

“Conglomerado Calcáreo - Emulsión Asfáltica para mejoras en calles de tierra y caminos rurales”

A. Cuattrocchio; C. Soengas; G. Botasso; C. Del Pozo

Responsable del Área Materiales Viales, LEMaC UTN La Plata, Bs. As. Argentina

Técnico del Área Materiales Viales, LEMaC UTN La Plata, Bs. As. Argentina

Director del LEMaC UTN La Plata, Bs. As. Argentina

Gerente de Petroquímica Panamericana S.A., Bs. As. Argentina

RESUMEN

El mantenimiento de las calles de tierra de la zona urbana y de los caminos rurales es un tema que preocupa a las reparticiones ya que los recursos a asignar son elevados. En general se gasta mucho y no siempre resultan ser efectivos los programas diseñados. Por ello aportar nuevos desarrollos tecnológicos resulta ser una herramienta para bajar la cantidad de intervenciones en el año y disminuir el costo de horas de equipos asignadas para mantener en un estado decoroso a la calzada.

En particular la Municipalidad de La Plata, dispone un paquete estructural que lleva como capa de rodamiento entre 5 a 7 cm de conglomerado calcáreo, en el mantenimiento de las calles de tierra. Si bien esta capa cumple con la finalidad de proporcionar a los vecinos del lugar un fácil acceso a sus hogares, solucionando los problemas de transitabilidad que poseen, trae acarreado otros problemas tales como polvo, formación de baches profundos y poca durabilidad ya que con las sucesivas lluvias se produce un lavado de los finos con la consecuente pérdida de estructura. Esto conlleva a tareas de mantenimiento mucho más intensas que las previstas originariamente

El presente trabajo aporta una solución al problema planteado.

Palabras claves

Mantenimiento - Mezclas asfálticas en frío - Conglomerado calcáreo - Estabilización

ABSTRACT

The maintenance of the urban streets without recovering and rural roads is an important topic for the government of the cities. Generally, they use a lot of money in programs that are not always efficient. This is the motive of new technological developments to create tools that decrease the number of interventions in a year, with less cost in equipment.

Particularly, the city of La Plata has a structural packet with a superficial layer of limestone soil with 5 to 7 cm of thickness, for the maintenance of streets without recovering. Although that layer gives to the neighbours solutions, like the home access, have problems like dust, deep holes, and low durability because with the rain, the fine portion of soil goes back and a loss of structure appears. This takes to more maintenance works that are thinking.

This work takes a solution to this problem.

Palabras claves

Maintenance – Asphalts Cold Mixes – Limestone soil - Stabilization

INTRODUCCIÓN

El LEMaC aborda el estudio de una forma económica para poder estabilizar el conglomerado calcáreo con emulsiones asfálticas, desarrollando una ecuación técnico-económica que permita tener una mejor prestación a un menor costo en el tiempo.

Resulta central realizar una adecuada caracterización de los materiales; del conglomerado calcáreo, de la emulsión asfáltica y de la compatibilidad entre ellos, para luego analizar el nivel de prestación que la mezcla pueda tener en obra.

Más adelante se desarrolla la factibilidad constructiva y las técnicas de control de calidad para terminar con la ecuación técnico económica adecuada.

En La Gráfica 1 se observa la carpeta de conglomerado calcáreo recién terminada y luego de un año.



Gráfico 1

EL CONGLOMERADO CALCÁREO

El aglomerado calcáreo, como las toscas o los suelos con infiltraciones calcáreas, son materiales factibles de experimentar a largo plazo un aumento en su resistencia y rigidez a causa del desarrollo de una “cementación” propia que es función de su composición química, fuertemente influenciada por el contenido de carbonatos de calcio y/o óxidos de calcio. Su nombre varía según la región geográfica del país así se lo conoce como “brosa”, “conchilla” entre otros nombres, no siendo siempre el mismo material. La variación en la calidad de este tipo de conglomerados nos lleva a considerar formaciones muy distintas una de las otras.

Como producto de una formación marina del período de invasión marítima que sufrieron las costas de Argentina, sumado esto a diferentes procesos de meteorización, humedad, presiones, etc., se presentan formaciones más consolidadas que otras, lo que lleva a mayor o menor presencia de carbonatos.

Proceso de caracterización

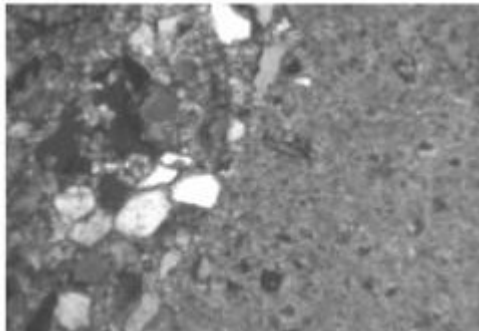
Petrografía de polarización estándar en corte delgado y difracción de Rayos X.

Se utiliza la petrografía de polarización estándar en corte delgado y difracción de Rayos X, con el fin de determinar la composición mineralógica de este suelo. Se obtiene que la mineralogía presente corresponde a una caliza biogénica; roca formada a partir de restos de conchillas carbonáticas provenientes de valvas de pelecípodos y otros organismos segregadores de carbonato de calcio.

Descripción microscópica: como se observa en las fotografías adjuntas, posee en general un pavimento calcáreo (63 %) compuesto de micrita carbonática y restos de conchillas (en ocasiones abundantes), bien cementado (cemento también de origen carbonático, (13 %) y silicoclastos de cuarzo y feldespato (en menor proporción (5 – 7 %) en sectores (ver microfotografías 1 y 2).

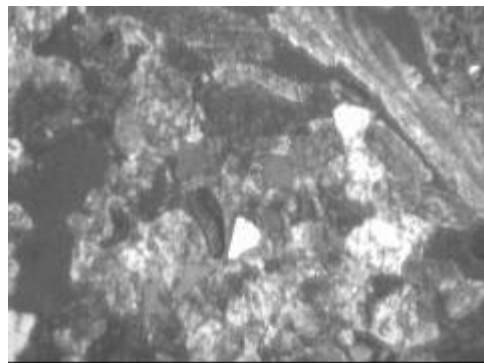
Propiedades de la caliza: dado el análisis petrográfico, resulta muy importante remarcar que es una roca con notorias aptitudes físicas por el alto contenido en carbonato de calcio y su relativa fácil separación del residuo ácido insoluble (representado por los clastos silíceos).

Microfotografía 1



Microfotografía 1 (x4, con nicols cruzados): roca que denota por una parte una textura fango sostén (parte derecha de la foto) con micrita carbonática predominante (grano muy fino), en tanto que en la parte izquierda de la foto grano sostén, con importante contenido en clastos silíceos (cuarzosos).

Microfotografía 2



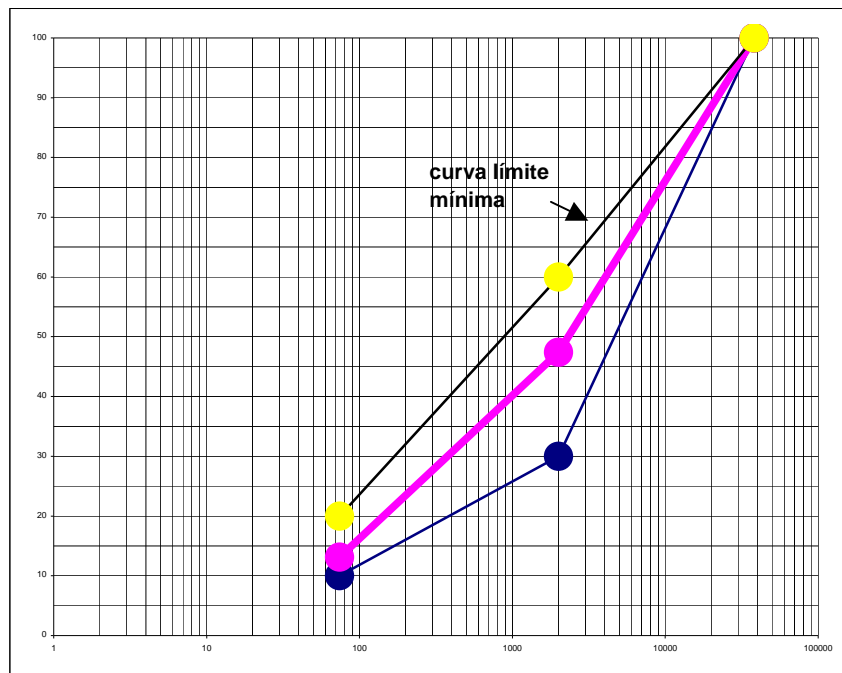
Microfotografía 2 (x4, con nicols cruzados): sector que denota una participación de clastos silíceos (grisáceos) valvas alargadas de pelecípodos y cemento carbonático circundante.

Dentro de la escala de Duriez se presenta como un mineral de origen básico con muy poca presencia de sílice. Caliza, cercana en su carácter básico a los mármoles.

Análisis granulométrico. Como resultado de la forma de explotación de la cantera, el suelo calcáreo obtenido tiene la siguiente granulometría (La Tabla 1 y Gráfico 2) las curvas granulométricas máximas y mínimas utilizadas para este trabajo corresponden a las exigencias granulares de Bases de Caminos según Normas ASTM:

Tamiz	Abertura	Curva Mínima	Calcáreo	Curva Máxima
1 1/2	38100	100	100,0	100
10	2000	30	47,4	60
200	74	10	13,1	20

(Tabla 1 Análisis Granulométrico)



Gráfica 2

Constantes físicas. Índice de plasticidad = 0

Próctor Modificado T-180. Densidad seca máxima = 2.07 gr/cm³ y Humedad óptima = 9.2 %

Valor soporte Relativo. Valor soporte relativo embebido = 130 % e Hinchamiento = 0 %

LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

Está compuesta por un ligante hidrocarbonado y una fase acuosa la cual está formada por agua destilada y un agente tensioactivo (comúnmente denominado emulsificante). Este agente a su vez le otorga a la emulsión el carácter de ser aniónicas o catiónicas. El agua, el emulsificante y en

general ácido clorhídrico, integran el jabón catiónico de la emulsión. El proceso de “emulsificación” se logra por medio de un molino coloidal el cual al girar a 3600 RPM produce fuerzas de cizallamiento implantado los glóbulos del ligante asfáltico y dispersándolo en la fase acuosa formando una FASE CONTINUA Y ESTABLE EN EL TIEMPO.

El ligante asfáltico utilizado tiene las características de un ligante asfáltico convencional para uso vial. Los agentes tensioactivos son compuestos químicos que presentan una actividad superficial que al disolverse en un líquido, en particular en agua, reducen su tensión superficial.

Dentro de las emulsiones asfálticas aniónicas se encuentran las de corte rápido medio y lento, en las catiónicas además de estos tres tipos de rotura están las superestables y las de imprimación.

La emulsión a diseñar para utilizar con el calcáreo deberá obligatoriamente generar:

- a. un espesor adecuado de recubrimiento con el mastic asfáltico que conforme.
- b. permitir un tiempo de mezclado que permita recubrir finos y gruesos con la tecnología disponible en la obra.

Estos dos puntos son considerados centrales a la hora de evaluar qué tipo de emulsión asfáltica se utiliza con este material.

La posibilidad de incorporar una emulsión, especialmente formulada que permita estabilizar la capa de calcáreo, en unos 5 cm, permitirá disponer de un material, cuyo comportamiento será similar en aspecto y prestación al de un mejorado asfáltico.

La emulsión debe mezclarse con el conglomerado calcáreo debiéndose obtener un recubrimiento mayor al 90%, además, la mezcla resultante debe permanecer manejable hasta su compactación. Esto se puede medir con test de recubrimiento y mediante la determinación de los tiempos de mezclado sin que la emulsión rompa.

Para que las mejoras permanezcan en el tiempo es preciso asegurar una adecuada compatibilidad entre los agregados y la emulsión, esto es, que el asfalto residual no sea desplazado por el agua. La técnica que se describe a continuación fue la utilizada en el desarrollo de la emulsión para verificar este último punto.

La compatibilidad árido emulsión

Para comprobar la compatibilidad entre la Emulsión y el Conglomerado Calcáreo se siguieron los siguientes pasos:

Se establece, de acuerdo al tipo de suelo o agregado a recubrir, el agua de preenvuelta que variará en función de los finos, las características mineralógicas y las condiciones ambientales.

Deberá permitir que la emulsión recubra todas las partículas antes de su corte. Si el agua de preenvuelta es excesiva, el espesor del recubrimiento de la película de asfalto va a resultar escaso.

Una vez determinada el agua de pre-humectación se puede trabajar a distintos porcentajes de emulsión para ver como varía el recubrimiento.

Al haber determinado las características del calcáreo, el uso del emulsificante se orienta a la afinidad de un agregado calizo, de pH básico sin o con escaso contenido de sílice. De esta forma se utiliza un emulsificante que genere una emulsión catiónica con pH equilibrado con el agregado tal cual lo recomiendan las cartillas del fabricante de emulsificantes.

También deberá ser una emulsión de rotura lenta por la cantidad de finos que presenta el agregado calcáreo.

Quiere decir que para hacer las primeras pruebas en el diseño de la emulsión se deberán considerar las características del agregado y el tipo de mezcla que nos lleva a formular una emulsión catiónica de rotura lenta.

Se toma una muestra de conglomerado calcáreo, se le incorpora el porcentaje de agua de preenvuelta, y luego se van agregando porcentajes creciente de la emulsión asfáltica diseñada.

Con la humedad, el porcentaje y tipo de emulsión determinada se moldean probetas en moldes cilíndricos de 50.8 mm de diámetro y 10 mm de altura, éstas nos pondrán en evidencia la mayor o menor compatibilidad entre el árido y la emulsión diseñada.

Estas probetas se dejan curar 48 horas a temperatura ambiente. Luego de curadas se dividen y se observa el recubrimiento.

Las probetas divididas son sometidas a ensayos para evaluar la susceptibilidad a la humedad. En este caso se utilizó Boiling Water Test (ASTM D3625). Las probetas permanecieron en agua hirviendo durante 3 minutos. El recubrimiento luego del ensayo debe ser mayor al 95%. De no haber compatibilidad entre el agregado y la emulsión se observará que el asfalto se desprende y flota en el agua. En casos extremos se observará la desintegración total de la probeta.

Este procedimiento se realizó con emulsiones de distintos cortes y con diferentes formulaciones. Se eligió el tipo de emulsión asfáltica en cuanto al tipo de emulsificante, el pH del jabón catiónico, y demás características de su corte, el cual demanda que sea lento.

La emulsión elegida corresponde a una emulsión asfáltica catiónica de corte lento elaborada con emulsificante a base de derivados amínicos de ácidos grasos de cadenas carbonadas de C12 a C22. Cumple con los requisitos de la norma IRAM 6691:2000. Las características se pueden apreciar en La Tabla 2, Características de la emulsión.

Ensayos	Mínimo	Máximo	Norma IRAM
Viscosidad Saybolt – Furol a 25°C, ssf		50	6721
Residuo asfáltico por destilación, %	60		6719
Hidrocarburos destilados, %	No contiene		
Contenido de agua, %		40	
Asentamiento, %		5	6716
Residuo sobre tamiz IRAM 850 μm , %		0.1	6717 y 6691
Carga de partículas	Positiva		6690

Tabla 2. Características de la emulsión

DISEÑO DE LA MEZCLA

Para el diseño de la mezcla de conglomerado calcáreo - emulsión asfáltica se eligieron ensayos mecánicos y abrasivos representando lo que sucede en el pavimento.

El conglomerado calcáreo deberá tener un tamaño máximo de 20 mm.

Como parámetros mecánicos se buscó tener valores de estabilidad y fluencia por el método Marshall modificado, los resultados se presentan en La Tabla 3. Este método fue desarrollado por la Dirección Provincial de Vialidad de Santa Fe.

Otro parámetro sugerido y posible de ser medido es la adherencia entre el conglomerado calcáreo y la emulsión asfáltica. Para ello se ensayaron probetas a tracción indirecta, los resultados obtenidos se vuelcan en La Tabla 3. Para valorar la acción del tránsito se realizó el ensayo de abrasión por vía húmeda. Este ensayo proviene del diseño de lechadas asfálticas, es el

WTAT y determina el contenido mínimo de emulsión de una lechada limitando la pérdida admisible de material por la acción de la abrasión.

Diseño de Marshall modificado

El conglomerado calcáreo utilizado se pasa por el tamiz $\frac{3}{4}$ " (19.1 mm).

Para realizar el diseño de esta mezcla se procedió a dosificar con porcentajes de emulsión crecientes sobre peso de conglomerado calcáreo seco desde el 6 %, 8 % y 10 %.

A medida que el porcentaje de emulsión crece, el porcentaje de agua de preenvuelta disminuye.

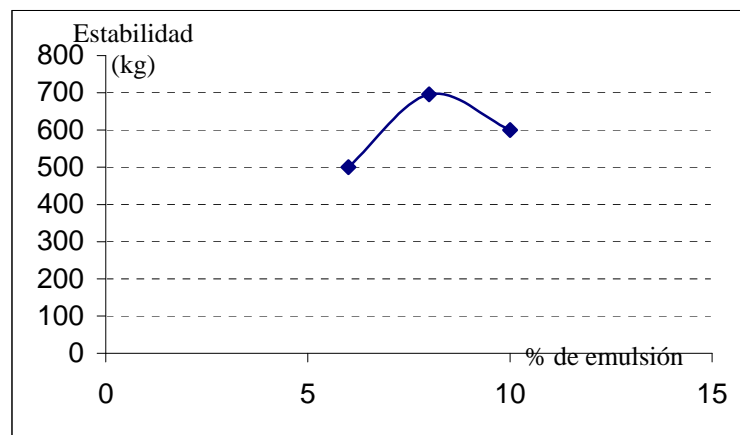
La mezcla se realizó primeramente homogeneizando la muestra y dándole la humedad de preenvuelta para después dosificar la cantidad de emulsión planteada.

Cuando la mezcla corta se procede a la compactación hasta rechazo de 8 tn en forma estática, como se puede apreciar en La Gráfica 3

Las probetas se desmoldaron y se curaron en estufa a 60 °C hasta peso constante. Luego se determinaron densidad, estabilidad y fluencia Marshall y se obtuvieron los resultados volcados en la tabla siguiente.

% de emulsión	% de agua de preenvuelta	Densidad Marshall promedio	Estabilidad Marshall Promedio	Fluencia promedio
(gr/ 100 gr)	(gr/ 100 gr)	gr/ cm ³	(Kg)	(mm)
6	11.0	2.083	500	3.2
8	10.0	2.130	696	3.6
10	9	2.120	600	3.8

Tabla 3. Características de la Mezcla



Gráfica 3. Resultados del ensayo Marshall Modificado

En La Fotografía 1 se pueden apreciar los moldes utilizados para la confección de las probetas. En La Fotografía 2, se aprecia la máquina de ensayo estático.



Fotografía 1. Moldes Marshall Modificado



Fotografía 2. Máquina de Ensayo

Tracción indirecta

Como se comentó anteriormente, otro de los ensayos mecánicos que se realiza a efectos de evaluar la adherencia entre la emulsión asfáltica y el conglomerado calcáreo, es el denominado tracción indirecta, que pone de manifiesto la adherencia entre los materiales en estudio. Para ello se moldean probetas Marshall modificadas.

El ensayo de tracción indirecta pone de manifiesto las fuerzas cohesivas desarrolladas en el sistema conglomerado calcáreo emulsión. Consiste en someter a una probeta del moldeo Marshall modificado a la prensa que se aprecia en La Fotografía 3. En La Fotografía 4 se aprecian las probetas con los distintos tenores de emulsión antes y después del ensayo.

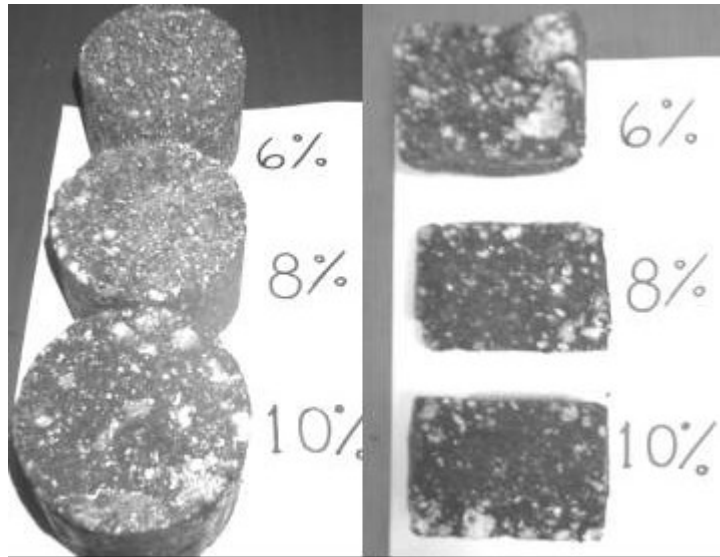
Los resultados se ven en La Tabla 4

% de emulsión	% de agua de preenvuelta	Tracción Indirecta
(gr/100 gr)	(gr/100 gr)	kg/cm ²
6	11.0	3,9
8	10.0	5,8
10	9	5,9

Tabla 4



Fotografía 3. Prensa de Tracción Indirecta



Fotografía 4. Probetas antes y después del ensayo

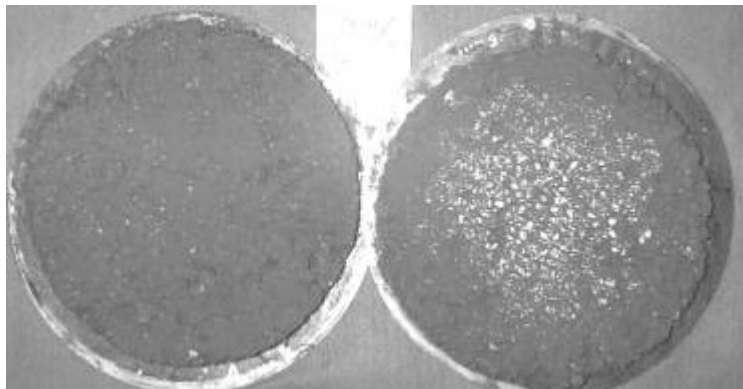
Abrasión por vía húmeda

Este ensayo consiste en someter a una probeta de conglomerado calcáreo estabilizado con emulsión curada previamente en estufa a 60 °C hasta peso constante y sumergida en agua a la acción abrasiva producida por un cilindro de goma dura que frota con un movimiento planetario sobre su superficie, durante 5 minutos (fotografía 5). Con este ensayo se trata de obtener un resultado semejante al que producirá el tránsito con el transcurso del tiempo. Se basa en el método del WTAT para lechadas asfálticas. La norma de ensayo se sigue en las mismas condiciones.



Fotografía 5. Máquina de Abrasión por Vía Húmeda

Los resultados obtenidos del ensayo se muestran en La Tabla 5 y en La Fotografía 6



Fotografía 6. Probetas antes y después de la abrasión por vía húmeda

Porcentaje de Emulsión	Porcentaje de Agua de Preenvuelta	Pérdida
(gr/100 gr)	(gr/100 gr)	Gr/m ²
6	12,5	612
8	11,5	312
10	10,5	289

Tabla 5

METODO CONSTRUCTIVO

Inmediatamente antes de la colocación de la carpeta asfáltica, la base es perfectamente barrida de manera de asegurar que no quede material suelto presentando una apariencia granular que permite una perfecta unión con la carpeta. Se aplica un riego con emulsión asfáltica de imprimación (fotografía 7)previo a la colocación de la misma con una dotación según Especificaciones Técnicas Particulares.



Fotografía 7. riego de imprimación

Se comprueba que, transcurrido el plazo de curado de estos riegos, no deben quedar vestigios de fluidificante o agua en la superficie. Asimismo, si transcurrido mucho tiempo, desde la aplicación de los riegos, se comprueba que la capacidad de unión de éstos con la mezcla no disminuyó en forma perjudicial; en caso contrario, la inspección puede ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

La distribución se efectúa con motoniveladora, en La Fotografía 8 se puede apreciar. La extensión se realiza de forma que la superficie de la capa extendida quede lisa y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la sección transversal, rasante y perfiles indicados en los Planos, con las tolerancias establecidas. Si las motoniveladoras empleadas distribuyen solo en un medio ancho de calzada no se permite avanzar en un solo costado en longitudes mayores de una cuadra, a fin de evitar la formación de una junta longitudinal. Conjuntamente con la motoniveladora se debe disponerse de un número suficiente de obreros especializados, añadiendo mezcla y enrasándola según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas por la inspección.



Fotografía 8. Motoniveladora

Donde no resulte factible a juicio de la inspección el empleo de maquinaria, la mezcla puede extenderse a mano, Fotografía 9. La mezcla se descarga fuera de la zona que se va a pavimentar y se distribuye en los lugares correspondientes, por medio de palas y rastrillos, en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los Planos correspondientes, con las tolerancias establecidas.

En caso de demoras inevitables el borde es cortado perpendicularmente antes de agregar la mezcla para completar la calzada. Este procedimiento se emplea también en los bordes, al comienzo de cada jornada de trabajo. Cuando lluvias imprevistas caigan sobre la calzada durante la compactación se debe remezclar nuevamente para hacer perder a la mezcla toda el agua en exceso, se extiende y se sigue compactando.

El curado de la carpeta de conglomerado calcáreo estabilizado con emulsión asfáltica, construida en la forma especificada en 4, se deja un mínimo de 3 días para asegurar el curado y la adquisición de resistencia. Durante este lapso no deben circular vehículos.



Fotografía 9. Colocación manual

Limitaciones de la ejecución

La extensión de mezclas bituminosas en frío se efectúa cuando las condiciones climatológicas son adecuadas. Salvo autorización expresa de la inspección, no se permite la puesta en obra de mezclas bituminosas en frío cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados centígrados (5°C) con tendencia a disminuir, o se produzcan precipitaciones atmosféricas.

CONCLUSIONES

Para la estabilización del conglomerado calcáreo se deben formular emulsiones asfálticas teniendo en cuenta las características mineralógicas de este, logrando una buena compatibilidad entre los materiales.

La resistencia a la abrasión y los valores de los ensayos mecánicos obtenidos, son adecuados al igual que la durabilidad.

Uno de los mayores problemas ambientales que tiene un tratamiento superficial con calcáreo, es la cantidad de polvo que éste genera. Al mezclar la emulsión asfáltica con el conglomerado calcáreo, este problema se ve solucionado debido a que las partículas finas se tapizan con la emulsión.

Con un adecuado proceso constructivo como el descrito, se logra una base durable con menor mantenimiento que el habitual y fácilmente reparable.

Este tipo de base puede ser considerada como futura base de próximas pavimentaciones con mezclas asfálticas en frío o en caliente, siendo una mezcla compatible con dichas construcciones.

BIBLIOGRAFIA

- Diseño, Construcción y Aplicaciones de Micro - Mezclas Asfálticas en Frío para Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Pavimentos. P. Bolzan, Mouthrop, Vigésima novena reunión del asfalto, Mar del Plata, Argentina 1996, p153-174.
- Repavimentación con Microaglomerados Asfálticos en Frío, H. R. Sierra Vigésima novena Reunión del asfalto, Mar del Plata, Argentina 1996, p203-211.
- Emulsiones asfálticas, Asfaltos del Plata S.A., La Plata, Argentina 1996, p19-26
- Pliego de Especificaciones Técnicas de la Municipalidad de La Plata, Año 2004. Secretaría General de Obras y Servicios Públicos, Dirección de Obras y Proyectos
- El Uso de Materiales Locales en la Tecnología Vial con Especial Referencia al Suelo Calcáreo – Arena – Emulsión. Dr. E. Petroni, Séptimo Simposio de la Comisión Permanente del Asfalto, Año 1979, p 116 – 144.
- Nuevo Método para la Elaboración de Concreto Asfáltico en Frío, Experiencia en la Ciudad de Chivilcoy. G. Botasso, J. Rivera y R. González. Trigésima Primera Reunión del Asfalto, Tomo III. Año 2000, p 519 – 530.
- Diseño de Mezclas Asfálticas en Frío con Emulsiones Modificadas. G. Botasso, R. González, J. Rivera. XXX Reunión de la Comisión Permanente del Asfalto del año 1998.
- Las Emulsiones Asfálticas en las Construcciones Viales. E. Musuruana, S. Sánchez de Rosasco. Química Bonaerense C.I.S.A. Año 1998.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.