

IV.- Tratamientos Superficiales con Emulsiones Asfálticas.

4.1.- Generalidades.

El término tratamientos superficiales es muy amplio. Incluye varios tipos de aplicaciones utilizadas en la construcción de carreteras en diferentes circunstancias y funciones.

Entre estos se tienen:

- Riegos de imprimación o penetración
- Riegos negros con emulsión diluida
- Riegos de liga
- Riegos de sello con arena o gravilla seleccionada.
- Morteros asfálticos o Slurry Seal.

En este capítulo vamos a tratar especialmente, lo relacionado con la fijación de la superficie de una base o carpeta, empleando una emulsión asfáltica como ligante una o varias capas de gravilla seleccionada que cumpla con las especificaciones establecidas.

Este tipo de tratamientos se utilizan como:

- Superficies de protección temporales o definitivas para bases o carpetas de una carretera.
- Superficies protectoras de desgaste realizadas sistemáticamente como un mantenimiento preventivo además se mejoran sus características antideslizantes que se pueden ir perdiendo con el tiempo, y hay un sellado superficial que evita que el agua penetre a la capa que protege.

En la mayoría de los casos, no se considera como una parte estructural ya que no aporta ningún soporte. Sin embargo este tratamiento debe resistir los esfuerzos cortantes originados por el tránsito, la abrasión o el desgaste producido por las ruedas de los vehículos.

También el tratamiento debe de presentar aquellas características que la hagan antideslizante por algún tiempo (2 o 3 años), garantizando así la seguridad de los usuarios de la carretera. Por estas razones habra de exigir que se cumpla con las especificaciones establecidas para el material pétreo y la emulsión. (Tabla 4.1.1)

4.2.- Riego de Sello.

4.2.1.- Antecedentes

El material pétreo para riego de sello debe ser un material seleccionado. Por sus requerimientos granulométricos de uniformidad casi nunca se encuentra en bancos naturales,

además no debe contener arena ni mucho menos polvo. La resistencia individual de las partículas debe ser alta a la abrasión y al intemperismo y debe presentar buena afinidad con el asfalto. Complementariamente a la granulometría de partículas prácticamente de un solo tamaño, se exige que estas sean equidimensionales, es decir, se limita la presencia de partículas alargadas y en forma de lámina o laja. De estas características se ha observado que lo que más se dificulta cumplir, es lo relativo al nulo contenido de polvo y afinidad con el asfalto. El polvo que generalmente acompaña a los materiales pétreos para sello, puede provenir de tratamientos deficientes, tales como cribado o trituración parcial y cribado, que no incluye el procedimiento final de lavado, sea con aire o agua. También este polvo puede producirse durante las operaciones de transporte y almacenamiento que se suceden después de la producción; este sería el caso de las rocas calizas o los granitos que podemos señalar como casos típicos, pero en la mayoría de los tipos de roca, esto también sucede en menor o mayor grado.



QUE REQUIERE EL MAT. PATREO	PARA QUE?	CARACTERISTICAS
QUE NO SE FRAGMENTEN	PARA OBTENER UN MOSAICO REGULAR Y DURABLE	DUREZA SUFICIENTE
QUE NO SE PULAN	PARA EVITAR DESLIZAMIENTOS (MICROROGUSIDAD)	RESISTENCIA AL USO Y AL PULIMIENTO
QUE NO SEAN NI MUY GRANDES NI MUY PEQUEÑAS	PARA PERMITIR UN BUEN DRENAJE Y EVITAR PENETRACION DE AGUA.	DIMENSIONES CONVENIENTES
QUE NO SEAN PLANAS NI ALARGADAS		FORMA SATISFACTORIA
QUE PRESENTEN ARISTAS VIVAS		BUENA ANGULARIDAD
QUE NO SE DESPRENDAN LAS PARTICULAS	PARA EVITAR LA FORMACION DE HUECOS	BUENA LIMPIEZA

Tabla 4.1.1

Por las razones anteriores, ya desde hace tiempo se viene aplicando la técnica de cubrir el material pétreo con una muy delgada capa de cemento asfáltico; estos procedimientos son generalmente en planta y en caliente.

4.2.2 Finalidad:

Las ventajas que se obtienen son:

- Disminuye la formación de polvo por el rozamiento o fricción entre partículas durante las maniobras, desde su producción hasta el momento de su aplicación.

- Mejora la afinidad con el asfalto usado en la liga, al presentar el material pétreo una película de asfalto adherida mediante mezclado enérgico al material pétreo.

- Impermeabiliza superficialmente al material pétreo y disminuye la absorción de agua por este. Esto es particularmente ventajoso en el caso de almacenamientos al aire libre, adicionalmente se obtiene una mayor protección contra el intemperismo.

- Se puede disminuir la cantidad de asfalto que usualmente se usa en el riego de liga, puesto que parte de este lo lleva ya el material pétreo.

A las ventajas anteriores se opone el costo y tiempo adicional del precubrimiento.

4.2.3.- Técnicas de Precubrimiento.

Antecedentes.- Ante la reducida existencia de plantas de mezcla en caliente, se desarrollaron experiencias de laboratorio y campo usando técnicas de mezclado en frío, para lo cual se propone usar emulsiones asfálticas, motoconformadoras y plantas mezcladoras en frío.

Los materiales pétreos que se utilizan en muchos trabajos de riego de sello, contienen cantidades apreciables de polvo y arena fina, que producen grandes nubes de polvo durante su aplicación, depositándose este material sobre el riego de liga, disminuyendo la capacidad de anclaje o adherencia del material de sello, amén de los inconvenientes de impacto ambiental y de seguridad en carreteras en operación.

Dadas las condiciones anteriores, así como el equipo y productos asfálticos con que se dispone en nuestro medio, no es conveniente cubrir totalmente el material pétreo, sino que el precubrimiento se puede considerar aceptable cuando se logra aglutinar a las arenas finas y el polvo con el asfalto y cubrir parcialmente a las partículas en aproximadamente el 50 a 60% de su superficie.

Preparación de los Materiales.- Para el precubrimiento se pueden usar emulsiones asfálticas de rompimiento rápido. El tipo de emulsión catiónica o aniónica dependerá de los materiales pétreos, por lo que es necesario que el fabricante de la emulsión estudie y

formule el tipo más adecuado, además, la emulsión debe permitir ser diluida con agua (tratada) para reducir el contenido de residuo al 25%, en relación al volumen total.

Una vez que se tiene la emulsión adecuada, ésta deberá diluirse, la dilución se realizará usando agua limpia; en el caso de emulsiones catiónicas, el agua deberá ser ligeramente ácida (pH menor a 7). En el caso de emulsiones aniónicas, se puede ajustar usando aproximadamente 300 gramos de sosa cáustica en cristales por cada metro cúbico de agua. Puesto que la formulación de los jabones para cada tipo de emulsión depende de cada fabricante, es conveniente consultar con ellos el tipo de reactivo más adecuado para acondicionar el agua.

Dilución de la Emulsión.- La dilución de la emulsión se hará de tal manera que el contenido de residuo asfáltico sea de aproximadamente el 25% del volumen total. Usualmente en emulsiones que contienen originalmente el 65% de residuo asfáltico en volumen, se agregan 1600 litros de agua por cada mil litros de emulsión sin diluir.

En el caso de que el material esté húmedo, deberá considerarse esta humedad al momento de hacer la dilución de la emulsión, ya que el propósito de ésta dilución es facilitar la distribución del producto asfáltico con el pétreo. En el caso de materiales saturados y con agua libre, se ha observado que se requiere una dilución del orden del 50% de residuo. Es decir, en emulsiones que contienen el 65% de residuo en volumen, se agregan 300 litros de agua por cada mil litros de emulsión sin diluir. Para casos intermedios se podrán hacer interpolaciones lineales.

En general, resulta práctico y por lo tanto recomendable agregar el agua de absorción al material, antes de la aplicación de la emulsión. La dilución podrá hacerse directamente en la petrolizadora, la cual debe ser limpiada con solventes y agua, para posteriormente colocar la cantidad conveniente de emulsión sin diluir. La dilución sólo podrá realizarse cuando la temperatura de la emulsión esté entre 5 y 40°C, debiendo ser la temperatura del agua a usar similar a la de la emulsión.

El agua, previamente ajustada en cuanto a temperatura y pH como ya se comentó, deberá agregarse lentamente a la petrolizadora y se mezcla usando el mismo sistema de bombeo en posición de recirculación.

Algunas emulsiones tienden a romper si se diluyen, por lo que en el laboratorio deberán realizarse los estudios de dilución y estabilidad diluida previamente.

Dosificación y Mezclado.- La cantidad de emulsión asfáltica diluida, a usar por metro cúbico de material seco y suelto, dependerá de los siguientes factores principales:

- Contenido de arena fina y polvo (% en peso que pasa por malla de 0.425 mm, No. 40).
- Absorción del material.
- Textura y forma de la partícula.

4.2.4.- Procedimiento de Construcción.

Preparación de la Petrolizadora.- La petrolizadora deberá ser limpiada usando solventes, (diesel o petróleo diáfano) para eliminar los residuos de otros productos asfálticos. Antes de colocar la emulsión se enjuagará el tanque y sistema usando agua limpia, si la petrolizadora contenía anteriormente emulsión de signo contrario a la que se va a usar; después de la limpieza señalada, se enjuagará el tanque usando agua tratada para ajustar el pH convenientemente, como ya se explicó.

Adicionalmente a la limpieza del tanque, se procederá a la limpieza de la barra distribuidora y de las espreas; estas además, deberán alinearse de manera que formen un ángulo de 15 a 30° con relación al eje de la barra. La altura de la misma se ajustará para obtener un traslape doble exacto de los abanicos.

Preparación de Material Pétreo.- La emulsión diluída se aplica al material pétreo extendido en una capa delgada de 5 a 10 cms de espesor, sobre una plataforma de piso limpio y firme, para evitar la contaminación del material pétreo. La emulsión diluída se aplica en dos o cuatro riegos mezclando con motoconformadora ó cargador frontal, entre cada riego, para volver a formar la cama. Se continuará mezclando con período de reposo hasta que la emulsión rompa y el material deje de aglutinarse y pueda fluir libremente (Foto 4.1).



Foto 4.1 Preparación del Material Petreo.

El material precubierto húmedo, podrá aplicarse inmediatamente, o bien, podrá almacenarse adecuadamente para su uso posterior.

Preparación de la Superficie.- La superficie por sellar no debe presentar deterioro activo acelerado, es decir, su comportamiento cuando menos el último año, debió ser estable y no debe presentar signos por fatiga, insuficiencia estructural, drenaje o subdrenaje insuficiente o exceso de asfalto.

Riego de Liga.- El espesor de la película necesaria para el anclaje del material varía, dependiendo de las condiciones de la superficie por sellar, de la granulometría y tamaño máximo del material pétreo y de las características de textura superficial; además, influye la temperatura ambiental y el tránsito (Foto 4.2).

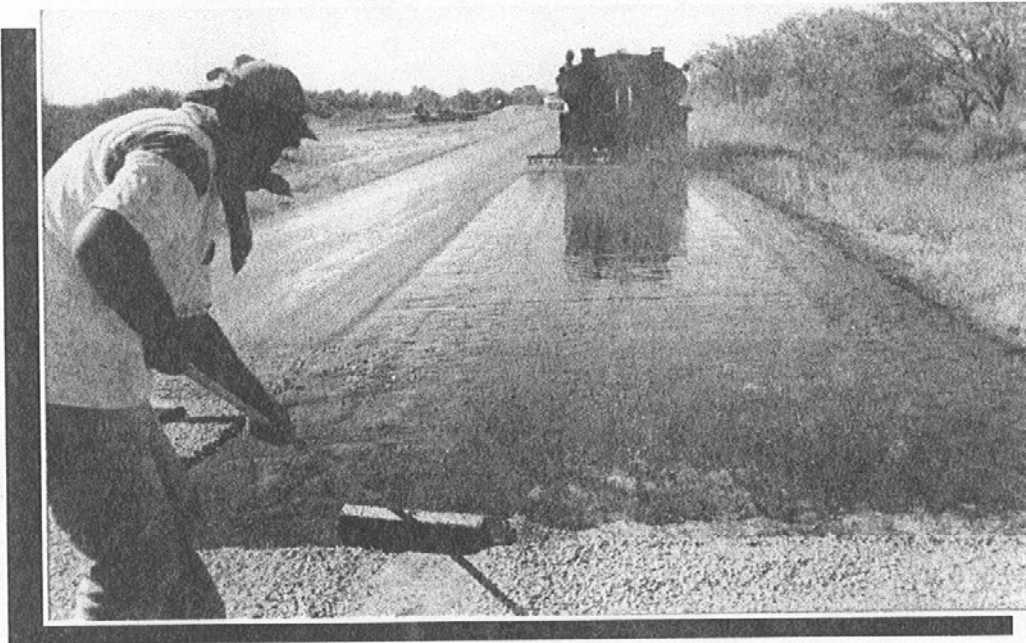


Foto 4.2 Riego de Petrolizadora.

Conviene hacer hincapié en que todos los trabajos de sello se programen cuando las condiciones climáticas sean aceptables, es decir, temperaturas superiores a los 15°C calma o vientos suaves, cielos despejados sin probabilidad de lluvia por lo menos 12 horas después de los trabajos.

En el caso de aplicación de materiales precubiertos, puesto que éstos ya traen consigo parte del asfalto, el riego de liga deberá reducirse. De acuerdo a la experiencia local, la reducción podrá ser del orden de 0.3 a 0.4 litros por metro cuadrado, en relación con las cantidades usualmente aplicadas, tanto en el caso de emulsiones como en los rebajados.

Se recomienda hacer mosaicos de prueba teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, en cada tramo que pretenda sellarse. Estas pruebas deberán realizarse durante la temporada de primavera-verano.



Foto 4.3 Riego del Material Pétreo.

Los mejores resultados se han tenido usando emulsiones asfálticas, tanto en la liga como en el precubrimiento.

Como las emulsiones asfálticas son menos viscosas que los rebajados, se deberán tener las precauciones al aplicar el riego de liga en pendientes y en curvas con sobreelevación. En estos casos se ha usado un manto previo con material pétreo y posteriormente el riego de liga. Inmediatamente atrás de la petrolizadora se aplica el material pétreo.

Riego de Material Pétreo.- Antes del uso del material precubierto, deberán eliminarse manualmente todos los grumos o témpanos que existan, para evitar obstrucciones en el dispositivo de distribución que puede ser compuerta en caja de camión o esparcidor mecánico (Foto 4.3).

La cantidad de material pétreo a regar dependerá de la granulometría y tamaño máximo del material pétreo principalmente.

En el caso de los materiales precubiertos, éstos por el asfalto que ya tienen adherido, tienden a aglutinar una mayor cantidad de material y por lo tanto, el desprendimiento de partículas disminuye en relación a los riegos tradicionales y no se requiere utilizar material pétreo adicional como colchón. Por esto se deben reducir las cantidades habituales en aproximadamente 0.5 litros por metro cuadrado, según la experiencia regional y nunca usar más de diez litros de material precubierto por metro cuadrado. Se ha observado que de esta manera se fija del 90 al 95% del material pétreo usado.

Puesto que los materiales pétreos presentan una gran variación de tamaño máximo, granulometría y forma de la partícula es conveniente partir de las recomendaciones anteriores para fabricar mosaicos de prueba y hacer los ajustes finales en base a estos resultados.

Compactación.- Inmediatamente después del tendido, se acomodará el material pétreo mediante el uso de rodillo liso ligero y rodillo neumático, actuando en forma combinada. Como el material pétreo contiene asfalto en su superficie, es posible que algunas partículas se adhieran a los rodillos, por lo cual se recomienda humedecerlos y se ajusta convenientemente la cuchilla con que usualmente estos equipos vienen dotados, para despegar los materiales que se adhieran, por lo demás, la compactación se hará en la forma usual (Foto 4.4).



Foto 4.4 Compactación con Rodillo Liso y Neumático.

Reposo y Barrido de la Superficie.- Es indudable que una de las causas de los malos resultados en trabajos de riego de sello, es la falta de reposo o maduración; en

muchos de los casos las condiciones de vialidad no permiten manejar el tránsito para proporcionar el tiempo de fraguado requerido por los asfalto.

En el caso de los materiales precubiertos, se ha observado que presentan un mejor anclaje y por lo tanto, mayor resistencia a ser desprendidos por el tránsito, aún así, es preferible proteger el sello por 24 horas por lo menos, siendo lo óptimo 72 horas y no permitir la circulación del tránsito durante este tiempo (Foto 4.5).

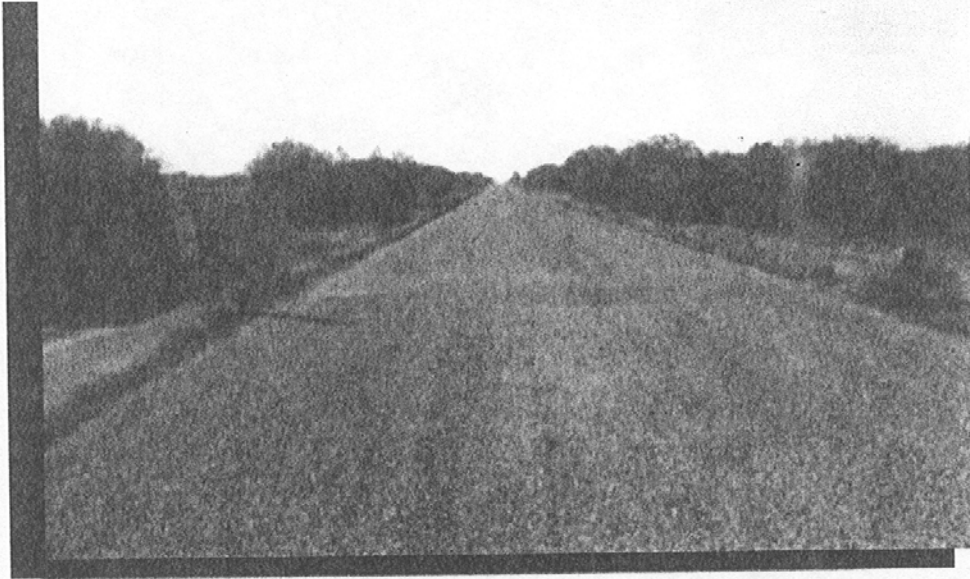


Foto 4.5 Terminado Final en Reposo, Antes de Abrir a la Circulación

Antes de abrir a la circulación, es conveniente barrer mediante equipo mecánico el material suelto; este material podrá ser recuperado para su uso posterior, por lo que ésta operación no sólo resulta conveniente por los peligros para la circulación vehicular, sino redituable.

4.3.- Riego de Impregnación.

El riego de impregnación es la aplicación de un asfalto fluidizado a la base granular de un pavimento que no ha sido tratado previamente, con la finalidad de obtener una superficie negra, de impermeabilidad uniforme, con mayor resistencia y sin la presencia de polvo o partículas minerales sueltas. Estas condiciones permiten extender adecuadamente las capas asfálticas superiores sin que exista un corrimiento de las mismas.

La impermeabilidad de la base impide la penetración de mas humedad y evita que no se evapore el agua y no se pierda la compactación.

Para el riego de impregnación se utilizan asfaltos de baja viscosidad, propiedad que debe mantenerse durante cierto tiempo para que el asfalto pueda penetrar ligeramente por capilaridad.

Estas exigencias varían según el tipo de base a tratar. Las bases con alto contenido de suelo de grano fino, sobre todo si estos son arcillosos, presentan una cierta dificultad para impregnar.

La cantidad de ligante necesaria se suele fijar como la que es capaz de absorber la base en un periodo de 24 horas (0.8 - 1-2 litros de emulsión metro cuadrado). Después de este período, las zonas especialmente ricas en asfalto pueden cubrirse con arena o árido fino (poreo de arena) para observar el exceso y las zonas especialmente porosas se tratan con un nuevo riego de impregnación.

Anteriormente en México y en mucho otros países la mayoría de las impregnaciones se efectuaban con rebajados asfálticos de fraguado medio y no con emulsión asfáltica. Algunas impregnaciones se han realizado con asfalto modificado con solventes ligeros obteniendo malos resultados por la evaporación rápida del solvente, quedando el asfalto en la superficie de la base sin lograr el objetivo de la impregnación.

Cuando el asfalto se rompe en partículas minúsculas en un molino coloidal y se dispersa en agua por medio de un emulsificante, se convierte en una emulsión asfáltica. Las micelas o partículas de asfalto (de 3 a 8 micras de diámetro) permanecen uniformemente en suspensión hasta que se usa la emulsión para un propósito previsto (Foto 4.6).

Con el objetivo de lograr la impregnación con emulsiones, se ha tratado de emulsificar asfaltos utilizando solventes tipos FM-1 obteniendo resultados aceptables al aplicarse sobre bases abiertas, y no así sobre bases cerradas.

Algunos constructores al no penetrar la emulsión en la superficie, adicionan un poco de arena con el propósito de que ésta absorba el asfalto residual.

Otra opción consiste en el "Riego a cielo abierto", en el cual, la base no se compacta totalmente y la emulsión logra impregnar.

Para obtener resultados aceptables al utilizar emulsiones en la impregnación, se propone modificar el estado original del asfalto (asfaltos típicos de penetración 80-100) con aditivos orgánicos para su posterior emulsificación.

La función de este aditivo orgánico sobre el asfalto original es la de disminuir la viscosidad del mismo, reblandeciéndolo, logrando obtener en la molienda un tamaño de

partículas mucho menor (décimas de micra) que el obtenido con el asfalto original (de 3 a 8 micras).

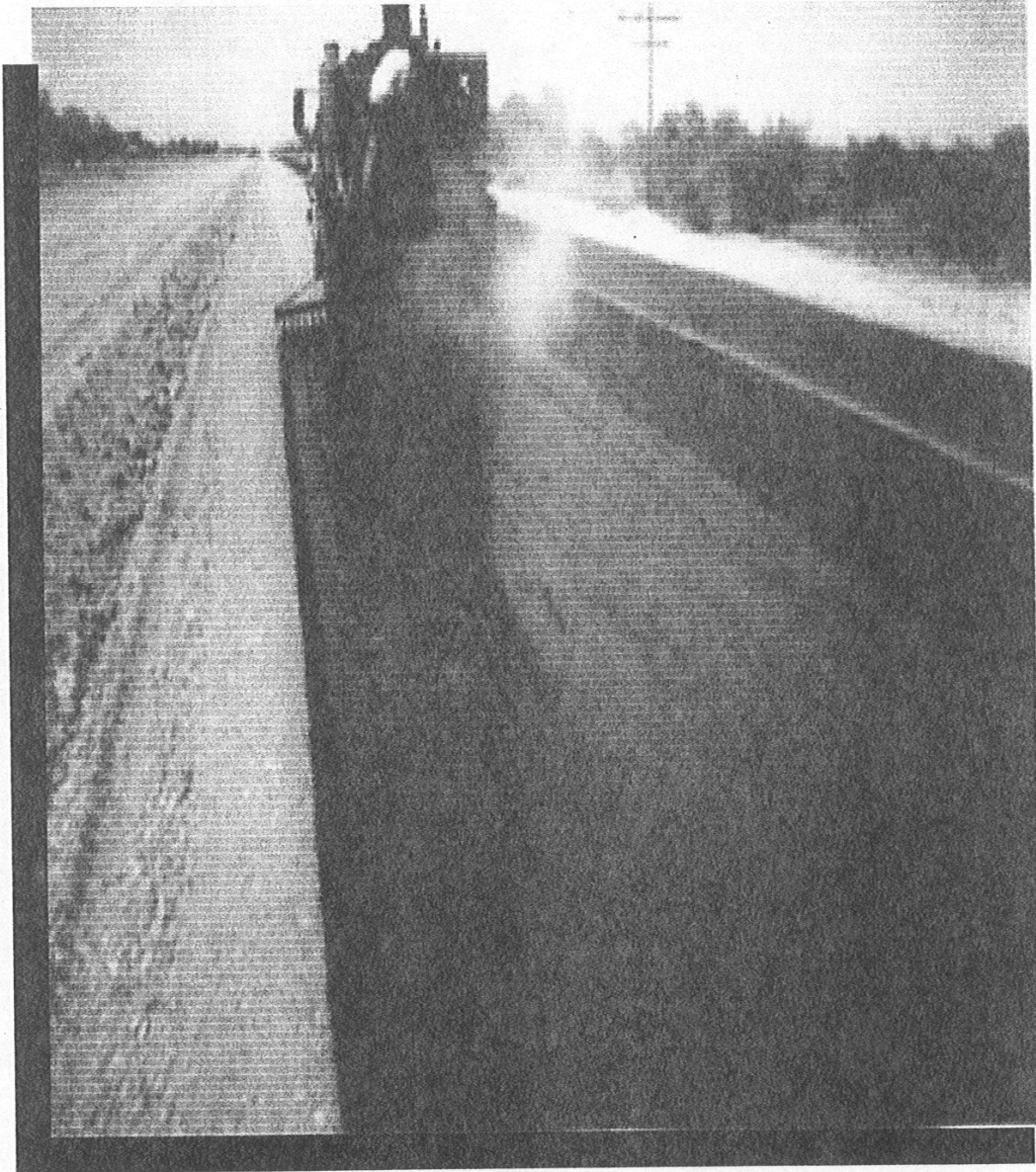


Foto 4.6 Riego de Impregnación

Con este tamaño de partícula mucho menor, se obtiene emulsiones que favorecen la penetración de las mismas en la base granular. Las partículas de asfalto que quedan en la superficie formando la membrana de asfalto siguen impregnando debido a su viscosidad modificada hasta que son absorbidas por la base, cubriendo así los huecos y poros, logrando la impregnación en períodos de tiempo de aproximadamente 24 horas.

Este tipo de aditivos no se volatilizan ni separan del asfalto, logrando endurecer la capa asfáltica después de que se ha logrado la impregnación. Con este tipo de emulsión se evita la contaminación ambiental causada por la evaporación de solventes orgánicos y se obtienen un ahorro energético al utilizar estos solventes en otras aplicaciones más útiles.

Cabe señalar que el riego de impregnación funciona solamente como una protección para la base granular, sin que esto signifique que después de aplicarlo quede lista una superficie de rodamiento. Lo más conveniente es proteger la base ya sea con una carpeta asfáltica o con un riego de gravilla.

La formulación para este tipo de emulsiones depende principalmente del tipo de base a tratar, lo más recomendable es hacer pequeños tramos de prueba para lograr mejores resultados.

4.4.- Slurry Seal.

El Slurry Seal consiste de una mezcla de emulsión asfáltica, material pétreo, agua y aditivos específicos, proporcionados, mezclados y uniformemente esparcidos sobre una superficie preparada adecuadamente. El Slurry Seal terminado debe presentar un tendido uniforme, una adherencia adecuada con la superficie existente y una textura con resistencia al deslizamiento.

La emulsión asfáltica debe cumplir con el grado especificado.

El material pétreo se obtiene de depósitos naturales o producido a partir de roca triturada tal como granito, escoria, caliza u otro material de alta calidad o una combinación de los anteriores. Arenas con texturas suaves no deben exceder del 50% del total de la mezcla.

Existen diferentes tipos de Slurry Seal dependiendo de la granulometría que lo forma:

Tamaño de Malla	Tipo I % que pasa	Tipo II % que pasa	Tipo III % que pasa
3/8"	100	100	100
No. 4	100	90 - 100	70 - 90
No. 8	90 - 100	65 - 90	45 - 70
No. 16	65 - 90	45 - 70	28 - 50
No. 30	40 - 65	30 - 50	19 - 34
No. 50	25 - 42	18 - 30	12 - 25
No. 100	15 - 30	10 - 21	7 - 18
No. 200	10 - 20	5 - 15	5 - 15

Debe de adicionarse cemento Portland, cal hidratada, polvo de piedra caliza, flyash, o cualquier otro filler mineral.

El agua a utilizar deberá ser compatible con la mezcla de Slurry Seal.

Con el fin de acelerar o retardar el rompimiento del Slurry Seal o mejorar el acabado de la superficie normalmente se utilizan aditivos. La utilización de éstos en la mezcla del Slurry Seal o de materiales individuales se realiza inicialmente en cantidades predeterminadas por la mezcla de diseño con ajustes en el campo si son requeridos.

Antes de iniciar cualquier trabajo se realiza un diseño de mezcla que indica los materiales específicos a ser utilizados en el proyecto. Una vez que los materiales son aprobados no se sustituyen por algún otro a menos que se demuestre que el nuevo material cumple con las pruebas indicadas.

Se deben monitorear los resultados del comportamiento de los materiales individuales, comparando sus valores con aquellos obtenidos en la mezcla de diseño. Deben cumplir con los requerimientos de consistencia, exceso de asfalto y abrasión saturada.

Deben tenerse especial cuidado en el estado del equipo, herramientas y dispositivos utilizados en el desarrollo de éste trabajo.

Los equipos de mezclado de Slurry Seal cuentan con una unidad de flujo de mezcla continuo pudiendo ser una unidad individual que regrese al almacén de materiales para recargarse o una unidad de recorrido continuo que es realimentado en el lugar de trabajo. Todas las unidades cuentan con los medios necesarios para medir cada material individualmente cuando estén siendo alimentados dentro del mezclador. Los mecanismos de alimentación son continuos y el proporcionamiento de los materiales debe permanecer constante en todo tiempo. Las unidades están equipadas con instrumentos adecuados de manera que la máquina se calibre adecuadamente y las cantidades de los materiales utilizados durante cualquier período son fácilmente determinados.

El mezclador revolverá todos los materiales para formar una masa homogénea antes de salir de la unidad.

La caja esparcidora está equipada con lo necesario para prevenir la pérdida de slurry por lo lados y cuenta con un material flexible en la parte trasera que producirá una superficie uniforme a todo lo ancho. La caja esparcidora está provista de los medios adecuados para compensar las deformaciones de la geometría del pavimento. La caja deberá mantenerse limpia y no deberá de permitirse el acumulamiento de asfalto y material pétreo.

Cada unidad de mezclado de Slurry ha utilizado en la ejecución del trabajo, se calibra antes de iniciar. No se permite que alguna máquina trabaje hasta que la calibración haya sido completa.

Se realizan pruebas de desprendimiento para cada máquina, después de la calibración y antes de la construcción. Se toman muestras de Slurry y se verifica la consistencia de la mezcla y su proporcionamiento. También se verifican las cantidades de aplicación. En caso de presentarse alguna falla en cualquier prueba, es recomendable la realización de pruebas adicionales.

El porcentaje de cada material individual deberá ser como se indica en la mezcla de diseño. Se pueden realizar ajustes durante el proceso de construcción, basados en las condiciones de campo.

Se consideran las siguientes tolerancias:

- a).- Después de que se ha determinado el contenido asfáltico residual de diseño, se podrá permitir una variación en $\pm 1\%$.
- b).- El porcentaje de material pétreo que pasa cada malla no deberá variar en $\pm 4\%$ de la mezcla de diseño de trabajo.
- c).- El porcentaje de material pétreo que pasa la malla no deberá ir del extremo superior al extremo inferior de los rangos especificados de cualquiera de las dos mallas consecutivas.
- d).- La consistencia del Slurry Seal no deberá variar en ± 0.5 cms. de la mezcla de diseño de trabajo después de los ajustes de campo.

El Slurry Seal no puede ser aplicado si las temperaturas del aire o del pavimento se encuentran debajo y descendiendo de 15°C , pero puede aplicarse cuando las temperaturas del aire o del pavimento estén sobre 7°C y ascendiendo. No debe aplicarse Slurry Seal cuando exista el peligro de que el producto terminado se congelará dentro de las 24 horas siguientes. La mezcla no debe ser aplicada cuando las condiciones de temperatura retarden la apertura del tráfico más allá de un tiempo razonable.

Se deberán utilizar los métodos adecuados para proteger el Slurry Seal de cualquier tipo de tráfico vehicular hasta que la nueva superficie soporte el paso de los vehículos sin daño.

Inmediatamente antes de la aplicación de Slurry Seal la superficie habrá de ser limpiada de todo material suelto, manchas de azolve, vegetación y otros materiales que obstruyan. Si se utiliza agua, debe permitirse que las grietas sequen completamente antes del Slurry Seal. Los registros, cajas de válvulas, entradas en pendiente y otras entradas de servicios deben ser protegidos del Slurry Seal de manera adecuada.

Normalmente no es requerido un riego de taponamiento a menos que la superficie a cubrir esté extremadamente seca y desprendida o si es concreto o adoquín. Si se requiere, el riego de taponamiento debe estar constituido por una parte de emulsión asfáltica y tres partes de agua. La emulsión asfáltica debe ser del tipo CSS. La petrolizadora debe ser capaz de aplicar la dilución aún en proporción 0.16 a 0.32 por m². Se deberá permitir el curado de riego de taponamiento antes de la aplicación del Slurry Seal.

Es aconsejable un pretratamiento de las grietas con un sellador de grietas antes de la aplicación del Slurry Seal.

Cuando sea requerido por las condiciones locales, la superficie deberá ser mojada por una brisa adelante de la caja esparcidora. El rango de aplicación de la brisa rociada deberá ajustarse durante el día para adaptar la temperatura, la textura de la superficie, la humedad y lo seco del pavimento. El Slurry Seal habrá de tener la consistencia inmediatamente después de dejar el mezclador. Una cantidad suficiente de material habrá de ser arrojado en todas las partes de la caja esparcidora en todo tiempo para que se obtenga un cubrimiento completo. Debe ser evitado una sobrecarga de la caja esparcidora. Ningún terrón, bolas, o agregados sin mezclar deben permitirse.

Ninguna veta, tal como aquellas causadas por el agregado con sobretamaño debe dejarse en la superficie terminada. Si se desarrolla un exceso de tamaños, el trabajo debe detenerse hasta que la situación sea corregida. Se requiere el cribado del material justamente antes de la carga de las unidades que van del área del almacén a la operación de tendido.

No debe permitirse sobrecapas en exceso, áreas sin cubrir o malas apariencias en las juntas transversales o longitudinales. Se debe proveer el equipo de esparcido con un ancho adecuado para producir un mínimo de juntas longitudinales deben quedar en el mismo lugar de las líneas separadoras de carriles. Deben de usarse medias pasadas y anchos irregulares sólo en mínimas ocasiones. Si se utiliza una media pasada, ésta no debe ser la última de una área pavimentada. Un máximo de 152 mm. debe permitirse como traslape de la junta longitudinal.

4.5.- Microsurfacing.

El Microsurfacing, es una mezcla de emulsión asfáltica modificada con polímeros, pétreos triturados a un tamaño máximo de 3/8", filler mineral, agua y otros aditivos adecuadamente dosificados y luego mezclados y esparcidos en una superficie pavimentada.

La mezcla debe ser capaz de ser esparcida en secciones transversales de espesor variable (deformaciones, roderas, trayectorias y superficies irregulares), la cual, después del curado y efectuado el tráfico inicial de consolidación, resista la compactación a través de su rango total de tolerancia de diseño, del contenido asfáltico y del espesor variable obtenido. El producto final deberá mantener una resistencia a la fricción superficial (coeficiente alto de fricción con el material saturado) en secciones variables a través de la vida de servicio del Microsurfacing.

La mezcla debe ser de rompimiento rápido, sistema de tráfico rápido, de modo que permita aceptar el tráfico en un corto período de tiempo. Los tiempos de rompimiento y fraguado varían de un trabajo a otro y deberá ser evaluado de acuerdo con las bases de cada trabajo individual. Normalmente estos sistemas son especificados para que acepten el rodado del tráfico sobre un espesor de media pulgada (1/2") un hora después de su colocación a una temperatura de 24°C y 50% de humedad ambiental.

La emulsión asfáltica utilizada en Microsurfacing son del tipo CSS-1H modificada con polímero de rompimiento rápido. El polímero deberá ser molido o mezclado en el asfalto o mezclado en el emulsificante antes del proceso de emulsificado.

Cada carga de emulsión asfáltica deberá ser acompañada de un certificado de análisis de aprobación para asegurar que sea la misma que la usada en la mezcla de diseño.

El agregado mineral usado deberá ser del tipo y grado especificado para el uso particular del Microsurfacing. El agregado deberá ser producido a partir de piedra triturada como granito, escoria, caliza u otros materiales de alta calidad o una combinación de los anteriores. Para asegurar que el material esté totalmente triturado, el 100% de material base a triturar deberá ser más grande que el tamaño máximo del agregado en la graduación especificada.

El agregado deberá cumplir con las pruebas de Equivalente de Arena y Resistencia a la Abrasión. La prueba de abrasión debe ser efectuada en el agregado antes de ser triturado.

La granulometría de la mezcla de diseño (incluyendo el material filler), deberá estar dentro de uno de los siguientes límites:

Tamaño	Tipo II % que pasa	Tipo III % que pasa	Tolerancia en almacén
3/8" (9.5 mm.)	100	100	± 5%
Nº 4 (4.75 mm.)	90 - 100	70 - 90	"
Nº 8 (2.36 mm.)	65 - 90	45 - 70	"
Nº 16 (1.18 mm.)	45 - 70	28 - 50	"
Nº 30 (600 mm.)	30 - 50	19 - 34	"
Nº 50 (330 mm.)	18 - 0	12 - 25	"
Nº 100 (150 mm.)	10 - 21	7 - 21	"
Nº 200 (75 mm.)	5 - 15	5 - 15	"

El porcentaje que pasa cada malla no deberá sobrepasar en más de la tolerancia en almacén. Se recomienda que el porcentaje que pasa no vaya del extremo superior al extremo inferior de los rangos en cualquiera de dos mallas consecutivas.

El agregado deberá ser aceptado en el almacén ubicado en el lugar de trabajo o cuando se cargue en las unidades de apoyo para el envío a la máquina extendedora.

Se recomienda cribar el material en el almacén antes de enviarse a la máquina de tendido por si existe cualquier problema de tamaños mayores en la mezcla.

Se puede utilizar filler mineral, como cemento portland normal o cal hidratada que esté libre de terrones. El tipo y cantidad de filler mineral necesario habrá de ser determinado por un diseño de mezcla en laboratorio y deberá considerarse como parte del requerimiento de granulometría mineral. Puede ser permitido un incremento o decremento inferior a 1% cuando el microsurfacing esté siendo colocado si se considera necesario para una mejor consistencia o tiempo de rompimiento. El agua deberá estar libre de sales perjudiciales y contaminantes.

La cantidad mínima y el tipo de polímero modificador habrá de ser determinada por el laboratorio al desarrollar la mezcla de diseño. La mínima cantidad requerida deberá basarse en el contenido de asfalto en peso. En general, un (3%) tres por ciento de polímeros sólidos, con base en el peso del asfalto, es considerado como mínimo aceptable.

Los aditivos deberán ser agregados a la mezcla de emulsión o a cualquiera de los componentes materiales para proveer el control de las propiedades del rompimiento rápido e incrementar la adhesión. Deben de ser incluidos como parte de la mezcla de diseño y certificar previamente su compatibilidad con los otros componentes de la mezcla.

Antes de iniciar el trabajo, se realizará una mezcla de diseño que indique los materiales específicos a ser usados en el proyecto.

Deberá efectuarse una mezcla en la cual la compatibilidad del agregado, la emulsión modificada con polímero, el agregado filler y otros aditivos sean verificados. Esta mezcla se hará con la misma granulometría del material que se tendrá en almacén.

La prueba de abrasión en rodada saturada es utilizada para determinar el contenido mínimo de asfalto. Algunos sistemas requieren tiempos mayores para que el asfalto se adhiera a la roca. En éstos sistemas ha sido utilizada una prueba de estabilidad Marshall modificada para determinar el contenido de asfalto.

La prueba de la mezcla es utilizada para predecir el tiempo que el material puede ser mezclado en las máquinas antes de que la emulsión empiece a romper. Esta información es más bien para ser utilizada para asegurar una mezcla uniforme que para control de calidad. Esto, sin embargo, es un buen campo de prueba para corroborar la consistencia de los materiales base: emulsión asfáltica y agregados.

La prueba de mezcla y tiempo de rompimiento deberá ser chequeada a la temperatura más alta esperada durante la construcción.

El laboratorio habrá también de reportar los efectos cuantitativos del contenido de humedad por unidad de peso del agregado. El reporte deberá mostrar claramente las proporciones de agregado, filler mineral (mín. y máx.), agua (mín. y máx.), aditivo(s) y emulsión asfáltica modificada con polímeros, con base en el peso seco del agregado.

Todos los componentes materiales utilizados en el diseño de mezcla, habrán de ser representativos de los materiales propuestos por el contratista para ser usados en el proyecto.

Los porcentajes requeridos de cada material individual deberán ser mostrados en el reporte de laboratorio. Algunos ajustes podrán ser requeridos durante la construcción, basados en las condiciones de campo.

Los componentes materiales habrán de estar dentro de los límites siguientes:

Residuo Asfáltico	5.5% a 9.5% del peso seco del agregado.
Filler Mineral	0% a 3% del peso seco del agregado.
Polímero Base modificador Aditivo	Mínimo de 3% de base sólida del contenido asfáltico en peso. Como se requiera
Agua	Como se requiera para producir la consistencia adecuada de la mezcla.



La mezcla de Microsurfacing tendrá en todo tiempo la consistencia adecuada de modo que asegure el espesor requerido para las condiciones de la superficie. El promedio de una aplicación deberá estar dentro de los rangos marcados en la siguiente tabla:

Rangos de aplicación sugerida

TIPO II	Calles urbanas y residenciales	5.4-18.6 Kg/m ² .
	Pistas de aeropuertos	
TIPO III	Rutas primarias e Interestatales	8.1-16.2 Kg/m ²
	Llenado de roderas	Como se requiera.

Los rangos de aplicación son afectados por la unidad de peso del agregado.

El Microsurfacing es a menudo colocado en dos pasadas de ancho completo en el lugar del llenado de roderas, cuando la ruta o deformación no es muy severa. Cuando se utilicen dos pasadas, la primer pasada (trayectoria irregular) es hecha utilizando una enrasadora metálica y aplicando sólo lo que la superficie demande para nivelar. En la segunda pasada se aplican de 8.1 a 16.2 Kg/m².

Todo el equipo, herramientas y máquinas utilizadas en el desarrollo de éste trabajo habrá de mantenerse en condiciones satisfactorias de trabajo en todo tiempo para asegurar una alta calidad del producto.

La máquina deberá estar diseñada y manufacturada para el tendido del Microsurfacing. El material será mezclado en una máquina revolvedora de secuencia automática autopropulsable, la cual habrá de tener una unidad de mezclado de flujo continuo que permita el envío y el proporcionamiento exacto del agregado, la emulsión asfáltica, el filler mineral, el aditivo de control de movimiento y el agua a un mezclador de doble flecha multipaleta y descargar el producto mezclado en un continuo flujo base. La máquina deberá tener suficiente capacidad de almacenamiento de agregado, emulsión asfáltica, filler mineral, aditivo de control y agua para mantener un suministro adecuado a los controles de proporcionamiento.

En autopistas mayores la máquina podría requerir tener una máquina autocargadora capaz de cargar los materiales mientras tiende en forma continua el Microsurfacing de tal modo que se minimicen las juntas de construcción. Si se utiliza la máquina autocargadora habrá de estar equipada de forma que permita al operador tener el completo control de las

velocidades de avance y retroceso durante las aplicaciones del material del Microsurfacing. El dispositivo autocargador opuesto al lugar de la estación del guía y los controles de velocidad de avance y retroceso habrán de ser de diseño y manufactura original.

Volúmenes individuales o controles de peso para el proporcionamiento de cada material que se agregará a la mezcla (es decir, agregado, filler mineral, emulsión asfáltica, aditivo y agua) habrá de ser condicionados y marcados adecuadamente. Esos aditivos de proporcionamiento son usualmente contadores de revolución o dispositivos similares y son utilizados en la calibración de los materiales y determinan la salida del material en cualquier tiempo.

La mezcla habrá de ser esparcida uniformemente por medio de una caja convencional de esparcido en superficie equipada con barrenas colocada al mezclador y equipada con paletas para agitar y esparcir el material a todo lo largo de la caja. Un sello frontal deberá ser provisto para evitar la pérdida de la mezcla en el punto de contacto con el camino. El sello trasero actuará como una pasada final y deberá ser ajustable. La caja esparcidora y el sello trasero habrán de ser diseñados y operados de modo que se logre una consistencia adecuada material hasta el sello trasero. La caja esparcidora habrá de tener los medios necesarios para cambiar los lados de la caja y compensar las variaciones en la geometría del pavimento.

La caja esparcidora para el llenado de las rutas habrá de ser diseñada específicamente para la aplicación del llenado de roderas.

La preparación del equipo sobre una superficie adecuada, el equipo de control de tráfico, herramienta y cualquier otro equipo de soporte deberá ser provisto, así como lo necesario para desarrollar el trabajo.

Cada unidad de mezclado que se utilizará en el desarrollo del trabajo deberá ser calibrada antes de iniciar la construcción. La documentación de la calibración previa cubrirá la cantidad exacta de materiales a usarse que pueda considerarse aceptable, que serán provistos durante el calendario programado. La documentación deberá incluir una calibración individual de cada material a varios tiempos de fraguado, los cuales deberán estar relacionados en los aditamentos de medición de la máquina. No se permitirá que ninguna máquina trabaje en el proyecto hasta que la calibración haya sido completa y aceptada.

El Microsurfacing no deberá ser aplicado si la temperatura de ambos, pavimento y aire, esté abajo o descendiendo de 10°C, pero podría aplicarse cuando la temperatura de ambos estén ascendiendo o sobre los 7°C y subiendo. No deberá aplicarse Microsurfacing cuando exista el peligro de que el producto terminado se congele después de 24 horas. La mezcla no deberá ser aplicada cuando las condiciones del clima prolonguen la apertura del tráfico en un tiempo razonable.

Todos los vecinos y negocios afectados por la construcción deberán ser notificados con un día de anticipación a la aplicación de Microsurfacing. Señales remolcables adecuadas deberán ser colocadas antes de la reparación. Si el trabajo no se realiza en el día especificado, deberá ser distribuida una nueva notificación. La notificación habrá de ser en forma de carta por correo, exponiendo la fecha y la hora de la aplicación.

Deberán ser utilizados métodos adecuados para proteger el Microsurfacing de cualquier tipo de daño producido por el tráfico vehicular.

Inmediatamente antes de la aplicación del Microsurfacing, la superficie habrá de ser limpiada de todo material suelto, manchas de azolve, vegetación y otros materiales que obstruyan. Puede emplearse cualquier método normal de limpieza. Si se utiliza agua deberá permitirse que las grietas sequen completamente antes del Microsurfacing. Los registros, caja de válvulas, entradas en pendiente y otras entradas de servicios deberán ser protegidas del Microsurfacing con un método adecuado.

Normalmente el riego de taponamiento no es requerido a menos que la superficie a cubrir esté extremadamente seca o desprendida o si es concreto o ladrillo. Si se requiere, el riego de taponamiento deberá estar constituido por una parte de emulsión y tres partes de agua. La emulsión asfáltica deberá ser del tipo CSS. La petrolizadora deberá ser capaz de aplicar la dilución aún en proporción de 0.16 a 0.32 por m². Se deberá permitir el curado del riego de taponamiento antes de la aplicación del Microsurfacing.

Es aconsejable un pretratamiento de las grietas con un sellador de grietas antes de la aplicación del Microsurfacing.

Cuando sea requerido por las condiciones locales, la superficie deberá ser premojada por una brisa adelante de la caja esparcidora. El rango de aplicación de la brisa rociada deberá ajustarse durante el día para adaptar la temperatura, la textura de la superficie, la humedad y lo seco del pavimento.

El Microsurfacing habrá de tener la consistencia deseada tras de dejar el mezclador. Una alimentación suficiente de material habrá de ser mantenido en todas las partes de la caja esparcidora en todo tiempo para que se obtenga un cubrimiento completo. Debe ser evitado una sobrecarga de la caja esparcidora. Ningún terrón, bolas o agregados sin mezclar deberá permitirse.

Ninguna veta, tal como aquellas causadas por el agregado con sobretamaño deberá dejarse en la superficie terminada. Si se presenta un exceso de sobretamaños, el trabajo deberá detenerse hasta que ésta situación se haya corregido. Algunas situaciones podrían requerir el cribado del material justamente antes de la carga en las unidades que van del área de almacén a la operación de tendido.

No deberá permitirse sobrecapas en exceso, áreas sin cubrir o malas apariencias en las juntas transversales o longitudinales. Se deberá de proveer el equipo de esparcido con un ancho adecuado para producir un mínimo número de juntas longitudinales a lo largo del proyecto. Cuando sea posible, las juntas longitudinales deberán quedar en el mismo lugar de las líneas separadoras de carriles. Deberán de usarse medias pasadas y anchos irregulares sólo en mínimas ocasiones. Si se utiliza una media pasada, ésta no deberá ser la última pasada de cualquier área pavimentada. Se permitirá un máximo de 152 mm como traslape de la junta longitudinal.

El Microsurfacing deberá tener la suficiente estabilidad de manera que no ocurra un rompimiento prematuro del material en la caja esparcidora. La mezcla deberá ser homogénea durante y después del mezclado y esparcido. Esta deberá estar libre de exceso de agua o emulsión y libre de segregación de finos de emulsión y del agregado grueso.

La preparación correcta del pavimento existente para sobrecarpetas, varía según el tipo de pavimento. Todas las áreas débiles deberán repararse con bacheo adecuado. La extensión de éstas áreas, es decir, aquellas con deflexión excesiva, pueden determinarse con una Viga Benkelman. Las lecturas de la deflexión deben ser tomadas en un número de lugares suficientes para demarcar toda el área con deflexión excesiva antes de que las reparaciones sean hechas.

Las áreas con excesiva deflexión pueden ser estimadas comparando la deflexión en las áreas falladas con la deflexión promedio de las áreas sin problema. Las correcciones estructurales deben diseñarse y construirse con concreto asfáltico en todo el espesor para asegurar resistencia igual o que exceda de la resistencia de la estructura del pavimento adyacente. La colocación y compactación cuidadosa producirá una capa de soporte uniforme para la sobrecarpeta.

Cuando la superficie está deformada es necesario restaurar el alineamiento y sección transversal construyendo capas o cuñas de nivelación. El perfilado en frío puede ayudar también a restablecer la pendiente y perfil original.

En la construcción de sobrecarpetas debe ser considerado el problema de reflexión de grietas. Aunque las sobrecarpetas con grandes espesores pueden ser adecuadas para corregir las deficiencias normales, las grietas de reflexión pueden afectar adversamente la integridad estructural y la calidad de recorrido del pavimento rehabilitado y necesitará incrementarse su mantenimiento. Las grietas de reflexión pueden definirse como el movimiento o migración de la forma de las grietas de la subsuperficie a través de la sobrecarpeta. Esto se desarrolla por movimientos de las capas inferiores y/o esfuerzos verticales. Se cree que es causado por la transferencia de altos esfuerzos horizontales a la sobrecarpeta en las grietas del pavimento subyacente. Se utilizan diferentes tipos de retardadores de grietas para minimizar la trasmisión de las grietas de reflexión a través de la sobrecarpeta.

La reflexión de las grietas ocurren con más frecuencia cuando las mezclas asfálticas son colocadas sobre concreto hidráulico y bases estabilizadas con cemento o flyash. Esto es más notorio cuando las grietas en el pavimento existente no son reparadas adecuadamente.

Entre los métodos actualmente utilizados para retardar la aparición de grietas en las sobrecarpetas se encuentran: membranas geotextiles, reciclados y rellenos de grietas.