



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**Usos de Asfalto en
la Construcción**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Gabriel González Biviano

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Dedicatoria y agradecimiento:

A la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Ingeniería por abrir sus puertas y obtener el conocimiento que me permitirá ser profesionalista al servicio de la sociedad.

Al Ingeniero Ernesto René Mendoza Sánchez por aceptar dirigir esta tesis y disposición para cualquier duda y su insistencia de que la concluya.

Al Ingeniero Fortino de Jesús Santos Neri por su disposición en proponer a mi alcance las instalaciones y su conocimiento que ayudó a culminar este trabajo.

A mis padres, que, aunque no los recuerdo sé que donde estén estarán orgullosos de mis logros.

A mis hermanos y todas aquellas personas que no se nombran aquí, por sus palabras de aliento y porque directa e indirectamente son parte de este esfuerzo.

Al Ser Supremo que no puedo ver ni tocar pero que siento su energía cuando yo la necesito.

USOS DE ASFALTO EN LA CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN	2
I EL ASFALTO: ORIGEN Y PROCESO DE REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	3
I.1 Definición, origen y composición del asfalto.....	3
I.2 Refinación y destilación del petróleo.....	5
II USO DEL ASFALTO EN EDIFICACIONES	7
II.1 El asfalto como material para impermeabilizar	7
II.2 Asfalto combinado con hule de neumáticos usados en polvo	33
III. USO DEL ASFALTO EN PAVIMENTACIÓN.....	34
III.1 Estabilización de suelos con asfalto.....	34
III.2 Cementos asfálticos	37
III.3 Emulsiones asfálticas	41
III.4 Riegos de impregnación y de liga.....	49
III.5 Carpetas asfálticas	49
III.6 Asfalto espumado.	56
IV. OTROS USOS DEL ASFALTO	59
IV.1 Uso del asfalto en canales	59
IV.2 Uso del asfalto en cortinas para presas de almacenamiento de agua	66
V CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	70

INTRODUCCIÓN

El asfalto, es sin duda uno de los materiales más usados en la industria de la construcción, su importancia se debe a que ya se usaba desde la antigüedad en Egipto y Mesopotamia. A través de la historia, el hombre se ha adaptado a todas las condiciones de clima, y se pudo establecer en casi cualquier lugar de la Tierra, desde climas tropicales, hasta las regiones frías o desérticas. Debido a esto, también tuvo que encontrar la forma de superar las inclemencias del tiempo. En esa búsqueda, encontró la manera de vestirse, dominar el fuego, encontrar refugio en árboles y cavernas, más adelante construyó estructuras simples con materiales de la naturaleza de los que disponía. Así como el hombre ha evolucionado, también ha sido a la par con su vivienda. Debido a la formación de asentamientos humanos aparecen las grandes ciudades en el mundo teniendo la necesidad de construir desde pequeñas a grandes estructuras de todo tipo, así como inventar diferentes materiales para edificarlas.

Hoy en día existen muchos materiales usados en la construcción, así como métodos para la edificación de estructuras. El propósito de esta tesis, es mostrar el uso de este material como lo es el asfalto en vivienda, carreteras, canales y presas. A raíz de la industrialización y refinación del petróleo crudo en grandes refinerías, se obtiene una variedad de productos, siendo uno de ellos el asfalto considerado como el residuo final.

La mayor aplicación del asfalto, considerado como un material impermeable se encuentra en impermeabilización de edificaciones como la vivienda, pavimentación de carreteras, en la construcción de cortinas para presas de almacenamiento de agua en algunos países, construcción e impermeabilización de canales para conducir agua para riego y una serie de productos adicionales de interés para la industria de la construcción, todos enfocados a proteger las estructuras de la humedad y filtración provocada por el agua de lluvia o nivel freático como principales factores que las dañan y deterioran.

I EL ASFALTO: ORIGEN Y PROCESO DE REFINACIÓN DEL PETRÓLEO

I.1 Definición, origen y composición del asfalto

Definición

El diccionario de la real academia de la lengua española, define al asfalto como una sustancia de color negro que procede de la destilación del petróleo crudo.

Señala además, que se encuentra en grandes depósitos naturales, como el lago Asphaltites o el mar Muerto y que se utiliza para pavimentar carreteras y como revestimiento impermeable de muros y tejados.

Las normas de la American Society for Testing and Materials, ASTM, definen a los asfaltos como: materiales aglomerantes sólidos o semisólidos de color que varía de negro a pardo oscuro y que se licúan gradualmente al calentarse, cuyos constituyentes principales son betunes que se dan en la naturaleza en forma sólida o semisólida.

El asfalto es un material aglomerante, resistente, muy adhesivo, altamente impermeable y duradero. Al asfalto, también se le conoce como betún, chapopote y como cemento asfáltico.

Origen del asfalto

El asfalto se encuentra de forma natural en depósitos, estos suelen formarse en pozos o lagos a partir de residuos de petróleo crudo que brota hacia la superficie a través de fisuras en la tierra.

Entre ellos destacan el lago Asphaltites o mar Muerto, en Palestina; los pozos de alquitrán de La Brea, en Los Ángeles, en los cuales se han encontrado fósiles de flora y fauna de la prehistoria; el lago de la Brea en la isla de Trinidad y el lago de Maracaibo en Venezuela, también se



Figura 1.1.- Lago natural de asfalto

aprovechan los depósitos de rocas asfálticas o rocas impregnadas de asfalto. Otro tipo de asfalto de importancia comercial es la gilsonita, que se encuentra en la cuenca del río Uinta, al suroeste de Estados Unidos, y se utiliza en la fabricación de pinturas y lacas. También se encuentran en lagunas de cuencas petroleras, tal es el caso del lago de asfalto de Guanoco o lago Bermúdez en Venezuela.

Composición

El asfalto, está constituido básicamente por cadenas de moléculas compuestas fundamentalmente por carbono, hidrógeno, azufre, oxígeno, nitrógeno y complejos de vanadio níquel, hierro, calcio y magnesio.

La composición específica de un asfalto en particular dependerá de la procedencia del petróleo crudo del cual procede.

En el análisis químico del asfalto, es posible distinguir dos grandes grupos que lo constituyen: los asfaltenos y los maltenos.

A su vez, dentro del grupo de los maltenos, podemos distinguir tres grupos estructurales con propiedades definidas que son los saturados, los aromáticos y las resinas.

La Figura 1.2, muestra los constituyentes del asfalto; a su vez, la Tabla 1.1, presenta de manera simplificada su composición química.



Figura 1.2.- Componentes del asfalto

Tabla 1.1.- Composición química del asfalto

ELEMENTO	PORCENTAJE
Carbón	70-85
Hidrógeno	7-12
Azufre	1-7
Oxígeno	0-5
Nitrógeno	0-1

I.2 Refinación y destilación del petróleo

La refinación del petróleo es un proceso que incluye el fraccionamiento y transformaciones químicas del petróleo crudo para producir diferentes derivados.

Uno de estos productos finales es el asfalto que en alguna de sus aplicaciones es en pavimentos asfálticos e impermeabilización de diferentes superficies. La Figura 1.3, muestra el esquema de destilación.

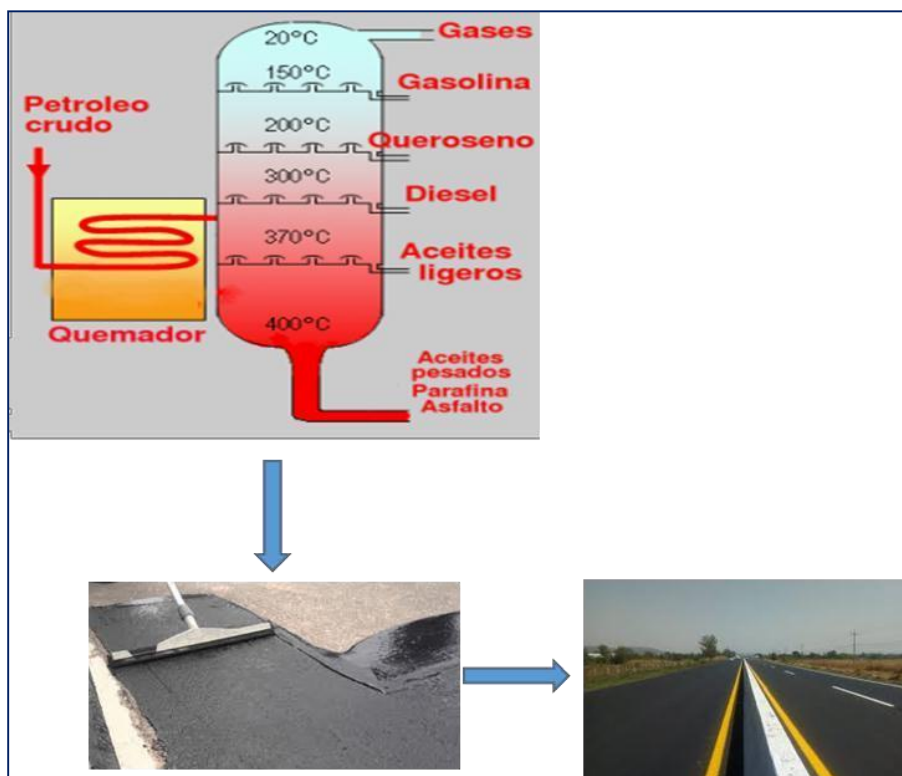


Figura 1.3.- Esquema de destilación del petróleo

El petróleo crudo está compuesto por distintos productos, incluyendo el asfalto.

La refinación permite separar estos productos y recuperar el asfalto.

Durante el proceso de refinación, el petróleo crudo es conducido a un calentador tubular donde se eleva rápidamente su temperatura para la destilación inicial.

Luego entra a una torre de destilación donde se vaporizan los componentes o fracciones más livianas (más volátiles), y se separa para su posterior refinamiento en nafta, gasolina, kerosene, y otros productos derivados del petróleo.

El residuo de este proceso de destilación es la fracción pesada del petróleo crudo, comúnmente llamado crudo reducido, puede ser usado como fuel oíl residual, o procesado en distintos productos, entre ellos el asfalto.

Para separar la fracción asfalto del crudo reducido se puede utilizar un proceso de extracción mediante solventes, luego se refina la mayor parte de esta fracción para obtener el cemento asfáltico.

Según el proceso de refinación usado se obtiene cementos asfálticos de muy alta o de baja consistencia, estos productos se mezclan después, en cantidades adecuadas para obtener cementos asfálticos de consistencia deseada.

Los asfaltos soplados se producen insuflando aire a altas temperaturas al asfalto de consistencia adecuada.

II USO DEL ASFALTO EN EDIFICACIONES

II.1 El asfalto como material para impermeabilizar

Debido a sus propiedades físico-químicas, una de las aplicaciones que más se llevan a cabo en la construcción es la impermeabilización con asfalto, en sus diferentes presentaciones.

II.1.1 Impermeabilización en vivienda

a) Cimientos

En una vivienda los cimientos representan la parte estructural más importante, es por esta razón que durante el diseño y construcción se busca que satisfaga con los requisitos adecuados y necesarios para dar soporte y estabilidad al conjunto estructural de una casa o edificio.

Algunos factores que afectan la integridad en una cimentación son: terreno inestable, tipo de suelo, existencia de sales minerales y la humedad causada por el nivel freático.



Figura 2.1.- Impermeabilización de la cimentación y muros de una vivienda.

Por otro lado, el fenómeno de capilaridad es un factor que se debe controlar en su totalidad para evitar que el agua o la humedad asciendan a través de los cimientos y/o muros.

La impermeabilización de cimientos se debe realizar durante la construcción de estos, en este caso se habla de un elemento estructural que al terminarse de construir quedará cubierto con material de relleno por lo que cualquier reparación o impermeabilización posterior técnicamente será costoso o casi imposible.

Cabe señalar que, si la cimentación es de concreto, a la mezcla se le debe agregar impermeabilizantes integrales para reducir la porosidad del mismo y con mayor razón si la cimentación quedará bajo el nivel freático.

Debido a que las cimentaciones se localizan debajo del nivel de terreno, están en contacto con la humedad y agua freática en algunos casos por lo que se recomienda impermeabilizarlas con un sistema asfáltico base solvente.

Los productos utilizados para impermeabilización de cimentaciones deben cumplir con la norma ASTM D-4479-93 para recubrimientos impermeables asfálticos libre de asbesto, tipo II.

Los productos existentes en el mercado, son muy versátiles, se pueden usar como impermeabilizante para techos, cimentaciones, charolas de baño, cuartos de lavado, jardineras, canalones para desagüe de techumbres, fuentes, espejos de agua, taludes o muros de contención, macetones, etc.

Asimismo, como protección anticorrosiva para tuberías enterradas o ductos de aire acondicionado; también puede recomendarse para aplicación bajo recubrimientos pétreos en pisos o entre-pisos, como adhesivo, recubrimiento, sellador y barrera de vapor para aislamientos térmicos a base de fibra de vidrio, corcho, lana mineral y similar.

b) Impermeabilización de azoteas o techos.

En segundo lugar, se tienen las azoteas o techos de una vivienda ya que se encuentran directamente en contacto con la atmósfera y por lo tanto con la lluvia.

Las losas son el elemento estructural que más problemas de permeabilidad presentan las viviendas, es bien sabido por los expertos en construcción que el concreto es un elemento totalmente impermeable, siempre y cuando tenga las atenciones debidas en cuanto a su colocación, vibrado y curado.



Figura 2.2.- Azotea con agua encharcada

Lamentablemente este tipo de elementos no se encuentran a cargo de personal capacitado para su construcción por lo que es muy frecuente la aparición de grietas y fisuras, así como la falta de pendiente para desalojar el agua pluvial.

Existen varios sistemas que utilizan materiales asfálticos para impermeabilización de losas, cada uno de ellos con diferente durabilidad y precio, entre los cuales podemos destacar:

- Productos asfálticos de aplicación simple;
- Sistemas a base de capas alternadas de membrana y producto asfáltico;
- Sistemas prefabricados.

Se presenta a continuación un ejemplo de cada uno de ellos.

Productos asfálticos de aplicación simple

Estos productos, se aplican con brocha, espátula o cepillo, directamente sobre la superficie por impermeabilizar. Son económicos pero su durabilidad es baja, no resisten el tránsito de personas o colocación y arrastre de objetos sobre ellos.

Se presenta la información de la ficha técnica de alguno de estos productos a saber.



MICROSEAL 2F

Impermeabilizante fibratado base agua.

Cumple con la Norma ASTM D1227-95(2007) Standard Specification for Emulsified Asphalt Used as a Protective Coating for Roofing, (Type II, clase2)

Descripción:

Es un compuesto asfáltico base agua debido a que es una emulsión, reforzado con alto contenido de fibras naturales libres de asbesto y contiene cargas minerales.

Es un producto que brinda altas propiedades de impermeabilidad,

adherencia, resistencia y duración.

Usos:

Para impermeabilizar superficies horizontales y verticales de concreto, lámina, mampostería, tabique, entre otras; en coronas de cimentación, como adhesivo para placas termo-aislantes en cuartos de refrigeración, cubiertas y similares, combinado con arena sílice se usa como re-nivelador y mortero asfáltico para la reparación de pequeños huecos en losas de concreto, como recubrimiento protector y anticorrosivo para superficies metálicas.

Aplicación:

Tratar y limpiar la superficie, imprimir el área con algún primer si es el caso, aplicar una capa del producto con la herramienta sugerida de forma uniforme, dejar secar un día como mínimo la superficie para darle uso. Si es el caso, proteger el sistema Impermeable contra los efectos de los rayos solares y el intemperismo, aplicando sobre el sistema simple un protector de acabado final.

Rendimiento:

Tiene un rendimiento aproximado de un litro por metro cuadrado de superficie.

Presentación comercial:

Cubeta de diecinueve litros y tambo de doscientos litros.



IMPERTOP S

Impermeabilizante asfáltico base solvente.

Excelente adherencia a superficies de muy diversa textura como losas de concreto.

Muy eficiente para resistir los efectos del intemperismo.

Conserva su elasticidad.

Viene listo para usarse.

No contiene asbesto.

Es una pasta de asfaltos refinados y seleccionados, con alto contenido de fibras y resinas sintéticas, así como rellenos minerales dispersos en un solvente de rápida evaporación.

Usos:

Es ideal para impermeabilizar elementos en constante contacto con agua o bajo tierra, protege a los elementos de lámina contra la corrosión de ácidos y álcalis.

Aplicación:

Limpiar la superficie hasta dejarla libre de polvo y materiales sueltos o mal adheridos, la superficie deberá estar previamente imprimada con un producto primario, aplicar sin diluir la primera capa por medio de un cepillo de raíz, jalador de hule o espátula y dejar secar la superficie, después de seis días, se puede proteger el sistema impermeable de los rayos solares aplicando algún protector reflejante.

Rendimiento:

Aproximado de un litro por metro cuadrado de superficie.

Presentación:

Un galón, cubeta de diecinueve litros y tambo de doscientos litros.



IMPERCOAT S-40 FIBRA

Impermeabilizante asfáltico concentrado fibrilado base agua de máximo desempeño.

Usos:

Se emplea como impermeabilizante en frío para losas de concreto, así como revestimiento de protección en cimentaciones, muros de contención, estructuras, dalas, taludes, entre otros, fácil de aplicar, debido a su contenido de fibras no requiere malla de refuerzo, se aplica sin diluir. Siendo de base agua, es decir una emulsión se puede aplicar en superficies secas y ligeramente húmedas.

Aplicación:

Se puede aplicar con brocha, cepillo de pelo suave, rodillo u espátula.

Tratar y limpiar perfectamente la superficie, imprimir el área a tratar con algún primer, aplicar una capa del producto tal como viene sobre toda el área con la herramienta sugerida, dejar secar por lo menos veinticuatro horas para aplicar algún producto de protección y acabado final si es posible.

Para usar la superficie se recomienda dejarla secar un día como mínimo, este sistema simple no soporta el tráfico constante de personas, así como el arrastre de objetos de peso ligero.

Rendimiento:

Aproximadamente un litro por metro cuadrado de superficie en cada capa.

Presentación:

Un galón y tambor de doscientos litros.

Sistema impermeabilizante a base de capas alternadas de membrana y producto asfáltico



Figura 2.3- Sistema de impermeabilizante de capas alternadas

Este sistema se forma de por lo menos tres componentes a saber: primario, impermeabilizante asfáltico, membrana de refuerzo, arena o pintura asfáltica reflejante.

Debido a los diferentes productos que lo conforman, este sistema es de duración media y soportan tráfico de personas, así como el arrastre de objetos de peso ligero.

Para aplicar este sistema se debe eliminar el polvo y partículas sueltas de la superficie.

Se aplica un primario líquido, en seguida se aplica el producto de asfalto que puede ser en caliente, base solvente o base agua seguido de una membrana de refuerzo, posteriormente otra capa de asfalto y finalmente un riego de arena o una pintura asfáltica reflejante como protección contra los rayos solares.

A continuación, se muestra la información de la ficha técnica de alguno de estos productos tales como: primarios, asfaltos base agua o base solvente, membrana de refuerzo y pintura asfáltica de protección.



FESTER MICROPRIMER

*Imprimador para sistemas impermeables base agua
Cumple con la norma ASTM-D-97 para emulsiones asfálticas
Tipo SS-I*

Usos:

Como primario para sistemas impermeables sobre superficies de concreto.

Aplicación:

Limpiar perfectamente polvo, grasas y partículas sueltas de la superficie a impermeabilizar, diluir una parte en volumen de fester micro primer en cuatro volúmenes de agua limpia e incorpore perfectamente, se aplica utilizando brocha de pelo suave, cepillo, rodillo de felpa o equipo de aspersión, dejar secar seis horas en condiciones soleadas, en días nublados dejar secar de un día para otro, una vez seco totalmente aplicar la primera capa impermeable.

Rendimiento:

Un litro de fester micro primer rebajado con cuatro litros de agua limpia cubren un área de veinte metros cuadrados aproximadamente a razón de cuatro metros cuadrados por litro. No se recomienda su aplicación en superficies húmedas o encharcadas.



IGOL IMPRIMANTE

Primario asfáltico base solvente.

Usos:

Como primario en impermeabilizaciones asfálticas para la aplicación de sistemas impermeables, la superficie deberá estar seca, limpia, libre de polvo y de materiales sueltos.

Para su aplicación el producto Igol Imprimante viene listo para usarse, lo cual se puede efectuar con brocha o rodillo.

Aplicación:

Se realiza con brocha o rodillo una capa de Igol Imprimante sobre toda la superficie y dejarla secar para la posterior aplicación del producto asfáltico elegido.

Rendimiento:

Cuatro a seis metros cuadrados por litro dependiendo de la rugosidad de la superficie a cubrir.



PRIMARIO BITUFLEX

Se define como imprimador para sistemas impermeables base agua.

Descripción:

Como un compuesto de asfaltos seleccionados y emulsionados de baja viscosidad de color negro.

Tiene la característica de aumentar la adherencia de las capas asfálticas, sellar las superficies porosas de losas de concreto, mampostería y otras, aún en presencia de humedad, aumenta el rendimiento de las capas de producto asfáltico.

En aplicaciones se recomienda como capa de imprimación para aumentar la adherencia de las impermeabilizaciones asfálticas de aplicación simple

o de capas alternadas con membrana de refuerzo, aun cuando la superficie se encuentre húmeda debido a que es una emulsión.

Además, se emplea como sellador de superficie contra la penetración de humedad capilar en concreto, mortero, tabique, mampostería y otras.

Aplicación:

Sobre la superficie húmeda o seca, limpiar de tierra, polvo y partículas sueltas, aplicar con cepillo, brocha o pistola de aire el primario bituflex.

El producto seca aproximadamente en una hora en condiciones normales de temperatura.

Rendimiento:

Dependiendo de la porosidad de la superficie de tres a cuatro metros cuadrados por litro.

Presentación:

Galón, cubeta de diecinueve litros y tambo de doscientos litros.

Membrana de refuerzo para sistemas de impermeabilización de capas alternadas con producto asfáltico.

Estas se encuentran en el mercado en dos tipos de material: poliéster y fibra de vidrio. Su combinación en el sistema impermeable asfáltico por capas es reforzar al asfalto evitando que aparezcan fisuras en la capa asfáltica de forma prematura.

Se presenta la información de la ficha técnica de alguno de estos productos que existen en el mercado de impermeabilizantes.



FESTERFLEX

Membrana de refuerzo para sistemas impermeables asfálticos base agua y base solvente.

Es una membrana flexible elaborada a base de fibras sintéticas inorgánicas de poliéster con resistencia multidireccional para sistemas impermeables asfálticos de capas alternadas, de base agua, y base solvente.

Usos:

Como refuerzo de puntos críticos en impermeabilizaciones asfálticas, como refuerzo para sistemas impermeables asfálticos en caliente, frío o base agua y base solvente.

Su función es brindar resistencia multidireccional para soportar los movimientos estructurales en losas de concreto, prevenir el deterioro prematuro del sistema impermeable, absorbe los movimientos de la estructura por su excelente flexibilidad.

Aplicación:

Sobre la primera capa de impermeabilizante aun fresca se colocan los lienzos de malla cuidando de que no queden arrugas y bolsas. Debe traslapar de cinco a diez centímetros a lo largo y ancho de cada lienzo.

Rendimiento:

Metro cuadrado por un metro de largo de malla.

Presentación:

Bolsa con diez metros de largo por un metro de ancho y rollo de cien metros de largo por un metro de ancho.



SIKA TELA REFORZADA

Membrana de refuerzo de alto desempeño para sistemas de impermeabilizantes asfálticos, acrílicos y de poliuretano de capas alternadas.

Sika tela reforzada es una tela sintética de poliéster en color blanco.

Usos:

Como membrana de refuerzo en sistemas de impermeabilización de asfalto, base solvente y base agua, sistemas de impermeabilización acrílica,

poliuretano y refuerzo de zonas críticas para cubrir fisuras.

Aplicación:

Sobre la capa de impermeabilizante en estado fresco, se extiende cuidadosamente y de manera uniforme evitando la formación de arrugas y burbujas de aire.

Se traslapa diez centímetros entre rollo y rollo y las uniones siempre deben estar a favor de la pendiente de la losa, en el sentido hacia donde escurre el agua.

Se deja secar el producto entre seis y ocho horas para aplicar la segunda capa de producto asfáltico.

Rendimiento:

Un rollo de sika tela reforzada cubre cien metros cuadrados incluyendo los diez centímetros de traslape.

Presentación:

Un metro de ancho por cien metros de largo aproximadamente.



MALLACONSA R

Membrana reforzada elaborada de fibras textiles sintéticas y resinas.

Descripción:

Como una malla de refuerzo color blanco, hecha a base de fibras de poliéster reforzadas transversalmente que le confieren mayor resistencia a los esfuerzos mecánicos.

El producto es resistente a la intemperie, completamente flexible, puede aplicarse en cualquier superficie plana, cóncava, convexa y domos.

Usos:

Como membrana de refuerzo para sistemas de impermeabilización en frío de capas alternadas, además de que se recomienda la colocación entre capas de los siguientes impermeabilizantes Imperaga, Bitucon, Bituflex, Vapor Flex, Proconlastic y Thermorexol aplicados en techos, cimentaciones, muros, etc. los cuales pertenecen a un sistema de impermeabilización en frío.

Aplicación:

Se coloca sobre la pasta de impermeabilizante mientras aún esté fresca, traslapando un mínimo de diez centímetros cuidando de no dejar bolsas y arrugas, es importante cepillar y presionar al momento de colocar la malla para evitar la formación de arrugas y bolsas.

Rendimiento:

Da un rendimiento neto por rollo de cien metros cuadrados considerando diez centímetros de traslape.

Presentación:

La malla se presenta en rollos de cien metros de largo por uno punto diez metros de ancho dando un total de ciento diez metros cuadrados.

Se presenta la información de la ficha técnica de algunos productos asfálticos base agua o base solvente que se pueden usar en sistemas de impermeabilización con capas alternadas de asfalto y membrana de refuerzo.



FESTER MICROLASTIC

Impermeabilizante asfáltico elastomérico base agua, reforzado con fibras especiales.

Cumple con la norma ASTM D-1227-95 Tipo II Clase 2 para impermeabilizantes asfálticos emulsionados o base agua.

Usos:

Como parte del sistema para impermeabilizar losas de concreto con pendiente propia, coronas de cimentación y muros colindantes.

Aplicación:

Se aplica en frío debido a que es base agua, es decir una emulsión.

Fester microlastic puede aplicarse con brocha de pelo corto, cepillo de ixtle duro, por medio de cuña, llana, y usando guantes industriales de hule.

En losas de concreto aplicar una capa uniforme de fester microlastic utilizando mínimo un litro por metro cuadrado, sobre el fester microlastic aún fresco asiente la membrana de refuerzo festerflex en toda la superficie a impermeabilizar cuidando de no dejar bolsas ni arrugas.

Los traslapes entre lienzos deberán ser de diez centímetros como mínimo, tanto en los laterales, así como al final de cada rollo.

Dejar secar veinticuatro horas.

Seca la aplicación anterior aplicar sobre la misma una capa uniforme de fester microlastic, a razón de un litro por metro cuadrado y dejar secar siete días.

Presentación:

Viene en presentación en el mercado en galón, cubeta con diecinueve litros y tambo de doscientos litros.

Rendimiento:

Rinde aproximadamente un metro cuadrado por litro de producto fester microlastic dependiendo del espesor de la capa por aplicar.



PASA BARRERA DE VAPOR

Impermeabilizante asfáltico base solvente. Cumple con la norma ASTM D4479-07 para impermeabilizante asfáltico libres de asbesto, tipo II.

Descripción:

Es un impermeabilizante asfáltico base solvente libre de tolueno de usos múltiples, en color negro elaborado con asfaltos refinados, con agregados minerales, fibras naturales de refuerzo libres de asbesto, con solventes de rápida evaporación proporcionando extraordinaria impermeabilidad, adherencia, resistencia, y elasticidad.

Usos:

Impermeabilización de losas de concreto, mampostería, superficies metálicas, cimentaciones, etc. Se aplica en frío con alguna de las siguientes herramientas como: brocha, llana, espátula, cepillo o jalador de goma.

Aplicación:

Después de la imprimación de la superficie aplicar una capa uniforme del producto a razón de un litro por metro cuadrado de superficie sin diluir y dejar secar de doce a veinticuatro horas, dependiendo de las condiciones climáticas para continuar con el procedimiento a seguir.

Rendimiento:

Tiene un rendimiento de un litro por metro cuadrado de superficie a cubrir.

Presentación:

Envase de un litro, galón, cubeta de diecinueve litros y tambo de doscientos litros. Se recomienda proteger el sistema con producto protector Reflecta lum para aumentar la vida útil del sistema.



EMULSIKA

Emulsión asfáltica base agua de alta calidad, con coloides minerales tixotrópicos y fibras sintéticas de refuerzo.

Descripción:

Excelente adherencia sobre losas de concreto, mampostería, metal y otros. De aplicación en frío debido a que es una emulsión de base agua.

Usos:

En sistema de impermeabilización en frío de techos, azoteas, superficies inclinadas, así como en jardineras, charolas de baño y cimentaciones utilizando sika tela como refuerzo.

Aplicación:

Una vez imprimada la superficie de concreto se aplica la primera capa del producto de un litro por metro cuadrado de superficie aproximadamente.

Se aplica con brocha, cepillo, llana, espátula, cuña o jalador de hule, se aplica sobre superficies secas y húmedas, se usa sin rebajar.

Rendimiento:

Tiene un rendimiento aproximado de un metro cuadrado de superficie a cubrir por litro de producto emulsika.

Presentación:

Cubeta de diecinueve litros y tambo con doscientos litros.

A continuación, se presenta la información de la ficha técnica de algunos productos asfálticos para impermeabilizar superficies que hay en el mercado de impermeabilizantes que sirven para proteger sistemas de impermeabilizante de capas alternadas de los agentes atmosféricos.



MEGAFLEX

Pintura asfáltica de aluminio base solvente

Descripción:

Impermeabilizante para uso en techados e impermeabilizaciones asfálticas. La pintura Asfáltica aluminizada mega flex es una pintura bituminosa compuesta por asfaltos especiales, solventes y pigmentos de aluminio de alta calidad.

Usos:

Para protección de sistemas de impermeabilizante asfáltico base solvente, base agua y como protección anticorrosiva de metales.

Aplicación:

Antes de usar, se debe agitar y remover el producto.

Se aplica con brocha o rodillo a una o dos manos dependiendo del cubrimiento del producto

Por ser de secado rápido es ideal para obras donde el tiempo de secado sea determinante, al tacto es de treinta minutos, el secado completo es de una a dos horas, dependiendo de las condiciones locales del clima en el momento de aplicación.

Rendimiento:

Su rendimiento varía entre ocho y diez metros cuadrados por litro dependiendo de la porosidad de la superficie.

Presentación:

Viene en presentación de envase de hojalata de un litro y galón.



FESTALUM

*Acabado protector de alta reflectividad.
Cumple con la Norma D-2824-94 Tipo I para recubrimientos no fibratados.*

Descripción:

Recubrimiento base solvente libre de tolueno de baja viscosidad, formulada con asfaltos seleccionados y pasta de aluminio que le proporciona alto poder reflectivo brindando protección a los sistemas impermeables asfálticos de capas alternadas con membrana de refuerzo de poliéster o fibra de vidrio.

Usos:

Como recubrimiento protector y reflectivo para Sistemas Impermeables asfálticos por capas alternadas con membrana de refuerzo, como cubierta anticorrosiva sobre superficies metálicas de lámina o tubería.

Aplicación:

Remueva perfectamente el producto en su envase antes y durante la aplicación, esto es muy importante a fin de evitar el asentamiento del pigmento de aluminio y así lograr que el acabado de la aplicación sea uniforme, la aplicación es en una sola mano, extienda una capa uniforme del producto sobre toda el área a recubrir, a razón de 1 litro por seis u ocho metros cuadrados de superficie.

Se aplica tal y como viene sin diluir usando guantes.

Resistentes a solventes sobre la superficie a tratar, se aplica con brocha, rodillo o cepillo de pelo suave.

Rendimiento:

Rinde un metro cuadrado de superficie a tratar por un litro de producto.



REFLECTA-LUM

Es un acabado protector de aluminio para sistemas impermeabilizantes asfálticos de capas alternadas con membrana de refuerzo de poliéster o fibra de vidrio, es una pintura bituminosa de aluminio, formulada a partir de asfaltos seleccionados, solventes de evaporación rápida, aditivos y pasta de aluminio.

Usos:

Recomendado como acabado protector reflectivo de impermeabilizaciones asfálticas en frío y en caliente de sistemas de capas alternadas con membrana de refuerzo, como reductor de temperatura interior en edificaciones techadas con láminas de asbesto-cemento y metálicas, como

retoque protector en calafateos de tornillería de sujeción de techumbres de lámina.

Aplicación:

La pasta de aluminio se asienta normalmente por lo que se debe mover el producto antes y durante su aplicación para lograr buenos resultados.

Aplique una capa uniforme del producto, a razón de cinco a ocho metros cuadrados por litro sin rebajar, dependiendo de la rugosidad y porosidad de la superficie.

Para su aplicación, usar brocha, rodillo suave o equipo de aspersión, seguir una sola dirección y no regresar a las áreas aplicadas.

Rendimiento:

Tiene un rendimiento aproximado de cinco a seis metros cuadrados por litro.

Presentación:

Viene en presentación de cubeta de diecinueve litros y galón.

Sistemas de impermeabilizante con productos prefabricados.



Figura 2.4.- Sistema de impermeabilización con productos prefabricados

Con el propósito de eliminar el proceso de construcción de los sistemas de impermeabilización con capas alternadas, para ahorrar tiempo en su ejecución y aumentar su calidad, existen en el mercado, productos que ya contienen estas capas a saber: primer, asfalto, membrana de refuerzo, arena y producto de acabado de protección contra los rayos solares. Estos sistemas prefabricados son de larga duración y los hay de siete y diez años de vida útil del sistema.

La duración es debido al espesor del producto prefabricado llamado manto asfáltico que tiene la forma de alfombra en rollo.

Estos sistemas son resistentes al tráfico de personas y el arrastre de materiales de peso moderado y climas extremos. Las dimensiones de los rollos son de un metro de ancho por diez metros de largo aproximadamente.

A continuación, se presenta la información de la ficha técnica de alguno de estos sistemas prefabricados de productos asfálticos.



FESTERMIP

Manto Impermeable Prefabricado (MIP) con acabado gravilla, de rápida aplicación, elaborado con asfalto modificado con SBS (Estireno Butadieno Estireno) y reforzado internamente con una membrana de poliéster de 180 g/m² de alta resistencia. Cumple con la Norma Mexicana NMX-C-437-ONNCCE-2004.

Usos:

Como capa única en un sistema impermeable prefabricado, como segunda capa en sistemas reforzados al aplicar sobre Fester mip APP PS liso, como impermeabilizante para superficies horizontales, inclinadas y verticales de concreto, madera, fibra de vidrio, pre-colados, y otros, para áreas como jardineras, faldones, estructuras bajo tierra y sitios en inmersión constante.

Aplicación:

Antes de proceder a la instalación del manto elimine eventuales impurezas que se hayan depositado durante el secado del Imprimador, pasando un trapo húmedo.

El manto impermeable debe colocarse presentando y alineando el primer rollo en forma perpendicular a la pendiente fijándolo por termo fusión, es importante determinar el punto de inicio de una impermeabilización y esto lo determina la pendiente y las bajadas de agua pluvial iniciando de la parte baja de la superficie, hacia la parte alta de la misma, los lienzos subsecuentes se colocaran después del primer rollo alineado de tal manera que queden los traslapes para favorecer libremente el escurrimiento de agua y con ancho de diez centímetros, tanto para los longitudinales como para los transversales.

Continuando con la instalación, caliente por medio de soplete de gas (especial para prefabricados), la cara inferior de una sección del manto hasta fundir la película de polietileno que trae integrada, y desenróllelo presionando ligeramente a efecto de que suelde por vulcanización.

Repetir esta operación a medida que va extendiendo el rollo de Festermip SBS PS Gravilla. En los traslapes, para mayor seguridad, es conveniente que fluya el asfalto caliente, saliendo aproximadamente un centímetro para proteger el asfalto del borde, estando este completamente caliente, hacer riego de gravilla y presionarla para que se adhiera.

Rendimiento:

Se cubre un metro cuadrado de superficie por cada metro de largo del producto.

Presentación:

Viene en rollos de un metro de ancho por diez metros de largo.



SIKA MANTO APP

Membrana impermeable prefabricada de asfalto modificado con polímero APP (Polipropileno a tático).

Cumple con la norma NMX-C-437-ONNCCE-2004.

Revisión bajo Método de prueba ASTM D 5147

Descripción:

Membrana impermeable prefabricada de asfalto modificado con polímero APP, provista de un refuerzo central de Fibra de vidrio o poliéster no tejido de alta resistencia.

Disponible en dos diferentes acabados: liso-Arenado o gravilla mineral y en diferentes colores: rojo, blanco o verde, dependiendo de su uso.

Usos:

Como impermeabilizante de azoteas o cubiertas planas, losas monolíticas de concreto, con pocos o nulos movimientos estructurales o por temperatura, como impermeabilizante en azoteas y cubierta formada por elementos prefabricados, de madera, losas de concreto, vigas doble T con capa de compresión, losa cero, cubiertas metálicas o techos con movimiento estructural o movimientos por temperatura, impermeabilización de techos, cubiertas o terrazas que llevaran un acabado final de tipo pesado como: teja, loseta, mármol, granito, impermeabilización de superficies expuestas a la acción de los rayos UV, es recomendado para superficies expuestas a climas cálidos o con temperaturas altas, debido a su característica de mayor estabilidad a las altas temperaturas.

Aplicación:

Una vez tratada la superficie, se aplica un primario asfáltico base agua o base solvente a razón de cuatro a seis metros cuadrados por litro con brocha o rodillo dejando secar veinticuatro horas.

Se inicia la aplicación del manto en la parte baja de la cubierta donde se localizan las bajantes con traslapes a favor de la pendiente.

Se adhiere a la superficie por termo fusión aplicando calor en el respaldo del manto con soplete de gas butano o propano cara posterior del manto que estará en contacto con el sustrato, hasta fundir la película transparente de polietileno micro perforado y fundir el asfalto, rodar el material y ejercer un poco de presión para que el material se adhiera a la superficie de la losa.

El traslape transversal de diez centímetros entre un rollo y otro, deberá de realizarse también con el soplete, calentando y hundiendo la gravilla del traslape para dejar expuesto el asfalto y obtener una adecuada vulcanización de asfalto con asfalto.

Rendimiento:

Un metro cuadrado de superficie por un metro de largo del producto

Presentación:

Rollo de un metro de ancho por diez metros de largo.

Una vez terminada la aplicación se puede usar la superficie.



*ARVA GOLD SBS Fibra Poliéster
Membrana impermeabilizante de asfalto modificado con SBS.*

Descripción:

Este producto con refuerzo de fibra poliéster es una membrana asfáltica modificada con SBS (estireno-butadieno-estireno) que le proporciona características de alta funcionalidad.

Con acabado en la cara superior de gravilla de tres milímetros esmaltada a fuego o arena y acabado inferior de polietileno.

El acabado final arenado generalmente se utiliza bajo acabados o recubrimientos adicionales tales como tejas, enladrillados, losetas cerámicas, firmes de concreto y carpetas asfálticas.

La gravilla protege a la membrana proporcionándole una apariencia agradable y protege al manto de los climas extremos se utiliza como acabado final.

Usos:

Impermeabilización de losas monolíticas de concreto y aligeradas, cisternas, charolas de baño, revestimientos para albercas, espejos de agua y muros.

Aplicación:

Por medio de termo fusión a base de flama de gas butano, sobre una superficie previamente imprimada utilizando primario base solvente o base agua en lugares cálidos con poca humedad relativa.

Los traslapes y aéreas perimetrales deben de quedar debidamente sellados conforme a los procedimientos de aplicación de instaladores calificados.

Rendimiento:

Un metro cuadrado de superficie por un metro de largo del producto.

Presentación:

Rollo de un metro de ancho por diez metros de largo.

Se puede usar la superficie una vez terminada.

Resiste tráfico de personas y arrastre de objetos de peso ligero y puede recibir algún otro acabado final si se requiere.

AZOTEAS VERDES IMPERMEABLES



Figura 2.5.- Sistema de impermeabilización de azoteas verdes

Una nueva modalidad, son las azoteas verdes que consiste en colocar plantas de ornato.

Este sistema puede utilizarse en techos y azoteas de edificios corporativos y residenciales, centros comerciales, oficinas, viviendas; así como en terrazas, balcones y otros.

Para ello se requiere que la superficie de la azotea debe estar impermeabilizada, por alguno de los productos que existen en el mercado de impermeabilizantes.

Uno de estos productos recomendado es el asfalto.

Para este sistema de azoteas verdes se usan los siguientes productos de asfalto a saber: primario y sistema prefabricado de alta calidad y larga duración.

Se presentan la información de la ficha técnica de alguno de estos productos, tales como sistemas prefabricados de asfaltos especiales y primarios para imprimir la superficie que recibirá el sistema de azotea verde.



FESTER MIP GARDEN SBS PS 4 MM GRAVILLA

Manto impermeable prefabricado (MIP) con refuerzo de membrana de poliéster y protección contra la penetración de raíces.

Descripción:

Manto impermeable prefabricado que es parte del sistema Fester Garden, de rápida y fácil aplicación, elaborado con asfalto modificado con Estireno Butadieno Estireno (SBS) y aditivo anti raíz Preventol B5, reforzado internamente con membrana de poliéster de 180 g/m². Al colocarse por termo fusión, forma un manto hermético que impide el paso del agua y evita la

penetración de las raíces de la vegetación a través del manto.

Usos:

Losas de concreto, jardineras o cualquier otra área donde es necesario impermeabilizar y se tenga considerado colocar áreas verdes (pasto, plantas, arbustos, y otros) conocidos como techos verdes o Roof Garden y donde se requiera colocar un sistema impermeable con protección anti raíz.

Aplicación:

Limpieza y preparación de la superficie, imprimación con un producto primer, presentar y alinear los lienzos, observarse las pendientes para que, de acuerdo a esto, se aplique el primer rollo en la parte más baja. De esta forma la colocación de los siguientes rollos, empalmará de forma adecuada para favorecer el flujo del agua, hacia los drenes.

Una vez que el rollo ha sido alineado con relación al borde, pared o el empalme del rollo anterior, con todo cuidado enrollar nuevamente para proceder con la instalación.

La instalación del manto impermeable, se realiza usando soplete de gas LP, especialmente diseñado para este fin.

El fuego se dirige a la base del rollo para fundir el polietileno y la mezcla asfáltica teniendo el cuidado de no sobre calentar para evitar afectaciones, y a la superficie para reactivar el primario.

Recomendaciones:

En el tratamiento de los empalmes de rollo a rollo, y en los recortes, en el caso de empalmar sobre secciones donde el manto de abajo tiene gravilla, ésta debe integrarse a la mezcla asfáltica mediante una cuchara caliente, en los remates con respecto a muros, pretilas, bordes y bases, se debe tener el cuidado de reforzar incluso con selladores como Fester Súper seal P o Fester FT 201.

Otra opción para estos puntos es con acrílicos y recortes de malla de refuerzo.

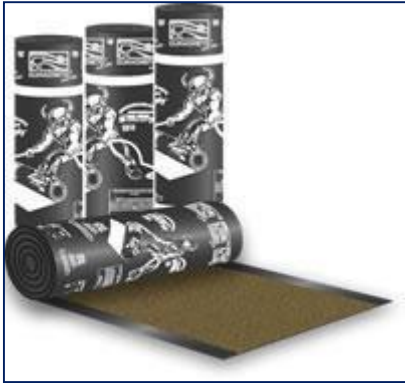
Para impermeabilizar las trabes invertidas, bases, pretilas, muros, ductos, etc. debe hacerse al final con el propósito de que el manto de estas secciones, quede empalmado favorablemente.

Rendimiento:

Cubre un metro cuadrado de superficie por un metro de largo del producto o diez metros cuadrados por rollo aproximada mente.

Presentación:

Rollo de diez metros de largo por un metro de ancho con acabado gravilla.



TECHNOPL Y GARDEN

Membrana impermeabilizante anti raíz prefabricada, con alta elasticidad y resistencia a la penetración de raíces, para la fabricación de roof Garden o jardines elevados.

Descripción:

Membrana o manto impermeabilizante anti-raíz prefabricada con alta elasticidad y resistencia a la penetración de raíces.

Usos:

Es adecuado para impermeabilizaciones que estarán en contacto con vegetación, por ejemplo, azoteas, túneles bajo parques, jardines colgantes, jardineras para piso, estructuras contra tierra y otras.

Aplicación:

La superficie deberá estar tratada, limpia, seca o ligeramente húmeda, libre de grasa, polvos o protuberancias que impidan la buena adherencia.

Se aplica por medio del calentamiento del respaldo de polietileno con soplete de gas butano o propano para fundir el asfalto y adherirlo a la superficie, con un traslape de diez centímetros en sentido longitudinal y transversal.

Para asegurar una perfecta soldadura de los traslapes, se deberán fundir el respaldo del lienzo por colocar como la franja de traslape del manto ya colocado.

Rendimiento:

Cubre un metro cuadrado de superficie por un metro de largo del producto o diez metros cuadrados por rollo aproximadamente.

Presentación:

Rollo de un metro de ancho por diez metros de largo dando un área de nueve metros cuadrados incluyendo los traslapes.

Viene reforzado con fibra poliéster tipo SP400L, espesor de cuatro milímetros y acabado liso.



Impac. App. Gold 4.mm polyester Arenado anti raíz.

Membranas prefabricadas elaboradas con asfaltos especiales.

Descripción:

El rollo prefabricado IMPAC APP-GOLD Fibra de poliéster arenado anti-raíz es una membrana impermeable de cuatro milímetros de espesor compuesta a base de asfalto no oxidado modificado con homo polímeros y copo limeros de propileno, conteniendo un aditivo que inhibe el crecimiento de raíces, armado con refuerzo central de tela poliéster no tejida de hilo continuo, confeccionada bajo proceso Spunbond laminado, con acabado de arena de sílice y una capa inferior de una película de polietileno.

Usos:

Diseñado para usarse como primera capa en el sistema impermeabilizante bicapa del jardín en azoteas, como única membrana impermeabilizante, aplicando un acabado para protección contra la luz solar, techos con movimiento térmico-estructural no crítico, ideal para zonas geográficas con clima templado y cálido, se sugiere especificar sistemas impermeabilizantes bicapa en techos verdes.

Aplicación:

Se coloca por termo fusión por lo que se requiere de mano de obra calificada.

Se deberá realizar la aplicación bajo condiciones climáticas favorables. Si se presentan condiciones de alta humedad o lluvia, se podrían generar fallas de adherencia y la formación de ámpulas.

La superficie deberá contar con una pendiente mínima del 2% hacia las bajadas pluviales o bajantes, libre de encharcamientos.

La superficie deberá estar tratada limpia y seca.

Se hace la imprimación sobre la superficie usando un primario asfáltico.

Desenrollar lentamente y adhiera la membrana a la superficie, calentando su cara inferior con el soplete de gas, fundiendo el respaldo de polietileno y superficialmente de asfalto, sin sobre calentarlo y ejerciendo una suave presión a la membrana para adherirla a la superficie. Los traslapes longitudinales de los rollos de diez centímetros se unirán por medio de una cuchara de punta redonda, la cual se calienta con el soplete, de forma que garantice una correcta adherencia.

Se recomienda el producto IMPAC Primario SVT-SR base solvente antes de colocar el manto IMPAC APP.

Comience a colocar el manto IMPAC APP-GOLD en la parte más baja de la superficie del techo o de las bajantes de agua pluvial continuando hacia arriba y en dirección transversal a la pendiente.

Presentación:

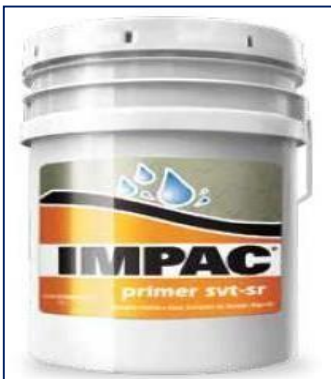
Rollos de un metro de ancho por diez metros de largo.

Rendimiento:

Cada rollo tiene un rendimiento de nueve metros cuadrados incluyendo los traslapes, con un espesor de cuatro milímetros y acabado con arena de sílice.

A continuación, se presentan ejemplos de productos primarios para recibir sistemas asfálticos prefabricados para azoteas verdes.

Se presenta la información de la ficha técnica de estos productos a saber.



IMPAC PRIMARIO SVT-SR.

Primario base solvente de secado rápido.

Descripción:

Es un compuesto base solvente de baja viscosidad elaborado con asfaltos refinados y solventes de rápida evaporación.

Imprimador o tapa poros para superficies secas donde se aplicarán sistemas de impermeabilización donde, en este caso en particular jardín en azoteas, de preferencia en base solvente o sistemas de manto prefabricado de asfalto modificado.

Se puede diluir en gasolina o thinner.

Aplicación:

Tratar, limpiar y secar la superficie, agitar el primario hasta homogenizarlo, se acepta diluir el producto primario al cuarenta por ciento en volumen con solvente y aplicarlo con aspersor, brocha o cepillo sobre la superficie a impermeabilizar.

Seca entre dos y cuatro horas dependiendo de las condiciones del clima.

Rendimiento:

Cubre de cuatro a seis metros cuadrados de superficie por litro de primario dependiendo de la porosidad de la superficie.

Presentación:

Cubeta de diecinueve litros y tambo de doscientos litros.



IMPERCOAT PRIMARIO SBS

Imprimador asfáltico base solvente modificado con SBS que garantiza una máxima adherencia del sistema al sustrato o superficie. Indispensable como primario para impermeabilizantes auto adheribles.

Descripción:

Impercoat primario SBS es un líquido asfáltico negro de baja viscosidad, elaborado a base de bitúmenes modificados con SBS disueltos en solventes de muy rápida evaporación con un alto contenido de sólidos.

Usos:

Como imprimador o sellador de poros y excelente adherencia en sistemas de impermeabilizantes prefabricados tales como uniplas, aeroplus autoadherible o alusticker.

Aplicación:

La superficie deberá estar tratada, limpia y libre de polvo, grasas, aceites y falsas adherencias. Como imprimador de superficies se recomienda diluir el impercoat primario SBS con dos partes de gasolina o thinner por una parte de imprimador y aplíquelo con brocha, cepillo, escoba o equipo de aspersión, procurando que la superficie quede completamente cubierta.

Para una mejor adherencia aplicar sin diluir el impercoat primario SBS con brocha, procurando que toda la superficie quede bien cubierta.

Rendimiento:

Como imprimador o tapa poros rinde seis metros cuadrados por litro diluido con gasolina o thinner en proporción dos a uno, y para mejor de adherencia, de dos a tres metros cuadrados por litro sin diluir.

Presentación:

El impercoat primario SBS viene en cubeta de diecinueve litros y envase de un litro.

II.2 Asfalto combinado con hule de neumáticos usados en polvo



Definición.

La norma ASTM-D-8-99 lo define como: una mezcla de cemento asfáltico, hule reciclado de neumáticos y ciertos aditivos donde el hule forma el 15% del peso total de la mezcla, el cual ha reaccionado con el cemento asfáltico lo suficiente para provocar la fusión e integración de las partículas de los componentes.

En la actualidad se han obtenido mejores resultados del 18 al 20 % de partículas de hule de neumático.

La temperatura que debe tener el asfalto debe ser de 177 a 205 grados centígrados.

Obtención.

El asfalto combinado con hule de neumáticos se obtiene por dos procesos: vía seca y vía húmeda.

Vía seca

El polvo de caucho de los neumáticos es incorporado al agregado pétreo como una porción de agregado fino antes de mezclarse con el asfalto. Se aplican en carpetas de tráfico medio bajo.

Vía húmeda

El polvo o partículas de caucho se adicionan al ligante asfáltico; es decir, al asfalto caliente cuando su viscosidad es relativamente baja y permite se haga la mezcla.

El cemento asfáltico que se debe usar es el AC-20.

La temperatura del asfalto será de 175 °C y el tiempo de digestión será de dos horas.

Para llevar a cabo estos procesos se deben seguir las nomas correspondientes.

III. USO DEL ASFALTO EN PAVIMENTACIÓN

Concepto de pavimento

Del latín *pavimentum*, el pavimento es la capa o base que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural.

El pavimento funciona como sustento de los seres vivos y de las cosas.

III.1 Estabilización de suelos con asfalto



Cuando algunos de los materiales empleados en la construcción de la estructura de los pavimentos flexibles o rígidos, no cumplen con algunos de los requisitos para su empleo, como puede ser una plasticidad alta por dar un ejemplo, es necesario estabilizarlos con un producto asfáltico líquido adecuado.

Se usan estos materiales para estabilizar sub-bases para pavimentos rígidos y bases para pavimentos flexibles. Lo anterior se entiende, como un proceso en el cual los materiales se mejoran con la adición de un producto cementante o ligante, para proporcionarles a la estructura de pavimento cierta estabilidad aprovechando los materiales, que por sí solos no satisfacen los requisitos de calidad requeridos.

Entendiéndose que la cantidad del producto es la necesaria, pues debe evaluarse el costo que representa estabilizar o desechar los materiales, o bien, darles otro empleo. El asfalto se combina muy bien con suelos granulares, arenosos y limosos. Una vez estabilizado cualquier tipo de suelo se puede usar como medio de sustentación de un pavimento, cimentación o cualquier estructura en general que deba ser estable.

Estructuración de un pavimento flexible

Es aquel que está formado por: sub-rasante, sub-base, base y carpeta asfáltica que en su conjunto forma la sección de una carretera por la que circularán los vehículos de todo tipo según para lo cual fue diseñada. La figura 3.1, muestra la estructuración de un pavimento flexible.

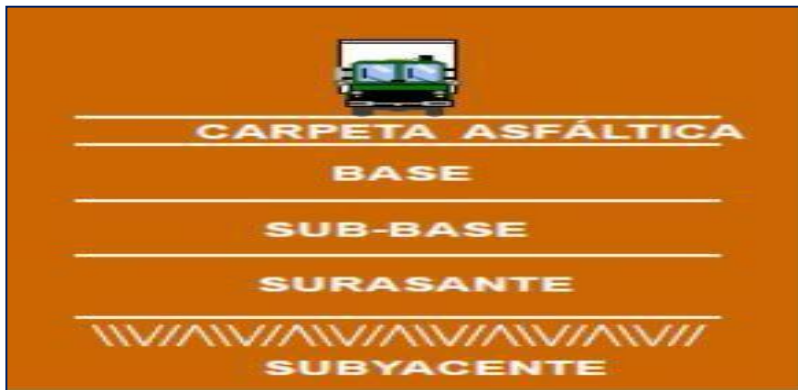


Figura 3.1.- Estructura de un pavimento flexible

Capa Subyacente

Cuando el camino se encuentra al nivel del terreno natural o en una sección en corte y el terreno en el que se va apoyar es de muy mala calidad, también se llega a usar una capa de mejoramiento llamada subyacente, con objeto de reducir los espesores de pavimento. Esta capa generalmente se construye entre la capa sub-rasante y el cuerpo del terraplén o terreno natural.

Capa sub-rasante

Es una capa de transición entre el terreno natural o el cuerpo del terraplén y el pavimento. Cuando el material del terreno es de buena calidad, únicamente se conforma y compacta usándose como capa sub-rasante. En el caso de que el terreno sea roca, se usa la capa subyacente y sub-rasante para absorber las irregularidades que resulten al efectuar un corte. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento, protege al pavimento evitando que se contamine la parte inferior de la estructura con los materiales que forman las terracerías conservando su integridad en todo momento aún en condiciones severas de humedad, proporcionando condiciones de apoyo uniformes y permanentes.

Funciones que cumple la capa sub-rasante:

Recibir y resistir las cargas del tránsito que le son transmitidas por el pavimento.

Trasmitir y distribuir de modo adecuado las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

Estas dos funciones son estructurales y comunes a todas las capas de las secciones transversales de una vía terrestre.

Sub-base

Es la capa granular localizada entre la base y la sub-rasante, en los pavimentos rígidos se puede prescindir de ella. El material usado en esta capa debe ser procesado, extendido y compactado de acuerdo con lo que indiquen las especificaciones de cada proyecto o las Normas para construcción e Instalación de la SCT.

Entre sus funciones están la de brindar un apoyo uniforme y permanente al pavimento, ser un elemento permeable que ayude a prevenir la acumulación de agua dentro de la estructura del pavimento, transmitir de forma adecuada los esfuerzos a las terracerías, cumple con una función económica ya que se puede ahorrar dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base, dar soporte a las cargas estructurales siguientes.

Base

La base es la capa situada debajo de la carpeta asfáltica, está constituida con material seleccionado, de mejor graduación y resistencia que la sub-base.

Su función es principalmente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito.

Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad, esto es para los pavimentos flexibles ya que en los pavimentos rígidos se puede prescindir de esta capa.



Figura 8.- Carpeta flexible de concreto asfáltico

Carpeta asfáltica

Es la parte superior de un pavimento flexible, formada de una capa de concreto asfáltico colocada sobre la base.

Las funciones de la carpeta asfáltica son:

Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.

Estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales.

Impedir la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores y resistir las cargas provocadas por la acción de los vehículos.

Productos asfálticos que se usan para elaborar carpetas asfálticas flexibles.

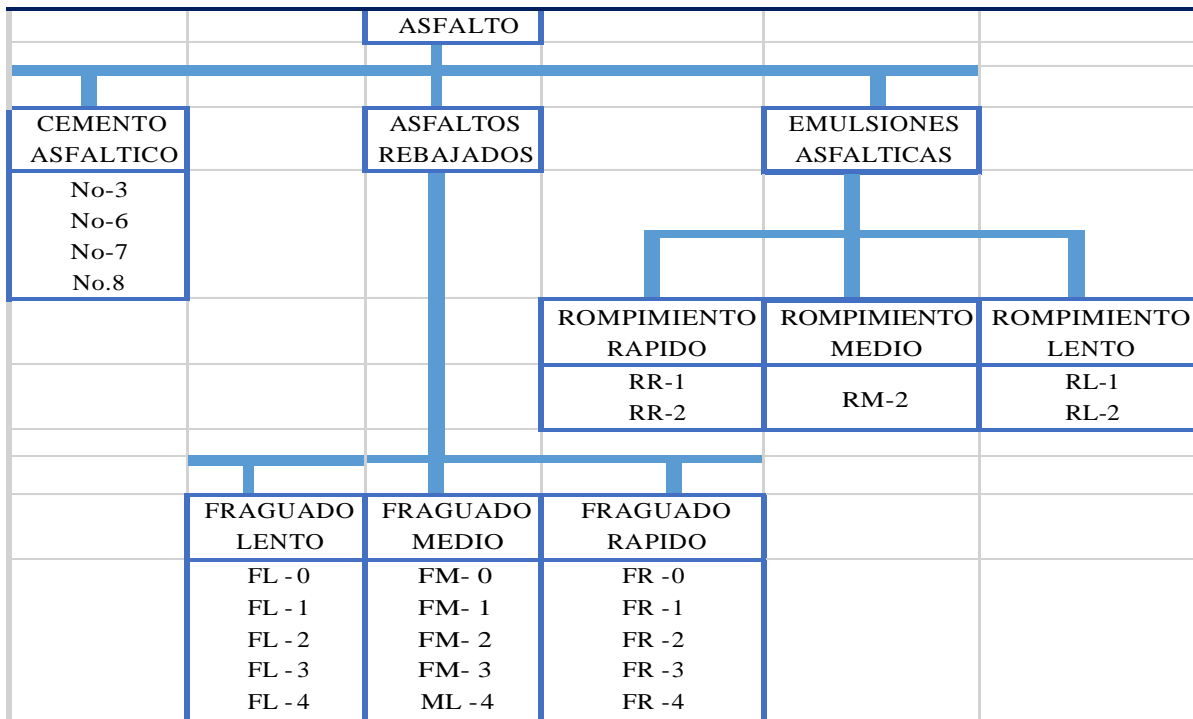


Figura 3.2.- Tipos de asfalto para carpetas flexibles

III.2 Cementos asfálticos

Es un material que se obtiene de la destilación del petróleo, durante la cual se eliminan sus solventes volátiles y parte de sus aceites. Es un material ideal para la construcción de pavimentos debido a sus propiedades, ya que es un material aglomerante, resistente a los ácidos, sales y álcalis, muy adhesivo, impermeable y durable. Cemento Asfáltico de Petróleo (CAP), semisólido a temperatura ambiente. Dicho CAP es obtenido a diferentes viscosidades.

Se clasifican de acuerdo a su consistencia medida por la viscosidad dinámica o absoluta y por su penetración (PEN).

Los asfaltos obtenidos son de nominados con la siguiente nomenclatura:

CAP PEN: 60/70 (Penetración 60 a 70)

CAP PEN: 85/100 (Penetración 85 a 100)

Clasificación del CAP por viscosidad.

En el sistema de viscosidad el poise es la unidad normal de medida para viscosidad absoluta.

Cuanto más alto es el número de poises más viscoso es el asfalto. Por ejemplo el AC-2.5 (Cemento asfáltico con una viscosidad de 250 poises a 60 °C o 140 ° F) es conocido como un asfalto “blando”.

El AC-40 (Cemento asfáltico con una viscosidad de 4000 poises a 60 ° C o 140 ° F) es conocido como un asfalto “duro”.

Clasificación del cemento asfáltico (CAP) por penetración

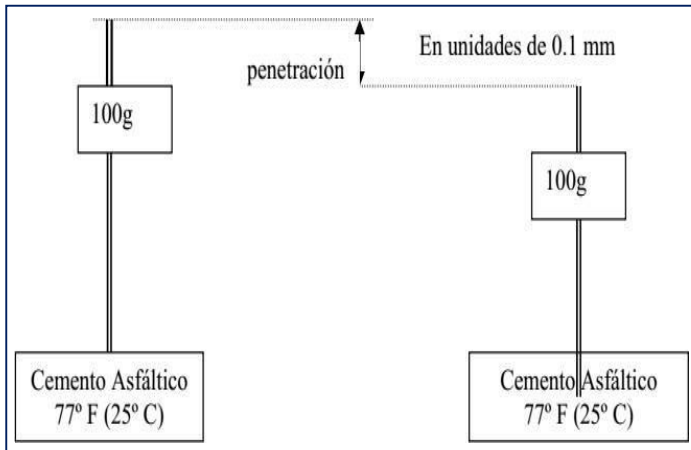


Figura 3.3.- Diagrama que indica cómo medir la penetración en la muestra de asfalto

Otro método usado para clasificar asfaltos es el de penetración.

Una aguja normal se deja penetrar dentro de la muestra de asfalto bajo una carga dada.

La distancia que la aguja penetra en la muestra en un tiempo determinado es medida en décimas de milímetro (0.1 mm).

Un grado 200-300 indica que la aguja penetró en la muestra, bajo condiciones específicas, de 200 a 300 décimas milímetro. Esto es indicación de un asfalto “blando”.

Un grado 40-50, por otro lado, es

indicación de un asfalto “duro” en el cual la aguja fue capaz de penetrar solamente de 40 a 50 décimas de milímetro.

Cemento (AC-5) Se usa para elaborar emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga, así como en estabilizaciones de suelos y bases.

Cemento (AC-10) Se usa para elabora emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos.

Cementos (AC – 20) Se usa la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos.

Cemento (AC- 30) Se usa en la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos.

Elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío así como en riegos de impregnación.

Todos los cementos asfálticos sirven para realizar concretos asfálticos y sobre todo en carreteras de alta circulación, con alta intensidad de tránsito y con un elevado número de carga por eje.

Cementos asfálticos rebajados

Los asfaltos rebajados llamados también diluidos o cut-backs, son asfaltos líquidos que resultan de la dilución del cemento asfáltico con destilados del petróleo (gasolina, keroseno y aceite semi-volátil) que regularmente se utilizan para la elaboración de carpetas de mezcla en frío, así como en impregnaciones de bases y sub bases hidráulicas.

Los solventes usados actúan como vehículos, proporcionando productos menos viscosos que pueden ser aplicados a bajas temperaturas. La mayor cantidad de asfaltos diluidos o rebajados se fabrica por el método intermitente. Se bombea el solvente adecuado a un recipiente y cuando ya se dispone de una cantidad considerable, se añade asfalto caliente (fluido) y los componentes se mezclan por agitación mecánica. También se pueden mezclar en el asfalto diluido aditivos para mejorar su adherencia o para otros objetivos. Los asfaltos rebajados de alto punto de encendido y los de bajo se enfrían en enfriadores separados antes de bombearlos para su almacenamiento.

Los asfaltos rebajados se clasifican de acuerdo a su tiempo de fraguado en: asfaltos rebajados de fraguado rápido (F.R.) cuando se mezcla el cemento asfáltico con gasolina; asfaltos rebajados de fraguado medio (F.M.) cuando se mezcla con keroseno, y los asfaltos rebajados de fraguado lento (F.L) cuando se mezcla con aceite de volatilización lenta.

Todos estos productos se enumeran del 0 al 4 tanto para FR, FM y FL; ejemplo FR-0, FR-1, FR2, FR-3 y FR-4. El número indica la cantidad de asfalto que contiene el tipo de rebajado asfáltico.

tabla 3.1.- Clasificación de asfaltos rebajados según norma de la SCT

Clasificación de asfaltos rebajados de acuerdo a la norma de la SCT		
Clasificación	Velocidad de fraguado	Tipo de solvente
FR-3	Rápida	Nafta, gasolina
FM-1	Media	Queroseno

Tabla 3.2.- Clasificación de los cementos asfálticos rebajados.

Material asfáltico	tipo	Temperatura de aplicación
Cementos asfálticos		De 120 °C a 160 °C
	FL-0	de 20 °C a 30 °C
	FL-1	de 30 °C a 45 °C
Asfaltos rebajados de fraguado lento	FL-2	de 75 °C a 85 °C
	FL-3	de 85 °C a 95 °C
	FL-4	de 95 °C a 100 °C
	FM-0	de 20 °C a 40 °C
	FM-1	de 30 °C a 60 °C
Asfaltos rebajados de fraguado medio	FM-2	de 70 °C a 85 °C
	FM-3	de 80 °C a 95 °C
	FM-4	de 95 °C a 100 °C
	FR-0	de 20 °C a 40 °C
	FR-1	de 30 °C a 50 °C
Asfaltos rebajados de fraguado rápido	FR-2	de 40 °C a 60 °C
	FR-3	de 60 °C a 80 °C
	FR-4	de 80 °C a 100 °C
Las emulsiones se aplican en frío	∞	de 5 °C a 40 °C

III.3 Emulsiones asfálticas

Concepto de emulsión

Se llama emulsión a la dispersión de un fluido en otro con el cual no puede mezclarse. Al combinar ambas sustancias, una de ellas (fase la otra (fase dispersa), obteniéndose un resultado con una cierta homogeneidad.

Un ejemplo típico de emulsión es la combinación de aceite y agua.

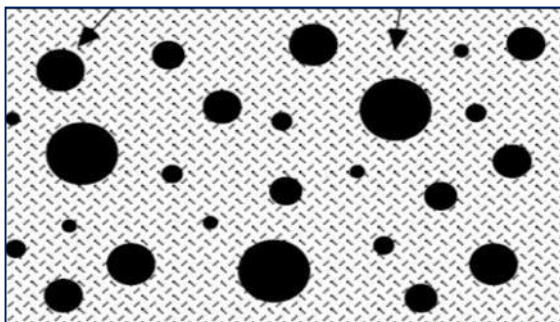


Figura 3.4.- Partículas de asfalto en una emulsión

En el caso de las emulsiones asfálticas, Si el cemento asfáltico se mezcla a una temperatura de ciento cuarenta grados con agua fría y un emulgente o aditivo se obtienen las llamadas emulsiones asfálticas las cuales se pueden usar a temperatura ambiente mezclándose con los pétreos aún húmedos. Las emulsiones asfálticas contienen de cuarenta a cincuenta por ciento de agua. Cuando el asfalto empieza a adherirse al material circundante (agregado, superficie existente, sub-base u otras) el color cambia de

marrón a negro y se dice que la emulsión se ha "roto".

Cuando el agua empieza a evaporarse, la emulsión comienza a comportarse cada vez más como asfalto puro.

El tiempo requerido para el rompimiento depende del tipo de emulsión, la tasa de aplicación, la temperatura de la superficie sobre la que se aplica y las condiciones ambientales.

Tipos de emulsiones asfálticas de acuerdo al emulgente.

Emulsiones asfálticas aniónicas

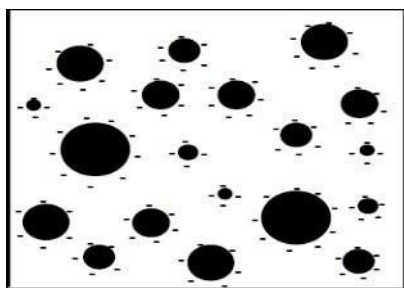


Figura 3.5.- Carga negativa en una emulsión aniónica

En este tipo de emulsiones asfálticas el agente emulsificante le confiere una polaridad negativa a los glóbulos, o sea que éstos adquieren una carga negativa. Las emulsiones asfálticas aniónicas se desestabilizan o rompen por deshidratación o evaporación del agua, por lo que a temperaturas frías o húmedas el tiempo de curado se prolongan mucho

Emulsiones asfálticas catiónicas o ácidas.

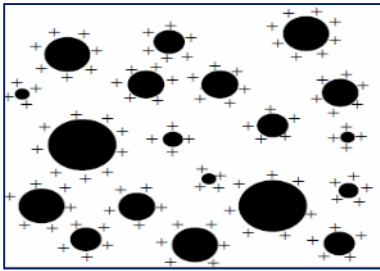


Figura 3.6.- Carga positiva en una emulsión catiónica

En este tipo de emulsiones el agente emulsificante le confiere una polaridad positiva a los glóbulos, es decir adquieren una carga positiva.

Debido a esto los glóbulos serán atraídos por la superficie de los pétreos con carga negativa.

Cuando las partículas de cemento asfáltico son atraídas por la superficie del material pétreo, la emulsión deja de mantenerse estable y rompe, quedando el cemento asfáltico incorporado en forma de película fina al material pétreo y el agua queda libre para evaporarse.

Cuando el asfalto empieza a adherirse al material circundante que puede ser agregado pétreo, superficie existente, sub-base u otras el color cambia de marrón a negro y se dice también que la emulsión asfáltica ha roto.

Las emulsiones asfálticas catiónicas resisten más humedad en los materiales pétreos.

Equipo mecánico que muestra el proceso para obtener emulsiones asfálticas

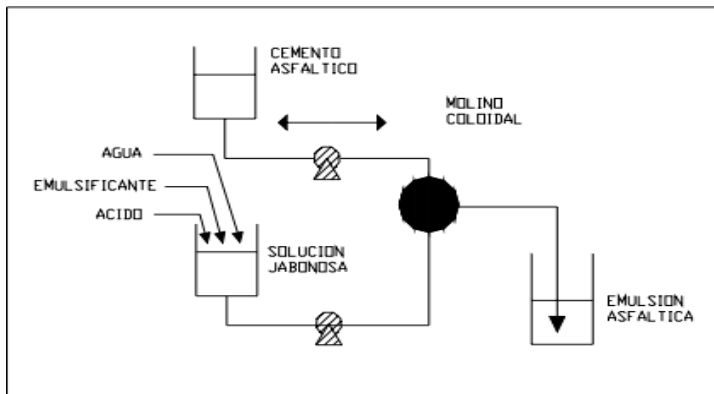


Figura 3.7.- Proceso de obtención de emulsiones asfálticas

El equipo básico para preparar la emulsión incluye un dispositivo mecánico de alta velocidad y altamente cortante (Usualmente un molino coloidal), para dividir el asfalto en glóbulos minúsculos. También se requiere un tanque de solución emulsificante, un tanque calentador de asfalto, bombas y medidores de flujo.

El cemento asfáltico calentado base de la emulsión, alimenta al molino coloidal, donde es dividido en glóbulos diminutos.

Al mismo tiempo, al molino coloidal, entra agua que contiene agente emulsificante. El asfalto se calienta a medida que entra al molino coloidal, para segura una baja viscosidad, ajustando en forma correspondiente la temperatura del agua.

Estas temperaturas varían, dado que dependen de las particularidades de emulsionado del cemento asfáltico y de la compatibilidad entre el asfalto y el agente emulsificante.

Es un asfalto líquido estable con dos fases no miscibles: la fase continua formada por agua y la fase discontinua formada por glóbulos de asfalto. Además, se emplea un emulsificante que puede ser el sodio o el cloro, para darle una cierta carga a las partículas y con ello evitar que se unan dentro de la emulsión; cuando se emplea sodio, se tiene lo que se conoce como emulsión aniónica con carga negativa y las que tienen cloro son las emulsiones catiónicas

con carga positiva, siendo estas últimas las que presentan una mejor resistencia a la humedad que contienen los pétreos.

Tabla 3.3.- Clasificación de las emulsiones asfálticas por su polaridad

CLASIFICACIÓN DE LAS EMULSIONES.		
POLARIDAD	TIPO	USOS
CATIONICAS Y ANIONICAS	Fraguado rápido	Generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos
	Fraguado medio	Normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío, así como para trabajos de conservación tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.
	Fraguado lento	Comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.
	Impregnación	Particularmente se utilizan para impregnaciones de subbases y/o bases hidráulicas.

Se tienen emulsiones de fraguado lento, medio y rápido, de acuerdo al porcentaje de cemento asfáltico que se emplea.

En las estabilizaciones, las emulsiones asfálticas son las más usadas ya que este tipo de productos si pueden emplearse con pétreos húmedos y no se necesitan altas temperaturas para hacerlo maniobrable.

Tipos de emulsiones asfálticas de acuerdo a su estabilidad

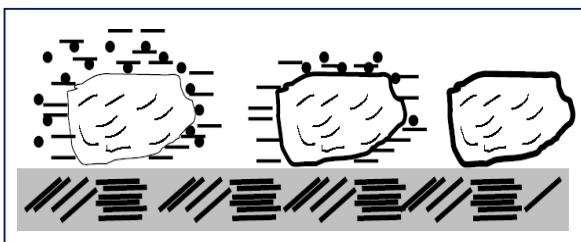


Figura 3.8.- Rompimiento de una emulsión asfáltica

El rompimiento de una emulsión asfáltica se entiende como la velocidad con que el asfalto se separa del agua.

Se presenta cuando esta se desestabiliza ya que las emulsiones tienen que desestabilizarse para que el asfalto se deposite como una capa sobre el material pétreo.

Este fenómeno de rompimiento o ruptura de la emulsión ocurre debido a la carga eléctrica que tiene el material pétreo.

La carga que tiene el material pétreo y la carga de las partículas de asfalto en la emulsión se combinan, permitiendo que se unan a otras para formar agregados de gran tamaño; estos agregados son los que se depositan sobre el material pétreo formando una capa asfáltica. Durante este proceso el agua es eliminada del sistema asfalto-pétreo.

En el proceso de desestabilización, la emulsión como va perdiendo agua, pasa por una emulsión inversa en donde el asfalto forma la fase continua y el agua la fase discreta, o sea que se forman pequeñas gotas de agua en el interior del asfalto, las cuales posteriormente, cuando se deposita la capa de asfalto, son eliminadas.

En general, los factores que influyen en la ruptura de la emulsión aniónica son la evaporación de la fase acuosa, la difusión del agua de la emulsión y la absorción superficial de una parte del emulsificante en el material pétreo.

La ruptura de la emulsión catiónica se produce por la absorción de la parte polar del emulgente por los agregados, provocando la ruptura de la emulsión y haciendo que las partículas del asfalto se adhieran inmediatamente a las partículas del material pétreo, aun en presencia de humedad.

Emulsiones asfálticas de rompimiento lento (SS).

Pueden mezclarse con agregados reactivos de alta área superficial, como los utilizados en sellos superficiales.

Son emulsiones asfálticas con suficiente estabilidad química y mecánica para cualquier trabajo en el cual, se requiera la mezcla con material pétreo, que incluyen materiales con gran proporción de finos o químicamente activos como son el cemento, cal hidratada u otros.

Usos

Mezclas para bacheo de renivelación, en forma de rociado tipo neblina se usa para renovar las carpetas de textura abierta desgastadas.

Se aplica un rociado delgado, tipo neblina, con emulsión de 30 a 40% de contenido de asfalto. Estas se sellan con mortero asfáltico fabricado con arena fina y emulsión asfáltica muy estable. El mortero se prepara en un mezclador apropiado y se aplica con escobillado sobre la carpeta.

Estabilización de suelos con emulsión asfáltica

Se usa la emulsión sola, o bien, una combinación de emulsión asfáltica de fraguado lento y cemento hidráulico; en esta forma se obtiene un suelo estabilizado que posee la rapidez del fraguado de la mezcla suelo-cemento pero presenta aun su naturaleza plástica.

La emulsión de asfalto comunica al suelo resistencia considerable a la absorción del agua. Estas emulsiones se emplean para elaborar mezclas para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta.

Emulsiones asfálticas de rompimiento medio (MS)

Son emulsiones asfálticas con suficiente estabilidad para permitir el mezclado antes de su ruptura con agregados pétreos de granulometría abierta; contienen más estabilizante que las emulsiones de rompimiento rápido.

Estas normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos es menor o igual al 2%, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, re nivelaciones y sobre carpetas.

Emulsiones asfálticas de rompimiento rápido (RS)

El rompimiento ocurre de manera rápida al contacto con los agregados limpios de baja área superficial o al regarse sobre la superficie donde será utilizada, tales como las usadas en tratamientos superficiales.

Por lo general, este tipo de emulsiones asfálticas no resultan adecuadas para mezclas con agregados pétreos.

Usos

Estas se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos (con excepción de la emulsión conocida como ECR-60), la cual no se recomienda utilizar en la elaboración de estas carpetas.

Calafateo, bacheo, curado de concretos, evita el anclaje de capas de concreto hidráulico, protector de humedad en bordos y terraplenes con pasto, evitando la evaporación del agua.

Re nivelaciones

Esta actividad se realiza principalmente para corregir deformaciones permanentes en la superficie del pavimento, como roderas, depresiones y corrugaciones, entre otras, con el propósito de restablecer las características geométricas, de drenaje superficial, de seguridad y comodidad de la carretera. La re nivelación puede hacerse con mezcla asfáltica en caliente o en frío, según lo especifique el proyecto.

Procedimiento

Una vez teniendo las áreas marcadas se realiza un rebaje perimetral mediante el uso de una máquina cortadora de disco sobre las áreas vecinas a los límites previamente marcados, del ancho necesario para que el espesor mínimo de la capa re niveladora sea compatible con el tamaño máximo del material pétreo que se utilice.

Terminado el rebaje, se procede a picar la superficie por re nivelar, empleando martillos neumáticos u otro procedimiento que no dañe la carpeta fuera del área por reparar, espaciando los orificios aproximadamente a cada 30 cm.

La superficie por re nivelar debe de estar exenta de basura, piedras, polvo o grasa, y si es necesario se emplea aire a presión.

Inmediatamente antes de iniciar el tendido de la mezcla, se aplica un riego asfáltico ligero con una emulsión de rompimiento rápido (ECR-60), a razón de 0,5 litros por metro cuadrado, uniforme en toda la superficie por re nivelar. Después de colocar la mezcla asfáltica y una vez que haya perdido la humedad en exceso que pudieran tener los materiales pétreos o bien cercano al momento cuando la emulsión comience a romper, se compacta lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto, pero sin que se produzca fractura de las partículas.

Por lo regular, para lograr la compactación adecuada es suficiente dar tres pasadas con compactadores de rodillo liso metálico estático, con una masa de ocho a diez toneladas o su equivalente. Al final del proceso la superficie de la capa re niveladora quedará limpia, presentará una textura y acabado uniformes, con el mismo nivel que el resto de la carpeta.

Tratamientos Superficiales de Pavimentos.

El estado óptimo de un pavimento a lo largo de su vida útil se puede lograr colocando una protección sobre la superficie, ya sea con un re encarpetado o con una sobre carpeta que ayude al mejoramiento del pavimento teniéndose aún las condiciones de diseño en las capas inferiores. Las técnicas de tratamientos superficiales constan de carpetas que se construyen sobre la superficie de una carpeta asfáltica o de concreto existente, mediante el tendido y compactación de una mezcla en caliente o en frío, de emulsiones y materiales pétreos.

Los materiales pétreos, asfálticos, de concreto y aditivos que se utilicen en la elaboración de la carpeta, se mezclan proporcionalmente para producir un material adecuado con las características establecidas en el proyecto. Después de elaborar la mezcla, se extenderá y se conformará con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Una vez tendida la mezcla, se evitará el tránsito vehicular sobre la superficie tratada, hasta que la mezcla haya fraguado suficientemente, para evitar que sea desprendida.

El tiempo de fraguado se determinará de acuerdo a las condiciones climáticas, el tipo de emulsión utilizada, las proporciones de los ingredientes y el propio comportamiento de la mezcla.

Después de esparcir el material que compone a la carpeta se acomodará mediante una compactación o planchado con pasadas de un compactador ligero o pesado según sea el tratamiento y conforme a lo establecido por la SCT.

Quedando una superficie limpia presentando una textura y acabado uniformes.

Bacheo Profundo y Superficial



Esta actividad es necesaria para reponer una porción de la carpeta asfáltica con daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas puntuales y relativamente pequeñas, cuando la base se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua.

Procedimiento

Al iniciar el bacheo se delimitarán las áreas por reparar de forma rectangular con dos de sus lados perpendiculares al eje de la carretera, con un margen de 30 cm desde el límite de la demarcación hasta las partes afectadas.

Se efectuará el corte perimetral de las áreas marcadas en la carpeta, con una máquina cortadora de disco con la capacidad necesaria para ejecutar los cortes en todo el espesor de la carpeta, para que las paredes de la excavación sean verticales y evitar daños a la carpeta en buen estado.

Se aplicará un riego asfáltico ligero y uniforme con una emulsión de rompimiento rápido (ECR-60), utilizando una petrolizadora que mantenga una temperatura constante y un flujo uniforme del material sobre la superficie, en anchos variables y en dosificaciones controladas.

La compactación se realiza con un compactador de rodillo y de palanca, se iniciará cuando su temperatura sea de 100° Celsius como mínimo, hasta alcanzar el mismo nivel que el resto de la carpeta. La superficie del bache tratado debe quedar limpia, presentar una textura y acabado uniforme.

Ventajas y desventajas de las emulsiones asfálticas.

Ventajas

Las emulsiones tienen viscosidades considerablemente más bajas que las del asfalto puro, por lo que pueden usarse a menor temperatura.

Esto favorece la reducción de emisiones, reducción del consumo de energía, evitan la oxidación del asfalto, y son menos peligrosas que las técnicas que utilizan asfalto en caliente. Son más económicas y ambientalmente amigables que las técnicas en frío que utilizan asfaltos rebajados.

Desventajas

Si se sobrecalientan o congelan pueden romper y volverse inusables.

No son compatibles con asfaltos rebajados ni ligantes asfálticos.

Las emulsiones aniónicas y catiónicas son incompatibles y no deben mezclar.

Asfaltos Modificados

Después de las carpetas de concreto asfáltico convencionales, se siguió buscando la forma de que los asfaltos tuvieran propiedades que mejoraran el comportamiento de los mismos.

Con el creciente incremento de volumen del tránsito y la magnitud de las cargas, y la necesidad de optimizar las inversiones, provoca que, en algunos casos, las propiedades de los asfaltos convencionales resulten insuficientes.

Por ejemplo, con los asfaltos convencionales, aun con los grados más duros, no es posible eliminar el problema de las deformaciones producidas por el tránsito canalizado como es el ahuellamiento, especialmente cuando se deben afrontar condiciones de alta temperatura. Además, con la simple adopción de asfaltos más duros se corren el riesgo de agrietamientos por efectos térmicos cuando las temperaturas son muy bajas.

Ante las situaciones mencionadas y la necesidad de nuevas tecnologías constructivas, una solución evidente fue mejorar algunas características de los asfaltos para lograr un mejor comportamiento de los pavimentos, lo que dio origen a nuevos asfaltos que fueron denominados "Asfaltos Modificados."

Los asfaltos modificados son producto de la incorporación en el asfalto de un polímero o de hule molido como es el caso de llantas usadas. La finalidad de modificar los asfaltos es la de mejorar sus propiedades para que presenten un mejor comportamiento a los cambios climáticos y de temperatura, hacerlos más resistentes a la humedad y al envejecimiento e incrementar su capacidad de carga. Además de mejorar las condiciones de elasticidad, flexibilidad, cohesión y viscosidad.

El empleo de modificadores en el asfalto permite construir y realizar mezclas asfálticas y tratamientos superficiales mejorados para su utilización en pavimentos con tráfico elevado. Estos modificadores se aplican directamente al material asfáltico, antes de mezclarlo con el material pétreo.

De acuerdo con la normativa de la SCT los principales modificadores utilizados en los materiales asfálticos son:

Polímero tipo I

Mejora el comportamiento de mezclas asfálticas tanto a altas como a bajas temperaturas.

Se utiliza en mezclas asfálticas para carpetas delgadas y carpetas estructurales de pavimentos con elevados índices de tránsito y de vehículos pesados, en climas fríos y cálidos, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

Polímero tipo II

Mejora el comportamiento de mezclas asfálticas a bajas temperaturas.

Se utiliza en todo tipo de mezclas asfálticas para pavimentos en los que se requiera mejorar su comportamiento de servicio, en climas fríos y templados, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

Polímero tipo III

Este modificador mejora la resistencia al ahuellamiento de las mezclas asfálticas, disminuye la susceptibilidad del cemento asfáltico a la temperatura y mejora su comportamiento a altas temperaturas.

Se utiliza en climas calientes, en mezclas asfálticas para carpetas estructurales de pavimentos con elevados índices de tránsito, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

Hule molido de neumáticos.

Es un modificador del asfalto que mejora la flexibilidad y resistencia a las deformaciones, además de que le proporciona al asfalto la capacidad de recuperar su forma original, reduciendo la aparición de grietas por fatiga o por cambios de temperatura.

Es fabricado con base en el producto de la molienda de neumáticos.

Se utiliza en carpetas delgadas de granulometría abierta, tratamientos superficiales, sello, y otros.

Más adelante se presentan las diferentes aplicaciones y su procedimiento.

Además de los asfaltos modificados con polímeros, algunos países emplean asfaltos especiales y multigrados, comúnmente denominados de alto índice.

III.4 Riegos de impregnación y de liga

El material que se utiliza para garantizar una adecuada adhesión de algún material a la base granular, base estabilizada, losas de concreto o a la mezcla asfáltica existente, y a la capa superior (capa de refuerzo, o de mantenimiento), es un cemento asfáltico de penetración 60-70 mm/10, emulsión catiónica de rompimiento rápido tipo 1 o una emulsión catiónica de rompimiento rápido tipo 1 modificada con polímeros de tal forma que se satisfaga la cantidad de asfalto mínima requerida. Se debe continuar solo hasta haber obtenido el correspondiente rompimiento de la emulsión. Para esta aplicación no se podrán utilizar los asfaltos diluidos que contienen solventes.

III.5 Carpetas asfálticas

Carpetas asfálticas elaboradas con uno, dos y tres riegos.

Sobre la base impregnada, se pone una serie de capas sucesivas de productos asfálticos y pétreos.

Los materiales pétreos que se utilizan deben tener una granulometría uniforme, es decir que su gama de tamaños sea corta.

El procedimiento para construirlas es el siguiente; Sobre la base impregnada se da un riego de producto asfáltico que se cubre con un riego del material pétreo más grueso que se vaya a utilizar.

Se pasa una compactadora de rodillo liso de 10 toneladas. Se le da un acomodo cubriendo tres veces la superficie.

Por lo regular, después de hacer este procedimiento, se tiene que esperar una semana para que fragüe el producto asfáltico.

Una vez que ha transcurrido la semana se necesita barrer para retirar el material que no esté adherido a la estructura.

Carpeta de un riego.



Se pueden construir una carpeta de un riego en donde sólo se lleva a cabo este procedimiento una vez. Se da un riego de producto asfáltico a razón de 0.6 a 1.0 L/m², e inmediatamente se cubre con material pétreo número 3, a razón de 8 a 11 L/m². Esta carpeta es aconsejable para un tránsito inferior a los 200 vehículos por día.

Carpeta asfáltica de dos riegos.



Existen también las carpetas de dos riegos, donde el procedimiento se tiene que llevar a cabo dos veces. Para la primera capa se da un riego de producto asfáltico a razón de 0.6 a 1.0 L/m², el material pétreo es número dos a razón de 8 a 12 L/m². Para construir la segunda capa, se debe esperar de dos a tres días.

El producto asfáltico se riega a razón de 0.8 a 1.1 L/m², el material pétreo es número tres a razón de 6 a

8 L/m².

Este tipo de carpeta es aconsejable para un tránsito inferior a los 600 vehículos por día.

Carpetas asfálticas de tres riegos.



En las carpetas de tres riegos, el procedimiento se tiene que ejecutar tres veces.

Para la primera capa se utiliza producto asfáltico a razón de 0.6 a 1.1 L/m², material pétreo número uno, a razón de 20 a 25 L/m².

Dos o tres días después se coloca la segunda capa con producto asfáltico a razón de 1.1 a 1.4 L/m², material pétreo número dos, a razón de 8 a 12 L/m².

Para la última capa se utiliza producto asfáltico a razón de 0.7 a 2.0 L/m², material pétreo número tres, a razón de 6 a 8 L/m².

Este tipo de carpeta, debido a sus tres capas puede resistir 1,000 vehículos por día.

Carpetas asfálticas de mezclas en el lugar o en frío.



La granulometría del material pétreo utilizado debe de ser continua.
El material pétreo se mezcla a temperatura ambiente con moto conformadora.
Generalmente se usan rebajados asfálticos o emulsiones de rompimiento medio.

Para poder construir mezclas en el lugar o en frío se tiene que hacer lo siguiente:
Se hace una exploración de la zona para elegir los bancos, extraer el material de los bancos, hacer tratamientos previos como el cribado y el triturado, transportar el material a la obra y con moto conformadoras acamellonarlo y calcular la cantidad de producto asfáltico que se requiere, abrir el material pétreo con la moto conformadora y regar asfalto con la petrolizadora, esto se debe hacer las veces que sea necesario hasta tener incorporado todo el asfalto.

Posteriormente, la moto conformadora mezclará el material pétreo y el asfalto poniéndolos a un lado de la corona hasta que se encuentre completamente homogenizado.
Sobre la base impregnada y barrida, se da un riego de liga con rebajado asfáltico y de inmediato se extiende la mezcla.
Se compacta con rodillos liso o neumáticos con un peso entre 8 y 15 toneladas hasta alcanzar 95% del P.V.S.M.

Carpeta flexible de concreto asfáltico convencional



Se define a las carpetas de concreto asfáltico como mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico.
Como el cemento asfáltico es sólido a temperatura ambiente, es necesario calentarlo.

Este aumento en la temperatura, se tiene que hacer en plantas, ya que la temperatura del cemento asfáltico necesita llegar a 140 °C y la temperatura de los materiales pétreos necesita llegar a 160°C.

Este tipo de carpetas, deben de ser construidas sobre bases hidráulicas o sobre bases asfálticas impregnadas.

Si se llegan a construir sobre bases naturales con módulos de elasticidad bajos, sufrirá deformaciones ante las cargas del tránsito, la resistencia no será la deseada y su ruptura será frágil.

Para poder construir las carpetas de concreto asfáltico, se deben de seguir los siguientes pasos: elegir los bancos de material pétreo y llevarlos al laboratorio para poder elegir el banco adecuado.

Hacer el proyecto granulométrico en el laboratorio para encontrar el contenido óptimo de cemento asfáltico.

Extraer el material, proporcionar pétreos en frío a la planta de mezclado, transportar el material al cilindro de calentamiento y secado donde alcanzará una temperatura entre 150 °C y 170 °C, alcanzada la temperatura deseada, el material pétreo se sube a la unidad de mezclado, donde se mezcla con el cemento asfáltico que se encuentra entre los 130 °C y 140 °C, llevar la mezcla al tramo con una temperatura mínima entre 110°C y 120°C.

La mezcla debe descargarse en la finisher que se encarga de extenderlo y darle una ligera compactación, la compactación debe iniciarse a una temperatura mayor a los 90°C, con un rodillo de 7 toneladas, para dar un primer armado y evitar desplazamiento de la mezcla y posteriormente con uno de 15 toneladas.

El grado mínimo de compactación es de 95% del peso volumétrico del proyecto.

El riego de sello sobre la superficie de la carpeta asfáltica, sirve como superficie de desgaste para mejorar el coeficiente de rugosidad.

Usos del asfalto combinado con hule de llantas en carpetas asfálticas

Relleno de grietas y sello de juntas, riego de sello, refuerzo de pavimentos asfálticos y como aglutinante en mezclas de concreto asfáltico en caliente.

Relleno de grietas y sello de juntas con asfalto ahulado sobre carpetas asfálticas



Una de las fallas principales en las carpetas flexibles de asfalto son las grietas, por lo que se requiere tratarlas para evitar la filtración del agua de lluvia y que dañe las diferentes capas que forman la estructura del pavimento en su conjunto.

Riego de sello con asfalto ahulado (SAM)



Funciona como ligante, forma una superficie impermeable, da origen a la llamada capa SAM por sus siglas en ingles Stress Absorbing Membrane que absorbe los esfuerzos transmitidos por fricción entre las llantas de los vehículos y la superficie de rodamiento.

La cantidad de producto va de dos a tres litros por metro cuadrado, posteriormente se cubre con agregado pétreo limpio y de tamaño uniforme, de

3/8" o 3/4".

La cantidad que se aplica de asfalto ahulado se determina de acuerdo al daño que presente la superficie de rodamiento (tipo, intensidad y profundidad de los agrietamientos) y a la selección del tamaño del agregado de acuerdo al espesor deseado de la membrana.

Refuerzo de pavimentos flexibles con asfalto ahulado.



Una membrana intermedia de absorción de esfuerzos llamada SAM está formada por dos capas, la primera es un riego desello SAM sobre el pavimento existente y la segunda, construida sobre el SAM, es una carpeta de concreto asfáltico convencional o concreto asfáltico ahulado con lo cual se consigue en comparación con una sobre carpeta normal una mayor capacidad estructural del pavimento con espesores menores, un mínimo de reflexión de los agrietamientos y un pavimento totalmente

impermeable.

Cuando el SAM se construye sobre una sobre carpeta re niveladora, que puede ser de concreto asfáltico convencional o concreto ahulado, se tiene un sistema de tres capas.

Concreto asfáltico elaborado con asfalto ahulado.

Es un concreto con contenidos altos de asfalto ahulado, de granulometría abierta (Open Graded), media (Gap Graded) o cerrada (Dense Graded) según sea el caso.

También se construyen carpetas con sistema de dos o tres capas.

Concreto asfáltico ahulado de graduación abierta (open graded).



Es un concreto asfáltico convencional de graduación abierta con la diferencia que se utiliza cemento asfáltico ahulado con un residuo asfáltico mucho mayor del nueve al diez por ciento.

Este concreto proporciona una carpeta con mayor resistencia a la fricción, más durable a la oxidación, al desmoronamiento, a la reflexión de grietas y al desgaste general.

Concreto asfáltico ahulado de graduación media (gap graded).



Su objetivo es lograr un pavimento de concreto asfáltico más durable y flexible, con mayor resistencia a la oxidación, a la reflexión de grietas y de surcos, obteniendo un excelente soporte estructural y una reducción importante en el ruido que produce el rodamiento de los vehículos.

Con el uso del cementante de asfalto ahulado en los concretos de granulometría intermedia se obtiene un material flexible que puede usarse como una sobre carpeta para prolongar la vida de un pavimento existente y/o para mejorar su nivel de soporte estructural, el confort en el manejo, la resistencia al deslizamiento y para reducir el índice de contaminación ambiental por el ruido de los automóviles.

Estas mezclas, además, tienen una gran capacidad para absorber deformaciones y al ofrecer un soporte estructural superior se reduce el espesor de la sobre carpeta requerida en comparación con los concretos asfálticos convencionales.

El mayor espesor de la película envolvente y de contenido de cementante ahulado reduce los problemas relacionados con el fisurado y el desgaste en cadena.

Debido a esto, los porcentajes de vacíos son similares a los del concreto asfáltico convencional de granulometría densa, resultando también que son impermeables.

Concreto de asfalto ahulado con granulometría densa. (Dense graded)



Es una mezcla común de concreto asfáltico utilizado en la construcción de carpetas excepto que el aglutinante usado es asfalto ahulado en vez de cemento asfáltico normal.

Su objetivo es lograr un pavimento más durable ya que se incrementa su estabilidad, aumenta su resistencia a la oxidación y mejora su capacidad para presentar agrietamientos.

Este concreto es usado en pavimentos nuevos o sobre carpetas con un mínimo espesor de cinco centímetros.

Del mismo modo que en los concretos descritos anteriormente, el diseño del concreto asfáltico se hace básicamente con los métodos convencionales Marshall y Hveem, requiriéndose también de una adecuación en la granulometría del concreto asfáltico ya que en estos concretos las partículas de hule contenidas en el asfalto ahulado interfieren de manera más significativa con las partículas finas del concreto asfáltico.

Con el uso del cementante de asfalto ahulado en los concretos de granulometría densa (dense graded) se obtienen carpetas asfálticas con un incremento notable en su vida efectiva ya que el asfalto ahulado las provee de gran resistencia al agrietamiento sufrido por los cambios de temperatura, al envejecimiento y a la fatiga.

Su capacidad a no sufrir deformaciones, permanentes es también una ventaja sobre un concreto asfáltico convencional.

Para obtener una mezcla de concreto ahulado de granulometría densa el cual pueda proporcionar todos los beneficios de usar asfalto ahulado usualmente se requieren contenidos de asfalto ahulado tan alto como lo permitan los vacíos disponibles.

Por lo tanto, la resistencia al fracturamiento y la flexibilidad no se obtienen con tanta eficacia como en las mezclas de graduación abierta o media, aunque se obtiene una mejora significativa en estas propiedades en comparación a mezclas de concreto asfáltico normal.

III.6 Asfalto espumado.

El asfalto espumado es una técnica nueva en su uso que permite producir mezclas asfálticas de un modo muy diferente a los sistemas tradicionales conocidas como mezclas elaboradas en frío. El uso principal que se le da al asfalto espumado es en la estabilización de bases para carpetas asfálticas.

Obtención



Figura 3.9.- Obtención del asfalto espumado

Consiste en inyectar una pequeña cantidad de agua fría con aire comprimido sobre asfalto caliente, proceso que se lleva a cabo en una cámara de expansión diseñada específicamente para este propósito.

Al encontrarse el asfalto en forma de espuma, se obtiene un estado temporal de baja viscosidad, permitiendo que se pueda mezclar con materiales pétreos a temperatura ambiente.

La cantidad de agua representa del uno a dos por ciento del peso del asfalto.

La temperatura del asfalto debe oscilar entre ciento sesenta y ciento ochenta grados.

Proceso de expansión

Se puede explicar de la siguiente manera: en el momento que las gotas de agua fría toman contacto con el asfalto caliente, se produce un intercambio de energía entre el asfalto y las gotas de agua, lo que eleva la temperatura del agua hasta los 100 grados, esta transferencia energética genera en forma instantánea vapor y una expansión explosiva del asfalto.

Las burbujas de vapor son forzadas a introducirse en el asfalto dentro de la cámara de expansión.

El asfalto junto con el vapor de agua encapsulado es liberado desde la cámara a través de una válvula llamado dispositivo rociador y el vapor se expande formando burbujas de asfalto contenidas por la tensión superficial de éste hasta alcanzar un estado de equilibrio.

El asfalto utilizado EKBÉ – PG 64-22 es el que se produce en la mayoría de las refinerías en México, y por lo cual será el más común para su utilización en la fabricación de asfalto espumado.

Usos:

El asfalto espumado puede ser usado como estabilizador con una variedad de materiales que van desde gravas de buena calidad hasta suelos de baja calidad con plasticidad relativamente alta y también en materiales asfálticos reciclados.

Las mezclas pueden ser elaboradas tanto en el lugar de trabajo como en una planta central. El asfalto espumado también es conocido como asfalto celular.

Aplicaciones

Existen principalmente dos tipos de aplicaciones para el asfalto espumado, el reciclado en frío de pavimentos asfálticos y la estabilización de suelos.

Reciclado en frío de pavimentos asfálticos Consiste en la recuperación del material de un pavimento asfáltico existente, el cual es mezclado con asfalto espumado, adiciones (cemento o cal) y agregados nuevos (si es necesario) para formar una base asfáltica que será colocada en el mismo lugar o en otro distinto.

La recuperación puede ejecutarse mediante un equipo fresador capaz de disgregar el material o mediante métodos convencionales donde el proceso de disgregación ocurre con posterioridad a la recuperación.

En general el material recuperado está formado no sólo por concreto asfáltico disgregado, sino también por agregados aportados por la base y subbase granular existente.

Estabilización de suelos con asfalto espumado

Consiste en la estabilización de suelos de relativa baja plasticidad ($IP < 16$) con asfalto espumado en donde los suelos pueden provenir de la recuperación de áridos de un camino sin pavimentar o de nuevos pozos.

Principalmente se emplean agregados recuperados cuya granulometría es mejorada por agregados nuevos (si es necesario), ya que uno de los objetivos de esta aplicación es obtener mezclas de bajo costo.

Ambas aplicaciones pueden ejecutarse mediante tecnología en sitio y en planta.

Tecnología en sitio

Se requiere de un equipo fresador-mezclador, existen varios modelos y configuraciones para este tipo de equipos, pero en general todos poseen un tambor de fresado-mezclado, en el cual el material es removido desde la superficie, triturado, mezclado con el asfalto espumado y extendido.

La inyección del asfalto espumado en el agregado se realiza simultáneamente a través de varias cámaras de expansión individuales.

Dependiendo de los aditamentos del equipo de reciclado la mezcla puede quedar acordonada, extendida o extendida y nivelada.

Tecnología en planta.

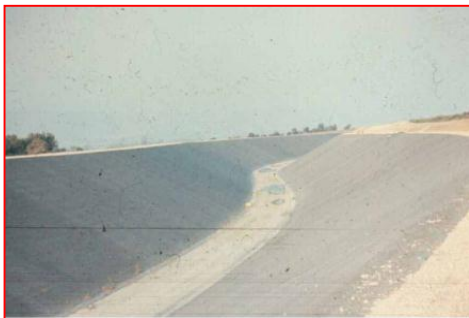
El material es fresado, retirado y transportado hasta una planta donde se incorpora el asfalto espumado y se homogeneiza la mezcla. Luego la mezcla se transporta hasta el frente de trabajo, donde es extendida por medio de motoniveladoras o preferentemente con pavimentadoras (ya que no se requerirá de nivelación) para luego ser compactada.

Los tipos de plantas utilizadas permiten su instalación en lugares inmediatos al frente de trabajo.

Esto, permite reducir significativamente las distancias de transporte de materiales, además la tecnología en planta permite un mejor control de calidad de la mezcla mediante un control de su dosificación.

IV. OTROS USOS DEL ASFALTO

IV.1 Uso del asfalto en canales



Los canales de irrigación presentan mucho de los problemas relacionados con los depósitos.

Esto debido a que los suelos en donde se construyen los canales son arenosos perdiéndose grandes volúmenes de agua por filtración.

El revestimiento de canales proporciona los siguientes beneficios: reducir la pérdida de agua, evitar que se dañen las tierras bajas por filtración, reducir los costos de operación y conservación, aumentar la capacidad y

evitar la falla del canal.

Si un canal se usa para transportar agua que se usará para riego en una zona agrícola, el principal problema que se puede presentar es la filtración en sus caras en contacto con el agua. Para que esto no suceda se propone el uso de concreto asfáltico, aprovechando una de sus propiedades de ser impermeable

Uso del asfalto en la construcción de canales

Como ejemplo se tiene el revestimiento asfáltico del canal independencia. Riego-Río Colorado, B.C México construido entre 1971 y 1973. Siendo el primer y único caso operando en México (más de 50 años).

Principal finalidad.

Lograr un revestimiento de concreto asfáltico con el máximo de impermeabilidad, durabilidad, estabilidad en el talud, flexibilidad, resistencia a la erosión y ser económico.

Las propiedades directrices en el proyecto de las mezclas de concreto asfáltico son la impermeabilidad y la durabilidad, a las cuales se subordinan la flexibilidad, la estabilidad en el talud y la resistencia a la erosión.

Requisitos básicos por satisfacer

Asegurar que las filtraciones del canal sean menores que las económicamente admisibles, con el espesor y el coeficiente de permeabilidad reales esperados de la capa impermeable.

Evitar la formación de grietas y fisuras en la capa impermeable, a fin de garantizar la impermeabilidad.

Y cómo se logra

Una base firme y homogénea, que absorba los movimientos diferenciales del terreno de sustentación.

Un aumento en la fricción interna del concreto asfáltico, que reduzca al mínimo el flujo plástico en el talud, es decir: aumentar al máximo la estabilidad en el talud.

Una mezcla suficientemente plástica y manejable durante su compactación, para lograr la flexibilidad y la compacidad previstas, compatibles con la rigidez del concreto asfáltico exigida por la “estabilidad en el talud”. Se entiende por compacidad a la relación entre el volumen de sólidos y el volumen total de concreto asfáltico, o sea: la concentración de sólidos por unidad de volumen.

La experiencia ha demostrado que la correcta ejecución de un revestimiento asfáltico impermeable es función directa del nivel de calidad de la base, con un sistema eficiente de sub-drenaje. El máximo nivel de calidad de esta base corresponde al de la asfáltica (con grava semitriturada) y le sigue la de grava gruesa dura y sana.

También debe cumplir

Asegurar la adherencia de los agregados con el cemento asfáltico, para que la impermeabilidad del concreto asfáltico se mantenga durante la vida económica asignada al revestimiento.

Proceso constructivo

Haciendo referencia al Canal Independencia, construido entre 1971 y mediados de 1973 por la empresa Compañía Contratista Nacional, S.A. de C.V. (COCONAL), la secuencia de actividades para el revestimiento asfáltico (8 cm de espesor) se puede resumir a continuación

Recorte y afine de las terracerías



Figura 4.1.- Retroexcavadora efectuando el primer recorte del terreno natural (arcilloso y limoso)



Figura 4.2.- Primer recorte con retroexcavadora de la capa protectora de humedad

Compactado de las terracerías

Su finalidad fue garantizar el apoyo homogéneo para el revestimiento de concreto asfáltico.



Figura 4.3.- Afine de terracerías con recortadora de cangilones



Figura 4.4. Compactado de taludes, peso de una tonelada

Riego de esterilizante.

Consistió en la aplicación de clorato de poli boro, esparcido en seco, mediante un rodillo hueco perforado, a razón de 0.5 kg/m²; posteriormente se aplicó un riego con agua según figuras 4.5 y 4.6



Figura 4.5.- El esterilizante estaba envasado en sacos



Figura 4.6.- Riego de terracerías con esterilizante y agua para facilitar la compactación complementaria

Tendido y compactación de la base asfáltica arenosa en la plantilla.

Tendido y compactación de la base asfáltica impermeable de cuatro centímetros de espesor. Se utilizó el procedimiento de tendido longitudinal con una máquina especial para taludes, sin juntas, salvo las “frías” de construcción Figura 4.7. La compactación se hizo a ciento cuarenta grados centígrados de temperatura en la mezcla asfáltica sobre la base, esto se logró por medio de dos rodillos lisos, accionados eléctrica e hidráulicamente. El rodillo que pasaba primero tenía un peso de 1.2 toneladas, posteriormente, se utilizaba un segundo rodillo de una tonelada de peso con el fin de borrar las huellas que dejaba el primer rodillo.

Colocación de la mezcla asfáltica



Extendido de mezcla asfáltica con tolva viajera montada en una armadura sobre rieles. Se observa a la izquierda la caja receptora de mezcla asfáltica que llegaba en los camiones de volteo, para ser llevada a la tolva.

Figura 4.7.- Extendido de la mezcla asfáltica.

Distribución del concreto asfáltico



Figura 4.8.- Compactado del concreto asfáltico en el talud con los rodillos.

Se observa en la figura 4.8 al fondo la armadura sobre rieles para la distribución del concreto asfáltico en el talud, así como los dos rodillos de compactación de uno punto dos toneladas y una tonelada respectivamente.

Colocación y compactación del concreto asfáltico



Tendido y compactación del concreto asfáltico, para formar la capa impermeable en el talud de cuatro centímetros de espesor.

El procedimiento seguido fue similar al descrito anteriormente en la figura 4.8. Se observa el tren de trabajo longitudinal en uno de los taludes, colocando y compactando la capa impermeable. En el centro se observa la grúa para la caja receptora de mezcla de

concreto asfáltico y mover el equipo entre taludes.

Figura 4.9.- Tren de trabajo longitudinal en la capa impermeable



Plasticidad del concreto asfáltico

Nótese la plasticidad del concreto asfáltico y el segundo rodillo de uno punto cinco toneladas borrando las huellas del primer rodillo de uno punto dos toneladas, en uno de los taludes.

Figura 4.10.- Se observa la plasticidad del concreto asfáltico

Tendido y compactación del concreto asfáltico para formar la capa impermeable en la base con un espesor de cuatro centímetros.



Se observa la colocación del concreto asfáltico en la base de la sección del canal con máquina pavimentadora para una buena calidad en el acabado de la carpeta asfáltica.

Figura 4.11.- Máquina que extiende el concreto asfáltico



Se observa la compactación del concreto asfáltico en la base de la sección del canal por medio de rodillo liso.

Figura 4.12.- Compactación del concreto asfáltico en la base

Características del revestimiento asfáltico

Las características generales del Canal Independencia son las siguientes

Caudal máximo: 40 m³/s
Superficie de riego: 35,000 ha
Longitud: 27,000 km
Anchura de plantilla: 3.5 a 8.0 m
Tirante máximo: 2.6 m
Taludes internos: 2:1
Anchura de la corona en los bordos: 6 m

Espesor del revestimiento

Plantilla

Base asfáltica arenosa: 0.04 m
Capa impermeable: 0.04m

Taludes

Base asfáltica impermeable: 0.04 m
Capa asfáltica impermeable: 0.04m

Las mezclas asfálticas impermeables tenían tamaño máximo (TM) de 19.05 (¾")
Contenido de cemento asfáltico (CA) de 8.5 a 9 %
Contenido de finos (Cf) de 8 a 10 %
Contenido de cal (Cc) de 2%, fundamentalmente.

Cabe resaltar que este canal se encuentra situado en una zona altamente sísmica y en donde las temperaturas máximas durante el verano, suelen exceder a 52°C medidos en la sombra.



Figura 4.13.- Canal Independencia (antes Alimentador del Norte) en proceso de terminación.

Comentarios

Esta obra se realizó con los más altos niveles de calidad cumpliendo con las especificaciones desde que se gestó la idea de hacer la obra hasta su culminación. Ésta no ha ocurrido, ya que el canal Independencia sigue en operación, con una gran eficiencia en la conducción y sin conservación alguna desde su construcción, a pesar de que ya se rebasó la vida de proyecto de 30 años. Los niveles de calidad incluyeron principalmente los aspectos simultáneos de geometría, acabados, materiales y procedimientos constructivos, para que la obra resultase estética, segura y económica.

IV.2 Uso del asfalto en cortinas para presas de almacenamiento de agua

Cortina construida con corazón impermeable de concreto asfáltico.

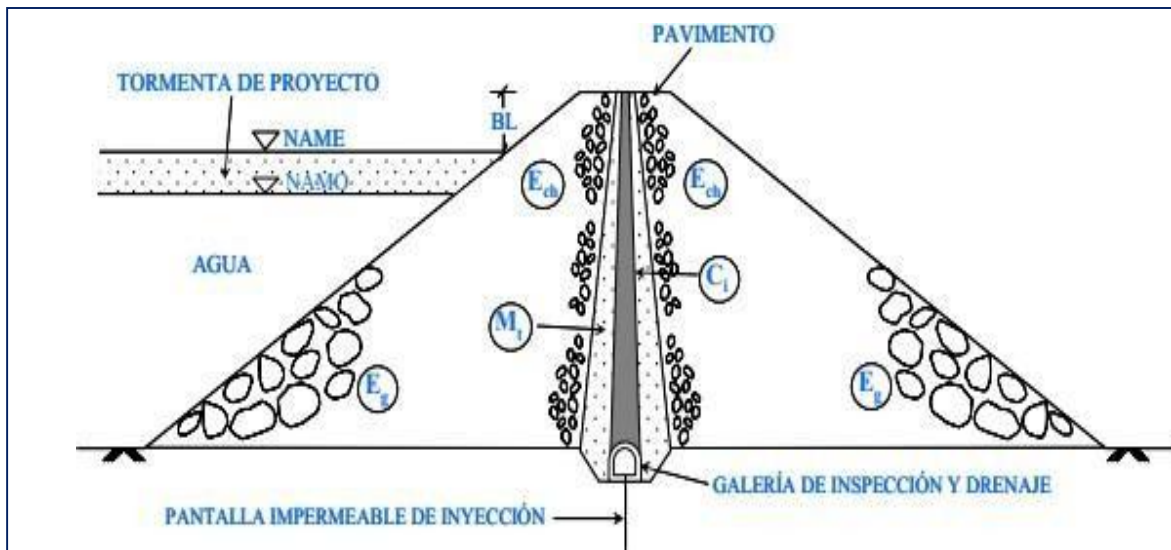


Figura 4.2.1.- Corazón de concreto asfáltico impermeable en la cortina, según letra C₁

Las cortinas de las presas presentan un gran problema de filtración, debido a que almacena agua particularmente. Es por ello que se busca utilizar materiales que sean impermeables y que impidan el paso del agua.

Uno de estos materiales es el concreto elaborado con asfalto como opción para construir el corazón impermeable en cortinas de presas de almacenamiento de agua.

Una cortina de este tipo forma parte de la presa de almacenamiento de agua que se construyó en Noruega en el año de 1997.

Como se observa en la Figura 4.2.1 el concreto asfáltico forma el corazón del núcleo central de la cortina de la presa impidiendo el paso del agua por el fenómeno de filtración.

También se observa en la figura 4.2.1 el núcleo de concreto asfáltico que es de sección variable, ancho en la base sobre la ataguía y angosta en la corona de la presa.

Existe otro caso como se observa en la figura 4.2.2, en donde el núcleo central de la cortina es de concreto asfáltico y como caso particular es de sección constante.

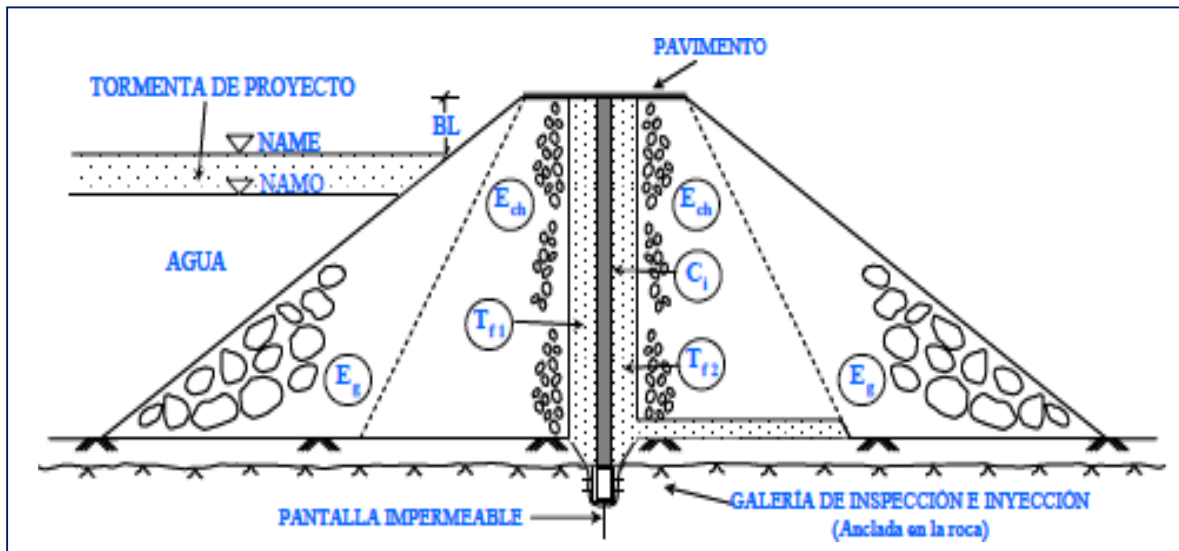


Figura 4.2.2.- Corazón de concreto asfáltico de sección constante según la letra C_1

Proceso de construcción de la cortina de corazón de concreto asfáltico impermeable.



El esquema representa la cortina de la sección mostrada arriba en la figura 4.2.2

Aquí se ve como se compacta el concreto asfáltico con rodillo y la distribución de los diferentes materiales graduados que forman el enrocamiento que la componen.

Como se puede ver está en su etapa final.

Figura 4.2.3.- Se observa la compactación del núcleo de concreto asfáltico

Inicio de llenado del embalse



Llenado del vaso que forma la cortina de corazón de concreto asfáltico en la presa construida en Noruega.

Prácticamente la cortina de la presa ya está en operación, aunque todavía se observan trabajos adicionales en la corona.

Figura 4.2.4.- Aquí se observa el núcleo de concreto asfáltico en su fase final.

V CONCLUSIONES

El asfalto que en la práctica o vida cotidiana se conoce como chapopote, para mi punto de vista es un material que debido a sus propiedades y reología ocupa un lugar especial dentro de los productos usados en la construcción. De donde, reología se define como la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir. El asfalto se considera como un material visco elástico ya que puede ir de sólido a líquido, pasando por una fase intermedia llamada viscosidad, con tan solo elevar su temperatura aplicándole calor. Esta facilidad de cambio de estado es lo que permite al asfalto poderse mezclar con otros materiales de construcción para diferentes aplicaciones así como con otras sustancias llamadas aditivos para elevar sus propiedades de resistencia a los agentes atmosféricos que lo dañan. Como ya se vio en el desarrollo de esta tesis, el asfalto se le debe elevar su temperatura hasta volverlo líquido para mezclarlo con los áridos para obtener una mezcla asfáltica que será usada para construir una carpeta asfáltica, debido a esto se requiere mucha energía lo que eleva su costo y peligro en su manejo y contaminación al ambiente. Es por eso que se buscó combinarlo con solventes derivados del petróleo para hacerlo fluido y poderlo mezclar con otros materiales de construcción y usarlos a temperatura ambiente evitando el calor del caso anterior. Sin embargo, aún se tiene el problema de contaminación al ambiente debido a que los solventes derivados del petróleo desprenden gases en su manejo haciéndolos aun peligrosos debido a que son productos inflamables como es el caso de la gasolina. Finalmente se consigue combinar el asfalto en estado líquido y a temperatura adecuada con agua y un aditivo emulgente especial, obteniendo un producto asfáltico que se puede mezclar con otros materiales de construcción y usarlos a temperatura ambiente anulando el problema de usar solventes y calor de los dos casos anteriores respectivamente. En la actualidad se han hecho estudios de cómo aprovechar de forma más eficiente al asfalto, combinándolo con polímeros que también son derivados del petróleo así como más recientemente con polvo molido de llantas o neumáticos fuera de uso con el propósito de mejorar las propiedades del asfalto para resistir aún mejor los esfuerzos a que se le somete en la actualidad debido a los adelantos en materia de tránsito de vehículos en carreteras y otras aplicaciones como es el caso de impermeabilización en casi todo tipo de superficies y como caso particular en edificación de vivienda. Cabe destacar que el asfalto se ha usado en otros países como Noruega en cortinas de presas para hacerlas impermeables a la acción del agua dando buenos resultados, no así en México solo un caso especial como en la superficie de la sección de un canal de irrigación al norte de la República Mexicana dando buenos resultados a la fecha desde 1973 de su puesta en operación. Por último y no por eso menos importante es en la actualidad que aparecen los asfaltos espumados que son la combinación de asfalto caliente y agua fría con aire comprimido en condiciones especiales. El asfalto obtenido de esta forma se puede mezclar con materiales pétreos en frío, así como usarlos y aplicarlos a temperatura ambiente. México comparado con otros países aún le falta para estar a la par en materia de innovación de mejoras en los productos asfálticos, así como en la técnica de realizar con calidad el proceso constructivo donde se aplique el asfalto en sus diferentes modalidades. Mi propuesta a quienes corresponda, difundir que es y cómo se usa el asfalto o chapopote para conocerlo mejor y así aprovechar sus propiedades, bajo costo y disponibilidad en el mercado de productos de impermeabilización.

BIBLIOGRAFIA

BUSTAMANTE Olivera Fernando
Estructuración de Vías Terrestres
Grupo editorial Porrúa, México, 2011

CRESPO Villas Carlos
Vías de Comunicación
Noriega Limusa Editores, México, 2001

Gustavo Rivera E.
Emulsiones Asfálticas
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
México Universidad Nacional Autónoma de México
México 1977

Ing. Quim. Manuel Madrazo
Aspectos Químicos de los Asfaltos y Mezclas Asfálticas
Escuela Nacional de Ingeniería, México, 1985

ERMOSILLO González Jesús
Curso de Pavimentación
Apuntes de la Facultad de Ingeniería, UNAM, México.1990

VELAZQUEZ Manuel
Manual del asfalto
Productos Asfálticos S. A. (PROAS) MADRID-1962

MESOGRAFÍA

<http://www.contech.com.mx/Azoteas%20Verdes.htm> (Recuperado el 8 de febrero de 2019)
<http://eco-alternativas.com/impermeabilizantes/>
<https://impermeabilizantes.com.mx/wp-content/uploads/2016/11/Impermeabilizantes-IMPERCOAT-S40-FIBRA.pdf>
<http://unimac.com.ar/v1/index.php/marcas/megaflex/92-pintura-asfaltica-aluminizada.html>
<https://nestorcastrovaldivia.wordpress.com/2012/05/20/concepto-de-destilacion-y-tipos-de-destilacion/>
<https://pasaimper.com/producto/reflecta-lum/>
<http://www.curacreto.com.mx/impermeabilizantes/prefabricados/technoply-garden.html>
<http://www.impac.com.mx/fichas/IMPACAPPGOLDPOLIESTERARENADOANTIRAIZ>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Reolog%C3%ADa> (recuperado el 11 de febrero de 2019)