

2
2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

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

INGENIERIA CIVIL

APLICACION DEL MORTERO ASFALTICO POR VIA AGUOSA
EN PAVIMENTOS DE USO AERONAUTICO Y OBRAS
COMPLEMENTARIAS EN EL AEROPUERTO DE LA
CIUDAD DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

LUIS ANTONIO ALVAREZ BALLESTEROS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ACATLAN, EDO. DE MEX.

1991



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 está 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

EMULSIONES ASFALTICAS:

I.1) Generalidades.....	2
I.2) Antecedentes Históricos.....	3
I.3) Ligantes o cementantes Asfálticos.....	6
I.3.1) Emulsiones Asfálticas	8
I.4) Potencialidad del mercado de las Emulsiones- en México	19

CAPITULO II

APLICACION DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS:

II.1) Clasificación de Tratamientos Asfálticos....	24
II.1.1) Tratamientos Superficiales.....	25
II.1.2) Riegos sin agregados.....	25
II.1.3) Riegos profundos	26
II.1.4) Riegos Asfálticos con agregados	26
II.2) Mezclas Asfálticas	28
II.2.1) Mezclas abiertas en frío	28
II.2.2) Mezclas Densas en frío	30
II.3) Mortero Asfáltico	32

CAPITULO III

FABRICACION DE MORTERO ASFALTICO EN PISTAS Y RODAJES DEL - AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO.

III.1) Planeación y Organización de la Obra	35
III.1.1) Programa y Recursos	35

III.1.2)	Organización	39
III.1.3)	Recursos de Maquinaria	39
III.2)	Procedimientos de Construcción	45
III.2.1)	Especificaciones Generales	46
III.2.2)	Especificaciones Particulares	47
1)	Calafateo de Juntas y Grietas	47
2)	Mortero Asfáltico	47
III.2.3)	Producción y Aplicación del Mortero - Asfáltico	49
III.3)	Controles de calidad	54
III.3.1)	Controles de laboratorio	54
III.3.2)	Ensayes sobre Materia Prima	55
III.3.2.1)	Ensayes para Agregados Pétreos.....	57
III.3.2.2)	Ensayes para emulsión	58
III.3.2.3)	Ensayes sobre Productos terminados....	58
III.3.3)	Controles de Producción.....	60
III.3.3.1)	Ensaye sobre Emulsión	60
III.3.3.2)	Ensayes sobre Agregados Pétreos.....	61
III.3.3.3)	Ensayes sobre Mortero Asfáltico	61

CAPITULO IV

CONCLUSIONES:

IV.1)	Conclusiones	64
	Bibliografía	67

C A P I T U L O I

EMULSIONES ASFALTICAS

EMULSIONES ASPALTICAS

I.1) GENERALIDADES

El costo del calentamiento en los materiales Asfálticos utilizados en las Carreteras es en cualquier caso oneroso, desde el punto de vista energético; implica además, la utilización de grandes equipos difíciles de transportar e instalar -- pudiendo producir situaciones de alta contaminación.

Por ello, desde hace años, existe gran interés en - perfeccionar técnicas en frío, eficaces, económicas en consumo energético y bajos índices de contaminación.

El elemento más valioso para el desarrollo de las - Técnicas en frío es la Emulsión Asfáltica. La Emulsión Asfáltica constituye la solución lógica y natural para colocar en Obra, asfaltos a temperatura ambiente, sin miedo a la presencia de la humedad, ni a los problemas que produce una mala adherencia con los Agregados.

Los Asfaltos fluidificados son derivados ligeros del petróleo, técnica todavía muy utilizada en nuestro País para -- trabajos en frío, parece una solución tecnológicamente anticuada de gran despilfarro energético al utilizar componentes ligeros de petróleo de gran poder energético como agente capaz de - lograr la puesta en Obra del Asfalto y cuyo destino final es su desaparición por evaporación, en lugar del agua que es utilizada en el caso de las Emulsiones.

El desarrollo actual de la Tecnología en frío para Pavimentos se puede atribuir a los siguientes factores:

- Mejoramiento de los tipos de emulsiones.
- Simplicidad de los equipos y maquinaria.
- Versatilidad ante climas y materiales.
- Ausencia de contaminación.

1.2) ANTECEDENTES HISTORICOS.

En materia de tratamientos Superficiales, la técnica más antigua utilizada en pavimentos, sitúa en el siglo pasado - en Inglaterra y Francia (1834 - 1840).

A principios del siglo XX se producen tres hechos -- significativos que darán fuerte impulso a la Construcción de -- muchos kilómetros de Pavimentos Asfálticos, como son: la aparición del automóvil, la puesta en marcha de las emulsiones aniónicas y la mecanización del extendido del ligante Asfáltico mediante barras regadoras. El primer tratamiento superficial con emulsión aniónica se realiza en Nueva York en 1905.

A partir de 1920 la Construcción de carreteras se -- acelera, los tratamientos Superficiales y los riegos profundos son las técnicas habituales. Los ligantes Asfálticos utilizados son: Alquitranes, Asfaltos de destilación y emulsiones.

En algunos países se utiliza profusamente el Asfalto fundido y comienzan a aparecer las técnicas de las Mezclas Asfálticas.

Después de los años treinta se inician en España y - Francia las Emulsiones aniónicas sobreestabilizadas, que admiten gran cantidad de finos y comienzan a aparecer las técnicas de estabilizaciones de suelos y mezclas densas, comenzándose a pensar en los morteros Asfálticos.

El desarrollo de la post-guerra se caracteriza por - dos circunstancias: el empleo generalizado del asfalto como ligante, tendiendo a desaparecer los alquitranes y la rápida evolución de las mezclas asfálticas, tanto densas como abiertas.

En el año 1953 aparecen en Europa las emulsiones catiónicas cuyas ventajas frente a las aniónicas y a los Asfaltos fluidificados no tardan en ponerse de manifiesto, principalmente para los tratamientos superficiales, siendo a partir de los años 60's, en la mayoría de los países Europeos, la forma habitual de puesta en Obra de los ligantes asfálticos. Las mezclas asfálticas se encuentran plenamente desarrolladas y aparecen -- las primeras máquinas mezcladoras - extendedoras de mortero asfáltico, que utilizan todavía emulsiones aniónicas de rotura -- lenta.

A partir de 1974, las técnicas en frío principalmente con emulsiones asfálticas, se han ido perfeccionando cada -- día más, utilizándose gran variedad de ligantes asfálticos modificados, mejores emulsionantes que han producido una mejor calidad en las emulsiones y por lo tanto, en los tratamientos con -- ellas efectuados.

El empleo de las emulsiones en México se remonta a -- los años 30's. Fueron usadas por primera vez en las carreteras de: San Martín Texmelucan a Tlaxcala, México - Pachuca, México-

-Laredo y en las calles de la Ciudad de México como, Paseo de la Reforma, San Juan de Letrán y Avenida Juárez; el inconveniente de estas primeras aplicaciones, era su excesiva lentitud de rompimiento por el carácter aniónico de las emulsiones, razón por la cual los asfaltos rebajados ganaron la preferencia, hasta la aparición de las emulsiones catiónicas.

Las Emulsiones catiónicas aparecen en México en 1960, provocando una intensa actividad de investigación y tramos de prueba, que culminan con la elaboración de un trabajo presentado en el Congreso Panamericano de Carreteras, celebrado en Bogotá, Colombia; con el título "Primeras Investigaciones realizadas en México con Emulsiones Asfálticas Catiónicas."

A partir de este momento, la técnica de las emulsiones en México se desarrolla al unísono con la mundial. Sin embargo la crisis energética de los años 70's que en todo el mundo produce un efecto favorable para el desarrollo de las Emulsiones, no produce el mismo efecto en México, debido a una política de subsidio para los solventes y asfaltos rebajados, lo que a la postre vino a culminar en un estancamiento de la tecnología, al ser excesivamente más barato el empleo de los asfaltos rebajados.

I.3) LIGANTES O CEMENTANTES ASFÁLTICOS

GENERALIDADES

Se denominan ligantes Asfálticos a una gama de productos que tienen en común su aspecto, color y poder aglomerante; debiéndose estas similitudes a estar constituidos por una mezcla compleja de hidrocarburos de distintos tipos.

CLASIFICACION

Atendiendo a su origen, encontramos naturales y artificiales.

NATURALES.- Se han formado en la naturaleza por un fenómeno de migración de determinados petróleos naturales. Como ejemplo, tenemos las rocas asfálticas, Gilsonitas, Asfaltites y Asfalto de Trinidad.

ARTIFICIALES.- Los obtenidos a través de un proceso industrial - partiendo de un producto natural. Este tipo de cementante es el más utilizado en la construcción.

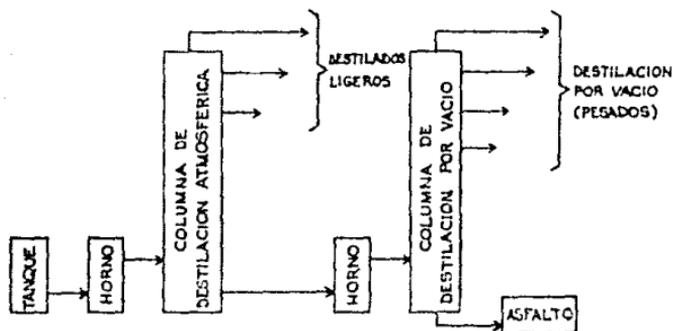
Los cementantes artificiales los podemos clasificar en:

a). **Asfaltos de Destilación o Penetración:** Se obtienen en las Refinerías como residuo de la columna de destilación por vacío de los crudos de petróleo, son los llamados cementos Asfálticos (Cuadro I.1).

b). **Alquitranes de hulla:** Se obtienen de la reconstrucción del residuo que se produce en la destilación del carbón -

de hulla. Están compuestos fundamentalmente por dos fracciones: La brea de alquitrán y los aceites de -- hulla.

c). **Asfaltos fluidificados y fluxados:** Son asfaltos de destilación a los que se añade un solvente procedente de la destilación del petróleo en el primer caso y de la destilación del alquitrán en el segundo.



CUADRO I.1 ESQUEMA DE LA OBTENCION DE ASPALTO DE DESTILACION

d). **Ligantes o Cementantes modificados:** Compuestos por mezclas de diversos productos, como pueden ser: Asfalto-Alquitrán, Alquitrán-Vinilo, Alquitrán-Epoxi, Alquitrán-Poliuretano, Asfalto-Caucho, Asfalto-Elastómero, Asfalto-Epoxi.

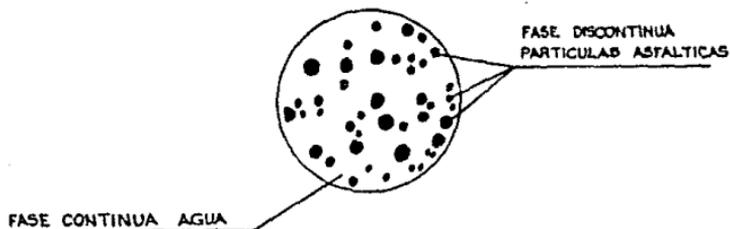
e). **Emulsiones Asfálticas:** Son dispersiones de un cementante -- asfáltico artificial en el agua.

I.3.1) EMULSIONES ASFALTICAS

GENERALIDADES

La emulsión asfáltica es un ligante o cementante Asfáltico, que se obtiene al dispersar un ligante asfáltico en -- agua, en forma de pequeñas partículas con diámetro entre 3 mi-- cras y 9 micras. Al conjunto de pequeñas gotas de ligante as-- fáltico se llama fase discontinua y al medio en el cual están - dispersas, fase continua. (Cuadro I.2).

Para conseguir la dispersión de estos dos líquidos - que no son miscibles entre sí, se utilizan agentes químicos de-- nominados o emulsificantes.



CUADRO I.2

COMPONENTES DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS.

Los componentes básicos de las emulsiones son:

- 1) Ligante o cementante asfáltico
- 2) Emulsionantes

- 3) Agua.
- 4) Aditivos.

1) **Ligantes Asfálticos.**- Los más utilizados son:

Asfalto de Destilación.
Asfaltos fluidificados y fluxados.
Mezclas Asfalto - Alquitrán.

2) **Emulsionantes.**- El emulsionante cumple una triple misión dentro de las emulsiones que es:

- a) Facilitar la dispersión del ligante Asfáltico en el agua.
- b) Conservar la emulsión como tal, en el tiempo. Esto se consigue al cargar las partículas de Asfalto con cargas eléctricas que se repelen entre sí.
- c) Favorecer la cubrición de los agregados por el ligante Asfáltico al estar éste cargado eléctricamente.

Según la característica química de los mismos, los emulsionantes pueden ser: Aniónicos y Catiónicos.

Los emulsionantes Aniónicos.- Son en general sales sódicas o potásicas de ácidos orgánicos de cadena compleja, con fórmula general: $R-COONa$.

Los emulsionantes Catiónicos.- Son los productos de reacción de ácidos inorgánicos fuertes (ácidos clorhídrico, principalmente), con aminas (grasas) con fórmula general $R-NH_3-Cl$.

3) Agua.- El agua no necesita condiciones muy estrictas, salvo en las Emulsiones de tipo aniónico, en las que hay que cuidar su dureza.

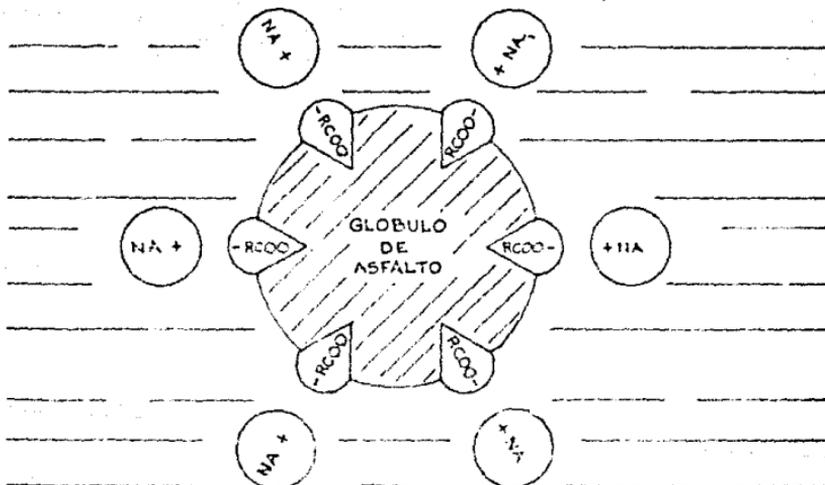
4) Aditivos.- Los Emulsionantes pueden venir acompañados de aditivos, con el fin de mejorar algunas de las características de las Emulsiones.

CLASIFICACION DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS

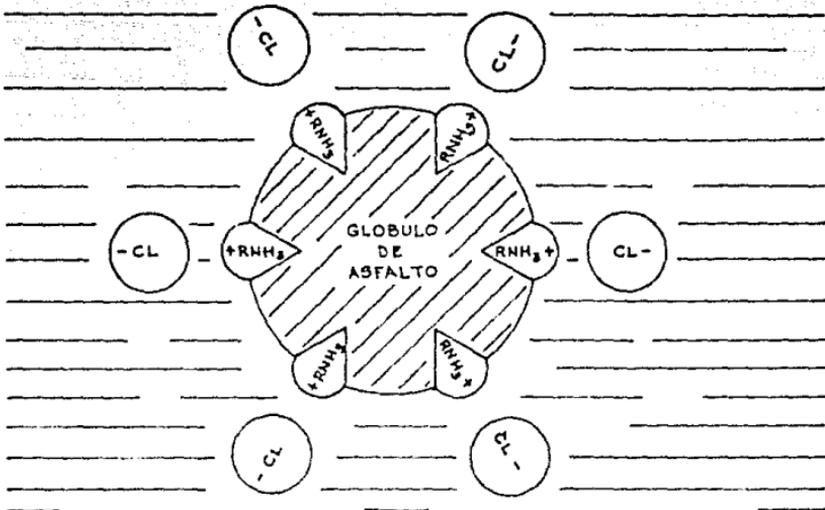
La naturaleza del emulsionante químico utilizado se clasifica en:

- Aniónicas
- Catiónicas

La clasificación va en función de la carga eléctrica que el emulsionante confiere a las partículas del Asfalto. (Cuadro I.3A y I.3B).



CUADRO I. 3A EMULSION ANIONICA



CUADRO I. 3B EMULSION CATIONICA

Las emulsiones aniónicas presentan buena adherencia con los agregados calizos.

Las emulsiones catiónicas presentan buena adherencia con los agregados silicios y gran parte de los calizos.

Cuando las partículas de asfalto dispersas en el agua vuelven a unirse entre sí, formando una película, se dice que la emulsión ha roto, en este momento se separa el agua del Asfalto.

Este rompimiento químico se produce al poner la emulsión en presencia de los agregados húmedos que se encuentran ionizados positiva o negativamente, según su naturaleza, dando lugar a una atracción electroquímica con las cargas eléctricas opuestas de las partículas de Asfalto activadas. (Cuadro I.4).



CUADRO I.4

De acuerdo a la velocidad de rompimiento de la emulsión, se clasifica en:

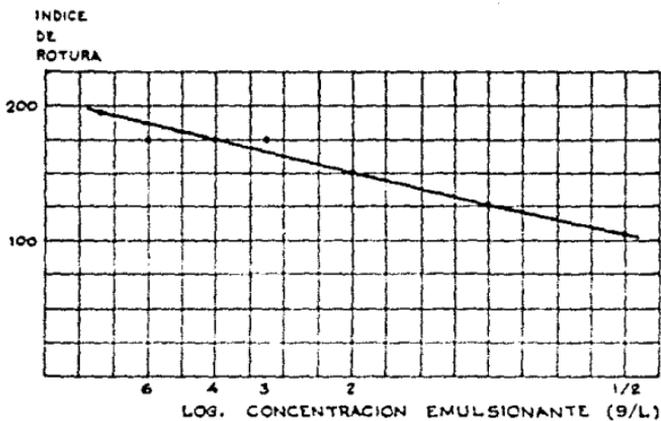
- Emulsión de rompimiento rápido.
- Emulsión de rompimiento medio.
- Emulsión de rompimiento lento.

CARACTERISTICAS DE LAS EMULSIONES

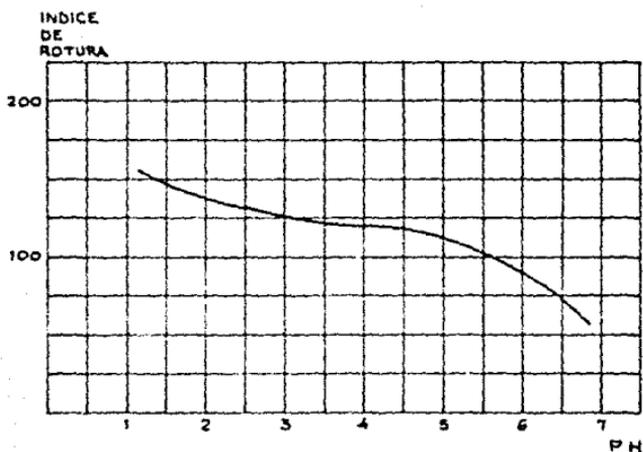
Caracter químico.- En función del emulsionante utilizado. Como ya hemos visto, la emulsión puede ser aniónica (PH + 7), y catiónica (PH - 7).

Velocidad de rompimiento.- Es función de distintas variables - como son: naturaleza del ligante Asfáltico, naturaleza y cantidad del Emulsionante, naturaleza de los agregados y naturaleza electroquímica de la propia emulsión. (Cuadro I.5 y I.6).

Las emulsiones aniónicas son de rompimiento más lento que las catiónicas.



CUADRO I.5 VARIACION DEL INDICE DE ROTURA EN FUNCION DE LA CANTIDAD DE EMULSIONANTE.

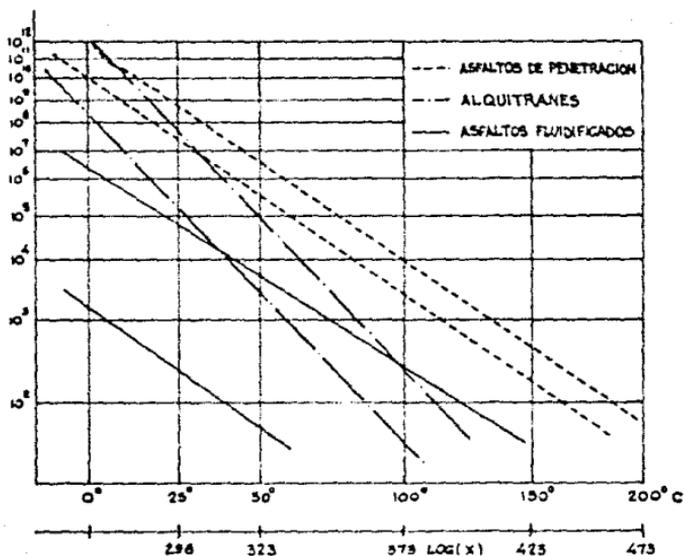


CUADRO I.6 VARIACION DEL INDICE DE ROTURA CON EL PH DE LA FASE ACUOSA

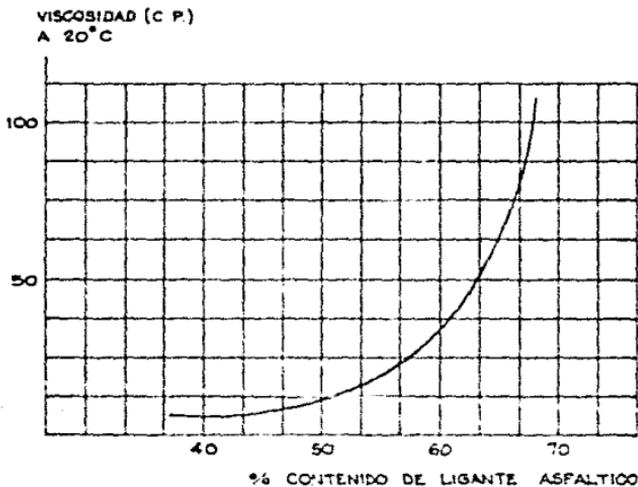
Estabilidad al Almacenamiento: Depende fundamentalmente de la naturaleza, cantidad del emulsionante y tamaño de las partículas en dispersión.

Viscosidad: Es una de las características más importantes, pues confiere espesores de película asfáltica adecuados a cada tratamiento. (Cuadros I.7 y I.8).

Es función del ligante asfáltico y su contenido, así como del tamaño de las partículas del mismo, y la temperatura.



CUADRO I.7 DIAGRAMAS VISCOSIDAD TEMPERATURA DE DIFERENTES LI-
GANTES ASFALTICOS.



CUADRO I.8 VISCOSIDAD DE UNA EMULSION EN FUNCION DEL CONTENIDO
DEL LIGANTE.

Adherencia o adhesividad de los agregados: Es sin duda la característica más importante de cualquier ligante asfáltico y por lo tanto, también de las Emulsiones. Defínirla como la capacidad de un ligante o cementante asfáltico para quedar fijo en el agregado, recubriéndolo sin peligro de que se desplace, incluso en presencia de agua o tráfico.

Las variables que intervienen en un tratamiento Asfáltico son: Naturaleza del ligante Asfáltico, Naturaleza de los Agregados, Tipo de Emulsionantes y PH de la Emulsión.

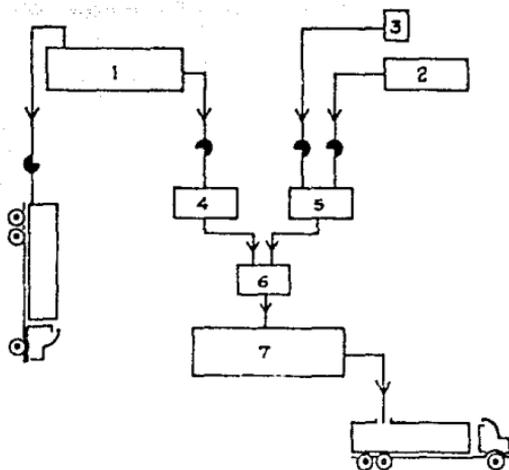
FABRICACION DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS

En general, una fábrica de emulsiones consta de los siguientes elementos (Cuadro I.9):

- Sistema de almacenamiento de materias primas (Cemento asfáltico, Emulsionantes, fluidificantes, aditivos, ácido, etc.)

- Sistema de bombas y tuberías para trasvase, incorporación, mezcla y dosificación de componentes.

- Sistema de calentamiento, pudiéndose utilizar fuego directo con quemadores, vapor de agua o aceite térmico.



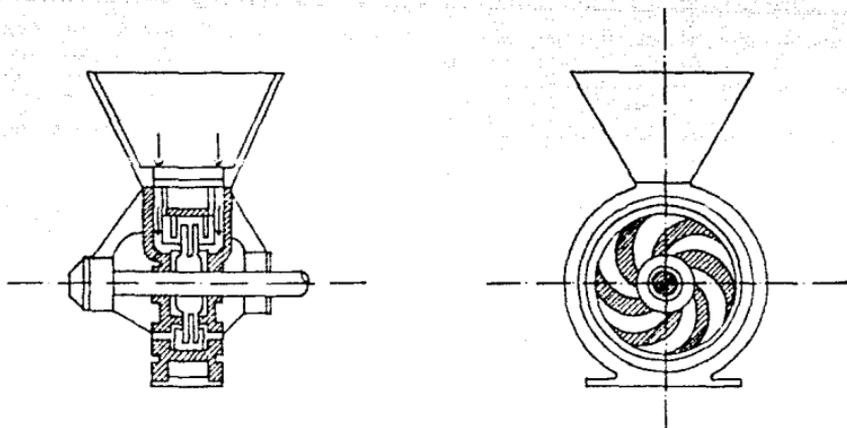
- 1.- ALMACENAMIENTO DE LIGANTE ASFALTICO.
- 2.- ALMACENAMIENTO DE AGUA.
- 3.- ALMACENAMIENTO DE EMULSIONANTE.
- 4.- DOSIFICADOR DE LIGANTE ASFALTICO.
- 5.- DOSIFICADOR DE AGUA-EMULSIONANTE.
- 6.- MOLINO DE EMULSION.
- 7.- ALMACENAMIENTO DE EMULSION.

CUADRO I.9 ESQUEMA DE UNA FABRICA DE EMULSIONES.

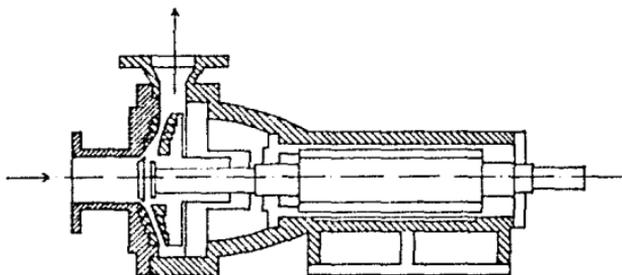
Sistema de Fabricación.- Constituido por una máquina capaz de romper en pequeñas partículas el Asfalto y dispersar lo en el agua cuando pasen ambos líquidos por la misma. Se pueden utilizar los siguientes tipos de máquinas.

- Agitadores
- Difusores
- Turbo - Mezcladores (Cuadro I.10).
- Molinos de Conos (Cuadro I.11).

Las máquinas más utilizadas por su mayor producción y calidad son los turbo - mezcladores y los molinos de conos. - Ya que los otros, unos por su poca utilidad, debida a su proceso discontinuo y bajo rendimiento en el caso de los agitadores, y en el caso de los difusores por la necesidad de reciclar varias veces las emulsiones a través de ellos.



CUADRO I. 10 ESQUEMA DE UN TURBO - MEZCLADOR



CUADRO I. 11 ESQUEMA DE UN MOLINO DE CONOS

Los turbo - mezcladores están compuestos de un estator y un rotor de paletas curvas, que gira a una velocidad de - 3,000 rpm, en ellos se introduce el Asfalto caliente y el agua con el emulsionante; la fuerza centrífuga y los choques repetidos producen la rotura en partículas de Asfalto y su dispersión en el agua tratada, saliendo finalmente la emulsión fabricada.

Los molinos de conos trabajan, sometiendo a los flujos a una serie de aceleraciones y desaceleraciones radiales, - que producen grandes y rápidas variaciones de presión, lo que - ocasiona la rotura en partículas de Asfalto y su dispersión en el agua emulsionada.

I.4) POTENCIALIDAD DEL MERCADO DE LAS EMULSIONES EN MEXICO

El empleo de las emulsiones en México se basa principalmente en la conservación y construcción de carreteras, aeropuertos y vías urbanas.

Dentro de los usos más comunes de las emulsiones --
Asfálticas tenemos:

a) Riegos:

- Impregnación
- Liga
- Sello con gravilla
- Sello con mortero
- Taponamiento
- Penetración

b) Mezclas asfálticas en frío:

- Carpetas
- Bases Negras
- Suelos estabilizados

c) Otras:

- Mezclas con látex
- Impermeabilizantes
- Anticorrosivos

SITUACION HISTORICA.

Uno de los principales mercados para la aplicación de la emulsión asfáltica es la conservación y construcción de carreteras, para determinar la demanda de emulsiones asfálticas, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones, como son:

- En la construcción de carreteras se utilizan 200 lt de emulsión asfáltica por M3 de construcción.
- En los riegos se utilizan 1.2 lt de emulsión por M2.
- Los ciclos de mantenimiento de la carpeta asfáltica efectuados con riego de sello, son de 3 años, en lo que se refiere a las carreteras principales o federales.

- En cuanto a las carreteras secundarias o rurales, los ciclos de sello para su mantenimiento, es de 6 y 9 años respectivamente.
- En bacheo, se le asigna 1,000 lt de emulsión asfáltica por km., para mantenimiento de taponamiento.
- Según estudios realizados, el crecimiento de la Red-Carretera hasta 1990, está considerado en 1.2% anual.

COMPARACION OFERTA - DEMANDA.

Para satisfacer la demanda de emulsiones asfálticas, existen en el país 10 plantas productoras, siendo las 2 más importantes, - las de CPFI y SC situadas en Irapuato y Chontalapa, Tab., la capacidad total del País es aproximadamente 1,800 Tn/Jor. es decir 432'000,000 lt al año, por turno de producción, considerando 240 días de trabajo.

Cuadro de balance pronosticado entre Oferta - Demanda.

ARO	OFERTA (lt)	DEMANDA (lt)	DEFICIT (lt)
1986	432,000,000	542,789,370	110,789,370
1987	445,261,000	546,329,390	101,068,390
1988	461,735,000	553,457,750	91,722,750
1989	480,667,000	537,128,570	56,461,570
1990	498,451,000	537,275,990	138,824,990

Por lo tanto, las plantas actuales no satisfacen las características del mercado y se puede considerar la creación de nuevas plantas con un potencial de producción a corto y mediano plazo.

En base a los siguientes datos diremos:

- El mercado de la Emulsión Asfáltica en México es deficitario, en lo que a oferta se refiere; se necesita aumentar la capacidad instalada en un 20 %.

Además, se debe considerar la demanda relativa al mantenimiento de aeropuertos y vialidades urbanas de las diferentes ciudades de nuestro PAIS que aumentaría las cifras obtenidas anteriormente en un 15 %.

C A P I T U L O I I

APLICACION DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS

APLICACION DE LAS EMULSIONES

11.1) CLASIFICACION DE TRATAMIENTOS ASFALTICOS

De acuerdo con el tipo de aplicación que utilizemos y el sistema de puesta en Obra, podemos establecer la siguiente clasificación para el empleo de Emulsiones:

* Riegos Sin Agregados

- Impregnación
- Liga
- Curado
- Antipolvo

TRATAMIENTOS
SUPERFICIALES

* Riegos Profundos

- Semi-penetración
- Penetración

* Riegos con Agregados

- Riego Monocapa
- Riego Multicapa
- Riego de Sello.

MEZCLAS ABIERTAS EN FRIO

Carpetas Abiertas

MEZCLAS DENSAS EN FRIO

Estabilización de Suelos
Grava - emulsión
Carpetas Densas
Mortero Asfáltico

II.1.1) TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

II.1.2) Riegos sin Agregados.

También llamados en negro, se usan generalmente como tratamientos auxiliares. Por sí mismos, raras veces constituyen la superficie de rodamiento de un pavimento.

Podemos resumirlos en los siguientes tipos:

a) Riegos de Impregnación.

Su función es conseguir una superficie negra, de impermeabilidad uniforme, limpia de polvo y partículas minerales sueltas, para poder extender adecuadamente las capas asfálticas siguientes.

Se utilizan ligantes Asfálticos de escasa viscosidad y que además esta característica se mantenga durante cierto tiempo, para que pueda penetrar por capilaridad en las Bases.

b) Riegos de Liga.

Consiste en la aplicación de una película lo más fina posible de ligante Asfáltico sobre una superficie Asfáltica o impermeable, para conseguir una buena unión con la capa Asfáltica que se va a poner en obra inmediatamente, sobre la citada superficie.

Los ligantes Asfálticos adecuados deben ser poco viscosos, con objeto de conseguir un buen reparto sobre la superficie con dotaciones escasas.

c) Riegos de Curado.

Se utilizan como protección para la pérdida por evaporación del agua necesaria para el fraguado de Bases estabilizadas con cemento o suelo - cemento. Se utilizan Emulsiones de rompimiento rápido, sin fluidificantes.

d) Riegos Antipolvo.

Se trata de riegos de impregnación realizados sobre caminos de poco tránsito, que van a quedar en operación sin ningún tratamiento Asfáltico posterior. Se suelen utilizar emulsiones de rompimiento lento y poco viscosas.

II.1.3) RIEGOS PROFUNDOS.

Antes de emplearse en pavimentos las mezclas Asfálticas, el único sistema para disponer de capas espesas tratadas - con ligantes Asfálticos, consistía en conseguir que un ligante Asfáltico frío o caliente penetrara entre los huecos de la capa granular, mojando y envolviendo las partículas de agregado.

Como ligantes Asfálticos se utilizan asfaltos fluidificados o emulsiones Asfálticas de rompimiento rápido, ligeramente fluidificadas.

II.1.4) RIEGOS ASPALTICOS CON AGREGADOS.

Consiste en la aplicación de una o varias películas continuas de ligante Asfáltico sobre la superficie a tratar y - una o varias capas de agregado de cobertura de tamaño uniforme.

Las capas de agregados estarán formadas por una sola gravilla en su espesor. Según la cantidad de capas del tratamiento se puede clasificar en:

Riegos Monocapa: Una sola película de asfalto y una sola capa de agregados. Caso especial de este tratamiento, es el llamado monocapa doble engravillado que consiste en una sola aportación de ligante y dos capas de agregados de distinto tamaño de forma que el agregado pequeño rellena los huecos dejados por el agregado de mayor tamaño.

Riego Multicapa: Es una aplicación sucesiva de varios riegos, monocapa con tamaño de agregado, generalmente decreciente.

Riego de Sello: Es un riego monocapa, con agregado de tamaño pequeño (generalmente arena).

A P L I C A C I O N E S

Los riegos con agregados se utilizan para dotar al pavimento de una superficie rugosa e impermeable.

En cuanto al factor climatológico, aún cuando el empleo de las Emulsiones amplía la época de trabajo, los mejores resultados se obtienen en épocas cálidas.

II.2) MEZCLAS ASPALTICAS

La primera clasificación tradicional es;

- Mezclas Asfálticas en caliente
- Mezclas Asfálticas en frío

Las mezclas Asfálticas en caliente son aquellas en las cuales se calientan previamente el asfalto y los agregados, se manejan, extienden y compactan a temperatura muy superior a la del ambiente.

Las mezclas Asfálticas en frío son aquellas que se fabrican con los agregados fríos, el ligante asfáltico frío o caliente y se manejan, extienden y compactan a temperatura ambiente.

La segunda clasificación se hace atendiendo al número de huecos vacíos de la mezcla.

Las mezclas que tienen una proporción mayor del 12% de vacíos una vez compactadas, se denominan abiertas; y aquellas que tienen una proporción mínima, cerradas (generalmente entre 3% y el 6%).

En este trabajo nos vamos a referir exclusivamente a las mezclas asfálticas en frío, fabricadas con emulsiones.

II.2.1) MEZCLAS ABIERTAS EN FRIO.

Las mezclas abiertas están formadas por un ligante asfáltico que envuelve las partículas minerales del agregado con un alto contenido de vacíos o huecos.

En este tipo de mezclas, la durabilidad está condicionada por dos factores fundamentalmente: el envejecimiento del asfalto y la adherencia pasiva agregado - Asfalto.

El problema del envejecimiento está relacionado íntimamente con la dotación del asfalto.

La adherencia pasiva del asfalto con los agregados, debe asegurarse eligiendo unos agregados de calidad y características adecuadas.

A P L I C A C I O N E S

Los materiales que constituyen una mezcla de este tipo, le confieren dos cualidades fundamentales; posibilidad de almacenamiento (Debido al contenido de fluidificantes de la emulsión) y capacidad drenante (Causada por el alto contenido de vacíos que contiene). Estas dos cualidades condicionan la utilización de estas mezclas.

a) Capas espesas de Base:

Se utilizan en capas gruesas muy abiertas y de escasa rigidez.

Se adaptan perfectamente a los asientos que se puedan producir en las capas inferiores, pero debido a su escasa rigidez, les transmiten también elevadas presiones.

b) Operaciones de Bacheo:

La facilidad de fabricar estas mezclas, por procedimientos elementales y su posibilidad de almacenamiento, les confiere un claro empleo en operaciones de bacheo.

c) Carpetas:

El empleo de este tipo de mezclas en carpetas, ha venido a sustituir a los riegos superficiales multicapa o carpeta de riego, presentando sobre éstas, diversas ventajas, como son:

- Posibilidad de empleo sobre pavimentos con mala regularidad superficial.
- Flexibilidad ante deflexiones altas y asientos lentos del pavimento.

II.2.2) MEZCLAS DENSAS EN FRIO

En muchos casos, el empleo de mezclas densas en caliente no resulta viable, bien sea por la situación de las obras bien por su extensión o costo. La alternativa en estos casos son las mezclas en frío que pueden ponerse en Obra a temperatura ambiente y fabricarse en instalaciones sencillas.

Este tipo de mezclas Asfálticas se ha venido fabricando con Asfaltos fluidificados y emulsiones Asfálticas. Sin embargo no consideramos apropiada la utilización de asfaltos fluidificados por la dificultad que entraña la pérdida por evaporación de los solventes, debido a la mínima cantidad de huecos de este tipo de mezclas.

CLASIFICACION

Dentro de este grupo de mezclas densas, podemos establecer, de acuerdo a su utilización las siguientes técnicas:

- Suelos estabilizados
- Grava - emulsión
- Morteros Asfálticos

ESTABILIZACION DE SUELOS

Dentro de las mezclas densas en frío, la más elemental es la resultante de tratar un suelo natural con un ligante Asfáltico. Podemos definirlo como "La Mezcla Intima del Suelo, convenientemente compactada, agua y ligante asfáltico, cuyo fin es mejorar las características resistentes del mismo, disminuyendo su capacidad de absorción de agua y aumentando su cohesión, por efecto de la incorporación del ligante Asfáltico."

Las principales aplicaciones de los suelos estabilizados son:

- Estabilización de bases granulares.
- Estabilización de caminos económicos.
- Estabilización de acotamientos.
- Estabilización de estacionamiento de vehículos, campos deportivos, etc.

GRAVA - EMULSION

A este tipo de tratamiento, podemos considerarlo como un caso especial de los suelos estabilizados. En estos casos se trata de utilizar agregados con usos granulométricos más estrictos que nos sirvan para obtener capas de bases estabilizadas con asfalto de gran calidad.

CARPETAS DENSAS EN FRIO

Se llama carpeta densa en frío a la formada por un agregado que con una granulometría determinada, forma un esqueleto mineral en el que todas y cada una de las partículas, están cubiertas uniformemente por una película de Asfalto y cuya mezcla, una vez compactada, tiene un contenido mínimo de huecos o vacíos.

II.3) MORTERO ASFALTICO

Podemos definir un mortero asfáltico, también denominada Slurry o Lechada Asfáltica, como una mezcla compuesta -- por emulsión asfáltica suficientemente estable, agregado fino -- bien graduado, material fino y agua en proporciones tales, que se pueda conseguir una consistencia adecuada, para una buena -- extensión en capa continua y de pequeño espesor.

A diferencia de las mezclas densas, que tienen un -- contenido estricto de agua, a los morteros asfálticos se les -- puede aumentar la cantidad de agua en forma considerable, hasta darles una consistencia de lechada.

De esta forma, pueden extenderse en obra, en pequeños espesores que no necesitan, en principio, ser compactados. La conexión e impermeabilidad final, se consigue por un proceso complejo de rompimiento de la emulsión, evaporización del agua y acción del tráfico, densificando esta capa superficial.

Con el uso de los morteros asfálticos se persiguen - dos objetivos fundamentales:

- Impermeabilizar superficies de rodamiento abiertas, agrietadas o pobres de Asfalto.
- Conseguir una textura superficial, regular, áspera y segura para evitar el deslizamiento de los vehículos.

Los tipos de morteros Asfálticos utilizados son:

- Morteros Aniónicos lentos.
- Morteros Catiónicos de rompimiento rápido, con aditivos o rompimiento controlado.

M A T E R I A L E S

Agregados:

Generalmente, el agregado consiste en una mezcla de arenas graduadas (1") y finas, utilizándose en muchos casos, finos de aportación, como el cemento Portland. Se piden generalmente, equivalentes de arena por encima de 40%, en casi todos -- los casos, es aconsejable el empleo de agregados de trituración, mezclados con un porcentaje de arenas naturales, que favorezcan -- la trabajabilidad y cremosidad de la mezcla.

En el caso de las lechadas con rompimiento controlado, con aditivos, se recomiendan agregados de mejor calidad, -- con equivalentes de arena superior al 50 %.

Emulsión:

En el caso de los Morteros asfálticos lentos, se utilizan emulsiones aniónicas o catiónicas muy estables. Cuando se trabaja con Morteros rápidos con aditivos, se utilizan emulsiones catiónicas de rompimiento rápido, controlándose éste, -- con la aportación del aditivo sobre los agregados.

C A P I T U L O I I I

FABRICACION DE MORTERO ASFALTICO EN PISTAS Y RODAJES
DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

III.1) PLANEACION Y ORGANIZACION DE LA OBRA

III.1.1) PROGRAMA DE RECURSOS

El objeto de este capítulo es conocer el proceso de fabricación del SLURRY o MORTERO ASFALTICO, para lo cual se analizará cada una de las partes que lo comprenden:

* RECURSOS HUMANOS

- Personal Técnico
- Personal Administrativo
- Personal de campo

* RECURSOS MATERIALES

- Agregados Pétreos
- Amulsión Asfáltica
- Aditivos
- Filler de Aportación
- Agua

* RECURSOS DE MAQUINARIA

- Maquinaria Mayor
- Maquinaria Menor

1.) Recursos Humanos

Existen tres tipos de elementos que participan en el proceso productivo del mortero asfáltico, en este caso los dividiremos de la siguiente manera:

- 1.A.) Técnicos
- 1.B.) Administrativos
- 1.C.) De Campo

1.A.) Personal Técnico

Este personal, es el encargado de verificar que el - Slurry o Mortero Asfáltico fabricado, cuente y se apegue a las características estipuladas previamente por especificaciones o parámetros normalizados para la fabricación del mismo.

Este personal parte de un Superintendente o Jefe de Obra, él es el responsable directo del buen funcionamiento de la misma, para lo cual contará con el apoyo de un Jefe de Frente que servirá de enlace entre los trabajos de campo y la superintendencia.

Siguiendo el escalafón de jerarquías existirán dos - extensiones al Jefe de Obra, uno de ellos será el Sobrestante - que lleva el control de toda la gente de campo, por otra parte existe un Jefe de Mantenimiento, responsable de cuidar el buen funcionamiento de la maquinaria empleada.

Otro sector importante dentro del personal técnico, es el personal de laboratorio, encargado de revisar las especificaciones y en su momento, detectar y corregir el problema de producción, este personal trabaja como apoyo y alimenta de información a todo el personal técnico.

1.B.) Personal Administrativo

Esta sección es la encargada de elaborar un control del dinero recibido, contra trabajo realizado, para ésto se apoya en estimaciones o reportes de campo presentados por el personal técnico.

En este caso, tendrán como Director a un Administrador, el cual buscará la óptima utilización de los Recursos Financieros, así como el control económico de suministros; contará con la ayuda del Auxiliar Contable y una Secretaria encargada de los trabajos de mecanografía.

1.C.) Personal de Campo.

Dentro del Personal de Campo se cuenta con dos tipos de elementos, que son:

- Mano de obra calificada
- Mano de obra no calificada

Se llamará MANO DE OBRA CALIFICADA, al personal que ha tenido algún tipo de preparación o que por la práctica y experiencia se especialice en una actividad productiva; dentro de este personal, se nombre al Cabo o Auxiliar del Sobrestante, -- Operadores y Choferes de maquinaria, Mecánicos, Soldadores y -- Electricistas. Ellos son los encargados del tendido y puesta en obra del Mortero Asfáltico, desde la dosificación hasta el compactado del sello de la carpeta. Por otra parte, alguna -- fracción de este personal, está encargado del mantenimiento y -- cuidado de la maquinaria.

Cuando se habla de MANO DE OBRA NO CALIFICADA, se nombra a gente eventual o sin preparación previa. Este es el caso de los Rastrilleros, Tornilleros, Bandereros y Ayudantes en general.

2.) Recursos Materiales.

Estos constituyen la materia prima del proceso

productivo del Mortero Asfáltico. Este tipo de recursos llevan un proceso muy extenso, porque incluyen desde buscar y seleccionar materiales que se apeguen a las especificaciones, mediante pruebas de laboratorio, hasta una vez seleccionado el material, crear un diseño de dosificación de materiales que se apeguen a las necesidades de la obra.

Los elementos que componen el Mortero Asfáltico son:

- Agregado Pétreo
- Emulsión Asfáltica
- Agua
- Filler de Aportación "Rellenador"
- Aditivos

Como se mencionó, todos ellos deben de estar dentro de parámetros normalizados por asociaciones nacionales o internacionales; el primer punto cuidar, es la adhesividad de la emulsión con el agregado pétreo, ya que con ello se logrará una textura superficial regular, áspera y segura que evite el deslizamiento de los vehículos. La perfecta unión de estos elementos, nos garantizará una alta resistencia a la abrasión que es una de las características esenciales de Mortero Asfáltico.

Por lo tanto, se puede concluir que cuidando la relación Emulsión-Agregado Pétreo, y buscando los óptimos de ambos, nos redituará en un buen sello durable y seguro.

3.) Recursos de Maquinaria.

Debido a lo extenso de este tema se dedicó un subcapítulo titulado III.1.3) Recursos de Maquinaria, que se tratará más adelante.

III.1.2) ORGANIZACION

En el subtema anterior de la relación y jerarquías - que existen en el personal, así como un breve perfil de sus actividades, en este subtema, se menciona el organigrama para la producción del Mortero Asfáltico.

Dentro del personal que se considera como mínimo para el tendido y puesta en obra del Mortero Asfáltico, debe contarse con 21 elementos de campo distribuidos de la siguiente manera:

- 1 Sobrestante
 - 1 Cabo
 - 1 Chofer de camión extendedor
 - 1 Operador de la máquina extendedora
 - 1 Operador del compactador neumático
 - 1 Compresorista
 - 1 Operador del cargador frontal
 - 1 Chofer de petrolizadora
 - 1 Operador de motoconformadora
 - 1 Chofer de pipa
 - 2 Tornilleros
 - 2 Rastrilleros
 - 1 Chofer de camioneta
 - 6 Ayudantes generales
-
- 21 Elementos en total

III.1.3) RECURSOS DE MAQUINARIA

Este recurso es de especial importancia ya que de él, depende básicamente la fabricación y tendido del Mortero Asfáltico.

Este proceso es realizado por una sola máquina "El - camión fabricante y Extendedor de Mortero Asfáltico" que es la médula del sistema; además de éste, existe la maquinaria auxiliar que realiza las siguientes funciones: carga del camión, - limpieza, o bien, la compactación del Mortero Asfáltico para -- que éste, adquiera su consistencia final y con éste, completar el proceso de puesta en obra.

Debido al tamaño y complejidad de la maquinaria, se dividió de la siguiente manera:

1.) MAQUINARIA MAYOR

- Camión Fabricador - extendedor de Mortero Asfáltico.
- Compactador Neumático
- Cargador Frontal
- Motoconformadora
- Compresor de aire

2.) MAQUINARIA MENOR

- Petrolizadora
- Planta de luz
- Bomba de agua
- Planta soldadora
- Pipa de 9,000 litros
- Camión de redilas

3.) VEHICULOS

- Camioneta pick-up
- Auto compacto

1.) MAQUINARIA MAYOR

1.A) Camión Fabricador - Extendedor de Mortero Asfáltico.

Es una máquina que ha venido a modernizar y mecanizar el tendido del Mortero Asfáltico. Sus inicios se encuentran en los camiones concreteros, dotados con una rastra, buscando con ello, de alguna manera, agilizar y dar fluidez al proceso de extendido del mortero. En la actualidad con una sola máquina se pueden controlar y dosificar los materiales que vayan tendiéndose en capas uniformes. Esta máquina es controlada por un chofer del camión y un operador dosificador de la máquina, con lo que se optimiza tiempo y personal.

La máquina utilizada en el aeropuerto, fue una tipo Young "Slurry-Seal" con las siguientes características:

- Dimensión:	Longitud	6.10 m.
	Ancho	2.45 m.
	Altura	2.00 m.
- Capacidad:		
Tolva de agregados:	10 yds ³ .	(7.64 m ³)
Tanque de Emulsión:	800 gal.	(3000 lt)
Tanque de agua :	600 gal.	(2250 lt)
Tolva de filler :	12 ft ³ .	(0.35 m ³)
Tanque de aditivos:	150 gal.	(560 lt)

NOTA: TODO A CAPACIDAD COLMADA.

CARACTERISTICAS:

Motor: PF41913 Diésel centrifugado de 90 HP
Bomba de emulsión: Bombea 90 gpm a 6,500 rpm
Bomba de agua: Bombea 120 gpm a 3,500 rpm
Bomba de aditivos: Bombea 30 gpm a 3,500 rpm.

1.B) Compactador Neumático.

Esta máquina es la encargada de dar la textura final al sello de carpeta, una vez que el Mortero Asfáltico rompe, expulsa el agua y por medio del compactador, se ayuda a drenar el agua y así, lograr más rápido, su textura y resistencia final. El compactador por describir a continuación es CP-22 y cuenta con las siguientes características:

- | | | |
|--------------------------|--|-----------|
| - Dimensiones: | Longitud | 4.75 m. |
| | Ancho | 1.82 m. |
| | Altura | 2.31 m. |
| - Peso Total | Con lastre | 7,000 kg. |
| | Sin lastre | 2,100 kg. |
| - Neumáticos | Delanteros 3 compactadores lisos de 11,00 x 20 (18 lonas)
Traseros 4 compactadores lisos de 11.00 x 20 (18 lonas) | |
| - Velocidad de operación | 10 km/hr. | |
| - Generalidades | Cuenta con un sistema regulador de agua y raspadores que impiden la adherencia de materiales. | |

1.C) Cargador Frontal.

Esta máquina tiene diferentes funciones dentro del proceso productivo; se emplea cuando es necesario mezclar agregados pétreos de diferentes bancos. Así mismo, es la encargada del manejo, de materiales para corregir la granulometría, y una vez teniendo el material mezclado es la encargada de abastecer

el agregado pétreo al camión extendedor. El cargador que se describe es el 45-B Clark Michigan.

- Dimensiones:	Altura con cucharón extendido	4.44 m.
	Altura sin cucharón	3.00 m.
	Largo a ejes	2.50 m.
	Largo total	5.63 m.
	Ancho	2.11 m.
- Motor :	Cilindros	6 pzas.
	Potencia	105 HP
- Capacidad del cucharón		1½ yd ³ .
- Peso Total :		6.930 kg

1.D) Motoconformadora.

Esta máquina se usa cuando es necesario retirar señalamiento o pintura reflejante de la carpeta. También se usa para acamellonar o sacar del área de trabajo, al material excedente o de desperdicio; la máquina por describir es una Caterpillar 120-B:

- Dimensiones :	Largo	8.25 m
	Ancho	2.45 m
	Altura	3.25
- Capacidad :	325	ft ³ /min.
- Peso :	2,676	kg
- Presión de operación	100	lb/in.

2.) Maquinaria Menor

2.A) Petrolizadora

Esta máquina es la encargada del transporte de la emulsión de la planta de obra, así como del abastecimiento de emulsión al camión extendedor, la marca usada es la Seaman -- Gunnison.

- Sistema motriz: Motor V.A.M. modelo 6-258
6 Cilindros
- Sistema del tanque: Aislado con fibra de vidrio de 5 cm. de espesor y cubierto con lámina # 20.
- Sistema de calentamiento: Dos tanques de alta presión y dos tubos de calentamiento de 20 cm. de diámetro.

2.B) Planta de luz:

Esta planta tiene como función abastecer de energía eléctrica al proceso de extendido de Mortero Asfáltico, debido a que la mayoría de las veces, los trabajos tendrán que ser nocturnos, teniéndose la necesidad de emplear luz artificial; otro uso es el de alimentar a las bombas de aditivo y agua, empleadas en el abastecimiento del camión extendedor; la planta eléctrica empleada es una Caterpillar modelo D353 de 60 Hz.

- Dimensiones: Longitud 3.17 m.
Ancho 1.22 m.
Altura 1,67 m.

- Motor : Diesel enfriado con agua
6 cilindros
3 fases
4 tiempos
60 Hz a 120 rpm

NOTA: Sólo se describen las máquinas más representativas, de --
las demás, se dan por conocidas sus características, por
ser de uso común.

III.2) PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION.

En este capítulo sólo se mencionan las especificaciones generales y particulares, establecidas por ASA (Aeropuertos y Servicios Auxiliares); a través de la Subdirección de Proyectos y Obras, "Gerencia de Conservación" que rigen en los aeropuertos nacionales e internacionales, que intervengan en el proceso de producción y fabricación del Mortero Asfáltico. Así -- mismo, se dará un perfil de la situación actual del Aeropuerto de la Ciudad de México y del porqué de la elección del Mortero Asfáltico como capa de protección y sello de las pistas y rodajes; por último, se comentará la fabricación y aplicación del Mortero Asfáltico.

SITUACION DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, se encuentra localizado sobre un terreno muy conflictivo, debido a la poca estabilidad del suelo, la que provoca hundimientos y depresiones en pistas y rodajes.

Durante años, se han experimentado nuevas técnicas para combatir la poca estabilidad del suelo, llegándose a la --

conclusión de que la mejor de ellas es aligerar las carpetas, - además de volverlas lo más flexible posible para que con ello - sea posible absorber de alguna manera las depresiones, sin sufrir daños irreparables.

Para el recubrimiento de la carpeta, se buscó un material que reuniera las características de diseño y se ajustara a la problemática del terreno, teniendo que ser ligero, durable, de pronta apertura al tráfico y textura regular. El mortero -- asfáltico reúne todas estas características, es ligero porque - sus materiales pueden ser adecuados a las necesidades de la - - obra, además de ser una capa delgada de 6 mm. compactos, su duración y sello, dan a la carpeta una alta protección al intemperismo. La apertura al tráfico oscila en un tiempo de 30 min. y 2 hrs., en función de las condiciones atmosféricas, en cuanto a la textura buscada, tiene que ser muy cerrada para evitar desprendimientos que afecten las turbinas de las aeronaves; por lo que con el uso de materiales finos bien graduados, se logra el objetivo perseguido.

II.2.1) Especificaciones Generales.

APLICACION DEL MORTERO ASFALTICO.

En donde lo indique la supervisión del organismo (ASA) se aplicará un sello, mediante mortero asfáltico, previa limpieza de grietas, mediante sopleteado y retiro de materia orgánica (calafateo).

El tendido del mortero asfáltico se hará mediante -- equipo tipo Young o similar, con un espesor de 6.00 cm., y tiempo de fraquado máximo de 2 hrs. y de tal manera que los neumáticos de las aeronaves no se impregnen con material asfáltico o -- partículas de arena.

III.2.2) Especificaciones Particulares.

1) Calafateo de Juntas y Grietas:

En donde lo ordene la Supervisión del organismo, se deberá efectuar el calafateo de juntas y grietas. Previo a la ejecución de los trabajos, se deberán limpiar las juntas y grietas de polvo y materias orgánicas, mediante sopleteo con equipo neumático; posteriormente, se procederá al calafateo de las juntas y grietas con una mezcla, elaborada con la dosificación - - aproximada de los siguientes productos:

a) Para grietas entre 3 y 10 mm.

- Cemento asfáltico # 6 : 40.00 kg.
- Hule cachete de llanta : 3.00 kg.
- Polietileno : 5.00 kg.

b) Para grietas y/o juntas mayores de 10 mm., a la mezcla anterior, deberá agregársele 10.00 kg. de arena fina y libre de impurezas.

Para la aplicación de la mezcla utilizada en el calafateo y sellado de juntas y/o grietas, se deberán emplear inyector a presión, efectuando el trabajo hacia arriba, para evitar que queden vacíos atrapados y eliminando el excedente para evitar irregularidades en la superficie.

2) Mortero Asfáltico:

Se aplicará un sello mediante mortero asfáltico en donde lo indique el proyecto y/o la Supervisión del Organismo, los requisitos que deben cumplir los materiales son los siguientes:

2.1) Agregado Pétreo:

El material pétreo empleado en la fabricación de mortero asfáltico, deberá ser una arena bien graduada (Criterio -- SUCS) y cementante fino no plástico, que cumpla con los siguientes requisitos:

- Granulometría

Abertura de malla (mm)	% que pasa
9.60	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 70 % mínimo
- Desgaste determinado de acuerdo con el método de prueba de abrasión en húmedo 10% máximo
- Afinidad con el asfalto, desprendimiento por fricción 25% - máximo.

2.2) Material Asfáltico:

El producto asfáltico para la elaboración del mortero, será una emulsión de rompimiento controlado rápido y con -- una penetración del residuo de la destilación del 80 al 100 %.

2.1) Mezcla de Mortero:

La dosificación de la emulsión asfáltica, agregados pétreos, agua y fíller, cemento o cal, estará dada por el contratista. Pero quedará comprendida entre los rangos siguientes:

En caso de ser necesario, se adicionará con un aditivo retardante o acelerante según se requiera. La mezcla asfáltica deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Pérdida por abrasión en ensayo por vía húmeda (Prueba W.T.A.T.) 0.08 gr/cm².
- Arena adherida en el ensayo LWT: 0.08 gr/cm².
- Ligante Residual 7.5 - 13.5% sobre el pétreo
- Agua total 10-20% sobre el pétreo

III.2.3) Producción y Aplicación del Mortero Asfáltico.

Antes de aplicar el mortero asfáltico sobre la superficie de rodamiento, ésta deberá estar exenta de materiales extraños o polvos.

Previo limpieza de las grietas, mediante sopleteado y retiro de materia orgánica de las mismas, se procederá al calafateo mediante un mortero asfáltico con tamaño máximo de partícula 1.0 mm., y emulsión de rompimiento rápido; para grietas con abertura menor a 1.50 mm., éstas se sellarán con emulsión.

La fabricación y puesta en obra de los morteros han ido evolucionando a lo largo del tiempo, en un principio se utilizaron revolvedoras de concreto hidráulico y extensión manual,

actualmente se disponen de máquinas autopropulsadas que realizan las operaciones de fabricación y extendido, las máquinas constan básicamente de una tolva de agregados y dos depósitos, uno para el agua y el otro para la emulsión, más uno para el aditivo; un sistema de extracción del agregado conduce a éste a un conjunto mezclador, donde se le añade por orden el agua de preenvuelta, aditivos y la emulsión. La salida del producto se efectúa por un vertedor que descarga sobre una rastra extendedora, articulada, que le permite adaptarse a la forma del pavimento. (Fig. -- III.1)

El tendido del mortero asfáltico se hizo mediante -- equipo tipo Young y con un espesor de 6 mm., compactos; en el momento que, por las propias irregularidades del pavimento, no sea posible mantener un espesor constante de 6.00 mm., o más, se debe considerar una sobre colocación.

Generalmente, los morteros asfálticos no se compactan, pues el porcentaje de agregado desprendido por el tráfico es mínimo. Solamente en el caso de las aeropistas es necesario recurrir a la compactación, de tal manera que la mezcla asfáltica no sufra desplazamientos, se deberá compactar con 4 a 8 pasadas de un compactador neumático autopropulsado, con peso de 4 a 6 toneladas. La capa de mortero debe estar en condiciones de operación en un máximo de dos horas, de tal manera que los neumáticos de la aeronave no se impregnen con material asfáltico o partículas de arena.

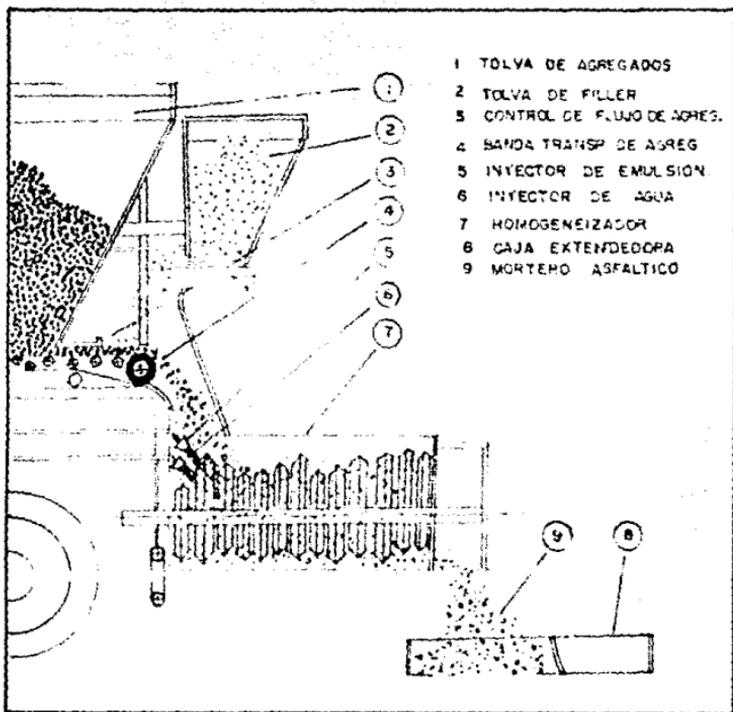


FIG. III.1

DISEÑO DEL MORTERO ASFÁLTICO UTILIZADO EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

Para el diseño del mortero asfáltico que se utilizó en el Aeropuerto Internacional de la ciudad de México, se pensó en diversos materiales, concluyéndose que los componentes quedarán de la siguiente manera:

1) Agregado Pétreo.

El material pétreo empleado en la aplicación de mortero asfáltico fue seleccionado en relación a su procedencia, -- granulometría, limpieza, desgaste y dureza.

El agregado a emplear es el tezontle triturado que -- debido a su ligereza (densidad = 0.940) y su afinidad con el asfalto es ideal para los fines del aeropuerto de la Ciudad de México; para completar la curva granulométrica se empleó una arena andesítica de gran limpieza que contiene una gran cantidad de -- finos que nos reeditará en una textura cerrada y regular. La -- arena andesítica se extrajo del banco "El Milagro" ubicada en -- Los Reyes, La Paz, Estado de México, y el tezontle triturado del banco de Jovaga en San Lorenzo Tezonco, Iztapalapa. El porcentaje empleado fue del 60% de tezontle y 40% de arena andesítica del total del agregado pétreo.

2) Emulsión Asfáltica

El producto usado para el diseño de la mezcla es una emulsión catiónica estable de rompimiento rápido.

Las características que presentó la emulsión son las siguientes:

- Viscosidad Saybolt - Furo1 a 25°C	10 mínimo
- Carga de partícula	positiva
- PH	2 - 6
- Contenido de agua (%)	38 - 42
- Retenido en malla # 20 (%)	0.1 máximo

El ligante asfáltico utilizado para fabricar la emulsi3n es tipo cemento # 6.

Para controlar el rompimiento de la emulsi3n se utilizar3 un aditivo retardante con un PH de 3 - 6.

3) Finos de Aportaci3n.

Para este dise1o se ha considerado la aportaci3n del cemento Portland con el fin de aumentar la cohesi3n de la mezcla.

4) Agua de Aportaci3n.

El agua no debe presentar condiciones especiales de dureza.

5) Dise1o de la Mezcla.

Los ensayos realizados con la mezcla de materiales - descritos nos indica las cantidades de sus componentes en funci3n de las condiciones de p3rdida por abrasi3n, cohesi3n y tiempo de fluidez.

- Dise1o para el mortero asfáltico.

	1 sobre agregado seco
- Emulsi3n	14.00 - 18.00
- Agua de Aportaci3n	13.00 - 20.00
- Aditivos	1.00 - 2.50
- Finos de Aportaci3n	0.20 - 1.30

- Proporcionamiento para 1.00 m³ de Mortero Asfáltico

Agregados	0.927 m ³ /m ³
Cemento Portland	28.000 kg/m ³
Emulsión Asfáltica	240.000 lt/m ³
Aditivo	25.000 lt/m ³
Agua	0.280 m ³ /m ³

Desperdicio de fabricación	10 %
Espesor de proyecto	0.006 m
Sobrecolocación	40 %

III.3) CONTROL DE CALIDAD

Básicamente son de dos tipos:

- Control de Laboratorio
- Control de Producción

Los primeros se hacen para obtener un diseño o dosificación de materiales en la fabricación del Mortero Asfáltico; en los segundos se verifica que se cumplan todas las especificaciones pedidas por el contrato o por el laboratorio.

III.3.1) Control de Laboratorio.

Trata todo lo referente a los métodos de muestreo y pruebas a que deben someterse los diversos materiales que se utilizan en la fabricación del Mortero. Se divide de la siguiente manera:

- Ensayes sobre materias primas
- Ensayes sobre producto terminado

III.3.2) Ensayes Sobre Materias Primas.

Se analizan los dos componentes básicos del mortero asfáltico, para verificar su compatibilidad por lo que los estudiaremos como:

- Ensayes para agregados pétreos
- Ensayes para emulsión.

III.3.2.1) ENSAYES PARA AGREGADOS PETREOS

a) Determinación de la composición granulométrica:

OBJETIVO

Mediante este ensaye se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una cantidad representativa de muestra seca de agregado pétreo, se hace pasar a través de una serie de tamices o cribas, puestas sucesivamente de mayor a menor abertura y se procede a pesar las porciones que retiene cada una de ellas, expresando dichos retenidos como porcentaje de peso de la muestra total.

b) Determinación del equivalente de arena:

OBJETIVO

Esta prueba tiene por objeto determinar en la fracción de suelo que pasa la malla # 4 (4.75 mm) la porción volumétrica de partículas, mayor que las arcillas, con respecto al volumen de las partículas finas de tamaño similar a las mismas, - por lo que representa un procedimiento que amplifica el volumen de los materiales finos en forma proporcional; resumiendo, se - puede decir que el método cuantifica el volumen total de material no plástico deseable en la muestra, denominando su proporción volumétrica como equivalente de arena.

- c) Reacción del agregado pétreo ante el ácido clorhídrico -
(HCL)

OBJETIVO

Determinar en los agregados pétreos, el contenido de básicos y expresarlos en porcentajes.

- d) Determinar la humedad o contenido de agua de los suelos

OBJETIVO

Para los fines de esta prueba el contenido de agua es el peso que pierde la muestra al someterse a un proceso de secado, expresado en porcentaje entre el peso del agua que tiene el suelo y el peso de sus partículas sólidas.

- e) Determinación de la densidad de los suelos

OBJETIVO

Determinar la masa de un cuerpo contenido en un volumen, incluyendo sus vacíos.

- f) Determinación de los límites de plasticidad y contracción lineal.

OBJETIVO

En estas pruebas se tiene por objeto conocer las características de plasticidad de la porción de suelo que pasa la malla # 4 (0.425 mm), cuyos resultados se utilizan principalmente para identificación y clasificación del suelo.

III.3.2.2) ENSAYES PARA EMULSION

s) Destilación.

OBJETIVO

El objetivo de este ensaye es el conocimiento cuantitativo del asfalto, agua y fluidificantes que contiene la emulsión.

b) Viscosidad Saybolt-Furol.

OBJETIVO

Esta prueba tiene por objeto conocer el índice de viscosidad de la emulsión según normas dadas por Saybolt.

c) Sedimentación.

OBJETIVO

A través de este ensaye se determinan los cambios en la concentración del ligante, que tiene lugar a diferentes alturas del tanque en que se encuentra almacenada la emulsión.

Los valores de sedimentación son de acuerdo a la Ley de Stokes, directamente proporcionales al tamaño de la micela y a la diferencia de la densidad entre la fase continua y discontinua e inversamente proporcional a la viscosidad de la fase continua.

d) Tamizado (Retenido en malla # 20)

OBJETIVO

Mediante este ensaye se determina la cantidad de asfalto mal emulsificado y que se encuentra contenido en la mues-

-tra, y cuyo origen puede radicar, tanto en la mala fabricación de la emulsión como en la escasa estabilidad de ésta.

e) Envuelta de agregados pétreos.

OBJETIVO

Los resultados se expresan, indicando si se ha producido una rotura de la emulsión y el porcentaje de pétreo que ha quedado envuelto. También, determina la estabilidad química de la emulsión a través de la evaluación de la capacidad que tiene para formar una capa uniforme de ligante alrededor, bien unos agregados considerados como tipo, o bien, unos agregados pétreos a emplear en una obra en común.

III.3.2.3) ENSAYES SOBRE PRODUCTO TERMINADO

En los morteros asfálticos, debido al escaso espesor de la capa (6 mm), la resistencia a la abrasión es una de las características esenciales, ya que la fórmula fundamental de resistir a la acción del tráfico, consiste en evitar que éste, pueda degradar lentamente al mortero, eliminando partículas minerales de la misma. Por ello, la mayor parte de los procedimientos de laboratorio para la dosificación de morteros asfálticos, han consistido en la puesta a punto de métodos de abrasión por vía húmeda. Dentro de los ensayos mecánicos propuestos por la International Slurry Seal Association (ISSA) para determinar el óptimo de emulsión, tenemos ensayos W.T.A.T. y L.W.T.

a) WHEEL TRACK ABRASION TESTING (W.T.A.T.)

OBJETIVO

Determinar la resistencia a la abrasión.

Método Práctico:

Consiste en someter a unas muestras circulares de mortero, de 27 cm. de diámetro y 5 mm. de espesor, curados previamente a 60°C, sumergidos en agua hasta obtener un peso constante, posteriormente se somete a la acción abrasiva de una goma que actúa sobre ella, mediante un movimiento de giro sobre dos ejes paralelos. El ensaye dura 5 minutos y la muestra se encuentra sumergida en un baño de agua a 25°C; la pérdida de peso define su resistencia a la abrasión.

b) LOADED WHEEL TESTER (L.W.T.)

OBJETIVO

Medir la pérdida de asfalto.

Método Operativo:

Consiste en una rueda de caucho blando de una pulgada de ancho y 3 pulgadas de diámetro que bajo cargas, que pueden ser variables, y a razón de 44 ciclos/min., circula sobre una probeta de lechada de 5 cm., de ancho y 35 cm., de longitud.

Esta máquina permite medir el asfalto excedido, después de someter las muestras de mortero a un proceso de compactación de 1000 ciclos, pesando la arena absorbida por el asfalto excedente en la superficie.

c) CONOS DE CONSISTENCIA

OBJETIVO

Se busca encontrar el óptimo porcentaje de agua contenida en el Mortero Asfáltico, que permita un drenaje rápido del agua en el proceso de separación de las fases.

III.3.3) CONTROL DE PRODUCCION. (OBRA)

En este caso, como el anterior, las pruebas de control de calidad son importantes aunque aquí el objetivo es otro, se hacen pruebas en el laboratorio para obtener un diseño, basado en las características del agregado pétreo y emulsión asfáltica, en las pruebas de campo se checará que las condiciones de diseño no cambien y se encuentren dentro de las especificaciones, y en el momento en que surga alguna variación no aceptable, detectarla y corregirla.

III.3.3.1) Ensayes Sobre Emulsiones.

- a) DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ASFALTOS MAS EMULSIFICANTES EN EMULSIONES.

OBJETIVO

Mediante este ensaye, se determina el porcentaje de asfalto que contiene una emulsión, evaporando el agua y pesando el residuo.

- b) DETERMINACION DEL RETENIDO EN LA MALLA # 20

OBJETIVO

Mediante este ensaye, se determina la cantidad de producto asfáltico mal emulsionado. Los grumos, así como la película que se forma en la parte superior de la emulsión, puede ser debido a la rotura de la misma o mala fabricación.

III.3.3.2) Ensayes Sobre Agregados Pétreos.

a) DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA

OBJETIVO

Mediante este método se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una cantidad de muestra seca - del agregado pétreo, por separación, a través de una serie de - tamices o cribas, dispuestas sucesivamente, de mayor a menor -- abertura de malla.

b) EQUIVALENTE DE ARENA

OBJETIVO

Esta norma comprende un método rápido para determinar un índice representativo de la proporción y características de los finos, tales como arcilla, polvo, etc., que contiene un suelo granular o un agregado fino.

III.3.3.3) Ensayes Sobre Mortero Asfáltico.

a) CONO DE CONSISTENCIA

OBJETIVO

Determina la consistencia (diseño de mezcla para un mortero asfáltico), define las óptimas cantidades de diseño de agregados, finos, agua y emulsión en relación a su manejabilidad para puesta en obra.

b) DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ASFALTO EN CARPETAS Y MEZCLAS CONSTRUIDAS (Pruebas Rotarex)

OBJETIVO

Verifica tanto el contenido de asfalto presente en la mezcla, como el agregado pétreo necesario para la comprobación de su granulometría.

c) MEDIDA DE LA TEXTURA SUPERFICIAL POR MEDIO DEL CIRCULO DE ARENA.

OBJETIVO

Determinación de la textura superficial o rugosidad, mediante el cálculo de una profundidad media de los huecos rellenos por la arena que se distribuye en la rasante, en forma de círculo, con un volumen de arena conocido; ya que el área cubierta por la arena es una medida indirecta de su rugosidad.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

IV.1) CONCLUSIONES

El objetivo principal de este estudio, no es demostrar que los tratamientos en frío son superiores a los tratamientos en caliente, ya que cada uno tiene sus ventajas y desventajas.

La utilización de tratamientos en frío donde se cuenta con una planta de concreto asfáltico, cercana al lugar, resulta costosa, además de inadecuada; mas sin embargo, en una situación donde el volumen de trabajo no justifique la movilización de una planta de asfalto, se cuenta con las técnicas en frío que son más versátiles y no requieren la utilización de grandes equipos.

Los morteros asfálticos tienen la capacidad única de depositar más capas asfálticas durables en carpetas de textura irregular, llenando grietas, oquedades y sellando herméticamente el pavimento, protegiéndolo contra el intemperismo, proporcionándole una textura y color adecuado con una sola aplicación.

De las consideraciones anteriores, se pueden destacar como los objetivos más importantes del mortero asfáltico los siguientes:

- Impermeabilizar superficies de rodadura abierta, agrietadas o pobres en asfalto.

- Conseguir una textura superficial regular, áspera y segura para evitar el deslizamiento de los vehículos en ciertos tipos de vías.

- Conseguir efectos estéticos con capas asfálticas de muy poco espesor que proporcionen un recubrimiento uniforme en carreteras en mal estado.

Inicialmente, los morteros asfálticos se comenzaron a desarrollar como un simple tratamiento de sellado de impermeabilización y por ello, el tamaño máximo del material pétreo utilizado, era muy pequeño del orden de 1 mm.

En la actualidad existe una tendencia a emplear cada vez tamaños mayores de materiales pétreos hasta 9 y 5 mm., mejorando con ello la textura superficial y constituyendo capas de auténticos tratamientos superficiales.

Finalmente, podemos concluir las siguientes ventajas de la aplicación del mortero asfáltico, como sellador de pavimentos de uso aeronáutico.

Colocación fácil y rápida de nuevas capas de recubrimientos, elaborados con morteros asfálticos, selladores altamente efectivos en vías de comunicación, con volúmenes de tráfico importantes o vialidades conflictivas. Debido a las características del mortero asfáltico, podemos contar con una rápida disponibilidad de superficie de rodamientos, ya que se puede circular normalmente unas horas después de su aplicación.

Su colocación rápida y de bajo costo, se debe a su durabilidad y alta efectividad.

Cuando los morteros asfálticos son colocados sobre pavimentos nuevos, resultan útiles para prevenir las superficies de falla o deterioros prematuros, causados por el intemperismo. La oxidación del asfalto, la pérdida de aceites, el desgranamiento y el endurecimiento de la mezcla son menores con la aplicación de mortero asfáltico, proporcionando una gran durabilidad y textura rugosa en la capa existente.

En el caso de existir fallas en pavimentos viejos, como grietas superficiales, pérdida de partículas minerales, in-

-cremento de permeabilidad al agua y aire, pueden ser corregidas mediante la aplicación de un mortero asfáltico apropiado. La impermeabilidad se obtiene fácilmente, previniendo así, un mayor deterioro.

Mediante una simple aplicación de mortero asfáltico, se logra una superficie resistente a todo clima y patinamiento con un índice de servicio mejorado. Los pavimentos existentes reciben una nueva superficie de desgaste antideslizante y anti-reflejante de color negro y de textura uniforme, mejorando su apariencia y seguridad.

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

- "Emulsiones Asfálticas"
Gustavo Rivera 1976.
- "Emulsiones Asfálticas II"
Gustavo Rivera 1988
- "Pavimentos Bituminosos en Frío"
Ing. Juan Antonio Fernández Del Campo
Editores Técnicos Asociados, S.A.
Barcelona, España. 1983
- "Bituminous Construction Handbook"
Barber Greene Company
Aurora Illinois, U.S.A. 1979
- "Asphalt in Pavement Maintenance"
The Asphalt Institute.
U.S.A. 1988.
- "Les Emulsions de Bitume et Leurs"
Techniques D'Application. Syndicat des -
fabricants d'emulsions.
Routiers de Bitume. Paris, Francis. 1980