es necesario que el material esté fluido.

Vaciado del tanque utilizando el tapón de drenaje.

- Se debe asegurar que el material está fluido, se inclina el camión hacia adelante para precipitar el material al frente del tanque, a continuación se procede a quitar el tapón de drenaje; al concluir esta operación se coloca el tapón asegurando su hermeticidad al volver a cargar el tanque.

Válvula de alivio.

- La petrolizadora está protegida por una válvula de alivio que se abre a una presión de 7 kg/cm^2 .

Causas de sobrepresión.

- 1o.- Cuando alguno de los movimientos en las operaciones decritas anteriormente no se realicen correctamente.
- 2o.- Cuando el material se encuentra demasiado denso por no alcanzar su temperatura de fluidez.

Operaciones de limpieza y mantenimiento.

- 1o.- Después de haber succionado el material, es necesario hacer circular petróleo por las líneas de la petrolizadora, la barra y el bacheador, siguiendo los pasos que se indican, con el objeto de disminuir la viscosidad de los residuos del material en su interior, evitando así su enduramiento.
- 2o.- Antes de poner en funcionamiento la petrolizadora, se abre la válvula para purgar el agua en el interior del tanque.
- 3o.- Cuando el tanque contenga material, es necesario calentar éste periódicamente para evitar que se endurezca al enfriarse.

Principales usos de la Petrolizadora Seaman Gunnison.

- a) Sello. Este consiste en una aplicación de asfalto de 0.45- a 1.80 lt/m² para ligar una superficie desgastada con piedra o grava suelta. Esta superficie puede durar 4 o 5 años dependiendo de la calidad de aplicación, la compactación de la base y la cantidad de tráfico.

Esta capa también cubre las grietas, reviviendo un camino antiguo y previene el patinaje en caminos resbalosos. Para obtener un sello de alta calidad, el ancho de la base de riego no debe exceder el ancho de tendido del agregado para asegurar el contacto total mientras el asfalto está ab aún caliente, fluido y completamente capaz de envolver todas y cada una de las piedras del agregado. Los compactado res de neumáticos y de rodillo metálico deben seguir la anterior operación de cerca. La compactación con neumáti-

cos es esencial para minimizar la ruptura de la piedra para presionarla hacia zonas profundas, a donde no llegarían solo con el rodillo neumático, que en ocasiones deja piedras sueltas en el pavimento, que aceleran el desgaste y dejan una superficie peligrosa para el tránsito de vehículos.

- b) Mezcla en el lugar. Este es un tipo de estabilización de suelos en donde el material que ya existe se mezcla en el lugar, con el asfalto hasta una profundidad de 7.5 a 15 cm. Esto se usa en la construcción de bases o superficies de desgaste, en capas delgadas. La cantidad de asfalto aplicada es aproximadamente 0.9 lt/m^2 por cada cm de profundidad de material compactado. Los materiales finos requieren de más asfalto que los gruesos.
- c) Riego de impregnación. Frecuentemente se utiliza una aplicación ligera de asfalto en caminos temporales o de tierra para ayudar al tráfico y evitar tolvereras. Generalmente se aplica 0.5 lt/m^2 o menos.
- d) Riego de liga. Generalmente a una base compactada y terminada se le aplica una capa de asfalto para proveer humedad y adhesión entre la base y la carpeta final.

III.4) EQUIPO DE PAVIMENTACION.

Para el tendido de las mezclas asfálticas en caliente tanto para la plantilla de concreto asfáltico, como para la capa de rodamiento de concreto asfáltico, etapas del proceso de rehabilitación de pavimentos, se utilizan las extendedoras afinadoras (pavimentadoras) que consisten de una tolva para recibir el material del camión, un dispositivo en forma de tornillo para distribuir uniformemente el material en todo el ancho que va a tenderse, medios de apisonado y de nivelación para tender y nivelar la mezcla al nivel del proyecto asegurando una densidad uniforme en el pavimento.

Sobreponiendo capas se pueden dar también los espesores que se deseen.

A continuación se hace la descripción de la pavimentadora SB-131.

" Pavimentadora hidrostática de neumáticos Barber Green SB-131 "

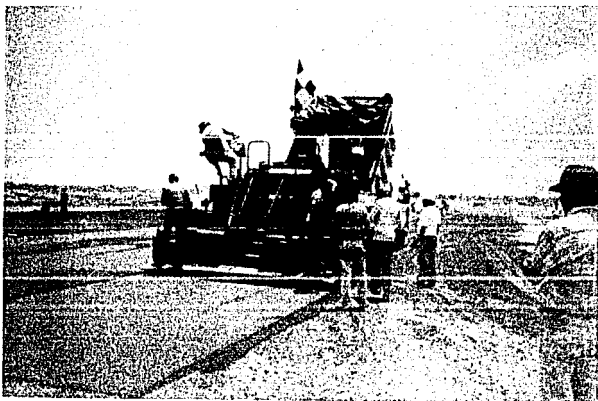
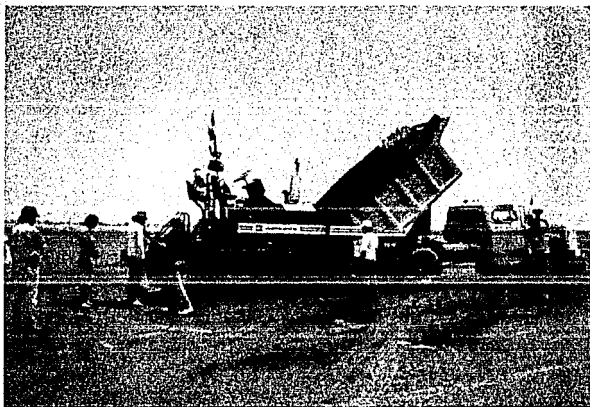
Básicamente es una máquina cuyo funcionamiento se realiza con un sistema que suministra fuerza hidrostática a máxima capacidad, desplazándose sobre neumáticos de hule.

La SB-131 puede pavimentar en anchos de vía que van de 1.80 m a 6.0 m; tiene un silencioso motor Diesel de 95 H.P. que le da la capacidad de pavimentar grandes superficies con la mayor facilidad.

Su velocidad máxima de desplazamiento cuando no está pavimentando, es de 19 km/hr, lo que le permite desplazarse con rapidez en los alrededores del área de trabajo y entre zonas de trabajo cercanas entre sí.

Su radio de giro es de 2.59 m lo que le permite gran maniobrabilidad en zonas estrechas.

Foto 1 y 2: Pavimentadora Barber Green SB-131.



Su eficaz acción de vibración deja descargar el material de acarreo con solo acelerar su motor.

La descarga del material la realiza rápidamente y es controlada hidrostáticamente con un sistema de giro y alimentación de control automático que mantiene una buena capacidad de mezclado del material suministrado.

La placa y secciones de placa, para la nivelación del material asfáltico colocado, son reversibles e intercambiables, para incrementar su vida útil. Dichas piezas son fabricadas en acero de alta aleación con un espesor de 1/2".

" Especificaciones generales "

- Dimensiones.

Longitud = 5.59 m

Ancho = 3.20 m

Altura = 2.16 m

- Peso.

Aproximado = 11.10 Ton

- Operación.

Ancho de
pavimentación.

Standard = 3.05 m (10')

Con zapatas

de corte = 1.83 m (6')

Con exten

siones = 6.10 m (20')

Rango de espesores de pavimentación

= 0.6 a 20.3 cm (1/4"-8")

Capacidad de

carga del material = 5.8m³

- Máxima velocidad de pavimentación. (Depende del ancho y el espesor del material, granulometría, etc.)

Rango bajo:

Eje de rueda bajo = 33 m/min

Eje de rueda alto = 46 m/min

Rango intermedio:

Eje de rueda bajo = 68 m/min

Eje de rueda alto = 95 m/min

- Máxima velocidad de viaje.

Eje bajo = 13.5 km/hr

Eje alto = 19.3 km/hr

- Radio de giro.

Radio de giro = 2.59 m

- Unidad de poder.

John Deere modelo 4276 T (Turbocargado), motor Diesel, 4 cilindros, potencia de 95 H.P. a 2 200 r.p.m.

- Capacidad de combustible.

= 155 lt

- Transmisión.

Impulsada hidrostáticamente. La operación de descarga del material es independiente a la velocidad de pavimentación.

- Suspensión.

De doble tracción con neumáticos de hidroflocación. Las llantas delanteras, dos por lado, en tandem son hechas en caucho de gran solidez con 56 cm de diámetro.

Complementariamente a la utilización de la pavimentadora, para el tendido de mortero asfáltico (que se aplica para el sellado en el procedimiento de rehabilitación) se utiliza una máquina denominada extendedor de "slurry".

La aplicación de mortero asfáltico con el extendedor de slurry, ahorra el desperdicio del material, el desgaste de combustible y utiliza menos trabajadores. Las emulsiones de asfalto de baja viscosidad se mezclan con los agregados húmedos, sin haberse diluido con disolventes de petróleo o calentado al usarse. Esta mezcla de emulsión y agregados es colocada en el extendedor de slurry, para posteriormente ser aplicada por la misma máquina sobre la superficie del pavimento.

La emulsión consiste en menudos globos de asfalto, suspendidos en una solución de agua jabonosa; cuando ésta se mezcla con el agregado húmedo, se necesita solamente una aplicación de asfalto emulsionado (mortero asfáltico) para llenar y poner una nueva superficie, en una operación continua utilizando solamente una máquina.

El mortero asfáltico resiste el deslizamiento y es muy durable. Normalmente con una sola superficie de mortero asfáltico de 6 mm de espesor, las hendiduras y aberturas se rellenan fácilmente, y resisten mucho mejor el abrirse otra vez, que con los pavimentos cuatro veces más espesos.

" Especificaciones generales del Extendedor de Slurry Macropaver modelo 10 ".

- Dimensiones.

Longitud total	=	6.00 m
Ancho total	=	2.45 m
Altura	=	2.00 m

Recipiente para cemento =	0.34	m ³
Tanque de aditivos =	568	lt
Depósito hidráulico =	492	lt

- Características.

- Tanques para emulsión y agua elaborados con placa de lámina 3/16" de espesor --- doblemente soldada (por dentro y fuera).
- Recipientes para cemento y agregados elaborados con placa de lámina de 1/8".
- Tanque de aditivos fabricado en acero --- inoxidable, conectado a presión de agua para hacer la disolución de los aditivos
- Válvulas de teflón de rápida abertura --- para inyectar la emulsión.
- Rociadores para atomizar el asfalto (niebla de asfalto) y aspersores para el rociado manual de las juntas.
- Control de la cantidad de agua y aditivo suministrado, por medio de calibradores de flujo.
- La bomba de emulsión directamente acoplada por un motor hidráulico, controlado --- por la caja de velocidades.
- Filtro para una rápida limpieza entre el tanque de emulsión y la bomba de emulsión.

- Poder.

- Motor Deutz BF41913 enfriado por aire, --- turbodiesel, de 90 H.P. a 2 100 r.p.m.

- Bombas hidráulicas.
- Bombas de emulsión.
- Bomba de agua.
- Bomba para aditivo

- Controles hidráulicos.

- Controles para cerrado y control de velo-
cidad de fluidos.
- Válvulas de control direccional en:
esparcidores izquierdos y derechos.
- Conectado y desconectado de bomba de ----
emulsión.
- Tubería para control de mezcla iniciar-pa
rar.

III.5) EQUIPO DE COMPACTACION.

Para efectuar la compactación de la mezcla asfáltica, una vez que se ha tendido, ya sea para la plantilla de concreto - asfáltico o para la capa de rodamiento de concreto asfáltico, se utiliza como equipo de compactación un compactador vibratorio de rodillos DA-30 (plancha ligera), un compactador vibratorio de rodillos CC-43 (plancha pesada) y un compactador de neumáticos CF-22.

"Compactador vibratorio de rodillos DA-30 (plancha ligera)"

El DA-30 es un rodillo vibratorio autopropulsado concebido para alta producción en proyectos de limitado espacio; tiene la facilidad de trabajar en todo tipo de material, desde - asfalto a terrenos granulares, hasta suelos semicohesivos.

Los dos tambores de acero del compactador construidos a - precisión funcionan de tres maneras, vibran, impulsan y osci-
lan para lograr un máximo rendimiento.

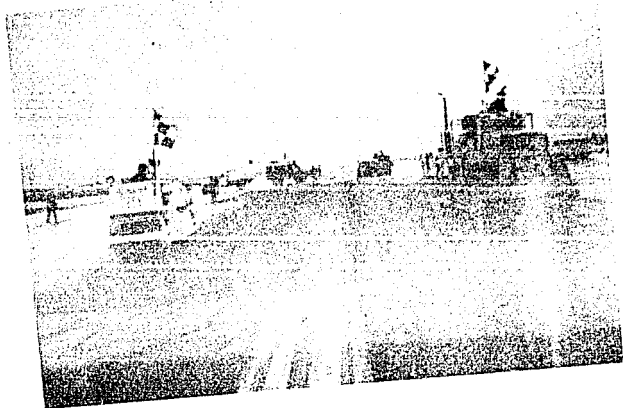
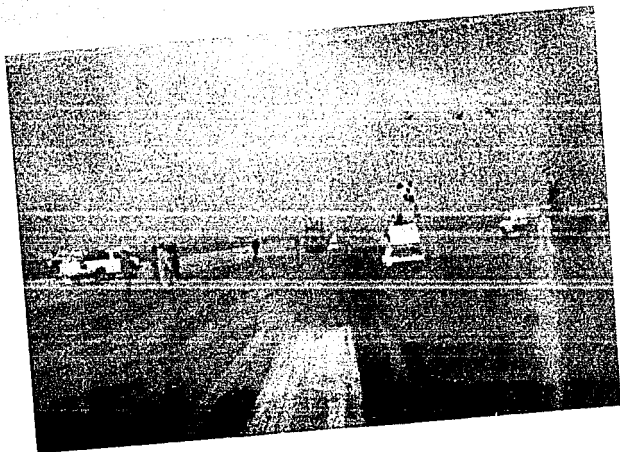
La vibración es generada por el sistema hidráulico. Se --- ajusta desde 1500 hasta 4000 V.P.M. a fin de que la compactación sea óptima para las condiciones específicas de trabajo. La acción vibratoria del DA-30 convierte 4000 lb (1814 kg) de peso estático, en 12000 lb (5443 kg) de fuerza compactadora --- concentrada.

Sus amortiguadores de caucho eliminan completamente las - vibraciones del bastidor de la unidad motriz y del operador.

La propulsión hidrostática se aplica a ambos tambores o - rodillos. Los dos tambores son de tracción, con uno tirando y - el otro empujando. La dirección automotriz con articulación - central es también totalmente hidráulica.

Foto 1: Compactador vibratorio de rodillos DA-30 (Plancha ligera)

Foto 2: Compactadores vibratorios de rodillos DA-30 y CC-43.



La oscilación de ambos tambores garantiza la estabilidad de la máquina y la compactación total en terrenos agrestes.- Cada tambor oscila ± 40 grados completos ± 15 grados desde la horizontal.

El motor Diesel enfriado por aire, de 32 H.P. proporciona amplia fuerza para superar pendientes y para la operación de la máquina.

"Especificaciones generales del compactador vibratorio DA-30"

- Fuerza aplicada por rodillo	=	3 368	kg
- Peso de operación	=	3 107	kg
- Fuerza estática descendiente por unidad en la superficie de contacto del rodillo	=	1.5	kg/mm
- Fuerza aplicada descendiente por unidad en la superficie de contacto del rodillo	=	3.3	kg/mm
- Frecuencia de vibración	=	4 000	V.P.M.
- Diámetro del rodillo	=	0.76	m
- Ancho del rodillo	=	1.02	m
- Longitud total de la máquina	=	3.15	m
- Ancho de la máquina	=	1.24	m
- Altura de la máquina	=	1.98	m
- Radio de giro	=	3.51	m
- Velocidad de viaje (ambas direcciones)	= De 0 a 8.8	km/hr	
- Articulación para cada lado	=	$\pm 40^\circ$	
- Oscilación lateral	=	$\pm 15^\circ$	
- Motor	=	Deutz F21912	de 32 H.P.
- Transmisión	=	Hydrostática	
- Capacidad de combustible	=	142	lt
- Capacidad de aceite hidráulico	=	103	lt
- Capacidad de agua	=	276	lt

" Compactador vibratorio de rodillos DYNAFAC CC-43 (plancha-pesada) " .

Es un rodillo compactador autopropulsado tandem, destinado a operar en cualquier obra grande, o para trabajos de terraplenes y pavimentación.

La anchura del cilindro en alta velocidad de operación, proporciona al rodillo un alto rendimiento de compactación. Su energía de compactación variable es producida por un sistema de amplitud y frecuencia de vibración variable.

Posee dos amplitudes de vibración en cada cilindro, los cuales pueden trabajar independientemente en diferentes amplitudes. También puede operar con un cilindro vibrando mientras el otro rueda estáticamente.

Aplicaciones.

- Compactación de asfalto.

Para una compactación normal de superficie asfáltica se requieren de dos a tres pasadas con vibración.

La vibración proporciona óptima compactación en las juntas y un excelente efecto de adensamiento, que permite trabajar mezclas con temperaturas relativamente bajas.

La amplitud mayor aconsejada para base asfáltica, con óptimo efecto de profundidad. La amplitud menor es normal para rodaje de asfalto o mezclas muy calientes.

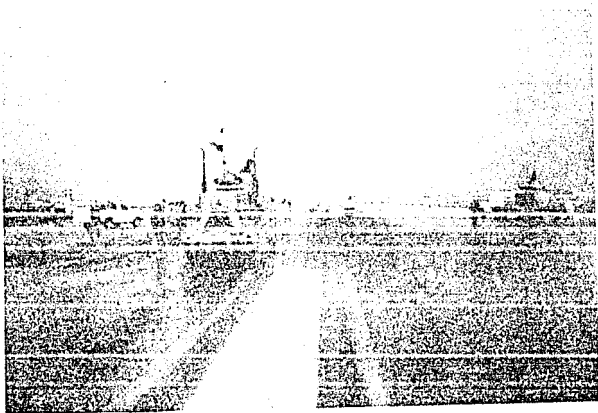
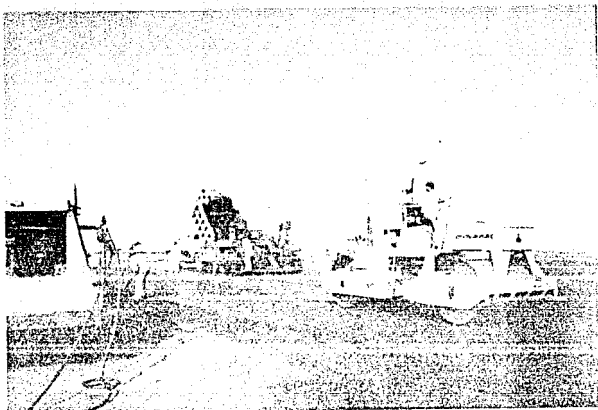
La certeza de la elección de las amplitudes de vibración depende de la experiencia de las obras en cuestión.

Su velocidad de trabajo es de 6 km/hr.

- Compactación de bases y subbases.

Es adecuado en la compactación de bases estabilizadas con asfalto o cemento.

Foto 1 y 2: Compactador vibratorio de rodillos CC-43
(Plancha pesada).



La posibilidad de variar las amplitudes ofrece la ventaja de ajustar las vibraciones a las condiciones encontradas en la práctica.

La velocidad de la máquina en este tipo de trabajo es de 5 km/hr(80m/min).

Fuerza centrífuga en las diferentes amplitudes y frecuencias.

La fuerza centrífuga puede ser fácilmente variada, colocando la palanca selectora de amplitudes en alta o baja amplitud y la frecuencia de vibración entre 2 100 y 2 500 V.P.M.

Ejemplo:

R.P.M.del motor Diesel	2 400
V.P.M. (Frecuencia)	2 500
Fuerza centrífuga por cilindro en amplitud alta	10 ton
Fuerza centrífuga por cilindro en amplitud baja	5 ton

Selector de amplitudes.

Un par de palancas selectoras de amplitudes están colocadas en cada lado del panel de instrumentos. Cuando la palanca es empujada hacia el frente, el CC-43 está con la vibración conectada en la amplitud alta.

Cuando la palanca es llevada para atrás, la vibración estará conectada en la amplitud baja.

" Especificaciones generales "

- Peso de operación	10 ton
- Anchura del cilindro	1.67 m
- Frecuencia de vibración	2 100 a 2 500 V.P.M.
- Velocidad(variable) para frente y atrás	0 a 11 km/hr
-Radio de giro externo	5.95 m

- Subida máxima de cuestas (vibrando)	30	%
- Dimensiones:		
Largo:	5.00	m
Ancho:	1.99	m
Altura:	2.40	m

- Bastidor.

El bastidor es fabricado en resistente aleación de acero. El bastidor delantero (módulo del cilindro delantero) y trasero (módulo del cilindro trasero y tractor) son unidos por medio de una articulación permitiendo el sistema de dirección a través del bastidor articulado.

En el bastidor trasero están localizados el depósito de combustible y el depósito de aceite hidráulico. El motor Diesel está localizado sobre los depósitos, facilitando su manutención.

Los depósitos de agua están localizados sobre el bastidor y los cilindros (delantero y trasero).

La distribución de masa sobre los chasis hace que el peso soportado para cada uno de los cilindros sea idéntico.

- Depósito de aceite hidráulico.

El depósito del sistema hidráulico está construido en un compartimiento único y no presurizado. Todas las conexiones del componente del sistema hidráulico son efectuadas a través de conexiones y mangueras flexibles.

El aceite hidráulico se enfría por uno de los segmentos del radiador duplex del motor Diesel.

El ventilador del motor proporciona la circulación de aire para los radiadores.

- Tren de fuerza.

El tren de fuerza consiste en un motor Diesel, en el cual está acoplada una caja de engranajes para el accionamiento de las bombas hidrostáticas. Siendo bomba hidrostática de rendimiento variable para tracción y una bomba triplex para accionamiento de las vibraciones y dirección hidráulica.

- Conjunto de la articulación del bastidor (dirección).

El conjunto de articulación del bastidor une el bastidor delantero con el bastidor trasero, proporcionando una articulación de 40° para cada lado y una oscilación lateral de 12° .

Los dos cilindros de dirección trabajan en conjunto para direccionar el conjunto del bastidor/cilindro delantero, en concordancia con el lado para el cual el volante de dirección es girado.

- Cilindro trasero y su conjunto.

El cilindro trasero es montado en el bastidor trasero por medio de amortiguadores de vibración (elementos elásticos).

Este cilindro recibe tracción por uno de los dos lados, a través de un motor hidrostático de alto torque, directamente acoplado al cilindro por medio de un soporte con elemento elástico.

En el otro lado del cilindro está directamente acoplado el motor hidráulico que acciona los ejes excéntricos de vibración.

A fin de mantener la superficie libre de materiales extraños, el rodillo posee un raspador ajustable y regadera de agua

" Compactador de neumáticos DINAFAC CP-22".

El rodillo compactador consiste básicamente de un tractor accionado por un motor Diesel, un conversor de torque, una caja de cambio, eje cardán diferencial, cadenas y engranajes de cadenas.

La dirección hidráulica, el doble mando de dirección y una visibilidad perfecta hacia todos los lados proporciona al CP-22 una maniobrabilidad perfecta y una gran facilidad de operación durante el rodaje.

Las tres ruedas delanteras oscilantes y las cuatro ruedas traseras montadas sobre un eje rígido, con un peso por rueda perfectamente equilibrado, garantizan una compactación uniforme a la vez que proporciona una excelente nivelación del material, evitando así cualquier huella o irregularidad después de la compactación, principalmente en las superficies de mezclas plásticas.

- Tren de fuerza.

El tren de fuerza del CP-22 consiste en un motor Diesel - Mercedes Benz)M-314 de 4 cilindros en línea, el cual proporciona 145 H.P. a 2 800 r.p.m.

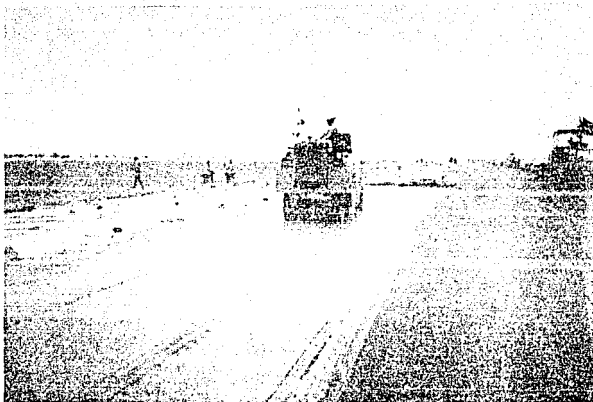
El sistema de transmisión está constituido por un par de embragues de discos de accionamiento, una caja de cambio con cuatro velocidades y un conversor de torque.

El par de embragues permite el accionamiento del rodillo para el frente y para atrás; lo que provoca cuatro velocidades al frente y cuatro para atrás. El conversor de torque es una transmisión totalmente hidráulica, lo que proporciona una transmisión de potencia suave.

Frenos.

Tiene frenos hidráulicos de servicio de acción suave, que impiden el arrugamiento de la superficie durante el frenado.

Foto 1: Compactador de neumáticos CP-22.



a) Freno de aparcamiento y emergencia.

Está montado en el eje de salida de la caja de cambio.

b) Freno de servicio.

Su funcionamiento es a base de presión de aceite.

La presión hidrostática es conseguida por medio de un cilindro maestro, el cual es accionado por medio de un cilindro de freno de cámara única al cual está unido.

El accionamiento del cilindro de freno de cámara única se da por medio de presión de aire, a través de las válvulas del freno (pedal del freno).

Neumáticos.

La presión de los neumáticos se controla durante el rodaje desde el asiento del operador, por el sistema de presión regulable de servicio, que permite variar rápida y fácilmente la presión y el área de contacto de los neumáticos, adaptando así la fuerza de compactación a la capacidad de la sustentación del material.

Los siete neumáticos producen un efecto de profundidad intenso que ejerce una enorme acción de amasamiento del material. Su ancho de compactación es adecuado con el de las motopavimentadoras; además de que la velocidad operacional es mucho mayor; lo cual aumenta la producción, ya que produce densidades uniformes en menos pasadas.

La presión de los siete neumáticos lisos compactadores debe estar entre 2.5 y 8.5 kg/cm²; en caso de que esto no ocurra, una lámpara verde colocada en el panel de instrumentos se encenderá (lámpara de alarma).

Sistema hidráulico de la dirección.

El rodillo posee un sistema de dirección hidrostática; una bomba hidráulica impulsa la cantidad de aceite necesario al circuito, a través de la válvula orbital.

Sistema neumático.

Está compuesto por un compresor que alimenta dos depósitos, uno para el sistema de frenos y otro para el sistema de neumáticos.

Los componentes de operación constan de :

- Dos manómetros de descarga.
- Dos válvulas de descarga-
- Válvula rotativa.
- Regulador de presión del compresor.
- Indicador de baja presión.

" Especificaciones técnicas "- Dimensiones.

Largo	=	4.75 m
Ancho	=	1.82 m
Altura	=	2.71 m
Distancia entre ejes	=	1.80 m
Radio de viraje externo	=	6.82 m

- Neumáticos y ruedas.

7 neumáticos: 3 ruedas delanteras oscilantes.

4 ruedas traseras motrices.

Presión máxima = 8.5 kg/cm²

Presión mínima = 2.5 kg/cm²

Ancho de compactación = 1.82 m

- Pesos y capacidades.

Peso sin lastre = 7 600 kg

Peso con lastre total = 18 800 kg

Peso con lastre de arena = 18 800 kg

Volumen disponible para lastre = 5.6 m³

Capacidad del tanque combustible = 154 lt

Capacidad del depósito de agua = 370 lt

- Peso por rueda.

Sin lastre = 1 086 kg
 Con lastre de arena húmeda = 18 800 kg
 Con lastre concentrado = 3 144 kg

- Motor.

Mercedes Benz CM-352 - 6 cilindros
 Potencia máxima = 145 H.P. a 2 800 r.p.m

- Velocidades.

1a.) = 4.5 km/hr
 2a.) = 9.5 km/hr
 3a.) = 17.3 km/hr
 4a.) = 30.0 km/hr

- Frenos.

De servicio: hidráulicos con mando neumático a las cuatro ruedas - traseras.

De estacionamiento: mecánicos a la caja de cambios.

- Sistema de inflado de neumáticos.

Los neumáticos son inflables con la máquina en movimiento. El sistema de presión regulable en servicio, puede variar la presión de los neumáticos entre 2.5 kg/cm² y 3.5 kg/cm².

CAPITULO IV

MEMBRANA DE REFUERZO PETROMAT

- IV.1. Antecedentes.
- IV.2. Normas técnicas.
- IV.3. Aplicación de la membrana Petromat en aeropistas y calles de rodaje del Aeropuerto Internacional de - la Ciudad de México.

IV.1) ANTECEDENTES.

La técnica de rehabilitación a base de membrana de refuerzo es de reciente aplicación en México y consiste en la colocación de membranas de fibras sintéticas de polipropileno en las capas de pavimento, con la finalidad de obtener una mejor distribución de los esfuerzos que impiden los hundimientos diferenciales, evitar los desplazamientos relativos entre las capas, y sobre todo, impedir el paso del agua superficial hacia las capas inferiores, logrando con ello una mayor duración y un mejor índice de servicio.

Es importante mencionar que la utilización de las membranas en ingeniería no es sustituto de un buen diseño, pero si se complementa con éste porque conjuntándolos proveen una excelente impermeabilidad al agua de la superficie, cuya presencia es fundamental en la falla de los pavimentos.

Siendo esta técnica de muy reciente aplicación en nuestro país, no se tiene experiencia en cuanto al comportamiento de los pavimentos con la "membrana Petromat"; sin embargo, en países como Estados Unidos donde su utilización es más frecuente, se han obtenido excelentes resultados porque se observa que su colocación disminuye la velocidad de propagación de grietas e impide la formación de grietas secundarias, lo que redundaría en un incremento significativo de la vida útil del pavimento.

Es importante por lo tanto la observación sistemática del comportamiento del área donde se haya colocado la membrana geosintética.

La utilización de las membranas de refuerzo complementa un buen diseño de pavimento por las ventajas siguientes:

- a) En un pavimento agrietado tiene la particularidad de diluir la grieta, evitando que se refleje en el nuevo pavimento.
- b) Esta membrana no permite que el agua que se encontrara en un momento dado atrapada en las capas inferiores, aflore en la superficie de la capa de rodamiento.

La membrana de refuerzo utilizada es geosintética de fibra corta-punzonada no tejida, fabricada a base de polipropileno-tipo "Petromat".

El problema principal que se tuvo en Obra durante su aplicación, fue que la membrana de refuerzo, no tuvo afinidad con el cemento asfáltico No. 6, presentándose el abolsamiento y arrugas en toda su área. Dicha membrana era de fabricación nacional suministrada por Fester de México S.A.

Ante este problema se probó la membrana también de fabricación nacional que distribuye el proveedor Textiles No Tejidos Nacionales S.A. sin embargo, este material no cumplía con las especificaciones establecidas para el proyecto.

En la Ciudad de México se localizó al proveedor Erosión - S.A. de C.V., con una membrana de refuerzo cuyas características eran superiores a las solicitadas por A.S.A. (Aeropuertos y Servicios Auxiliares), pero su precio era 100 % mayor que el presupuestado en la licitación y además, el tiempo de entrega era de 10 días hábiles a partir de la entrega del anticipo correspondiente.

Fester de México S.A. realizó pruebas a su producto para saber el origen de las fallas, las cuales fueron:

- Un período largo de almacenamiento, mal acomodo en bodegas y su fabricación era nacional. Ante este problema Fester de México S.A. solicitó asesoría a la empresa Phillips Química de los Estados Unidos, dando como resultado que el producto fuera de importación, ya que era el único que cumplía con las especificaciones del Organismo.

El tiempo perdido por este inconveniente fue de 23 días el cual impactó en un sobrecosto y dió lugar a una reprogramación de Obra.

El sistema de membrana protectora Petromat, consiste de un fieltro de fibra corta de polipropileno no tejido impregnado con cemento asfáltico.

La membrana protege la base del pavimento de la intrusión de agua proveniente de la superficie, retarda la reflexión de grietas y reduce la fatiga del pavimento y la formación de grietas secundarias.

El Petromat no se descompone y resiste la acción de la mayoría de los agentes químicos (Durabilidad).

Se combina fácilmente con el asfalto formando una membrana durable e impermeable.

Posee una distribución de fibras al azar, lo que proporciona propiedades de resistencia a la tensión y elongación en forma multidireccional.

Resiste el desgarre y perforación durante la pavimentación y a través de la vida del pavimento (Mejora la resistencia a la fatiga).

Bajo condiciones de presión que simulan los niveles de carga permisibles en un pavimento de estructura bien diseñada, el rendimiento y la durabilidad de pavimentos reforzados con Petromat muestran una mejora diez veces mayor que la de los pavimentos no reforzados.

Cuando se instala la membrana Petromat sobre un pavimento rígido antiguo cuyas losas tengan una deflexión diferencial vertical apreciable, de ser ésta severa, es posible que la membrana Petromat no evite la propagación de las grietas existentes.

En estos casos dichas losas deben estabilizarse con anterioridad a la aplicación de la membrana.

El " Petromat " no va a evitar la formación de grietas transversales que eventualmente pueden desarrollarse en climas muy fríos.

En ambos casos, la impermeabilidad del sistema Petromat -- va a minimizar la formación de grietas secundarias, así como el desarrollo de estados más avanzados de las mismas, debido a que evita la infiltración de agua a la estructura del pavimento.

En el caso de que un pavimento que contenga Petromat sea reciclado, gran cantidad de pruebas realizadas en el campo -- han demostrado que la presencia de la membrana no presenta inconvenientes en el molido en frío, reciclado en la planta de concreto asfáltico y subsiguientes operaciones de pavimentación.

IV.2) NORMAS TECNICAS.- Especificaciones del material -

	<u>Típica</u>	<u>Mínima</u>
- Peso (gr/m^2)	139	122
- Resistencia a la Ruptura (kg) (Método de prueba ASTM D-168264)	52	41
- Deformación a la Ruptura (%) (Método de prueba ASTM D-163264)	65	55
- Resistencia a la Ruptura (kg/cm^2) (Método de prueba ASTM D-3736)	16.5	14
- Retención de asfalto (lt/m^2)	----	0.91

Sellador asfáltico.

El cemento asfáltico No.6 es el que da mejores resultados en la instalación del Petromat.

Las emulsiones asfálticas se pueden usar cuidando el procedimiento de curado de las mismas.

No se recomienda usar el asfalto líquido "Cutback" debido a su largo tiempo de curado.

- Tipos de Sellador Asfáltico en orden de preferencia -

Cemento Asfáltico	Penetración o Viscosidad Grado (#)	A A S H T C M - 20 A A S H T O M -226
Emulsión Asfáltica Catiónica (##)	C R S - 2 C R S - 1 h	A A S H T O M -208
Emulsión Asfáltica Aniónica	R S - 2 R S - 1	A A S H T O M -140

- (#) Grado que debe ser determinado por el Ingeniero responsable.
- (##) Sin destilados de aceite.

Agregado.

Quando sea necesario absorber excesos de asfalto o para facilitar el movimiento de máquinas sobre el Petromat ya instalado, puede utilizarse una pequeña cantidad de arena lavada. La arena puede reemplazarse por mezcla caliente con idéntico resultado.

- Condiciones Especiales -

- Temperatura ambiente.

La temperatura ambiente durante la instalación de la Membrana debe ser lo suficientemente alta como para mantener la adhesividad del sellador asfáltico, lo que permitirá fijar la membrana en su lugar. Se puede establecer como regla general, que la temperatura ambiente mínima aceptable para la mayoría de los cementos asfálticos sea de 100°C, mientras que para las emulsiones debe ser de 150°C o mayor, dado que temperaturas más bajas afectan en forma adversa el tiempo de curado.

- Tiempo de curado de las emulsiones.

Cuando se usan emulsiones de asfalto con el sistema Petro mat, es necesario que las mismas estén curadas (exentas de humedad) antes de la colocación de la membrana. El tiempo de curado de una emulsión varía de acuerdo con varios factores, -- siendo los más importantes: tipo de emulsión, temperatura y humedad ambiente. El siguiente cuadro nos da una idea aproximada de la variación del tiempo de curado de una emulsión asfáltica típica con relación a la variación de temperatura y humedad ambiente:

Temperatura	Clima		
	Seco	Moderado	Húmedo
15 °C	2 hr	3 hr	4 hr
24 °C	1 hr	2 hr	3 hr
32 °C	30 min	1 hr	2 hr

Una vez curada la emulsión, no solo presenta una superficie adhesiva, sino que además el color marrón característico del material no curado, habrá cambiado al negro brillante.

Cantidad de asfalto.

La cantidad de asfalto a aplicar depende del asfalto residual especificado para el tipo de membrana a utilizar, así como de la porosidad de la superficie a recubrir.

Generalmente se requiere aproximadamente 1.1 lt/m^2 de asfalto residual, pero dependiendo de la condición del asfalto existente, esta cantidad puede variar de 0.9 a 1.4 lt/m^2 .

Cuando se utiliza una emulsión asfáltica sobre una capa de nivelación (relativamente porosa), la emulsión va a penetrar la superficie más fácilmente que en el caso de los pavimentos más antiguos, esto puede compensarse mediante el uso de mayor cantidad de emulsión asfáltica, o mediante la especificación del uso de un compactador neumático sobre la capa de nivelación, lo que dará como resultado una superficie más impermeable.

IV.3) APLICACION DE LA MEMBRANA PETROMAT EN AEROPISTAS Y ---
CALLES DE RODAJE DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA ---
CIUDAD DE MEXICO.

- Procedimiento de construcción -

1.- Preparación de la superficie.

La superficie sobre la cual se instalará el Petromat debe estar libre de polvo, agua y/o vegetación. Las grietas de 3 a 6 mm deben rellenarse con mezclas adecuadas de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero a cargo. Las grietas mayores o huecos deben repararse con emulsión asfáltica caliente u otra mezcla adecuada (las mezclas que contengan solventes volátiles, deben curarse antes de colocarse la membrana). En algunos casos, se puede especificar la colocación de una capa niveladora, previa colocación de la membrana.

2.- Aplicación del cemento asfáltico.

El sellador asfáltico debe rociarse en forma uniforme y de acuerdo con la cantidad previamente establecida. Esta cantidad varía de acuerdo con la condición del pavimento existente (grado de porosidad), pero generalmente oscila entre 0.9 y 1.4 lt/m^2 de asfalto residual.

El distribuidor de asfalto residual debe regularse adecuadamente y ser capaz de rociar el sellador asfáltico en forma uniforme y de acuerdo con la proporción previamente establecida. El Ingeniero a cargo debe ordenar una aplicación de prueba en un sitio diferente para asegurarse del perfecto funcionamiento de la maquinaria. El distribuidor debe estar equipado con un rociador manual, con boquilla y válvula de cierre de acción directa.

Debe evitarse en lo más posible el rociado manual.

La temperatura del asfalto debe ser lo suficientemente alta como para permitir un rociado uniforme.

Para cemento asfáltico la temperatura mínima recomendada es de 143°C . (NOTA: de requerirse aspersión sobre la membrana, la temperatura del cemento asfáltico no debe exceder los 163°C para evitar dañar la fibra). En la aplicación de emulsiones asfálticas pesadas, la temperatura mínima de la misma puede alcanzar los 71°C , asegurando de esta forma un rociado más uniforme. El ancho aconsejable de la aspersión del asfalto, debe ser de 5 a 15 cm mayor que el ancho de la membrana que se coloque. Es importante eliminar los sobrantes y derrames de asfalto de la superficie del pavimento existente para evitar el sangrado hacia la superficie de la carpeta de rodamiento, así como también el posible deslizamiento de la membrana en áreas sobrecalentadas de asfalto.

La cantidad de cemento asfáltico a aplicar es extremadamente importante, el objetivo es el sellado de la membrana; los excesos de asfalto pueden causar problemas de deslizamiento de la membrana.

3.- Colocación de la membrana.

Para la colocación de la membrana en forma manual, se requiere el uso de un tubo de acero de una pulgada, el cual se introduce a través del tubo de cartón sobre el que está enrollado el Petromat.

En el tubo de acero se instalan los dispositivos manuales de freno, que proporcionan a la membrana la tensión necesaria para permitir una fácil instalación.

La membrana debe extenderse sobre el sellante asfáltico antes de que éste se enfríe y pierda su adhesividad, evitando en lo posible la formación de arrugas.

La membrana debe desenrollarse de tal forma que la superficie afelpada quede en contacto con el cemento asfáltico, asegurando una perfecta unión de la misma con el pavimento.

La extensión del Petromat debe realizarse con cuidado, evitando al máximo la formación de arrugas.

El barrido y/o la compactación neumática favorecen la impregnación de la membrana con el sellante asfáltico, además de hacer desaparecer las arrugas que se pudieran formar durante el proceso de colocación de la membrana.

Para asegurar un cierre perfecto entre los diferentes lienzos de la membrana "Petromat", éstos deben traslaparse en las uniones. Se recomienda que esta superposición oscile entre 2.5 cm y 7.0 cm tanto para las uniones laterales como para las transversales. Las uniones transversales deben traslaparse siguiendo la dirección de la pavimentación, para evitar que las orillas de la membrana se enganchen con la maquinaria. Por último, en los traslapes debe aplicarse aproximadamente 1.2 lt/m^2 de sellador asfáltico para impermeabilizar la membrana.

4.- Extensión de la Mezcla caliente.

La colocación de la mezcla de concreto asfáltico caliente sobre la membrana, debe efectuarse inmediatamente después de la instalación de la misma. En el caso de que el sellador asfáltico migre a la superficie de la membrana y la impregne, antes de la colocación de la mezcla, será necesario secar las áreas afectadas con arena o mezcla caliente; esto evitará que los equipos de pavimentación se adhieran a la membrana y la levanten cuando se desplacen sobre ella.

Los mejores resultados que se han obtenido en la colocación de la mezcla caliente se lograron a temperaturas inferiores a 149°C ; la temperatura de la mezcla no debe exceder en ningún caso los 153°C .

El desplazamiento de los equipos de pavimentación sobre la membrana debe ser gradual para evitar movimientos o daños a la misma. El espesor mínimo recomendado de carpeta asfáltica compactada, sobre el Petromat, es de 2.5 cm.

5.- Riego de sello.

El procedimiento recomendado para instalaciones de Petromat que se cubrirán con riego de sello, o con capa de rodamiento muy fina, es el de aplicar la cantidad total de sellador asfáltico que requiere la membrana e instalar el Petromat.

Luego, esparcir sobre la membrana de 0.75 a 1 kg/m^2 de arena, compactar con rodillo neumático hasta impregnar el Petromat con sellador asfáltico y de especificarse, abrir al tránsito durante 24 o 48 hrs. Posteriormente, barrer el exceso de arena y esparcir sobre la membrana el sellador asfáltico requerido para la superficie de rodamiento, de acuerdo con los procedimientos normales para esta aplicación.

Algunos agregados de sello requieren una aplicación anterior y posterior a la colocación del agregado. Seguidamente y a título de referencia, se indica la relación de aplicación sugerida para estos casos:

Asfalto Residual Requerido
(lt/m²)

Seland

Riego de liga

(Debajo de la membrana)

(Sobre la membrana)

0.45	0.68	0.68 + (cantidad requerida para retener el agregado)
------	------	---

6.- Sello adherente.

Generalmente no es necesaria la aplicación de un se-
llo adherente sobre la membrana previo a la instalación
de la mezcla caliente. Solo en los casos de acumulación -
de polvo, aplicación deficiente de sellado asfáltico deba
jo de la membrana o arenado con posterior apertura al --
tránsito, se recomienda la aplicación de un sello adheren
te sobre el Petromat.

CONCLUSIONES

V Conclusiones

V.) CONCLUSIONES.

En la actualidad el principal problema en el Aeropuerto - Internacional de la Ciudad de México con relación al comportamiento mecánico de las pistas y rodajes, es el drenado adecuado de las mismas, tanto en lo que se refiere al agua de lluvia como a la del nivel freático; por lo que se hace necesario diseñar un sistema de drenaje y subdrenaje que desaloje rápida y eficientemente los escurrimientos superficiales originados por las lluvias y mantenga el nivel freático en elevaciones tales que no perjudiquen las terracerías y pavimentos de pistas y rodajes.

El no tener un control adecuado sobre el drenaje y subdrenaje de pistas y rodajes, implica el desarrollo de asentamientos diferenciales en la base de los pavimentos, que se reflejan en la aparición constante de grietas en la superficie de las carpetas; lo que provoca una rehabilitación constante de dichas superficies, provocando elevados costos y grandes molestias a las operaciones aeronáuticas.

El segundo factor en importancia que provoca daños en la superficie de los pavimentos, es el hundimiento provocado por el peso excesivo de reencarpetados periódicos en las pistas; ésto era una práctica común de rehabilitación antes de aplicar el método de sección compensada y el uso de la membrana de refuerzo Petromat.

Estos dos problemas en la actualidad se están tratando de resolver mediante la colocación de drenes interiores y el uso de la membrana de refuerzo Petromat, en los tramos en los que se hace necesaria su rehabilitación.

La membrana Petromat colocada adecuadamente según especificaciones, funciona de dos maneras, la primera consiste en formar una capa impermeable a la filtración del agua, impidiendo que ésta arrastre las partículas de material de la base.

La segunda consiste en formar una capa de refuerzo al estar colocada la membrana entre dos capas de concreto asfáltico; ésta disposición hace que las grietas que se originan en la base del pavimento al ir ascendiendo a través de la estructura, se topen con la capa de refuerzo, que forma un medio continuo y se disipan sobre la superficie de la misma, ya que al llegar a la membrana no pueden seguir desarrollándose.

Ambas características de la membrana repercuten en una mayor duración de la estructura del pavimento y en un espaciamiento de los períodos de rehabilitación del mismo, lo que redundando en una considerable reducción del costo de mantenimiento y operación, al no interrumpir tan frecuentemente el uso de pistas y rodajes.

Debemos destacar que la utilización de la membrana de refuerzo para la rehabilitación de pavimentos de uso aeronáutico, es de reciente aplicación en México, ya que antes no había sido utilizada. Dicha técnica ha sido de gran utilidad en el caso específico del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, ya que sus características geográficas lo hacen ser un Aeropuerto con grandes problemas de hundimientos y drenaje debido a que se encuentra en una zona lacustre.

Los resultados de la utilización de la membrana Petromat en la rehabilitación de algunos tramos de aeropistas y rodajes del Aeropuerto, están siendo analizados por el Organismo-

responsable; hasta el momento no existe reporte alguno de fallas en los tramos rehabilitados con Petromat; lo que indica el óptimo desempeño de dicha membrana.

Esperemos que la rehabilitación de pavimentos en el Aeropuerto a base de Petromat, sea un ejemplo de lo que se puede lograr utilizando membranas de refuerzo.

Podemos concluir que el uso de la membrana tiene grandes ventajas en el Aeropuerto, ya que éste presenta características muy complejas que hacen que la impermeabilidad, refuerzo y menor costo en el empleo de la membrana, se adapte de la mejor manera a los requerimientos de las aeropistas y rodajes. Finalmente, propuestas para reducir el costo de conservación de pistas:

- 1.- Evitar el aumento de la carga sobre la pista, omitiendo reencarpetados, disminuyendo así las presiones sobre el terreno de cimentación.
- 2.- Construcción de drenes paralelos a la pista.
- 3.- Vigilancia del comportamiento de las pistas mediante nivelaciones periódicas de precisión referidas al mismo banco de nivel superficial que se ha venido utilizando.
- 4.- Observación sistemática del nivel de aguas freáticas.
- 5.- Investigación y cálculo de la magnitud de los esfuerzos rasantes que se producen en el pavimento por el tren de aterrizaje de los aviones pesados, en las zonas de contacto y máximo frenaje para poder proyectar carpetas reforzadas en esas zonas.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) XX Aniversario Aeropuertos 1966-1986
IASA
ICA
México, 1986

- 2) Apuntes de Movimiento de Tierras
UNAM
México, 1987

- 3) Costos y Procedimientos de Construcción en las Vías Terrestres
SAHOP

- 4) El Sistema Petromat
Phillips 66

- 5) Vías de Comunicación
LIMUSA
México, 1986

- 6) Proyecto y Construcción de Carreteras
Georges Jeuffroy
Editores Técnicos Asociados
España, 1987

8) Manuales de Operación y Especificaciones de Maquinaria

- Planta de asfalto DM-55 BARBER GREEN
- Cargador Frontal 75-III-A CLARK
- Roto-Mill PR-750 CMI CORPORATION
- Motoconformadora CM-17 COMPACTO
- Barredora Mecánica Modelo K GRACE
MANUFACTURING
- Compresor 750 P.C.M.
- Petrolizadora SR/5900 SEAMAN GUNNISON
- Pavimentadora Hidrostática SB-131 BARBER
GREEN
- Extendedor de Slurry Macropaver modelo 10
- Compactador Vibratorio DA-30
- Compactador Vibratorio CC-43 DYNAPAC
- Compactador de Neumáticos CP-22 DYNAPAC

9) Especificaciones particulares de Rehabilitación de Pavimentos de Uso Aeronáutico en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

ASA

1989