9º CONGRESO DE LA VIALIDAD URUGUAYA

Presentación de Trabajo Técnico

Imprimación con emulsiones, mejoras técnicas y ambientales.

Tecnologías de Pavimentación

Gestión Ambiental

Quím. Santiago Kröger, BITAFAL ASFALTOS ESPECIALES, santiago@bitafal.com.uy

RESUMEN

La emulsión de imprimación siempre ha sido rechazada debido a su baja penetración en diversas bases y su relativa impermeabilidad al no lograr un recubrimiento uniforme, estando siempre su performance muy por debajo de la de los diluidos asfálticos. Además siempre existe el temor a que un manejo inadecuado de la emulsión derive en un corte de la misma (y por ende de muchas horas para recuperar el camión regador arruinado).

Pero hoy en día podemos decir que todos esos problemas han sido superados, y con creces! La emulsión de imprimación actual penetra igual o mejor que los diluidos en casi todas las bases usadas, siendo sorprendente su performance superior incluso en los limos del litoral. La impermeabilidad y la cohesión brindada por la emulsión es similar a la de los diluidos y es la solución más adecuada en caso de bases tratadas con cemento ya que no inhibe el proceso de curado de la misma. Además ha agregado ventajas técnicas invalorables como la rápida liberación al tráfico, sin la necesidad de recebar, permitiendo ejecutar las tareas de pavimentación a las pocas horas de haber imprimado. Otra ventaja de la misma es su gran fluidez a temperatura ambiente lo que permite cargar el camión regador (incluso por gravedad) en unos pocos minutos y sin la necesidad de calentar la misma para regar, ahorrando en combustible y en tiempo.

Estas ventajas técnicas están acompañadas de las consabidas ventajas medioambientales de las emulsiones respecto a los diluidos, como la liberación de agua al medioambiente en vez de compuestos orgánicos volátiles. Esto implica una menor toxicidad y peligrosidad de la emulsión brindando mayor seguridad a los usuarios. Es importante destacar que esta emulsión no contiene solventes y que no es un diluido emulsionado como sucede en otros países de la región.

Para el uso de la emulsión no es necesario ninguna preparación especial, si es imprescindible que las bases estén con la humedad óptima, al igual que se haría con una imprimación con diluido asfáltico. Además su estabilidad es superior a las viejas emulsiones de imprimación y es totalmente compatible con las otras emulsiones presentes en obra evitando inconvenientes en su manipuleo.

Presentamos en este trabajo diversas experiencias realizadas en todo el país, sobre diferentes bases y épocas del año mostrando la versatilidad y las ventajas de esta nueva forma de imprimación.

INTRODUCCION

Riego de Imprimación

La imprimación se utiliza para crear una membrana asfáltica resistente al agua sobre bases granulares prontas para prevenir el ingreso de agua o la pérdida de agua por evaporación superficial, para controlar el polvo y para consolidar o ligar el material de la superficie y

mantenerlas condiciones de la base hasta antes de la colocación de las siguientes capas de pavimento. Mantener el equilibrio de humedad y reducir la pérdida de finos, permiten alcanzar la firmeza óptima de la construcción y evitar el cuarteado de la superficie.

La impermeabilización de la capa granular debe conseguirse, preferentemente, mediante la penetración de un ligante asfáltico en los milímetros superiores de la capa de forma que queden saturados sus huecos (Musurana, E.; Sánchez, S). Para conseguirlo es preciso que se cumplan las siguientes cuatro condiciones:

- Porosidad del material granular.
- Humedad del material granular.
- Viscosidad del ligante.
- Dotación del ligante.

Las dos primeras condiciones hacen referencia a las condiciones del material granular a imprimar. En efecto, sólo si éste presenta una porosidad y una humedad correctas podrá pensarse razonablemente en alcanzar el éxito en el riego de imprimación. La porosidad del material granular debe ser suficiente y sin exceso de humedad (que ocupa parcial o totalmente saturando los huecos) para permitir la penetración del ligante.

En cuanto al ligante, debe ser lo menos viscoso posible para permitir una penetración máxima. En la práctica, viscosidades entre 10 y 30 segundos Saybolt Furol (sSF) suelen ser las más indicadas, si bien, en obra pueden reducirse subiendo la temperatura del ligante (Bardesi, A.; Tomás, R.). La dotación depende del tipo de imprimante usado y de la base pero valores habituales se encuentran entre 0,35 y 0,55 Kg/m^2 de asfalto residual.

Imprimantes

Los productos habituales para realizar estas imprimaciones y según indica el pliego de vialidad, han sido los diluidos asfálticos, que logran los objetivos antes mencionados pues tienen baja tensión superficial y son fácilmente absorbidos por capilaridad, pero con una serie de inconvenientes técnico prácticos. El más importante es que el uso de diluidos implica la liberación de solventes orgánicos volátiles a la atmósfera que provienen de combustibles fósiles no renovables y que perjudican notablemente la calidad del aire. Desde el punto de vista práctico tienen el inconveniente de presentar una elevada viscosidad a temperatura ambiente lo que implica que deben ser calentados para su transporte, bombeo y aplicación. Para lograr una viscosidad entre 10 y 30 sSF se debe calentar el diluido por encima de los 60°C, con el consabido costo económico y de tiempo que ello conlleva. Otro inconveniente de los diluidos es que luego de las “escasas” 48 – 72 horas de curado que se deja antes de aplicar la siguiente capa, parte del solvente que no se evaporó permanece en la base aumentando las posibilidades de ablandar los ligantes de las futuras capas a construir y aumentando los riesgos de exudaciones en el verano. Un estudio realizado en EEUU indica que luego de 72 horas de aplicado un diluido tipo MC1 tiene aún entre un 55 y un 85% del solvente. (Cross, S., Shrestha, S.S., 2005).

La aparición de la emulsión para imprimación asfáltica conteniendo de 10% a 20% de solvente fue la solución encontrada a alguno de los inconvenientes mencionados

anteriormente. En esencia, estos productos son asfaltos diluidos emulsionados. Esta emulsión logra una capa delgada (5-15 mm) con la capacidad de formar una buena unión con el asfalto y/o los materiales sueltos, la capacidad de penetrar y unir el polvo superficial, con las ventajas de ser una emulsión, poder diluirla y sin ser tan perjudicial para el medio ambiente (Logaraj S., 2011). Este tipo de emulsiones se utilizaron ampliamente en EEUU, Argentina y Brasil debido a las restricciones en el uso de diluidos pero su éxito ha sido relativo y la contaminación seguía siendo un asunto a solucionar. En nuestro país los intentos de formular este tipo de emulsiones resultaron en emulsiones de bajo poder de penetración.

Buscando solucionar estos problemas se comenzaron formulaciones con solventes no volátiles biológicos. Las emulsiones que contienen solventes biológicos han mostrado tasas y profundidades de penetración superiores a las del asfalto diluido (Logaraj S., 2011).

En los últimos años también se han desarrollado emulsiones con tamaños de glóbulo más pequeños que las emulsiones habituales. En Brasil se han desarrollado emulsiones de alto poder de penetración sin solventes orgánicos y de tamaño de glóbulo de la emulsión menor al habitual. Esto se logra mediante la correcta selección del emulgente empleado y de mayores tiempos de procesamiento en planta. Este tipo de emulsión es objeto de este trabajo ya que es la solución más efectiva técnicamente y amigable con el medioambiente.

OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo del trabajo es mostrar la sorprendente evolución que han tenido las emulsiones de imprimación tanto desde el punto de vista técnico como medioambiental, siendo la alternativa más adecuada al uso de diluidos asfálticos.

En una primera fase del trabajo, se realizó en laboratorio, un estudio comparativo del poder de penetración de la emulsión Imprima frente a un diluido MC1 sobre diferentes tipos de suelos.

Luego se realizaron diversas experiencias en diferentes partes del país, sobre diferentes bases y épocas del año mostrando la versatilidad y las ventajas de esta nueva forma de imprimación. Tomando nota sobre todo de las ventajas operativas de la emulsión frente al diluido.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Ensayo de penetración

Una característica clave de las emulsiones de imprimación es la capacidad de penetrar en el polvo superficial de la base granular y la capacidad de penetrar, en cierta medida, en el

sustrato. En distintas partes del mundo se utiliza una “prueba de penetración” para comparar la capacidad de penetración de la imprimación con la de los diluidos.

En el trabajo descripto aquí comparamos el desempeño de la emulsión Imprima contra el diluido MC1 por medio de una prueba que se utiliza en varios estados de los Estados Unidos y en España pero adaptada para comparar la capacidad de ambos productos de penetrar diferentes tipos de suelos. En este caso comparamos 3 suelos de diferentes regiones del país y con diferente composición química.

El procedimiento consiste en compactar el suelo con un 2% de humedad en un tubo con un filtro (para permitir la compensación por presión), se colocan cinco gramos de emulsión o de MC1 y se mide el tiempo que tarda en penetrar y la profundidad de la penetración. Un esquema del procedimiento se muestra en la Figura 1.

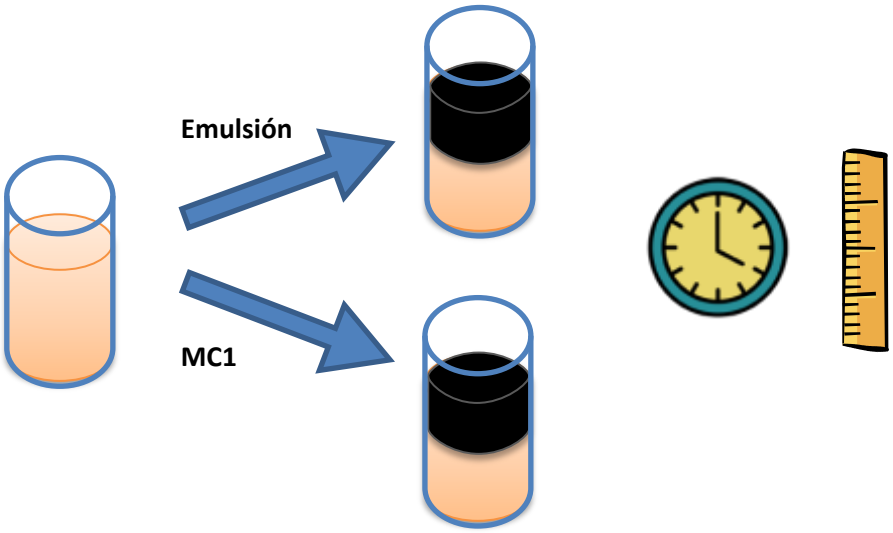

Figura 1: Esquema del ensayo de penetración

Características de los suelos

Los suelos utilizados para realizar el ensayo de penetración fueron un limo de la zona de Treinta y Tres, una arenizca de Artigas y una arcilla arenosa de Sauce.

Para hacer un estudio comparativo sobre la capacidad de la emulsión y del MC1 sobre diferentes suelos fue necesario tamizar las muestras obtenidas y volver a armar una curva homogénea a partir de las fracciones separadas. De esta manera se tenía una curva homogénea para todos los casos y la interacción química pasaba a ser la variable a estudiar.

Se buscó una curva bastante cerrada como muestra la Figura 2 para exigir un alto desempeño a ambos productos desde el punto de vista físico.

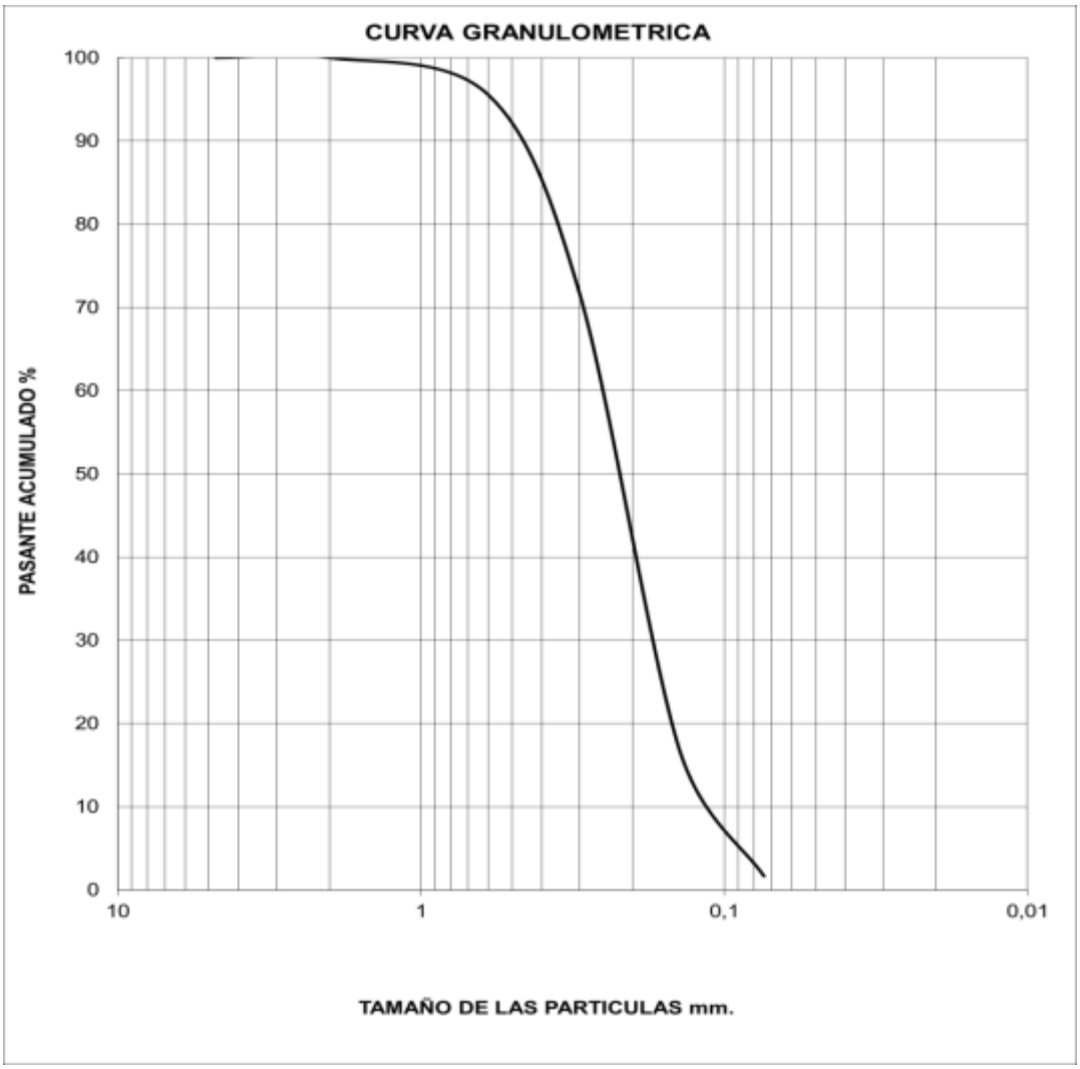

Figura 2: Granulometría de los suelos ensayados

Descripción del ensayo

1. Se tamizaron las muestras obtenidas.
2. Se prepararon las curvas según la Figura 2.
3. Se determinó el porcentaje de humedad de los suelos y posteriormente se llevó al 2% de humedad.
4. Se prepararon dos tubos por cada tipo de suelo con 50,0 g de material.
5. Se agregó, para cada suelo, en un tubo 5,0 g de emulsión a 25°C y en el otro tubo 5,0 g de MC1 a 60°C.
6. Se determinó el tiempo necesario para que los imprimantes penetren completamente dentro del suelo.
7. Luego de que se alcanzara la penetración máxima, se midió la profundidad de penetración.

Resultados

Los tiempos de penetración son medidos cuando la superficie del material se encuentra sin rastros de líquido, como se muestra en la Figura 3 para el caso de la arenizca de Artigas.

Figura 3: Ensayo de penetración para la arenizca de Artigas, a la izquierda MC1 a la derecha la emulsión

Como se puede apreciar en la Figura 4, en todos los casos la emulsión fue cerca de 6 veces más rápida que el MC1 en penetrar completamente.

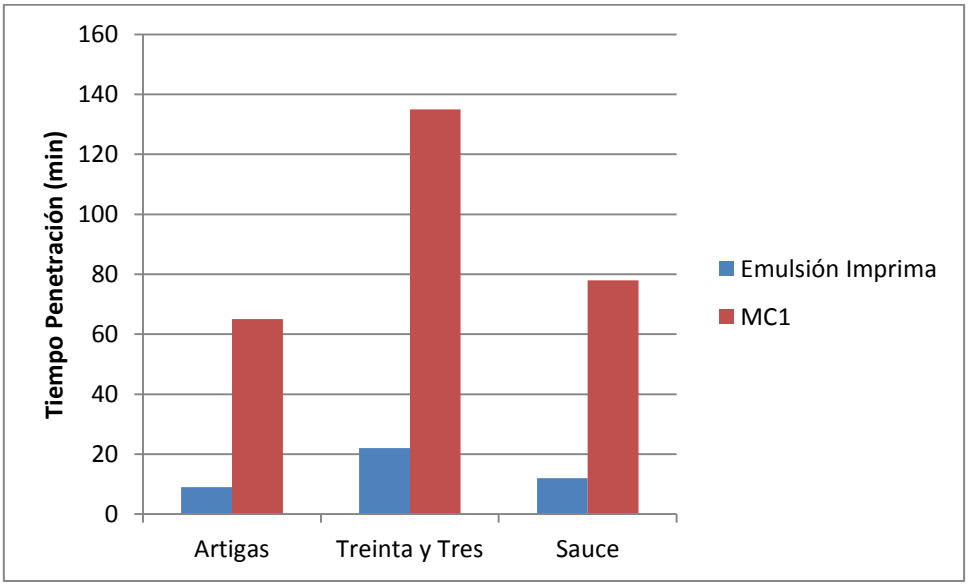

Figura 4: Comparativo de tiempos de penetración

Además de penetrar rápidamente, la emulsión alcanza una mayor profundidad que el MC1. En la Figura 5 se puede apreciar el comparativo para los tres suelos y como la emulsión logró mayores profundidades desde los primeros minutos de ensayo. Evidentemente, a pesar de que el MC1 se incorpore a 60°C para llegar a la viscosidad recomendada en la bibliografía (Bardesi, A.; Tomás, R.), la delgada lámina que se forma en la superficie del suelo enfría rápidamente aumentando la viscosidad y aumentando el tiempo necesario para la incorporación del mismo en el suelo.

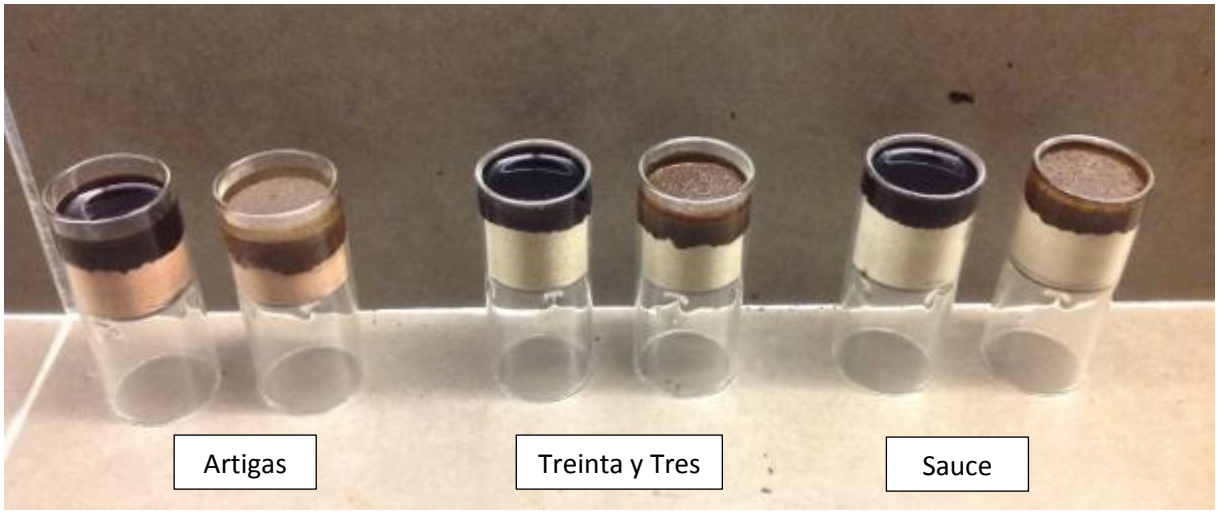

Figura 5: Ensayo de penetración, a la izquierda MC1 a la derecha la emulsión

Una vez alcanzada la penetración máxima de los imprimantes en los suelos se midió la profundidad de penetración, los resultados se muestran en la Figura 6.

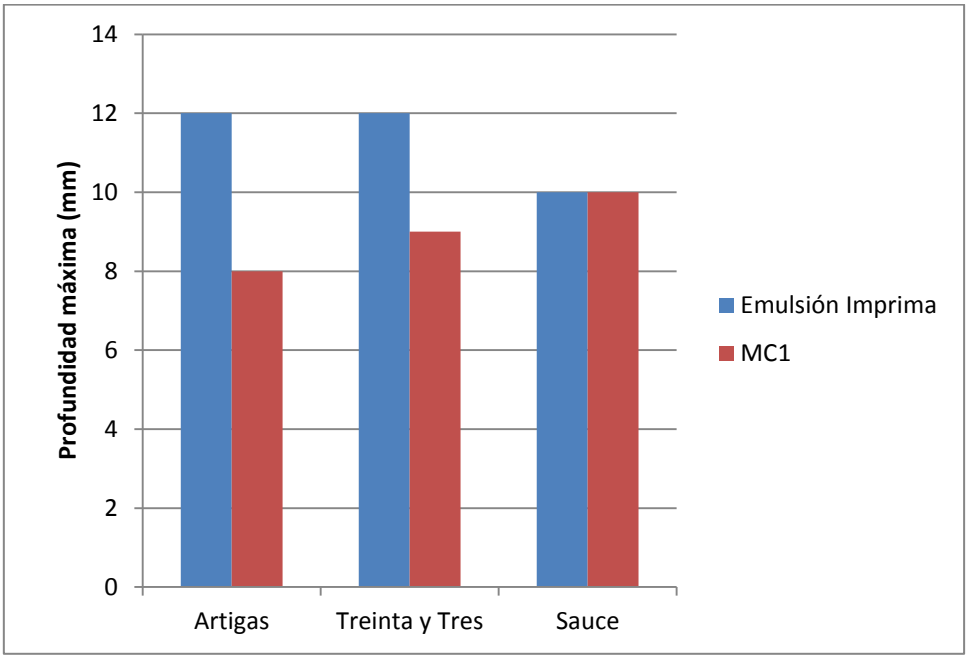

Figura 6: Comparativo de profundidades máximas

Como mencionamos anteriormente, la penetración máxima de la emulsión se alcanza a los pocos minutos mientras que el proceso de penetración del MC1 es mucho más lento, perdiendo volátiles, enfriándose y alcanzando menores profundidades.

Mostramos en la Figura 7 las profundidades máximas alcanzadas y la textura superficial de cada tipo de suelo con ambos imprimantes. Se aprecia claramente el mayor poder de penetración de la emulsión respecto al MC1.

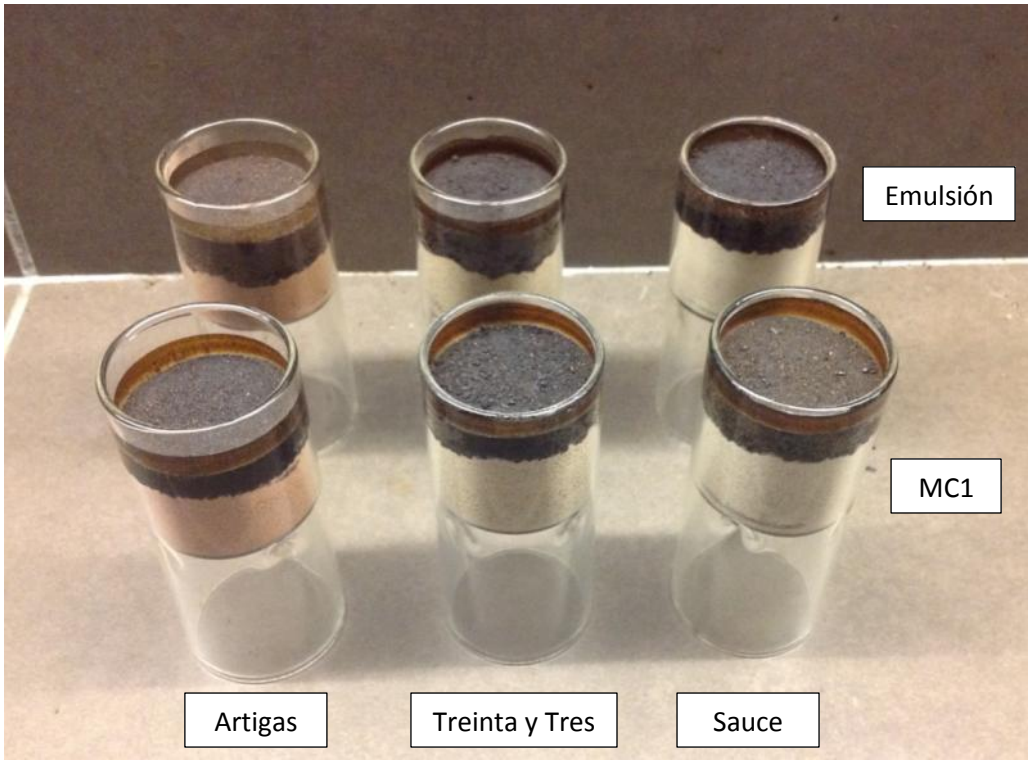

Figura 7: Profundidades máximas alcanzadas

Aplicación de la emulsión Imprima

Se realizaron imprimaciones sobre tres bases diferentes en diferentes épocas del año:

1. Sobre tosca de la región Sur del país durante el otoño.
2. Sobre limo de Fray Bentos durante el invierno.
3. Sobre limos arenosos de Colonia durante el invierno.

Todas estas imprimaciones se realizaron con camión regador a razón de entre 0,8 y 1,0 L/m^2.

Sobre tosca

Se imprimó un tramo de 200 m de largo por 7 m de ancho para un tramo de la empresa CVC, en la obra de Camino Carrasco. La base estaba muy bien trabajada y con la humedad óptima. Al comenzar el riego con ésta emulsión se notaba su incorporación casi instantánea, que tanto es así que al llegar el regador a los 200 m, pudimos caminar sin inconvenientes sobre el riego recién aplicado como muestra la Figura 8.

Figura 8: Riego de emulsión Imprima sobre base de tosca. Se aprecia la penetración instantánea

Hicimos las comprobaciones pertinentes y determinamos que la penetración había sido de 5 a 7 mm como muestra la Figura 9, concordante con las recomendaciones mencionadas anteriormente para éste tipo de productos. (Freeman, T., Button, J., Estakhri C., 2010).

Figura 9: Profundidad de penetración, entre 5 y 7 mm

Sobre limo de Fray Bentos

Los limos de esta zona se caracterizan por ser muy finos cerrando la superficie de las bases construidas con este material e impidiendo una correcta imprimación. Incluso los tramos realizados con MC1 muestran una escasa capacidad de penetración de los diluidos en suelos muy cerrados, formando burbujas de polvo que hacen que la aplicación sea despareja como muestra la Figura 10 y ocasionado posteriores exudaciones al quedar todo el asfalto en superficie.

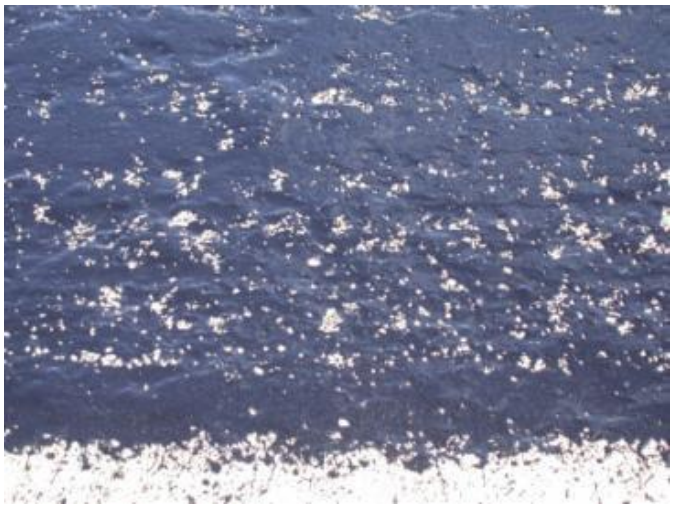

Figura 10: Imprimación con MC1 sobre suelos muy finos, formación de burbujas de polvo.

Para las banquinas de Ruta 24, que presentaban el problema mencionado anteriormente, una solución propuesta fue la imprimación con emulsión. Los primeros tramos se ejecutaron en pleno invierno con porcentajes de humedad elevados, algo no muy recomendado pero inevitable en esa época del año. La emulsión logra cubrir de manera uniforme la superficie pero penetra solamente de 3 a 4 mm. No es el resultado óptimo pero al menos logra impermeabilizar la superficie como muestra la Figura 11. Por otra parte, debido al bajo residuo de la misma (50%) se evitan las exudaciones en épocas estivales. Los tramos de banquina imprimados con MC1 durante el 2012 están exudados pues todo el asfalto residual quedó en superficie.

Figura 11: Imprimación con emulsión sobre limo Fray Bentos en Ruta 24, notar la impermeabilidad en un día de lluvia.

Se han realizado más de 30.000 m^2 a la fecha permitiendo que las obras de conformación de banquinas en el Whitetopping (sólo 500 m diarios) se mantengan a ritmo constante ya que la emulsión protege a la base de las inclemencias del tiempo como muestra la Figura 11.

Sobre limo arenoso de Colonia

En el caso de los limos arenosos sucede una situación similar a los limos de Fray Bentos. La emulsión logra cubrir y penetrar unos pocos mm algo que el diluido no es capaz de realizar ni siquiera. A pesar de la poca profundidad de penetración resiste muy bien el pasaje de los neumáticos.

Como se puede apreciar en la Figura 12, la penetración de la emulsión ya comenzó en los bordes.

Figura 12: Imprimación con emulsión sobre limo arenoso en Tarariras

CONCLUSIONES

La emulsión de imprimación ha superado las barreras que históricamente la mostraban como un producto complicado y poco efectivo. Hoy en día su comportamiento técnico ha superado al de los históricos diluidos sin mencionar sus ventajas medioambientales.

El ensayo de penetración sobre tres tipos diferentes de suelos mostró el mejor desempeño de la emulsión respecto al diluido MC1 tanto en velocidad de penetración como en profundidad.

Los diversos trabajos exitosos realizados por diversos constructores en diferentes partes de nuestro país muestran que esta solución ha llegado para quedarse.

Debemos destacar en este punto la posibilidad de impermeabilizar bases cerradas como los limos de Fray Bentos donde el MC1 mostraba problemas técnicos.

Podemos concluir que la emulsión de imprimación actual, Imprima, presenta una serie de ventajas respecto a los diluidos y a las emulsiones de imprimación de otro tipo:

- Penetra igual o mejor que los diluidos en casi todas las bases usadas.
- La impermeabilidad y la cohesión brindada por la emulsión es similar a la de los diluidos y es la solución más adecuada en caso de bases tratadas con cemento ya que no inhibe el proceso de curado de la misma.
- Rápida liberación al tráfico, sin la necesidad de recebar, permitiendo ejecutar las tareas de pavimentación a las pocas horas de haber imprimado.
- Gran fluidez a temperatura ambiente (menos de 20 sSF a 25°C) lo que permite cargar el camión regador (incluso por gravedad) en unos pocos minutos y sin la necesidad de calentar la misma para regar, ahorrando en combustible y en tiempo.
- Liberación de agua al medioambiente en vez de compuestos orgánicos volátiles. Esto implica una menor toxicidad y peligrosidad de la emulsión brindando mayor seguridad a los usuarios.
- No contiene solventes y no es un diluido emulsionado como sucede en otros países de la región.
- La estabilidad es superior a la de las viejas emulsiones de imprimación y es totalmente compatible con las otras emulsiones presentes en obra evitando inconvenientes en su manipuleo.
- No es necesario ninguna preparación especial, si es imprescindible que las bases estén con la humedad óptima, al igual que se haría con una imprimación con diluido asfáltico.

REFERENCIAS

Bardesi, A.; Tomás, R.; “Riegos Auxiliares”, Asociación Técnica De Emulsiones Bituminosas (ATEB).

Cross, S., Shrestha, S.S., “Guidelines for Using Prime and Tack Coats”. Report No. FHWA-CFL/TD-05-002. Federal Highway Administration. 2005.

Freeman, T., Button, J., Estakhri C., “Effective Prime Coats For Compacted Pavement Bases”. Report No. FHWA/TX-10/0-5635-1. Federal Highway Administration. 2010.

Logaraj S., “Formulacion de emulsiones para imprimación y riego de liga con bajo contenido de solventes”. XVI CILA – Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto. 2011.