

IMPRIMACION CON EMULSIONES ASFALTICAS

Gerardo Fernández¹, Jorge Páramo²

¹ Intendencia Municipal de Montevideo, Uruguay, gelfe@yahoo.com

² Universidad Nacional de Rosario, Argentina, j.paramo.arg@gmail.com

Resumen

Un pavimento de Carpeta Asfáltica o un Tratamiento Asfáltico está compuesto, además de la capa de rodadura, por capas sucesivas de diferentes materiales granulares (en Uruguay se denominan toscas o balastros, a los materiales naturales extraídos directamente de cantera bien graduados de origen granítico o basáltico) y el terreno natural donde se apoya. A este conjunto es lo que se le denomina Paquete Estructural.

En las capas superiores los materiales son los de mejor calidad con el fin de soportar las grandes cargas del tráfico con la menor deformación posible y las capas inferiores, que soportan menos carga se conforman con materiales de calidad decreciente.

Para dar continuidad al conjunto entre la capa asfáltica y la capa granular se realiza habitualmente un Riego de Imprimación y un riego de Liga.

Este Riego de Imprimación permite darle estabilidad al conjunto del pavimento y reducir los riesgos de falla prematura. El mismo actúa de interface penetrando en la base granular, donde se apoya la Carpeta Asfáltica o el Tratamiento Asfáltico.

Se puede decir que una Imprimación Asfáltica es un riego de un material asfáltico fluido sobre una base granular que debe penetrar en su superficie, dándole impermeabilidad, ligando las partículas y generando continuidad con las capas asfálticas que se construirán sobre ella.

Según Sapei y González, "...Un Riego de Imprimación, es usado en capas no asfálticas, con el objeto de generar una superficie de transición con la nueva capa asfáltica, de esta forma el Riego de Liga será colocado sobre una superficie afín que asegure la vinculación con la capa siguiente" (1).

Estas Imprimaciones antiguamente se realizaban con Diluidos Asfálticos pero la evolución de las Emulsiones Asfálticas con este fin a nivel mundial ha permitido sustituirlos.

En este trabajo estudiaremos las Imprimaciones Asfálticas en general y en particular las Imprimaciones con Emulsiones Asfálticas y su aplicación en Uruguay.

Palabras Clave: Emulsiones, Imprimación, Tratamientos superficiales.

1 Introducción

1.1 La situación en Uruguay

Tradicionalmente en el Uruguay las Imprimaciones Asfálticas sobre bases granulares se han realizado con diluidos asfálticos del tipo MC (Curado Medio), producido por la petrolera estatal ANCAP.

A nivel regional y mundial por razones de índole medioambiental y económica están dejando de usarse este tipo de diluido y están siendo sustituidos por las emulsiones asfálticas.

Este trabajo pretende investigar sobre emulsiones asfálticas aptas para imprimación sobre materiales granulares para que sustituyan a los diluidos.

Como se mencionó en la Introducción el perfil tipo del denominado Pavimento Flexible está compuesto por capas de diferentes materiales. La capa superior es de Carpeta Asfáltica o un Tratamiento Asfáltico, apoyada sobre una Base Granular, la cual a su vez está soportada con materiales de calidad decreciente.

En la práctica vial los constructores se han habituado a su uso y han calibrado tanto sus equipos y como su personal a la manipulación de los mismos.

Con respecto al uso de emulsiones asfálticas para las imprimaciones aún hay mucha resistencia a su utilización. Esto se debe a varios factores que por lo general son de carácter muy subjetivo por parte de quienes tienen que hacer uso de estos materiales.

Esta resistencia se justifica ya que no se ha logrado una buena penetración en las bases granulares de las emulsiones existentes en el mercado uruguayo. Se ha producido la rotura de las mismas en la superficie no penetrando lo que sería deseable.

1.2 Antecedentes de imprimaciones

Los diluidos y las emulsiones asfálticas son materiales asfálticos fluidos a bajas temperaturas (entre 20 y 70 °C). Los diluidos se obtienen de la mezcla de cemento asfáltico con solventes derivados del petróleo y las emulsiones se fabrican con cemento asfáltico, agua y emulgentes.

En la Argentina y en el Uruguay comenzaron a usarse las emulsiones aniónicas a mediados de la década del “30” y las emulsiones catiónicas a fines del “60”.

La crisis energética de la década del “70” impulsó el uso de las emulsiones asfálticas (para limitar el uso de solventes derivados del petróleo).

En la actualidad por temas medioambientales el uso de las emulsiones ha tomado mucho auge debido a los movimientos ecologistas.

Las Emulsiones son desde el punto de vista ecológico más amigables con el medio ambiente ya que no liberan solventes. Por otra parte las emulsiones se aplican a menor temperatura o eventualmente a temperatura ambiente, ventaja que se traduce en un menor consumo de energía, además se pueden aplicar sobre bases húmedas por lo cual son aplicables en que la mayor parte del año.

El manejo en obra de las emulsiones y de los diluidos es diferente, ya que el uso del camión regador requiere cuidados distintos, esto implica que el operador del camión debe estar muy bien instruido para el tipo de material que tiene que usar.

1.3 Diluidos asfálticos

Los Diluidos Asfálticos son fabricados mezclando cementos asfálticos de penetración media o baja con solventes adecuados.

Se denomina tiempo de curado al período de tiempo necesario para que quede el asfalto residual, durante este proceso de curado los solventes que contienen los diluidos se evaporan. La velocidad de evaporación está influenciada por el tipo de solvente empleado, por la temperatura ambiente, por la velocidad del aire y por la superficie del ligante en contacto con el ambiente. La pérdida de solvente no es nunca total, con lo cual el producto que queda después del curado posee siempre una penetración superior a la del asfalto de origen. La eliminación total del solvente solo puede realizarse mediante destilación, proceso que no se verifica en obra.

La clasificación de los diluidos se realiza básicamente según el tiempo de curado en:

- a) RC - Curado Rápido (Rapid Curing) el solvente es del rango de destilación de las naftas.
- b) MC - Curado Medio (Medium Curing) el solvente es del rango de destilación del kerosén.
- c) SC – Curado Lento (Slow Curing) el solvente del rango de destilación de hidrocarburos de baja volatilidad.

Los diluidos asfálticos generalmente se aplican a temperaturas del orden de los 70 °C.

1.4 Emulsiones asfálticas

Las emulsiones son dispersiones estables de un líquido en otro líquido no miscibles entre sí (por ejemplo asfalto y agua) que se mantiene separados con un emulsificante o emulgente.

El asfalto se divide en pequeñas gotitas, las cuales son rodeadas por un emulsificante que las mantiene separadas por repulsión eléctrica es la fase dispersa o discreta en un medio acuoso fase continua o dispersante.

La composición de las emulsiones asfálticas está basada en la mezcla de un producto no polar (el cemento asfáltico) y otro polar (el agua). Están compuestas por cemento asfáltico, agua y un emulsificante en las siguientes proporciones aproximadas:

- a) Cemento asfáltico: 50% a 63%
- b) Agua: 35% a 50%
- c) Emulsificante: 0,5% a 2 %

Generalmente el tamaño de los glóbulos de asfalto es de un diámetro mayor a 2 micras.

1.5 Generalidades de imprimaciones asfálticas

Una definición muy clara de Imprimación Asfáltica es la del Instituto del Asfalto y es la siguiente: “El riego de imprimación es una aplicación de un asfalto de baja viscosidad sobre una superficie absorbente. Se emplea para preparar una base no tratada para recibir una capa asfáltica. La imprimación penetra dentro de la base y sella los vacíos” [1]

1.5.1 Condiciones que debe cumplir una Imprimación

Las Imprimaciones deben cumplir las siguientes condiciones:

- a) Impermeabilizar la superficie.
- b) Adherir los granulares.
- c) Penetrar en los vacíos de la base granular.
- d) Propiciar la buena adherencia con la capa superior

Es de destacar que una Imprimación no aporta nada de capacidad estructural al pavimento.

Estas imprimaciones pueden ser de carácter:

- a) Temporal cumpliendo una función por ejemplo como paliativo de polvo, como protección contra la erosión hídrica o durante la construcción.
- b) Funcional colabora en la adherencia, generando un medio afín al riego de liga, integrando al paquete estructural del pavimento, dando continuidad entre la base granular y las capas asfálticas.

Como el objetivo es obtener el cemento asfáltico como residuo, para que actúe como ligante para lo cual se debe cumplir que:

- a) Los diluidos deben evaporar el total del disolvente para considerar el curado completo.
- b) Las emulsiones deben romper y curar. Cuando recién se aplica la emulsión es de color marrón. Se produce la rotura de la emulsión cuando cambia de color marrón a color negro lo que significa que se las partículas de asfalto se separaron del agua y se unieron entre sí. Cuando se evapora totalmente el agua es que se produce el curado de la emulsión, dejando el cemento asfáltico residual.

1.5.2 Mecanismo de penetración de las Imprimaciones

En la base granular el ligante asfáltico debe penetrar por los intersticios que dejan los áridos y formar una película para generar adherencia entre los mismos.

Para comprender mejor el tema debemos analizar el mecanismo de desempeño de las imprimaciones, o sea como es el proceso de penetración del material con el cual se realiza la imprimación.

El material asfáltico debe penetrar por los vacíos que dejan los áridos entre sí. Los materiales asfálticos utilizados penetran de la siguiente forma:

- a) En el caso de los diluidos el mecanismo de penetración depende fundamentalmente de la viscosidad ya que se trata de un fluido. A medida que va siendo más viscoso, menos penetra. La viscosidad va disminuyendo a medida que se va enfriando y a medida que va perdiendo el solvente. Al principio el diluido parece permanecer en la superficie, pero en las siguientes 24 horas se nota que ha penetrado.
- b) Para las emulsiones el mecanismo es diferente ya que lo que penetra por los intersticios es el agua que forma la emulsión arrastrando los globulitos de asfalto. El tamaño de las gotitas de

asfalto es del orden de las 2 a 8 micras y los canales capilares que quedan entre los áridos en muchos casos es menor.

Las emulsiones rompen mediante un mecanismo físico-químico y se deposita el residuo asfáltico más rápido que los diluidos. Los diluidos demoran varios días en eliminar el total del solvente, mientras que las emulsiones eliminan el agua entre 24 y 48 horas, lo cual es una ventaja al momento de la construcción del pavimento.

Un estudio realizado por Ishai y Livneh demuestra que “las emulsiones pierden un 70% de agua en un día y 90% a los dos días, sin embargo los diluidos pierden a los siete días entre 35 y 58% dependiendo del tipo de diluido”. [2]

Cuando la totalidad del disolvente (solvente en los diluidos y agua en el caso de emulsiones), se ha evaporado se dice que la imprimación ha curado totalmente.

El tiempo requerido para el curado, puede también variar considerablemente para diferentes bases granulares.

1.6 Imprimaciones con emulsiones asfálticas

Los antecedentes de estudios sobre imprimaciones con emulsiones asfálticas son pocos tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Los estudios realizados en general comparan distintos agentes imprimantes, evaluando el comportamiento de uno y de otro sobre diferentes bases granulares. La referencia que generalmente se toma, son los diluidos asfálticos y su comportamiento.

Como lo hemos visto los parámetros de comparación que se toman son la penetración, el tiempo de curado y la permeabilidad.

Se ha desarrollado y se siguen desarrollando nuevas generaciones de emulsiones cuyo principal objetivo es lograr un alto poder de penetración. Como los desarrollos se han orientado hacia este parámetro consideramos que es el parámetro principal a tener en cuenta. Aunque no está demostrado que cuanto más profundidad se obtengan mejores resultados.

Otro factor importante y determinante es la dosificación de emulsión asfáltica que se va a regar sobre la base granular.

Por estas razones realizamos en este trabajo un análisis comparativo entre una emulsión de imprimación respecto al diluido asfáltico MC-1 tanto en los tiempos de penetración como en la profundidad lograda usando diferentes materiales granulares con diferentes tratamientos en superficie (barrida y raspada).

2 Desarrollo experimental en laboratorio

2.1 Metodología de ensayos

Luego de revisada la bibliografía existente y considerando la experiencias que se han realizado a nivel regional y mundial se comenzó a realizar una campaña de Ensayos en Laboratorio, con los Materiales Imprimantes disponibles en el mercado uruguayo, combinados con distintos Materiales de Bases Granulares de uso habitual en obras viales.

Estos ensayos se hicieron en las instalaciones del CITEVI (Centro de Investigaciones en Tecnologías Viales).

Esta Metodología pretende representar las condiciones de obra de acuerdo a las características de las bases y sus exigencias en cuanto a las condiciones de densidad y cantidad de Imprimante a regar.

Las Bases Granulares elegidas para el presente trabajo, son representativas del Área Metropolitana que Incluyen los Departamentos de Montevideo y Canelones.

Se caracterizaron los materiales granulares por medio de la realización de los siguientes ensayos: granulometría, límites de Atterberg y Proctor Modificado.

2.2 Preparación de material granular y dosificación de imprimantes

Se trabajó con cada base granular con la humedad óptima, compactada en 5 capas de 25 golpes cada una en moldes Proctor, se regaron los imprimantes con 3 dotaciones diferentes (0.8 litros/m² – 1.0 litros/m² - 1.2 litros/m²). Estas dotaciones son del material imprimante completo, con el solvente o con el agua tal como vienen de fábrica. Los Imprimantes utilizados fueron un diluido MC1 producido por la Petrolera Estatal ANCAP y una Emulsión denominada IMPRIMA producida por la empresa BITAFAL.

Para cada base granular y para cada dosificación de imprimante se trató la superficie de las probetas de dos maneras diferentes, unas fueron barridas con cepillo y otras raspadas con las mismas cuchillas simulando el paso de una motoniveladora.

Una vez preparada cada probeta de ensayo se colocó una cuchilla como división para regar los imprimantes a cada lado (Figura 1).



Figura 1. Cuchilla divisoria

Se regó primero la emulsión IMPRIMA la cual se calentó a 50 °C, luego se regó el MC1 a 70 °C.

Se dejaron las probetas durante 48 horas a los efectos de que los imprimantes penetraran en la base granular. Cumplido ese tiempo se procedió a desmoldar las probetas (Figura 2), las mismas se cortaron en sentido perpendicular a la marca que dejó la cuchilla (Figura 3).

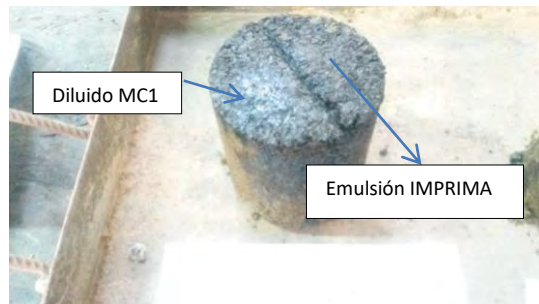


Figura 2. Probeta desmoldada



Figura 3. Probeta cortada.

Finalmente se midió la profundidad a la que llegó el material imprimante por medio del calado mecánico de la probeta.

2.3 Materiales granulares usados

2.3.1 Material de cantera de La Paz

Este material granular es el que se utiliza habitualmente como base granular para los caminos y calles de Montevideo y su Área Metropolitana.

Este material se caracterizó realizando ensayos de Granulometría (Figura 4) y la determinación de la Humedad Optima (Figura 5).

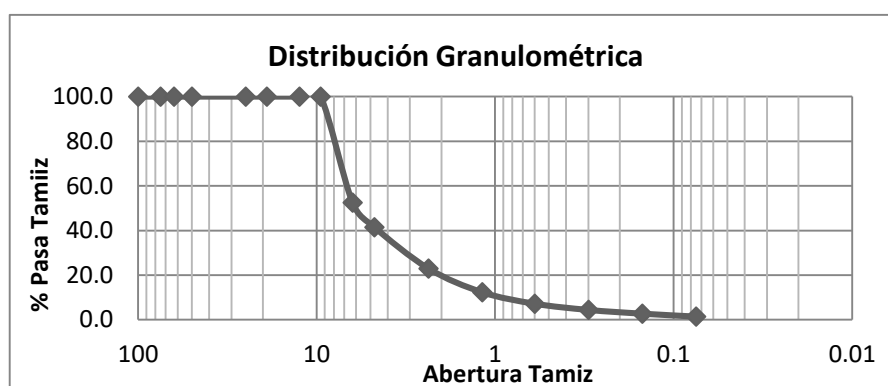


Figura 4. Distribución Granulométrica material de La Paz

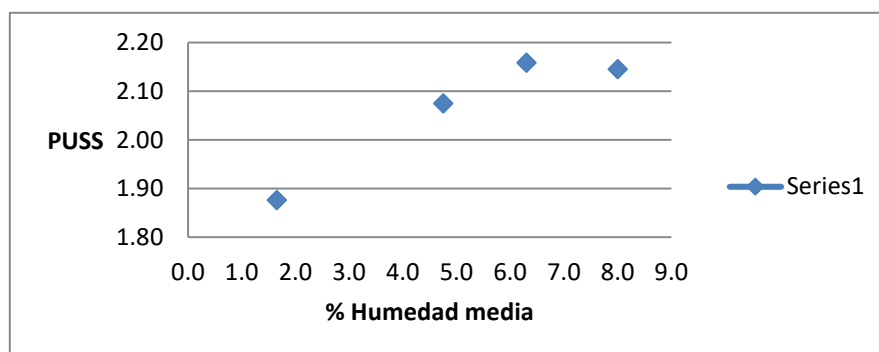


Figura 5. PUSS - Humedad

2.3.2 Material de cantera de Miguez

Este material granular es habitual en la zona de Canelones y alrededores. El mismo se caracterizó realizando ensayos de Granulometría (Figura 6) y la determinación de la Humedad Optima (Figura 7).

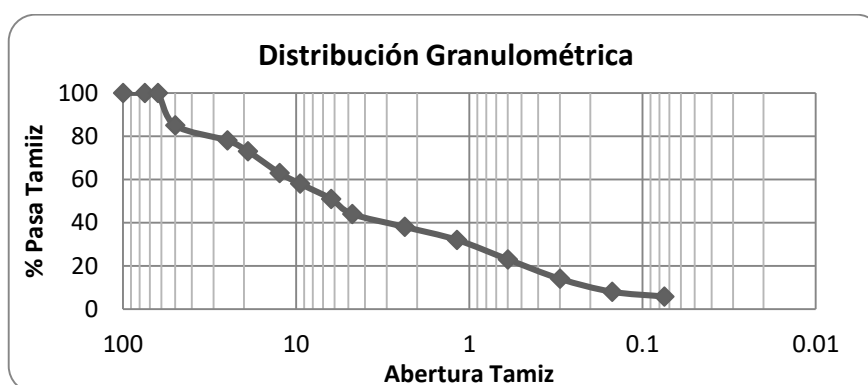


Figura 6. Distribución Granulométrica material de Miguez

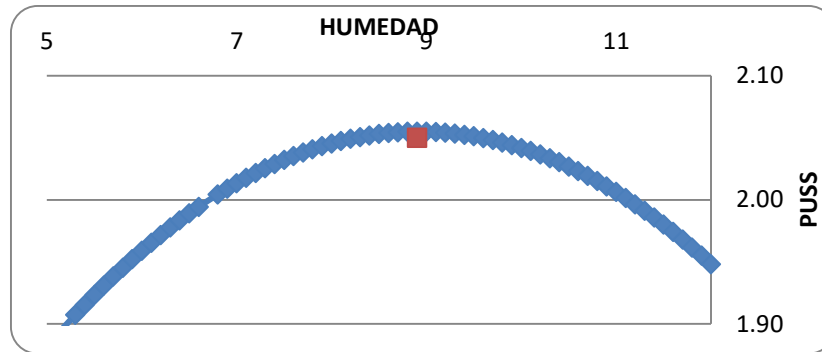


Figura 7. PUSS - Humedad

2.4 Procedimiento para determinar la penetración del Diluido y de la Emulsión

A tres de las probetas se les raspó la superficie con una cuchilla cada una que luego se colocó como separador en cada probeta respectivamente. A las otras tres se las barrió con un cepillo de plástico enérgicamente colocándose también las respectivas cuchillas separadoras.

Se realizaron los riegos correspondientes a cada dosificación y con cada material imprimante. Se desmoldaron a las 48 horas.

2.4.1 Imprimaciones con el Material Granular Raspado

Se realizó un raspado superficial y se eliminó el material suelto dejando la superficie sin polvo en la Figura 8 se muestran las probetas preparadas para recibir los materiales imprimantes.



Figura 8. Probetas prontas para ser regadas

Luego se regaron con las dosificaciones indicadas obteniéndose, recién regadas las superficies, como muestran la Figura 9.

Primero se regó con Imprima y luego se regó con diluido MC1.

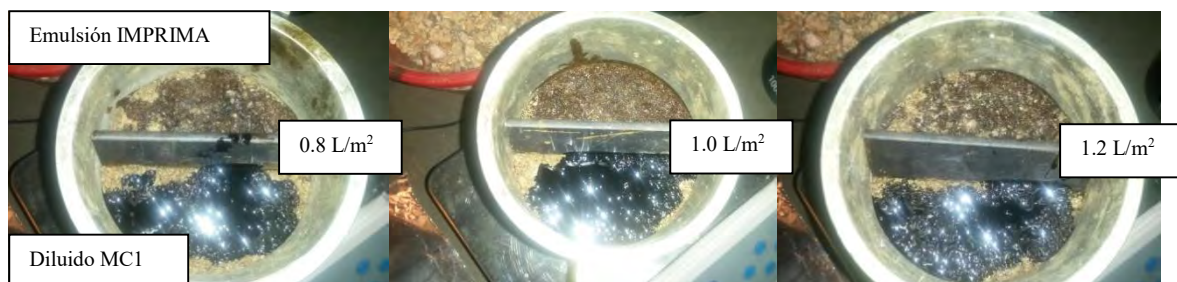


Figura 9. Probetas con diferentes dosificaciones

2.4.2 Imprimaciones con el Material Granular Barrido

Se realizó un barrido superficial y se eliminó el material suelto dejando la superficie sin polvo de las probetas prontas para recibir los imprimantes MC1 y la emulsión IMPRIMA.

Luego se regaron con las dosificaciones indicadas obteniéndose, recién regadas las superficies, lo que muestran la Figura 10.



Figura 10. Probetas con diferentes dosificaciones

2.4.3 Medición de la penetración

Luego de desmoldadas las probetas se procedió al corte de las mismas, obteniéndose los resultados de la Tabla 1 para el material de La Paz y la Tabla 2 para el material de Miguez.

Las dotaciones indicadas se refieren al material imprimante total incluido el solvente en el diluido y el agua con el emulsificante en la emulsión.

Tabla 1. Penetraciones sobre el material de La Paz

Condición	Imprimante	Dosificación		
		0.8 l/m ²	1.0 l/m ²	1.2 l/m ²
BARRIDO	Diluido MC1	2 mm	2 mm	2 mm
	Emulsión IMPRIMA	2 mm	5 mm	3 mm
RASPADO	Diluido MC1	4 mm	4 mm	4 mm
	Emulsión IMPRIMA	4 mm	4 mm	4 mm

Tabla 2. Penetraciones sobre el material de Miguez

Condición	Imprimante	Dosificación		
		0.8 l/m ²	1.0 l/m ²	1.2 l/m ²
BARRIDO	Diluido MC1	0 mm	0 mm	3 mm
	Emulsión IMPRIMA	0 mm	0 mm	3 mm
RASPADO	Diluido MC1	8 mm	6 mm	8 mm
	Emulsión IMPRIMA	1 mm	3 mm	7 mm

Las dosificaciones de Imprimantes de 1.0 l/m² y 1.2 l/m² son las más recomendables para ejecutar las Imprimaciones. Las penetraciones en los materiales granulares es similar para el Diluido MC1 y para la Emulsión IMPRIMA. Se observa además que para el material granular raspado la penetración es mejor.

3 Primera experiencia en la ciudad de Montevideo

3.1 Ejecución

En la calle Fausto de la ciudad de Montevideo se realizó una primera experiencia con una emulsión cuya denominación comercial es IMPRIMA. La referida vía es de bajo tránsito.

La experiencia consistió en el riego sobre el material granular (balasto de granito) más comúnmente utilizada en la ciudad, Figura 11.



Figura 11. Base de granular

En el mes de febrero de 2016, después de realizar un enérgico barrido con barredora mecánica, se regó la emulsión a 32 °C de temperatura. Se cerró al tránsito durante la ejecución del riego y hasta dos horas después de terminado el mismo. Se regó con camión regador (Figura 12) y la dosificación adoptada fue de 1 litro por metro cuadrado (1 lt/m²) de Emulsión IMPRIMA.



Figura 12. Riego con Camión

El riego penetró rápidamente en la base. La Figura 13 muestra el riego 1:30 hs después de terminado el riego. No se notaron depósitos de emulsión en forma de charco en la superficie ni áreas sin regar.



Figura 13. Riego de Imprimación finalizado.

3.2 Evaluación a las 24 horas de realizar el riego de imprimación

La capacidad de penetración fue muy buena a las 24 horas, llegando a una profundidad de aproximadamente los 6 mm como se ve en la Figura 14.

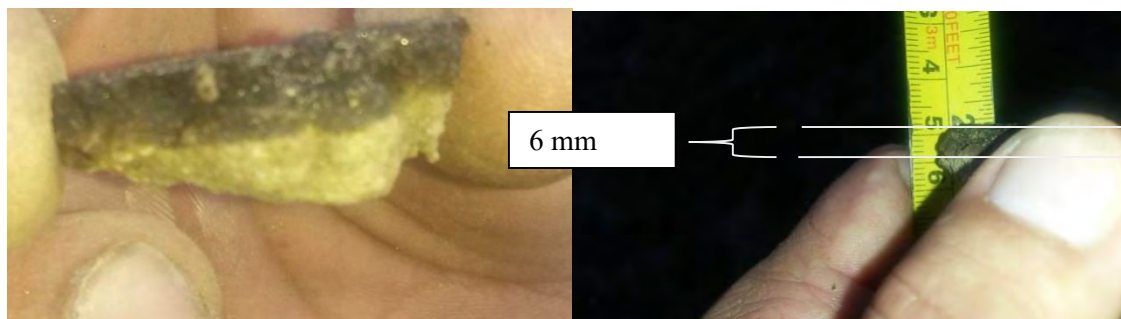


Figura 14. Penetración en la base a las 24 hs es de 6 mm.

3.3 Evaluación a los 8 meses

A los 8 meses de realizada la imprimación se realizaron 8 cateos para evaluar la penetración de la emulsión Imprima en la base granular. Se muestra en la Figura 15 el estado general de la calle Fausto.

En la Figura 16 se muestra uno de los cateos realizados donde se comprueba una profundidad de penetración de 5 mm.

Finalmente en la Tabla 3 se detallan los resultados obtenidos en los 8 cateos donde se verifica la homogeneidad en la profundidad de penetración entre 5 y 6 mm.



Figura 15 - Estado general de la calle Fausto a los 8 meses de ejecutada

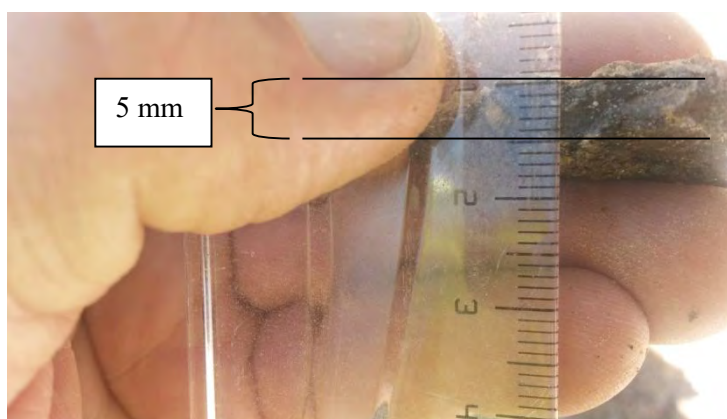


Figura 16. Penetración de 5 mm

Tabla 3. Penetraciones sobre el material de Miguez

CATEO	PENETRACION
1	6 mm
2	6 mm
3	5 mm
4	6 mm
5	5 mm
6	5 mm
7	6 mm
8	5 mm

4 Conclusiones

De los ensayos que se realizaron en laboratorio y de la obra que se ejecutó en la calle Fausto de la ciudad de Montevideo se puede concluir que:

- El desempeño del Diluido Asfáltico MC1 y de la Emulsión IMPRIMA es similar en todos los ensayos de laboratorio realizados para las dosificaciones correspondientes.
- Los resultados obtenidos en laboratorio son compatibles con las medidas tomadas en obra.
- Raspando la superficie del material granular permite una facilidad para que el Imprimante penetre más profundo.
- En obra el Riego de Imprimación con IMPRIMA medido 24 horas después de ejecutado es igual a lo medido 8 meses después de terminada la obra. Esto indica que la Emulsión llega en 24 horas a su curado completo y no sigue penetrando, ni queda solvente atrapado.
- En obra el “raspado” de la superficie con motoniveladora propicia la penetración del material imprimante, por lo cual se recomienda el uso de esta práctica.

5 Referencias

- [1] *Emulsiones de imprimación: Evaluación de su capacidad de penetración* - José Sapei, Mario Larizzate y Rubén González- José Sapei. 2008
- [2] *Emulsiones de Imprimación su Aporte a la Adherencia* - José Sapei, Roberto Tejera, Rubén González y Mario Larizzate Abril 2014