

EMULSIONES DE IMPRIMACIÓN, SU APORTE EN LA ADHERENCIA

EMULSION PRIMERS, THEIR CONTRIBUTION TO BONDING

Fecha de recepción: 09 de abril de 2014

Fecha de aprobación: 13 de mayo de 2014

José Sapei

Supervisor Asfaltos y Especialidades, Laboratorio, Refinería San Lorenzo
PETROBRAS Argentina S.A., Argentina
josealbertosapei@gmail.com

Rubén González

Ingeniero del Servicio Técnico de Asfaltos y Especialidades Asfálticas
PETROBRAS Argentina S.A., Argentina
ruben.o.gonzalez@petrobras.com

RESUMEN

Los riegos asfálticos, en sus distintas tipologías, cumplen funciones específicas en la estructura de un camino, durante su etapa de construcción o colaborando en su vida en servicio.

En particular el denominado "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 el anclaje con la capa siguiente.

Se han usado durante mucho tiempo los Asfaltos Diluidos del tipo Endurecimiento Medio, estos por razones de tipo ambiental y económico caen en desuso y son las Emulsiones Asfálticas las que están ocupando ese lugar, con resultados por demás alentadores.

De la mano del crecimiento tecnológico de los emulsionantes y de las plantas destinadas a la elaboración de "especialidades", se ha podido diseñar y tipificar mediante ensayos, una emulsión especial para realizar el Riego de Imprimación, la Norma de referencia es la NORMA IRAM 6691 – Asfaltos - Emulsiones asfálticas catiónicas convencionales - Clasificación y requisitos. En el presente trabajo se evalúa la capacidad de penetración de distintas emulsiones encuadradas en la Normativa actual y considerando nuevos imprimantes capaces de generar, sea cual fuese la base, la superficie de transferencia requerida.

PALABRAS CLAVES: emulsiones, imprimación, asfalto, tecnología.

ABSTRACT

Asphalt irrigation in its various types, performs specific functions in the structure of a road during the construction phase or their service life. In particular, the so-called "Irrigation Primer" is used in underlying layers, in order to generate a transition surface with the new asphalt layer; thus the tack or prime coat will be placed on a surface to ensure a good bond with the overlying layer.

For a long time Diluted Asphalts (Cut Back mediums) were used, but have been discontinued for environmental and economic reasons. Asphalt emulsions are replacing diluted asphalts with very good performance.

The advances on emulsifiers technology and facilities producing more "specialties", have allowed to design and characterize a special emulsion for Irrigation Primer. The Standard Reference is the IRAM 6691 - Asphalts - Conventional cationic asphalt emulsions - Classification and requirements. This paper evaluates the penetration capabilities of Asphalt Emulsions according to the described standard reference, considering new primers that are capable of generating the required transfer surface for any base.

KEYWORDS: emulsions, primer, asphalt, technology.

INTRODUCCIÓN

La estructura de un camino debe tener una vida útil, para lo cual se valoran cargas solicitantes, materiales componentes y espesores de intervención; al analizar estos últimos, surgen las distintas composiciones estructurales, las distintas "CAPAS", capas que tendrán la función de transferir estados tensionales.

Tendremos así las distintas capas tratadas o no y por último la carpeta de rodamiento. El caso que nos ocupa, en el presente trabajo, plantea el estudio entre capas "no asfálticas-asfálticas", caso en el cual como se sabe, para una correcta ligadura debe colocarse anterior al Riego de Liga un Riego de Imprimación.

Obtener una correcta transferencia de cargas implica que las distintas capas estén trabajando solidarias, esto implica que la transferencia entre capas "no asfálticas-asfálticas" o entre capas "asfálticas-asfálticas" debe ser de total ligadura.

Al respecto el MSc. Ing. Oscar Giovanon y el Ing. Fernando Buono (2007) RIEGO DE LIGA SU IMPORTANCIA ESTRUCTURAL Y ANÁLISIS TENSIONAL (Publicado en el CD del 14° Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto, La Habana, Cuba), expresan algunas de las siguientes conclusiones:

- En los casos de estructuras con carpeta de rodamiento de concreto asfáltico y base granular la vida útil de la misma se acorta para el caso de carpeta no ligada hasta menos de la mitad, con respecto al caso en que se encuentran correctamente ligadas.
- Con respecto a los casos de las estructuras con carpeta de rodamiento de concreto asfáltico y base granular, se observó que los mayores esfuerzos de corte en la interfase se dan para espesores de 3 y 4 cm. de carpeta asfáltica, coincidiendo esto con los peores casos de la incidencia de una mala adherencia en la vida útil de la estructura. Se pudo observar que los esfuerzos de corte en la interfase tienden a aumentar cuando disminuye el espesor de la carpeta.
- Como conclusión final se manifiesta que una mala adherencia entre capas disminuye considerablemente la vida útil de la estructura asfáltica, y se propicia la concreción de la normalización de ensayos de caracterización que brinden adecuadas herramientas para el diseño y control del riego de liga.

Por lo expuesto vemos entonces la conveniencia, previo a colocar el Riego de Liga, de colocar o materializar un Riego de Imprimación para garantizar el concepto de ligado entre la base y la carpeta asfáltica.

Es nuestra intención aportar a este tema, buscando responder interrogantes como:

- 1- ¿Que profundidad debe penetrar el Riego de Imprimación en el manto?
- 2- ¿Qué dotación es la más conveniente de acuerdo a la capa a tratar?
- 3- ¿Cuánto tiempo se debe esperar para colocar el Riego de Liga?
- 4- El tipo de emulsión usado en el Riego de Liga, ¿influye en la colaboración resistente?
- 5- ¿En que estado debe estar la superficie para recibir al Riego de Imprimación?

Se usarán para el presente estudio "Emulsiones Asfálticas" Normalizadas y Tipificadas bajo la Normativa IRAM Argentina, a saber:

IRAM 6691/2008 – ASFALTOS PARA USO VIAL – EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIÓNICAS CONVENCIONALES

Usar emulsiones asfálticas, trae consecuencias positivas en cuanto a beneficios energéticos, ecológicos y económicos. Además debemos considerar:

1. La posibilidad de aplicar las emulsiones sobre material húmedo, cosa que no ocurre con los diluidos, estos se aplican sobre el material seco.
2. Las emulsiones quiebran mediante un mecanismo físico químico depositándose el residuo más rápido que usando diluidos, al respecto Ishai, I. y Livneh, (1984) "Functional and Structural Role of Prime Coat in Asphalt Pavement Structures," Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologists, White Bear Lake, Minnesota, publican que:

"las emulsiones pierden hasta un 70% de líquido después de un día y hasta un 90% después de 2 días, mientras que los diluidos pierden entre el 15 y 25% pasados los 7 días las pérdidas rondaron entre 35 y 58% dependiendo del tipo de diluido".

Como conclusión, manifiestan que las emulsiones a los 3 días pierden casi todo el líquido encontrándose los diluidos con solvente aún en el riego. Como resumen, se tendrán problemas de adherencia si realizamos las tareas posteriores a la imprimación en cortos plazos ya que, tendremos aún solvente atrapado.

SITUACIÓN ACTUAL

Garantizar el comportamiento como un todo "del conjunto" será la misión final que estemos persiguiendo con pequeñas dotaciones por metro cuadrado de emulsiones de imprimación y liga.

El éxito del riego de imprimación estará sujeto a ciertos tópicos, dentro de los que encontramos:

- El estado de la base a imprimir, "rugosidad".
- La humedad al momento de comenzar las tareas.
- La densidad del manto.
- Los finos, bases abiertas son mejores para imprimir.
- La cantidad de imprimación por metro cuadrado.

- Los tiempos de espera para colocar la Liga.
- La penetración total o parcial de la imprimación, si se trabaja a dotación fija.
- Homogeneidad y uniformidad.

De lo anterior lo más cuestionado, tal vez por desconocimiento, es la capacidad de penetración del Riego de Imprimación en el manto.

Estamos ante distintos interrogantes:

1. ¿Las emulsiones de imprimación deben penetrar en la capa?
2. Si la respuesta es si, la nueva pregunta sería, ¿Cuánto?

Actualmente los distintos Pliegos y Especificaciones Técnicas, en la República Argentina, “cuantifican” el valor de la penetración en la capa el que debe ser mayor a 6 mm (seis milímetros). Este valor es una suposición hasta el momento con base en el uso y en los resultados de obras en servicio ya que, la penetración en una determinada profundidad aún no se ha demostrado si garantizará los distintos aspectos requeridos a un Riego de Imprimación o que “cuanto más penetre en la capa mejor será el resultado”, en el sentido de considerar que lo penetrado presupone un “aumento” de la capacidad portante de la misma y por consiguiente aumento de la vida útil de la estructura.

OBJETIVOS

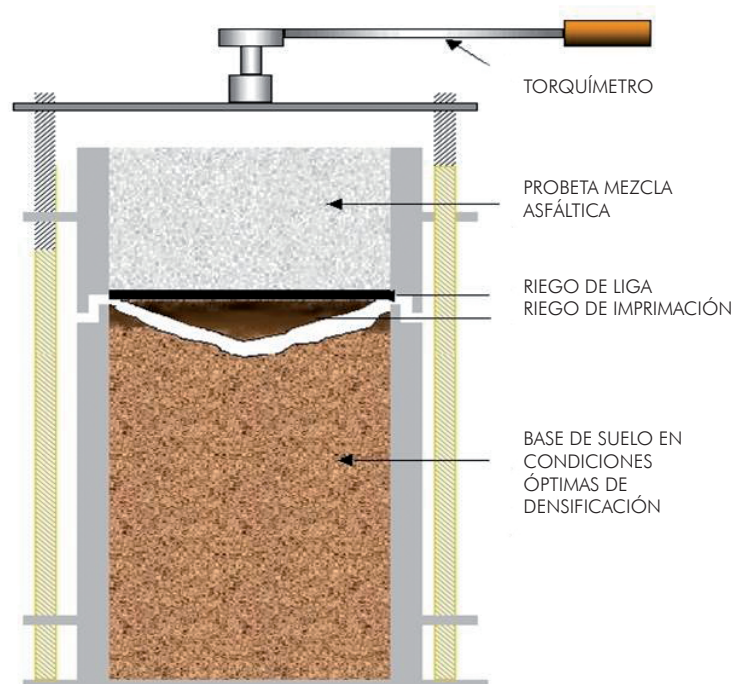
Los objetivos que han motivado este desarrollo son:

- Evaluar el aporte del Riego de Imprimación en la capacidad adherente de la interface.
- Cuantificar la penetración.
- Interpretar la influencia negativa o nula de la cantidad de emulsión a colocar en función del tipo de suelo de la capa, especificar rangos de temperaturas de trabajo.
- Evaluar la influencia de la maduración de la imprimación y su colaboración en la estructura.
- Evaluar el tipo de emulsión de liga más apropiado.

Para poder dar respuesta a los objetivos, se utilizó un dispositivo que provoca el esfuerzo de Torsión sobre la zona de adhesión entre la base y la mezcla asfáltica, zona en la que se han materializado los dos riegos.

El dispositivo, se encuentra esquematizado en el Esquema 1, y es el molde usado en el Ensayo Próctor (sea T-99 o T-180) Norma

VN – E5 – 93 del Manual de Normas de Ensayo de Vialidad Nacional, de esta forma es posible tener la base tal cual irá en el camino y sobre ella poder realizar “El Riego de Imprimación”, “El Riego de Liga” y finalmente en el sobre molde, moldear “La Mezcla Asfáltica”.



Esquema 1. Esquema del conjunto completo

Se destaca que, a la hora de aplicar el torque no se considera la fuerza generada por el área de contacto entre la mezcla y el molde Proctor, ya que rompe siempre antes por corte en la interface de estudio, según nuestros propios ensayos.

METODOLOGÍA DE ENSAYO

El dispositivo usado, mide el Esfuerzo de Torque necesario para llegar a la rotura en la interfase adherida y de esta forma poder determinar la Tensión Tangencial resistente de la misma.

El dispositivo es colocado de forma tal que el Torque es aplicado en el centro a una altura de la interfase de 50.8 mm (altura final de la probeta de mezcla asfáltica), se considera al sistema lo suficientemente rígido como para eliminar todo tipo de distorsión, no se hace hincapié, en esta etapa, al Ángulo de Torsión dadas las dimensiones del dispositivo de ensayo, se supone en esta etapa despreciable.

Directamente el Torquímetro nos dará el valor del torque correspondiente.

El moldeo de los especímenes de ensayo (bases de suelo) es a Densidad Prefijada (Dsmáx. y Hópt.) para lo cual se usó una prensa Hidráulica de accionamiento manual. La superficie de la base moldeada reproduce la textura final en el camino. Foto 1.

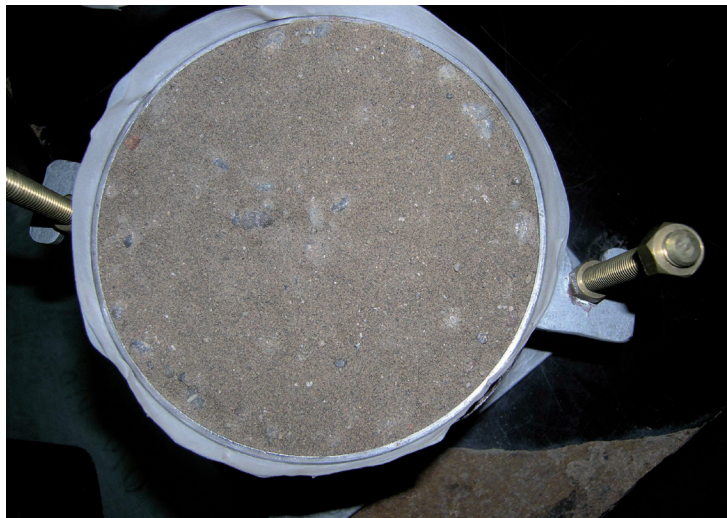
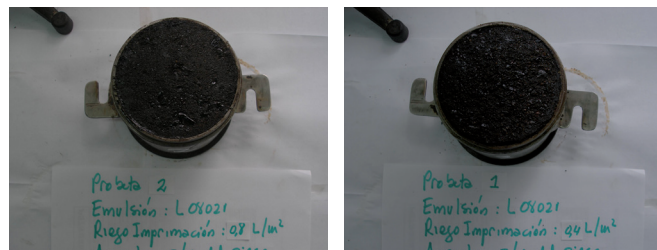


Foto 1. Aspecto de la superficie a regar.

En las Fotos 4 y 5, se muestra el Riego de Imprimación correctamente absorbido por la base.



Fotos 4 y 5. Aspecto de la superficie con el riego de imprimación absorbido.

La Figura 6, muestra el aspecto de la superficie con la Emulsión correspondiente al Riego de Liga.

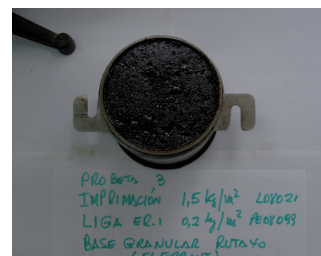


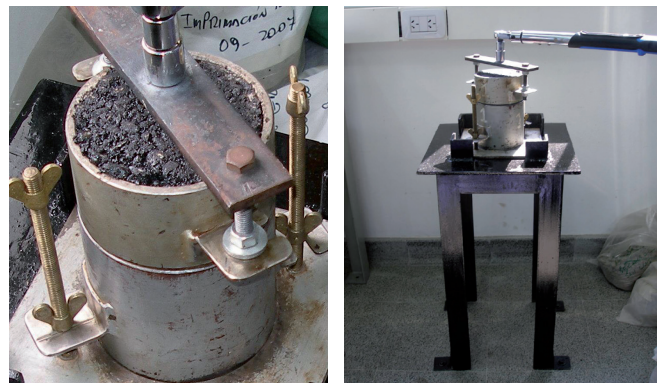
Foto 6. Superficie con el riego de liga.

Posteriormente al moldeo de la probeta y tras un período de maduración en estado "oreado" se aplica la Emulsión de Imprimación en un dosaje predeterminado que se verá posteriormente. Fotos 2 y 3.



Fotos 2 y 3. Colocado de la emulsión.

La mezcla asfáltica usada, corresponde a una mezcla del Tipo Densa, el moldeo de la misma dentro del sobre molde se lo hizo en dos capas de 25 golpes cada una y a la temperatura especificada por el ensayo Marshall, para posteriormente colocar el dispositivo y proceder al ensayo. Fotos 7 y 8.



Fotos 7 y 8: Equipo listo para el ensayo

Las fotos, muestran el aspecto final de la mezcla en el sobremolde, como se monta el dispositivo de ensayo, la ubicación del molde en el soporte para el ensayo y la colocación final del Torquímetro

grado de dificultad a la hora de colocar sobre ellas el material para la imprimación.

Las bases usadas fueron las siguientes:

1. Base de Tosca Pampeana.
2. Base Anticongelante.
3. Base de Tosca Correntina.

“Tosca Pampeana”, material típico de base, con las siguientes características:

MATERIALES

SUELOS

Se tomaron para la realización del desarrollo tres diferentes bases usadas en la Argentina cada una de las cuales presenta cierto

Tabla 1. Husos granulométricos y curva usada en el trabajo

Tamiz	MEZCLA DE ÁRIDOS		LÍMITES		IDEAL
	μm	RESULTANTE			%
1 1/2	38 100	100.00	100	100	100.00
1	25 400	85.80	70	100	85.00
3/4	19 100	78.00	60	90	75.00
3/8	9 520	57.80	45	75	60.00
4	4 760	45.20	30	60	45.00
10	2 000	35.90	20	50	35.00
40	430	29.00	10	30	20.00
200	74	14.60	3	10	6.50

Valores Proctor T 180
Ds máx. = 1.886 g/cm³
Hópt. = 12.4 %

Granulometría
(Tabla 1 y Figura 1)

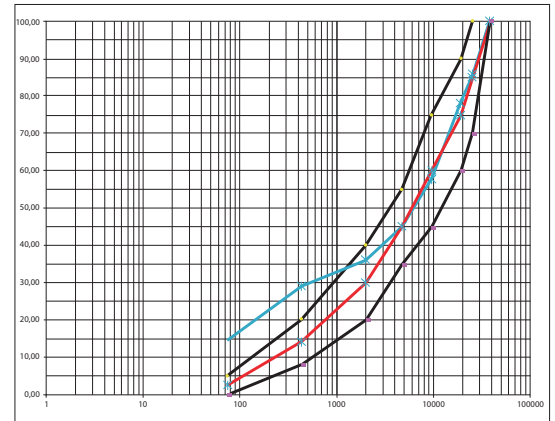


Figura 1. Husos granulométricos base de Tosca Pampeana.

“Base Anticongelante”, con similares características granulométricas que la anterior pero algo más gruesa, ya que interviene el Tamiz 2” y con poca presencia de los finos en los Tamices 10, 40 y 200.

Tabla 2. Husos granulométricos y curva usada en el trabajo

Tamiz	MEZCLA DE ÁRIDOS		LÍMITES		IDEAL
	μm	RESULTANTE			%
2	50 800		100	100	100
1 1/2	38 100		100	100	100
1	25 400		70	100	85
3/4	19 100	85	60	90	75
3/8	9 520	51	45	75	60
4	4 760	38.5	35	55	45
10	2 000		20	40	30
40	430		8	20	14
200	74		0	5	2.5

Valores Proctor T 180
Ds máx. = 2.26 g/cm³
Hópt. = 6.6 %
VSR = 130 %

Granulometría
(Tabla 2 y Figura 2)

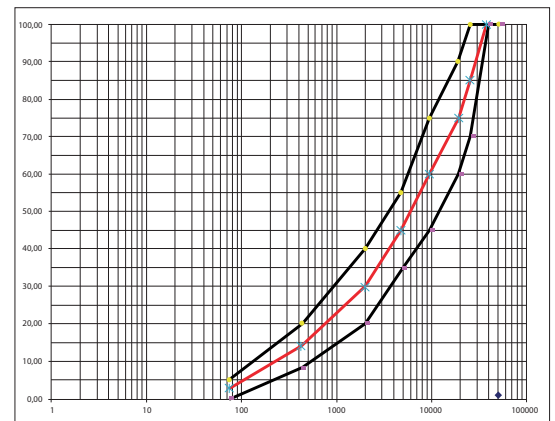


Figura 2. Husos granulométricos base anticongelante.

El otro material elegido es un material usado en la provincia de Corrientes, un material muy fino con mucha presencia en el Tamiz 200.

Tabla 3. Husos granulométricos y curva usada en el trabajo

MEZCLA DE ÁRIDOS			LÍMITES	
Tamiz	μm	RESULTANTE		
1 1/2	38 100	100.0	100	100
1	25 400	97.6	70	100
3/4	19 100	94.9	60	90
3/8	9 520	88.9	45	75
Nº 4	4 760	84.1	30	60
Nº 10	2 000	74.7	20	50
Nº 40	430	64.3	10	30
Nº 200	74	50.7	3	10

Valores Proctor T 180
Ds máx. = 1.80 g/cm³
Hópt. = 20 %

Granulometría
(Tabla 3 y Figura 3)

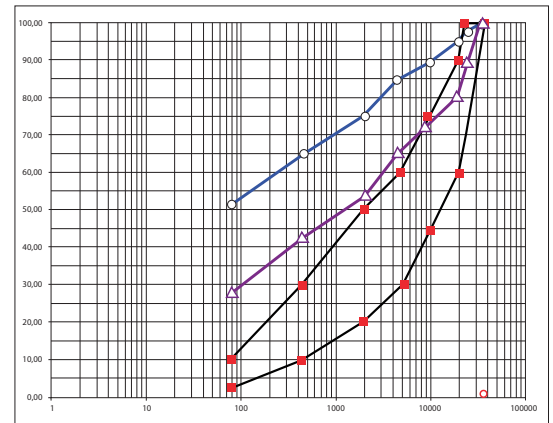


Figura 3. Husos granulométricos base Corrientes.

EMULSIONES

Como Emulsiones se usaron: una Emulsión de Imprimación y una Emulsión de Liga (en este caso la del tipo Rápida 1).

Ambos productos están Tipificados en la Norma IRAM 6691/2008 – ASFALTOS PARA USO VIAL – EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS CONVENCIONALES

PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo, a nuestro entender, debe representar lo más fiel posible las condiciones de obra conforme las características de las bases y sus exigencias en cuanto a cantidad de dotación de emulsión.

Las bases elegidas para el presente desarrollo, son representativas de la heterogénea geografía Argentina, se han utilizado entonces desde una base drenante (o anticongelante) típica de las zonas frías y materiales finos típicos del centro del país.

Fue una condición de partida trabajar con una Densidad del 100% de la densidad Proctor de referencia, solo en el caso de la base fina se trabajó primero al 90% y luego de que la emulsión cortó se compactó al 100%, como forma de garantizar la penetración de la emulsión en la capa.

Las superficies se dejaron orear durante 18 horas, período en el cual la humedad disminuyó un 20% en la superficie de las bases y posteriormente se colocó el Riego de Liga.

La temperatura de la emulsión de Imprimación en la colocación fue de 55°C, garantizando de esta forma la fluidez necesaria para su colocación.

Las dotaciones de Riego de Imprimación sobre cada base van desde un mínimo (0.3 l/m²) a un máximo (1.5 l/m²), estos son valores usuales en la Argentina.

El rango de temperatura durante el ensayo fue de 17 a 22°C, en la base anti congelante, se incorporó 4°C como forma de considerar las condiciones del sur de Argentina.

El tiempo de curado de la emulsión de imprimación fue como mínimo de 24 horas, no obstante, cuando se tenían penetraciones importantes de la capa (bases anticongelante) se optó por dejarlas 48 horas, como forma de poder cuantificar el corte total del producto.

La dotación de Riego de Liga se mantuvo constante en 0.2 kg/m² de residuo valor usual para esas superficies.

El tiempo de curado de la emulsión de liga fue de 8 horas.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Realizados los ensayos, los resultados obtenidos por tipología de base son los siguientes:

Base de Tosca Pampeana

A continuación se presenta la Tabla 4, resumen de valores obtenidos y Fotos de la 9 a 11 en las que se observa el estado de la superficie antes y luego del ensayo.

Tabla 4. Valores de Torque en los distintos casos

Molde	Compactación (%)	Oreo de la superficie compactada (hs)	Nº	Riego imprimación (Kg/m ³)	Producto para imprimir	Aspecto superficie imprimada	Curado Riego Liga (Kg/m ³)	Riego de Liga (Kg/m ²)	Emulsión en Riego de Liga	Rotura de la probeta	Penetración del riego (cm)	Torque (Kg*cm)
T-99	100	18	1	0.4	El	Absorbido	24 horas	0.2	ER-1	Vértice en base	0.6	435
T-99	100	18	2	0.6	El	80 % material en superficie	24 horas	---	Material sobrante	Vértice en base	0.6	406
T-99	100	18	3	0.8	El	90 % material en superficie	24 horas	---	Material sobrante	Vértice en base	0.6	363
T-180	100	18	4	0.4	El	Absorbido	24 horas	0.2	ER-1	Vértice en base	0.6	735



Fotos 9 a 11. Aspecto de la rotura de la probeta, en la tosca Pampeana (Argentina).

Obsérvese que, para 0,4 kg/m² de residuo de la imprimación se alcanzó el valor de 6 mm de penetración de la capa y al ir aumentando la cantidad de residuo quedaba en superficie "Material sobrante", lográndose aún la profundidad de penetración.

Los casos planteados usan como liga una emulsión Rápida 1 y al Material Sobrante, este último caso, es usual que pase en obra, esto es; muchas veces se elimina el Riego de Liga y es reemplazado por "El Material Sobrante" de la Imprimación.

Los valores resultantes del ensayo, nos muestran que pasa, cuando se trabaja o se coloca un Riego de Imprimación en exceso y no se coloca un material de Liga. Usar una imprimación en exceso y no usar liga disminuye la capacidad adherente de la interfase.

La Tensión Tangencial ideal en la Interfase, es del orden de los 0.42 MPa para una altura de la mezcla asfáltica de 5 cm.

BASE ANTICONGELANTE

En la página 12 se presenta la Tabla 5, resumen de valores obtenidos y Fotos de la 12 a la 14 en las que se observa el estado de la superficie antes y luego del ensayo.

Obsérvese que a medida que aumenta la dotación de la imprimación de 0.4 kg/m² a 1.5 kg/m² de residuo y manteniendo constante el tiempo de curado (24 horas) la penetración en el manto va en aumento de 0.8 a 3.3 cm.

Debe destacarse que usualmente en estas capas se usa una dotación de 1.5 kg/m².

Tabla 5. Valores de Torque en los distintos casos

Molde	Compactación (%)	Oreo de la Superficie compactada (hs)	Nº	Riego imprimación (Kg/m ³)	Producto para imprimir	Aspecto superficie imprimada	Curado Riego Liga (Kg/m ³)	Riego de Liga (Kg/m ²)	Emulsión en Riego de Liga	Rotura de la probeta	Penetración del riego (cm)	Torque (Kg*cm)
T-99	100	18	1	0.4	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Pequeño Cono	0.8 - 1.2	161
T-99	100	18	2	0.4	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	EI	Vértice en base	0.8 - 1.1	148
T-99	100	18	3	0.4	DM-1	Absorbido	24 hrs.	0.2	DM-1	Pequeño Cono	0.8 - 1.0	131
T-99	100	18	4	0.8	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Pequeño Cono	1.4 - 1.6	218
T-99	100	18	5	1.2	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Pequeño Cono	2.5 - 3.5	256
T-99	100	18	6	1.5	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Pequeño Cono	3.3	285
T-99	100	18	7	1.5	EI	Absorbido	48 hrs.	0.2	ER-1	Pequeño Cono	3.3	476
T-99	100	18	8	1.5	DM-1	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Pequeño Cono	3.1	301
T-99	100	18	9	1.5	DM-1	Absorbido	48 hrs.	0.2	ER-1	Pequeño Cono	3.3	386
T-99	100	18	10	0.4	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Vértice en base	0.8 - 1.2	509



Fotos 12 a 14. Aspecto de la rotura de las probetas en la Base Anticongelante (Argentina).

Los casos planteados usan como liga una emulsión Rápida 1 y una Emulsión de Imprimación en igual dotación que la liga.

Los valores de la resistencia a la adherencia van en aumento.

El máximo se obtiene dejando curar la emulsión de imprimación 48 horas.

Usar una Emulsión de Imprimación como Liga (situación usada en algunas obras), disminuye la capacidad adherente de la interfase.

Usar Diluidos como Riego de Imprimación, genera una adherencia menor que usando una Emulsión de Imprimación, 386 kg cm contra 476 kg cm, para 48 horas de curado.

La condición de colocar una emulsión en el entorno de los 5°C y usar esa emulsión como liga, nos pone ante un valor bajo de adherencia.

La Tensión Tangencial Ideal en la Interfase, es del orden de los 0.46 MPa para una altura de la mezcla asfáltica de 5 cm.

BASE TOSCA CORRIENTES

A continuación se presenta la Tabla 6, resumen de valores obtenidos y Fotos de la 17 a 19 en las que se observa el estado de la superficie antes y luego del ensayo.

Tabla 6. Valores de Torque en los distintos casos

Molde	Compactación (%)	Oreo de la Superficie compactada (hs)	Nº	Riego imprimación (Kg/m ³)	Producto para imprimir	Aspecto superficie imprimada	Curado Riego Liga (Kg/m ³)	Riego de Liga (Kg/m ²)	Emulsión en Riego de Liga	Rotura de la probeta	Penetración del riego (cm)	Torque (Kg-cm)
T-99	100	18	1	0.3	EI	60 % material en superficie	24 hrs.	---	Material sobrante	Pequeño Cono	0.3	277
T-99	100	18	2	0.4	EI	85 % material en superficie	24 hrs.	---	Material sobrante	Pequeño Cono	0.3	200
T-99	100	18	3	0.4	EI	85 % material en superficie	24 hrs.	---	Material sobrante	Pequeño Cono	0.3	206
T-99	100	18	4	0.5	EI	90 % material en superficie	24 hrs.	---	Material sobrante	Sin Cono	0.3	200
T-99	90	18	5	0.4	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Cono en base calcárea	0.6	521
T-99	90	18	6	0.4	EI	Absorbido	24 hrs.	0.2	ER-1	Cono en base calcárea	0.5 - 0.7	1062



Fotos 15 a 19. Aspecto de la rotura de las probetas en Bases de Tosca Correntina (Argentina).

Obsérvese que, para una densidad inicial del 100%, se obtuvo una penetración de 0.3 mm, por más que se varíe la cantidad de material que fue de 0.3 a 0.5 kg/m² de residuo asfáltico de la imprimación

El mayor valor de resistencia se obtuvo para 0.3 kg/m².

El valor de 6 mm de penetración de la emulsión considerado en el Pliego de Vialidad Nación, se alcanzó densificando primero al 90%, haciendo el riego de imprimación y posteriormente llevando la probeta a la densidad del 100%, situación está ideal de trabajo, el torque en este caso da 521 kg cm, usando como liga una emulsión rápida con residuo duro.

Otra circunstancia usual es no usar un riego de liga y tomar para el anclaje material sobrante de un Riego de Imprimación en exceso, o sea, la base no absorbe todo el material.

En este último caso la capacidad adherente de la interfase disminuye, pasamos de 277 a 200 kg cm.

La Tensión Tangencial Ideal en la interfase, es del orden de los 0.51 MPa para una altura (espesor) de la mezcla asfáltica de 5 cm.

A continuación se presentan a modo de ejemplo, las tres posibles soluciones para una interface. Tabla 7.

Tabla 7. Resumen de situaciones posibles

TIPO	EMULSIÓN	TORQUE
IDEAL	ER 1d	521
USUAL	IMPRIM	277
SOLO LIGA	ER 1d	92

Ideal, es tener en la base una penetración de la emulsión de imprimación de 6 mm, valor obtenido de ajustes. El riego de liga se lo realizó con una emulsión rápida de residuo duro, se procuró el corte de la emulsión de imprimación antes de colocar la liga, cortó la liga y se colocó la mezcla asfáltica.

Usual, es la circunstancia en la que se coloca la imprimación en una dotación que nos deje en superficie un residuo mínimo, no se coloca el riego de liga, el material en exceso de la imprimación hace de riego de liga y por último se coloca la carpeta.

Sólo liga, es la circunstancia en la que, como cuesta penetrar con la emulsión se opta por no hacer el Riego de Imprimación y se coloca solo una emulsión Rápida de Liga, una vez esta cortada se coloca la mezcla asfáltica.

Se ve nuevamente que la máxima respuesta es en condiciones ideales de trabajo.

CONCLUSIONES.

Conforme los ensayos realizados es posible establecer las siguientes conclusiones:

- La metodología de estudio, es simple y fácil de aplicar en cualquier laboratorio.
- Se han usado para las distintas determinaciones, los materiales en el estado final que estarán en la obra.
- Dependiendo de la tipología de base, es la penetración que se puede alcanzar.
- No debe exigirse un valor de penetración en una base, debe determinarse la penetración que esa base admita.
- Las Emulsiones de Imprimación son fundamentales para garantizar una buena adherencia.
- La penetración de la emulsión colabora en la resistencia a la adherencia, dependiendo del tipo de base, de acuerdo a los ensayos realizados, la Tensión Tangencial para garantizar una buena adherencia está en el entorno comprendido entre 0,4 y 0,6 MPa, de acuerdo a esta metodología.
- Independientemente del valor encontrado y a los efectos comparativos, es posible mediante esta técnica optimizar la respuesta de los materiales intervinientes en las capas ligadas.
- Debe prestarse suma atención al curado de la imprimación, colocar un riego de liga sobre un material que no ha madurado entrega por parte de la interfase una baja resistencia a la adherencia.
- Usar riegos en exceso disminuye notoriamente la adherencia entre capas.
- Debe buscarse en la obra la forma ideal de que el Riego de Imprimación no deje residuo sobrante en la superficie.

Obsérvese que se han obtenido respuestas a los interrogantes planteados en los objetivos ya que:

1. Se ha podido demostrar que el Riego de Imprimación colabora en la capacidad adherente de la interface
2. Se ha demostrado en el trabajo que dada una base es posible determinar la penetración ideal de la capa sin que esta perjudique la respuesta de la estructura.
3. Se ha demostrado que colocar en exceso emulsión trae como consecuencia disminuir el aporte resistente de la interface.
4. Se ha utilizado como temperatura de colocación aquella que garantice una fluidez óptima del producto, dato que varía entre fabricantes.
5. Es fundamental y así ha quedado demostrado, que antes de colocar el Riego de Liga, la emulsión del Riego de Imprimación debe estar totalmente cortada.
6. El uso de emulsiones con base asfáltica dura, mejora la respuesta de la interface.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a quienes de una forma u otra colaboraron en la concreción de este trabajo y posteriormente en los tramos de prueba que exitosamente demostraron los resultados obtenidos en laboratorio:

Dr. Alberto Deguillen – Vialidad Provincial La Pampa.
Ing. Carlos Acosta – Perales Aguiar.
Ing. Pierino Columbo – JCR S.A.
Ing. Carlos Javier Megna - Petrobras Energía S.A.
Ing. Ángel Bonetti - Petrobras Energía S.A.
Sr. Pablo Gomez – Petrobras Energía S.A.
Ing. Ivan Bergallo. - Petrobras Energía S.A.
Ing. Gustavo Seret – Petrobras Energía S.A.
Ing. Carlos Francesio.
Ing. Hugo Uribe – Austral.
Sr. Cesar Stenico - Austral.

Especialmente a Tec. Especialista Pablo Konda, por su aporte invaluable en la concreción de este resumen.

REFERENCIAS

1. Ishai, I Y Livneh, M. (1984) "Functional and Structural Role of Prime Coat in Asphalt Pavement Structures," Proceedings. Association of Asphalt Paving Technologists, White Bear Lake, Minnesota.
2. E Felix Pérez Jiménez, Juan Manuel González y Rodrigo Miro (2001) Ensayo de Corte LCB para la Medida de la Adherencia entre vas Capas Asfálticas. Universitat Politècnica de Catalunya – XI Cila – Perú.
3. Norma ASTM D8-02 – (2002) Standard Terminology Relating to Materials for Roads and Pavements. Estados Unidos.
4. Guillermo Thenoux Zeballos y Héctor Carrillo Ovando (2003). Estudio sobre Riego de Imprimación y Evaluación de Nuevos Materiales – Dto. Ingeniería y Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile.
5. Pedro Ferre (2004). Novedades en las Técnicas con Emulsión. Boletín Técnico. Kao Chemicals Europe
6. Ing. Campana, Juan Manuel; Ing. Rozada Perret, Blas (2004) Consideración de la adherencia entre capas asfálticas en el análisis estructural. Comisión Permanente del Asfalto Argentina Publicación en revista técnica.
7. Ms-22 Construction Of Hot Mix Asphalt Pavements (2004). The Asphalt Institute. Estados Unidos.
8. Oscar Giovanon y Fernando Buono (2007) Riegos de Imprimación su Importancia Estructural y Análisis Tensional, Publicado en el Cd del 14 Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto, La Habana, Cuba.
9. Ms-19 a Basic Asphalt Emulsion Manual (2009). Asphalt Emulsion Manufacturers Association. The Asphalt Institute. Estados Unidos.