



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

**TP N°10: Lechadas y Microaglomerados
asfálticos**

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

Índice

Lechadas Asfálticas y Microaglomerados Asfálticos	3
1-Definición	3
2-Características.....	3
3-Objetivos	3
4-Clasificaciones	5
5-Dosificación	10
5a)- Determinación teórica de los componentes.....	10
5b)- Ensayos	13
6-Fabricación y puesta en obra	19
7-Etapas del Proceso Constructivo.....	19

Lechadas Asfálticas y Microaglomerados Asfálticos

1-Definición

Lechadas Asfálticas, según la ISSA (International Slurry Surfacing Association) es una **mezcla de agregado** (se puede aceptar el 100% de canto rodado o una mezcla de canto rodado y triturado), **filler**, **emulsión asfáltica de corte controlado o lento**, **agua** (adicional, además de la que provee la emulsión) y **aditivo** (estabilizador para evitar el corte prematuro de la emulsión), que es distribuida uniformemente sobre la superficie de un pavimento existente en espesores que van desde los 3 a los 10 mm (aunque se puede llegar a un par de mm más, no más de eso).

Microaglomerados Asfálticos, es un **tipo especial de lechada**, en la que se utilizan en su mayoría **áridos provenientes de trituración** (entre el 90 al 100% de los áridos deben ser de trituración). Según el Pliego de la DNV pueden ejecutarse con **emulsión asfáltica convencional (corte controlado o lento) o modificada con polímeros**.

2-Características

- Se los **utiliza** principalmente en la conservación de pavimentos asfálticos prolongando la vida útil de **pavimentos desgastados, fisurados, con peladuras o deformados**, como también en obras nuevas como primera capa superficial (**sobre bases imprimadas**) en caminos de muy bajo tránsito, en donde éstas capas delgadas andan muy bien porque son mucho más económicas y tienen buena durabilidad dada la poca exigencia del tráfico.
- Son de **fácil aplicación** y de **rápida apertura al tránsito**.
- No aportan **capacidad estructural** al pavimento por su escaso espesor.
- No corrige significativamente la **serviciabilidad** del pavimento, aunque hay una mejora superficial notable.
- No corrigen **defectos superficiales en el sentido geométrico**, porque no tienen forma de corregir gálibo, dado que la delgada capa que se coloca copia la superficie existente (con o sin irregularidades).

3-Objetivos



PROTECCIÓN

Provee una nueva superficie de desgaste, protegiendo las capas inferiores del pavimento. Aplicadas oportunamente permiten retardar el deterioro de la carpeta asfáltica existente **sellando las fisuras superficiales** mayores y **rejuveneciendo e impermeabilizando la superficie**.

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

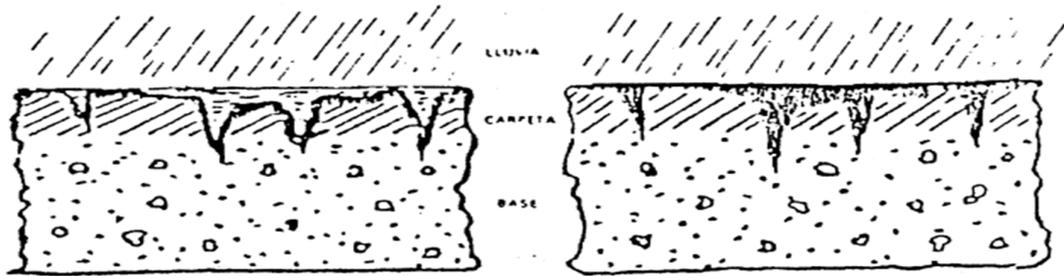


Fig.1 Sellado de fisuras o microfisuras e impermeabilización del pavimento

ECONOMÍA

Permiten posponer aplicaciones de rehabilitación (de mayor costo).
(Actuando a tiempo, se sella la deformación prematura que se produce en la calzada.)

SEGURIDAD

Permite corregir la **textura superficial del pavimento cuando éste presenta baja resistencia al deslizamiento** (superficie muy lisa o pulida). Aunque dentro de la categoría de sellos existen aplicaciones comerciales específicamente diseñadas para mejorar la resistencia al deslizamiento en superficies críticas de pavimentos (**especialmente los microaglomerados**, ya que garantizan una mejor recuperación de la fricción por estar compuestos por áridos triturados).

APARIENCIA Y CALIDAD DE LA SUPERFICIE

Corrige deterioros superficiales como pérdida de áridos gruesos y finos (pavimentos pelados), **cubre irregularidades** y provee una **superficie uniforme**, aportando valor estético al pavimento.

CORRECCIÓN DE DEFORMACIONES

En el **caso particular de micropavimentos** puede también ser aplicado para **corregir ahuellamientos de hasta 6 mm**

Algunas experiencias en USA remiten a buenos resultados con relleno de varias capas (máximo dos) hasta profundidades hasta profundidades de huellas de menos de 20 mm

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

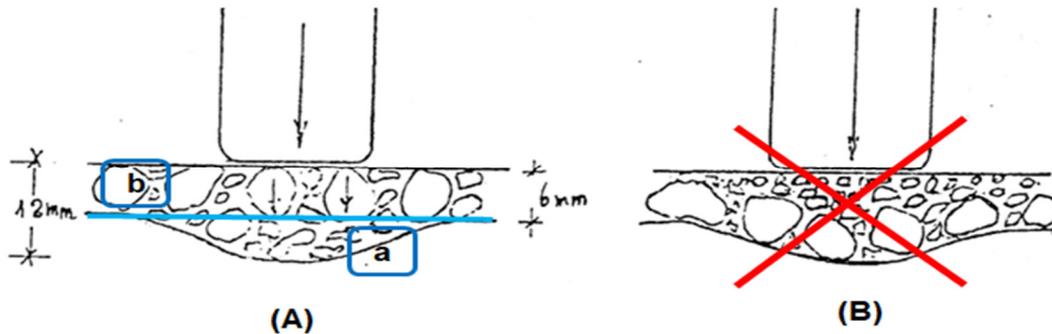


Fig.2 Técnica Correcta (A) e Incorrecta (B) de utilizar las lechadas para corregir Ahuellamientos

(A) Si la profundidad del ahuellamiento (medido con una regla o con un perfilómetro) no supera los 6 mm, se puede realizar el trabajo de conservación en dos capas; una primera capa **a** para rellenar la huella y dejar plano, y una segunda capa **b** (6mm o más dependiendo del tipo de lechada a colocar) para recubrir toda la superficie del pavimento.

(B) Colocar todo el material junto, implicaría que la fracción gruesa de mayor tamaño, por su propio peso, se termina yendo al fondo y queda arriba la fracción fina que tiene menor resistencia.

4-Clasificaciones

Las lechadas como los microaglomerados, se pueden clasificar desde dos puntos de vista, según el

Tipo de Emulsión se clasifican en *Lechadas Convencionales*, que utilizan **emulsión asfáltica convencional** de corte lento y en *Lechadas Modificadas*, que usan **emulsiones asfálticas modificadas con polímeros** con el objeto de reducir la susceptibilidad térmica del ligante residual y mejorar las propiedades mecánicas y de adherencia.

Tanto las lechadas convencionales como las modificadas, tienen el mismo campo de aplicación pero se diferencian en que las modificadas puede soportar mayores niveles de tráfico o prestar servicio en climas más exigentes (mayores diferenciales térmicos estacionales y/o día /noche); pueden ser aplicadas con el mismo tipo de equipos.

Tamaño Máximo del Árido que se utilice, se tienen las siguientes especificaciones según:

ISSA, define tres tipos de lechadas, **Tipo I, Tipo II y Tipo III** de acuerdo a la **Tabla 1**, en donde se **recomiendan husos granulométricos límites** en donde la curva granulométrica de la mezcla debe caer dentro de esos husos para que el material sea acorde con el trabajo que se esté realizando.

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

Tamices: % en peso que pasa				
mm	ASTM	Tipo I	Tipo II	Tipo III
10	3/8		100	100
5	N°4	100	90-100	70-90
2,5	N°8	90-100	65-90	45-90
1,25	N°16	65-90	45-70	28-50
0,63	N°30	40-60	30-50	19-34
0,315	N°50	25-42	18-30	12-25
0,16	N°100	15-30	10-21	7-18
0,08	N°200	10-20	5-15	5-15

Tabla 1. Tipos de agregado usado en lechadas asfálticas

Las *aplicaciones* y dotación recomendada para cada tipo de lechada, se resumen en la **Tabla 2.**

Curva Granulométrica	Aplicaciones Recomendadas	Lugar de Aplicación	Dotación Recomendada
Tipo I	En pavimentos que soportan bajo tránsito , donde se debe realizar un trabajo de sellado de la superficie en un pavimento original que no está tan deteriorado. También se puede aplicar como tratamiento previo a un recapado o re-encarpetado asfáltico.	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de estacionamiento • Calles urbanas y residenciales 	3,65 a 5,44 kg/m ²
Tipo II	En pavimentos que soportan moderado tránsito . Es el tipo de lechada más usado, protege la superficie subyacente del envejecimiento y daño por efecto del agua, y mejora la fricción superficial. Además puede corregir desintegración de la superficie (peladuras o pérdidas de materiales asfálticos).	<ul style="list-style-type: none"> • Calles urbanas y residenciales • Aeropuertos 	5,44 a 9,07 kg/m ²
Tipo III	En pavimentos que soportan elevado tránsito . Este tipo de lechada se usa para conseguir altas tasas de aplicación y elevados valores de fricción superficial.	<ul style="list-style-type: none"> • Rutas nacionales y provinciales 	8,16 a 13,60 kg/m ²

Tabla 2. Aplicación y dotación según tipo de lechadas

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

Norma IRAM 6833-98 (vigente en nuestro país), define cuatro tipos de lechadas, Tipo I, Tipo II, Tipo III y Tipo IV de acuerdo a la Tabla 3.

Tamices IRAM *	Cantidad que pasa por los tamices, en g/100 g			
	Lechada tipo I	Lechada tipo II	Lechada tipo III	Lechada tipo IV
12,7 mm	--	--	--	100
9,5 mm	--	100	100	85 a 95
6,7 mm	--	100	80 a 95	70 a 90
4,75 mm (N° 4)	100	85 a 95	70 a 90	60 a 85
2,36 mm (N° 8)	90 a 100	65 a 90	45 a 70	40 a 60
1,18 mm (N° 16)	65 a 90	45 a 70	28 a 50	28 a 45
600 µm (N° 30)	40 a 60	30 a 50	19 a 34	18 a 33
300 µm (N° 50)	25 a 42	18 a 30	12 a 25	11 a 25
150 µm (N° 100)	15 a 30	10 a 20	7 a 18	6 a 15
75 µm (N° 200)	10 a 20	5 a 15	5 a 15	4 a 8

Tabla 3. Norma IRAM 6833-98

Las *aplicaciones* para cada tipo de lechadas son las siguientes:

Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Tratamiento de sellado e impermeabilizaciones, corrección de peladuras.	Tratamientos antideslizantes y corrección de desgastes.	Tipología más gruesa, usadas en superficies muy desgastadas y con mayor tránsito.	Mayor resistencia a la abrasión y mayor tamaño máximo. Puede usarse sobre bases estabilizadas. Microaglomerados aptos para todo tipo de tránsito y climas.

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

DNV, propone para:

Lechadas Asfálticas, cuatro husos granulométricos A, B, C y D indicados en la **Tabla 4**.

TIPO	% QUE PASA POR TAMICES								
	1 / 2" 12.7 mm	3/8" 9.5 mm	N°4 4.8 mm	N°8 2.4 mm	N°16 1.2 mm	N° 30 0.60 mm	N° 50 0.15 mm	N° 100 0.15 mm	N° 200 0.074 mm
A	--	--	100	90-100	65-90	40-60	25-42	15-30	10-20
B	--	100	85-100	65-90	45-70	30-50	18-30	10-20	5-15
C	--	100	70-90	45-70	28-50	19-34	12-25	7-18	5-15
D	100	80-95	60-85	40-60	28-45	18-33	11-25	6-15	4-8

Tabla 4. Husos granulométricos lechadas asfálticas. (Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Edición 1998)

La Dirección de Vialidad Nacional, recomendaba que tipo de **lechada asfáltica** utilizar en función del **tránsito** (TMDA totales) y del **clima** según **Tabla 5**.

Tránsito	Húmedo	Subhúmedo - Húmedo	Subhúmedo - Seco	Semiárido	Árido
T1 (≥ 2.501)	A	A	A	B	B
T2 (1.001-2.500)	A	A	B	B	C
T3 (101-1.000)	A	B	C	C	D
T4 (≤ 100)	B	B	C	D	D

Tabla 5. Tipos de lechadas asfálticas según Tránsito y Clima

Se debe tener presente que la nueva normativa de la DNV, clasifica el **Tránsito**, para **microaglomerados asfálticos**, con el Índice de Tránsito, que se calcula con el tránsito de vehículos pesados, como se indica en la **Fig.3**

---	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
Índice de tránsito (IT)	≥ 1500	800-1499	200-799	≤ 199

Donde:

- IT: Índice de Tránsito = $TMDA_d \cdot \%P_d$
- $TMDA_d$ = Tránsito Medio Diario Anual de diseño
- $\%P_d$ = % Pesados de diseño

Fig.3 Clasificación por Tránsito. (Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Microaglomerados Asfálticos en Frío. Edición 2017)

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

En la **Tabla 6**, podemos observar algunos aspectos vinculados a las categorías A, B, C y D

<i>Características</i>	<i>Tipo "A"</i>	<i>Tipo "B"</i>	<i>Tipo "C"</i>	<i>Tipo "D"</i>
<i>Dotación media por capa (Kg/m²)</i>	5 - 8	8 - 11	11 - 13	14 - 16
<i>Asfalto residual (% en peso de árido)</i>	8 - 12	7 - 10	6 - 10	5 - 7
<i>Agua de amasado (% en peso de árido)</i>	10 - 20	10 - 15	10 - 15	8 - 12
<i>Espesor medio de la capa (mm)</i>	4	6	8	12
<i>Capa del tratamiento</i>	1° o única	cualquiera	2° o única	2° o única
<i>Campo de aplicación</i>	Banquinas, sellados o 1° capa	Tránsitos bajos y medios.	Tránsito medios y altos	Tránsito medios y altos
<i>Textura superficial (mm)</i>	0,5	0,7	0,9	1,1
<i>Coefficiente de rozamiento</i>	0,55	0,60	0,65	0,65

Tabla 6. Características de las lechadas asfálticas, tipo A, B, C y D

Microaglomerados Asfálticos, cuatro husos granulométricos identificados cada uno de ellos por el valor entero del **TMN (Tamaño máximo nominal**, en milímetros, del huso granulométrico) 2, 4, 6, 9 mm como se indica en la **Tabla 7**.

Se entiende como **tamaño máximo nominal** al tamiz (de la serie normalizada IRAM de tamices) con menor abertura de malla que retiene hasta el quince por ciento (15 %) de la mezcla de agregados.

Tabla N°12 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ESQUELETO GRANULAR DE LOS MICROAGLOMERADOS ASFÁLTICOS EN FRÍO				
Tamices	Porcentaje en peso que pasa (1)			
	2 (2)	4 (2)	6 (2)	9 (2)
12,5 mm (½")	---	---	---	100
9,5 mm (3/8")	---	---	100	85-95
6,3 mm (N° 3)	---	100	90-100	70-90
4,75 mm (N° 4)	100	85-100	68-88	60-85
2,36 mm (N° 8)	90-100	65-90	45-70	40-60
1,18 mm (N° 16)	65-90	45-70	35-60	28-45
600 µm (N° 30)	40-60	30-50	24-40	18-33
300 µm (N° 50)	25-42	18-30	12-27	11-25
150 µm (N° 100)	15-30	10-20	8-12	6-15
75 µm (N°200)	10-20	5-15	4-10	4-8

(1) Si existe una diferencia entre las densidades de las fracciones utilizadas superior a 0,2 g/cm³, la distribución granulométrica debe evaluarse y ser ajustada en volumen.

(2) Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal).

Tabla 7. Husos granulométricos del esqueleto granular de los Microaglomerados Asfálticos en Frío (MFA)

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

5-Dosificación

Para dosificar una lechada asfáltica o un microaglomerado, existen diversos métodos, en su mayoría empíricos. De acuerdo con los resultados y experiencias obtenidas en el país, se describe resumidamente la metodología que más se aplica y que consiste en lo siguiente:

1. **Obtener las cantidades teóricas de áridos y emulsión**, con la mayor aproximación posible.
2. **Determinar el tenor óptimo de emulsión**. Verificar y ajustar prácticamente éstas proporciones mediante un **ensayo de prueba de abrasión en inmersión** (valor mínimo de emulsión) y del **ensayo de rueda cargada** (valor máximo de emulsión que se podría colocar para una granulometría y proporción particular que se tenga), de manera de obtener valores de desgaste y deformación que aseguren un buen comportamiento real de la mezcla en obra.

5a)- Determinación teórica de los componentes

- 1º. En **función del problema que se debe resolver en la superficie del pavimento a tratar** (si es solo impermeabilización, fisuración, ahuellamiento, problema de fricción, zona con alto tráfico pesado, etc.) se procede a la **selección del Esqueleto Granular** (Tipo I, II, III, IV o A, B, C, D).
- 2º. Se elige el **Tipo de Emulsión** (convencional o modificada) según las características de granulometría, clima, maquinaria disponible y exigencias propias de cada obra. Cabe destacar que los fabricantes de productos asfálticos recomiendan en sus folletos vigentes, los tipos de **emulsiones asfálticas**, sean **lentas, superestables** o de **corte controlado** (un aditivo maneja la velocidad en se produce el corte de la emulsión), tanto **convencionales** como **modificadas** que se pueden emplear, tanto para lechadas asfálticas como para microaglomerados y aún más, si se tiene en cuenta la compatibilidad árido-ligante y que se puede trabajar desde el punto de vista químico, las proveedoras pueden preparar la **emulsión** más eficiente que se **ajusta** a los **áridos** que se emplean en la obra (relación costo-beneficio).
- 3º. La incorporación de **Filler** en una lechada asfáltica como en un microaglomerado asfáltico, es necesario para:
 - ✓ **Corregir la curva granulométrica** (sobre todo cuando el problema está en la parte más fina de la curva).
 - ✓ **Mejorar el comportamiento de la mezcla en los ensayos mecánicos** (la componente emulsión-filler hace de mejor lubricante entre las partículas del esqueleto granular durante el mezclado, sobre todo si son provenientes de áridos de trituración donde las caras fracturadas son más rugosas y cuesta más que deslicen unas sobre otras, dificultando el mezclado).

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

Generalmente se utiliza entre el **0.5% y 3%** (valores recomendados) en peso de todos los productos de la mezcla de **Cemento, Cal u otro fino no plástico**, con los siguientes **objetivos**:

- Mejora la dispersión de partículas de la estructura granular y facilitar la trabajabilidad.
- Ayuda a producir una mezcla más densa, estable, con mayor poder impermeabilizante y altamente cohesiva dada por el mastic betún-filler.

4°. Los Aditivos, se utilizan entre **0.1 y 0.5 % en función** del tipo de árido (Silíceo o Calcáreo), la temperatura ambiente y el contenido de finos, con el objeto de disminuir la tensión superficial árido-ligante para permitir un correcto mojado de la matriz granular y mejorar la adhesividad.

Crean una superficie protectora sobre el árido permitiendo la mezcla del mismo con la emulsión y evitando que sea el árido el que provoque la reacción de la rotura de la emulsión antes que de que se produzca el mezclado, es decir regula la rotura de la emulsión.

5°. Para determinar el Contenido Asfáltico, es decir el **porcentaje teórico de asfalto residual en la lechada** se puede emplear alguno de los siguientes métodos:

- Método de Cálculo de Duriez
- Método de Áreas Superficiales y Equivalente Centrifugo del Kerosén

Método de CÁLCULO DURIEZ

Cálculo del área superficial de los áridos, basado en la granulometría.

1°. Se determina la contribución de cada fracción por medio de la siguiente ecuación aproximada:

$$\text{Contribución al área} \left(\frac{m^2}{kg} \right) = \frac{2,5}{\sqrt{D * d}} \quad (1)$$

Siendo:

D = tamaño máximo de los elementos mayores, en mm

d = tamaño máximo de los elementos menores, en mm

Por ejemplo, para los elementos que pasan por el tamiz de 1/2" (D = 12,5 mm) y son retenidos en N° 4 (d = 4,76 mm), se aplica así:

$$\text{Contribución al área} \left(\frac{m^2}{kg} \right) = \frac{2,5}{\sqrt{D * d}} = \frac{2,5}{\sqrt{12,5 * 4,76}} = 0,33 \left(\frac{m^2}{kg} \right)$$

Si el porcentaje de estos elementos es P₂ [%] la contribución al área es 0,33 x P₂ (m²/Kg)

De igual manera se obtienen los otros coeficientes, siendo:

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

- P₂: el porcentaje de elementos entre 12,50 y 4,76 m (1/2" a n° 4)
- P₁: el porcentaje de elementos entre 4,76 y 2,00 mm (n° 4 a n° 10)
- S₃: el porcentaje de elementos entre 2,00 y 0,42 mm (n° 10 a n° 40)
- S₂: el porcentaje de elementos entre 0,42 y 0,177 mm (n° 40 a n° 80)
- S₁: el porcentaje de elementos entre 0,177 y 0,074 mm (n° 80 a n°200)
- F: el porcentaje de elementos inferiores a 0,074 mm (pasa tamiz 200) y mayores que 0,005 mm (5 μ).

(Porcentajes determinados en todos los casos según norma **VN-E7-65: Análisis mecánico de materiales granulares**)

La suma de estos porcentajes, debe dar el 100%

$$P_2 + P_1 + S_3 + S_2 + S_1 + F = 100\%$$

Para cada fracción, se aplica la ecuación aproximada (1) y se obtienen los respectivos coeficientes que intervienen en la expresión de cálculo del área superficial del árido E (m²/kg).

2°. Se obtiene entonces, el **área superficial del árido E (m²/kg)**, con la siguiente expresión:

$$E \left(\frac{m^2}{kg} \right) = \frac{0,33 * P_2 + 0,81 * P_1 + 2,73 * S_3 + 9,17 * S_2 + 21,84 * S_1 + 129,97 * F}{100}$$

En la medida que el material es cada vez más, fino la contribución en m² es cada vez mayor, porque mientras más pequeña es la partícula, más superficie específica está aportando por kg de material que estoy colocando.

Determinación del porcentaje teórico de cemento asfáltico utilizando una constante denominada "módulo de riqueza".

Para obtener la cantidad de ligante, se aplica la siguiente ecuación:

$$L(\%) = K * \sqrt[5]{E}$$

Siendo:

L = el **porcentaje de asfalto residual en la lechada**

K = el **módulo de riqueza**, que toma valores entre 5 y 7 según sea la granulometría elegida

Para distintos valores de K , Duriez confeccionó tablas por medio de las cuales se puede hallar L (%) , conocida la superficie específica.	L (%), Según tipo de granulometría			
	E (m² / Kg)	K = 7 Fina	K = 6 Intermedia	K = 5 Gruesa
	5	9,6	8,2	6,9
	7	10,3	8,8	7,3
	9	10,8	9,3	7,7
	11	11,3	9,7	8,1
	14	11,8	10,2	8,5
	18	12,4	10,7	8,9
	22	13,0	11,2	9,3
	26	13,4	11,5	9,6
	30	13,7	11,8	9,8
	34	14,2	12,2	10,2

Ejemplo Práctico

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

Para una composición de áridos como la siguiente (Tipo II de ISSA, intermedia), se determinó el Porcentaje de Ligante.

Tamiz ASTM (mm)	% Pasa	% Retenidos Parciales	Contribución al área (m ² /kg)			
1/2"	12,5	100 P2 = 100-100	0	0,32	0,32*P2 =	0,0
N°4	4,75	100 P1 = 100-75	25	0,81	0,81*P1 =	20,3
N°10	2	75 S3 = 34-75	41	2,73	2,73*S3 =	111,8
N°40	0,42	34 S2 = 18-34	16	9,17	9,17*S2 =	146,7
N°80	0,177	18 S1 = 13-18	5	21,84	21,84*S1 =	109,2
N°200	0,074	F = 13	13	129,97	129,97*F =	1689,6
	0,005	Suma	100		100*E =	2077,6
Área Superficial del Árido						E = 20,78 m²/kg

Porcentaje de Ligante $L(\%) = K * \sqrt[3]{E}$

K = 6 (para granulometría intermedia)
E = 20,78 m²/kg

L = 11,01 %

<p>Esto significa 11 partes en peso de cemento asfáltico para 100 partes en peso de agregados</p>
--

Normalmente las emulsiones tienen el 60% de su producto que es material asfáltico (según especificación de los proveedores) mientras que el otro 40% es agua, de modo que entonces si hace falta el 11% de material asfáltico y la emulsión está al 60%, se debe agregar a la lechada **18,3 partes de emulsión de 60% de residuo para 100 partes de agregado seco**, en peso, valor que resulta del siguiente

cálculo: $\frac{11\% \cdot 100\%}{60\%} = 18,3\%$

Este valor sirve de partida para ensayar valores en un entorno del mismo, de modo de definir el óptimo, a través de los ensayos mecánicos.

5b)- Ensayos

Para fijar el porcentaje óptimo de emulsión, se deben preparar mezclas con distintos tenores de emulsión y agua de prehumectación acotados para cada huso granulométrico elegido y que se someterán a los ensayos que se detallan a continuación:

1- Ensayo de Cono: Se realiza para **verificar la consistencia de las lechadas asfálticas** preparadas con distintos tenores asfálticos (el determinado preliminarmente $\pm 1\%$ y $\pm 2\%$ como mínimo) y distintas cantidades de agua (por encima y por debajo de un valor referencial).

Sobre una plantilla de circunferencias concéntricas, se coloca un molde troncocónico de determinadas dimensiones y se lo llena con la lechada a ensayar; se lo levanta y se mide el escurrimiento de la misma, debiendo fluir entre 2 a 3 cm siendo en algunos casos entre 0 y 2 cm s/DNV.

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

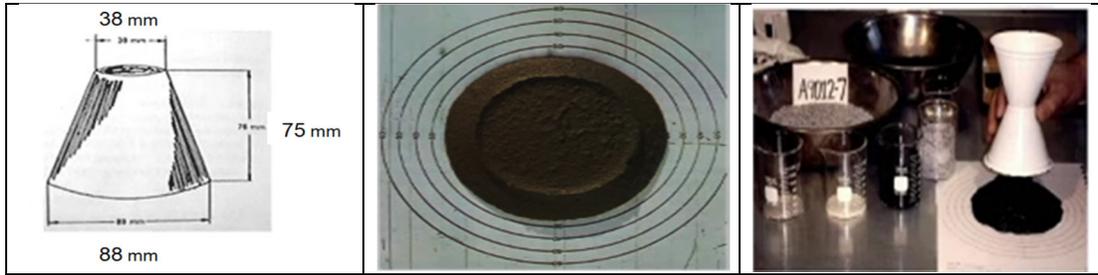


Fig.4 Ensayo de Cono

Luego se grafica una curva para mezclas con un mismo tenor asfáltico y distintas cantidades de agua, que permite **encontrar el % de agua óptimo** que será el que produce un escurrimiento entre 2 o 3 cm o 0 y 2 cm s/DNV. Esto se deberá repetir para cada tenor asfáltico (por encima y por debajo del valor determinado por Duriez) que se quiera analizar.

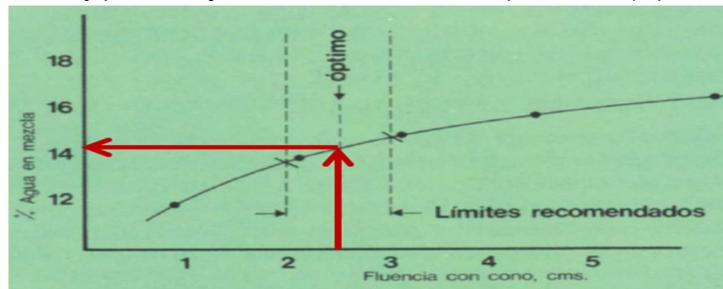


Fig.5 Resultado del Ensayo de Cono

Sí para conseguir este resultado se observa segregación en la matriz granular, es necesario **incorporar filler** (por ejemplo °C o Cal) y **aumentar el tenor asfáltico 0,6 % por cada 1% de filler agregado** (porque hay un material de mayor superficie que va a requerir mayor cobertura de ligante); debiéndose repetir los ensayos de consistencia para conseguir el efecto de la fluencia fuera del cono de la lechada,

En resumen, la consistencia la maneja la cantidad de agua que se coloca a un determinado porcentaje de emulsión y se valora mediante el Ensayo de Cono.

2- Ensayos de Abrasión

2a- Abrasión por vía húmeda de lechadas bituminosas

Ensayo W.T.A.T. (Wet Track Abrasion Test)

Determinará el contenido **mínimo de asfalto** para la **máxima pérdida admisible por abrasión** en la mezcla.

Este ensayo consistirá en hacer girar, bajo agua, un trozo de manguera de goma dura sobre la superficie de la **probeta** de lechada (pastilla que se prepara con la dosificación que se quiere probar, tiene un diámetro de 27 cm, espesor superior a un 15 % al tamaño máximo del agregado y se cura en estufa a 60 °C hasta peso constante).

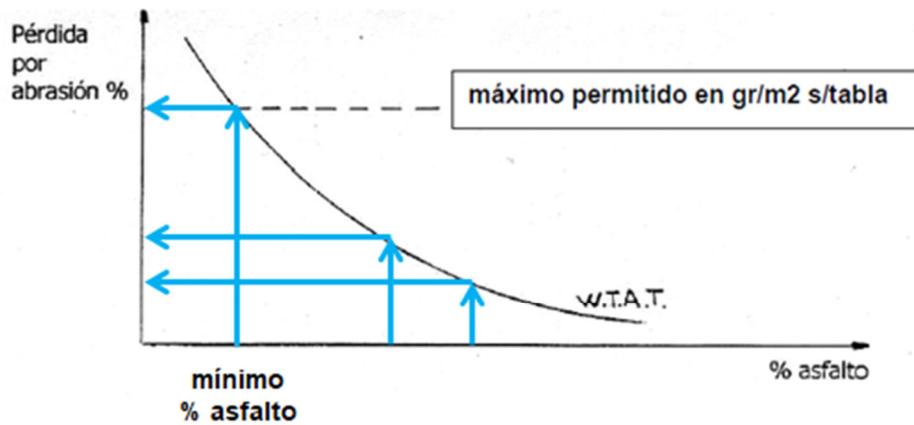
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

Una vez que la probeta está en condiciones de ser ensayada, se determina el peso inicial, se las somete a la acción abrasiva durante 5 min y se procede a lavarla. Luego se seca en estufa hasta peso constante y se pesa la probeta ensayada. Por diferencias de peso se determina la pérdida de material por abrasión respecto de su peso inicial.



Fig.6 Ensayo W.T.A.T.

Utilizando distintos tenores de asfalto, se puede obtener un gráfico como el que sigue:



Tipo de capa	Clasificación por tránsito		
	T1	T2	T3 - T4
Rodamiento	< 500	< 600	< 700

Fig.7 Resultado del Ensayo de W.T.A.T.

En el gráfico se puede observar que a medida que aumenta el tenor asfáltico disminuye la pérdida por abrasión (gr/m^2) y se detalla el máximo permitido de pérdida por abrasión (gr/m^2) según el tránsito.

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

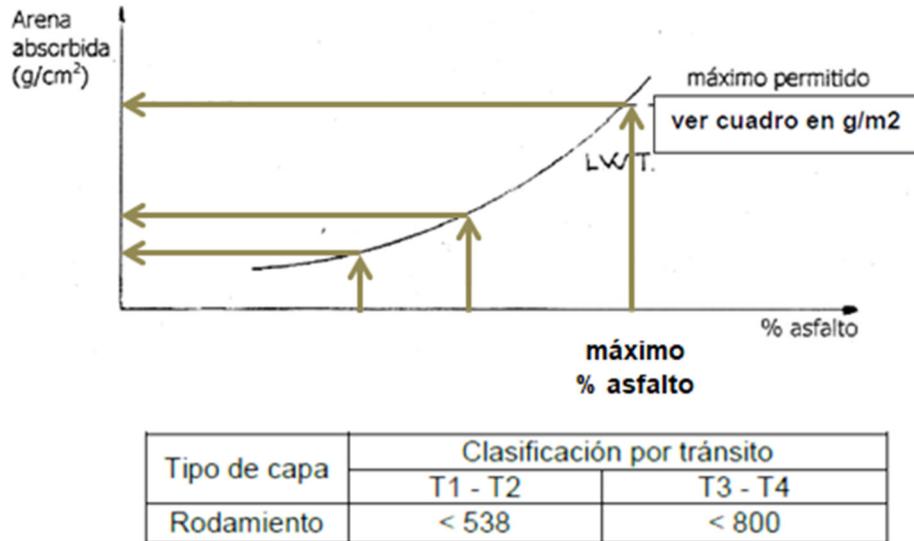


Fig.9 Resultado del Ensayo de L.W.T.

2c- Comparación de los resultados obtenidos en los Ensayos W.T.A.T. y L.W.T

El **contenido óptimo de asfalto** se recomienda en el centro de un entorno del 3% que tiene como límite inferior el mínimo % de asfalto del Ensayo W.T.A.T; de manera tener un valor de arena absorbida y un valor de pérdida por abrasión que se encuentra por debajo de los límites que se establecen en los Ensayos L.W.T. y W.T.A.T.

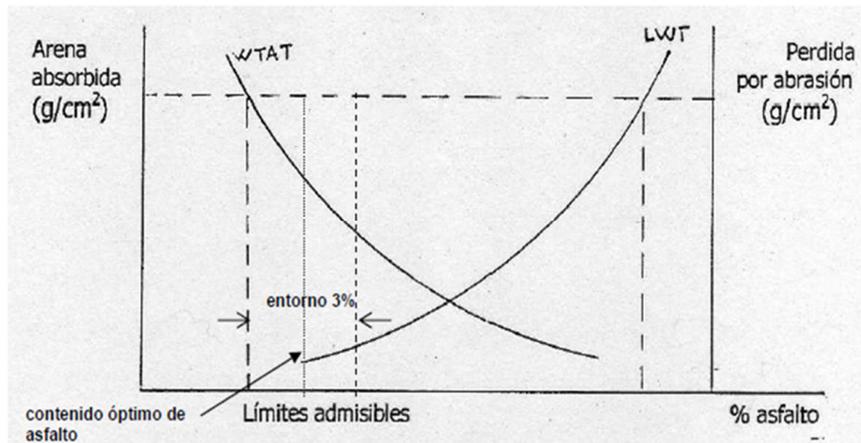


Fig.10 Comparación de los resultados obtenidos en los Ensayos W.T.A.T. y L.W.T

3- Ensayos de Cohesión – Determinación de tiempo de rotura y curado

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

Se utiliza el “**Cohesímetro**”, equipo con el cual se determina el tiempo de rotura de la emulsión en la lechada y el tiempo de endurecimiento necesario previo a la apertura al tránsito.

Las probetas utilizadas son de \varnothing 60 mm y de espesor en función del tamaño máximo:

- e= 6 mm para $T_{m\acute{a}x} = 5$ mm
- e= 10 mm para $T_{m\acute{a}x} = 8$ mm
- e= $T_{m\acute{a}x}$ mm para $T_{m\acute{a}x} > 8$ mm

Sobre la probeta se aplica un trozo de goma cortada de un neumático con 2 kg/cm² de presión, se gira la palanca aplicando una torsión de 90° en un tiempo entre 0.7 y 1 seg. y se lee el par torsor obtenido.

Cuando el par torsor alcance:

- **12 kg-cm: Tiempo de rotura de la lechada.** Si se obtiene antes de 30 min la lechada se denomina de curado rápido.

El tiempo de rotura se puede establecer también presionando suavemente con un papel filtro sobre una probeta cuadrada de 6” * 6” cuando deja de manchar color marrón y la mancha se vuelve incolora, es el tiempo de corte o de rotura.

- **20 kg-cm: Tiempo de curado** (apertura al tránsito). Si se obtiene antes de 1 hora se considera que la lechada es de apertura rápida al tránsito.

Para las emulsiones de uso común se realizan lecturas a los 15, 30, 60, 90, 150, 210, 270 minutos hasta alcanzar el par requerido.

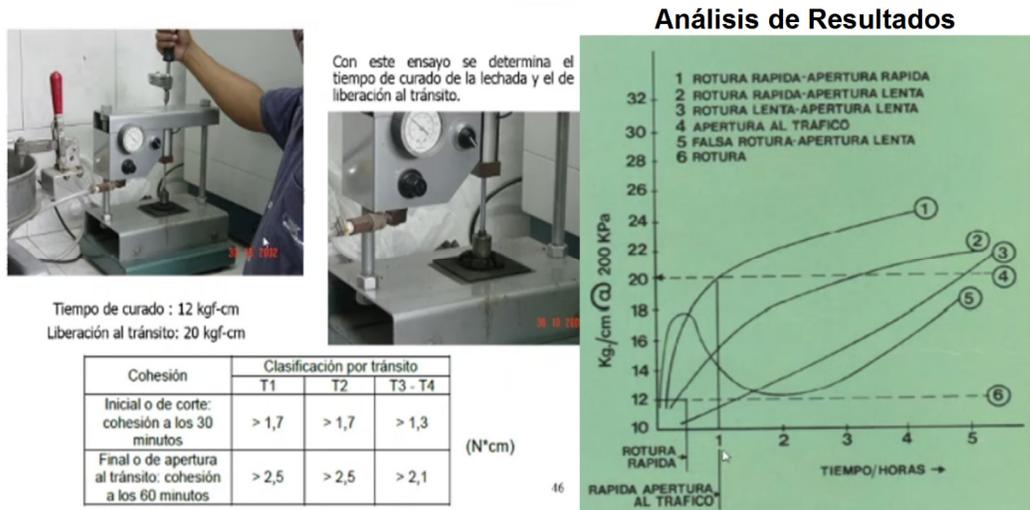


Fig.11 Ensayo de Cohesión

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

6-Fabricación y puesta en obra

La fabricación y extendido de las mezclas se realiza simultáneamente en equipos instalados sobre camión, que constan esencialmente de las siguientes partes:

- Tolva de almacenamiento de áridos.
- Tolva de almacenamiento de filler de aportación.
- Depósitos de almacenamiento de agua y emulsión.
- Depósitos de almacenamiento de aditivo.
- Alimentadores de áridos y filler de aportación al cajón mezclador.
- Bomba para el suministro de emulsión y agua.
- Cajón mezclador.
- Rastra de extendido del producto fabricado.

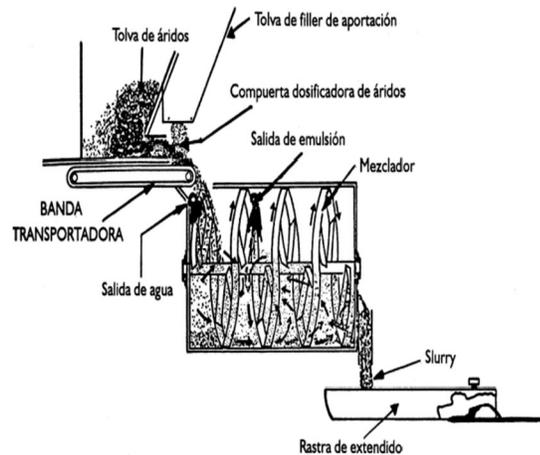


Fig.12 Equipo ambulo-operante para elaboración y distribución de lechadas y microaglomerados asfálticos

La preparación de una lechada lleva consigo las siguientes etapas:

1. Entrada al mezclador, en las proporciones determinadas por la fórmula de trabajo de los áridos, filler de aportación, agua y aditivo si fuese necesario.
2. Homogeneización de esta mezcla sin ligante.
3. Entrada de la emulsión.
4. Mezcla y homogeneización del árido húmedo con la emulsión para constituir la lechada propiamente dicha.
5. Vertido de la mezcla desde el cajón mezclador a la rastra.

7-Etapas del Proceso Constructivo

- 1. Preparación de la superficie de apoyo:** limpieza, sellado de fisuras y grietas, bacheo y eliminación de material flojo. Si la superficie estuviera muy pulida, podría recomendarse un texturado o fresado previo.

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

TPN°10: Lechadas y Microaglomerados asfálticos

- 2. Riego de adherencia o de liga** (solo si la superficie tiende a absorber mucho material asfáltico) a razón de 0.55 a 0.70 l/m².
- 3. Riego liviano de agua** (lo realiza el mismo equipo).
- 4. Aplicación de la lechada** con el equipamiento específico del orden de 25.000 m²/día (poco más de 6.5 km en 3.65 m de ancho) en zona rural y hasta 6 a 7 cuadras/día en zona urbana.
- 5. Rodillado neumático liviano de ser necesario.** (Optativo – No todos los especialistas lo recomiendan, en muchos casos directamente no lo colocan como parte del proceso constructivo).