



COBERTURAS ASFÁLTICAS ECONÓMICAS: Proposición de EETT de servicio para ejecución de micro pavimento en caliente modificado con polímeros SBS – Espesores de 2 a 3 cm



Autor: Ing. Shiroma Seigui

Institución/Empresa: Keystone Group

São Paulo | Brasil

+55 11 99886-5533

ss@keystonegroup.eu



Mayor Largo Carreteras

- Vicinales (Ripio → Asfalto)
- Bajo Tráfico (Asfalto Económico)
- Intermediario



Pavimentación económica


Economía en:

- Terrapleno (camino, más cerca topografía del terreno)
- Capa Base (suelos estabilizados mecánicamente: A-2-4 y A-4)
- Plataforma transversal (menor ancho: 2,80 a 3,00 m;
menor berma: 0,80 a 1,00m)
- Revestimiento Asfáltico Económico




Revestimiento Asfáltico Económico


- TSS → Emulsión Modificada Polímeros (EMP)

ITEM	ESQUEMA	DENOMINAÇÃO	ESPESSURA ACABADA mm	TIPO DE LICANTE	TIPO DE AGREGADO	MODALIDADE DA PENETRAÇÃO DO LI-GANTE	TIPO DE SUBSTRATO
(a)		T. S. por penetração simples	< 10	Todos os convencionais	Gradação estreita	Invertida	Betuminoso; granular; solo estabilizado; concreto; paralelepípedos

- TSD → EMP

(b)		T. S. por penetração dupla, convencional	< 20	Todos os convencionais	Gradação estreita	1.ª camada: invertida 2.ª camada: mista	pipeos Granular
-----	---	--	------	------------------------	-------------------	--	--------------------

- TST → EMP

(c)		T.S. por penetração dupla com agulamento no substrato, com capa selante coberta por agregado miúdo	< 20	Emulsão asfáltica	Gradação estreita	Mista (predominante direta na 1ª camada)	Granular ou solo com ou sem aditivo estabilizante
-----	---	--	------	-------------------	-------------------	--	---

Revestimiento Asfáltico Económico

- Micro pavimento en caliente → BMP





Micro Pavimento en Caliente

- Utilización BMP: Betún Modificado Polímero SBS – Económico
- Menor espesor: 2 a 3 cm
- Mayor resistencia de carpetas modificadas con Polímeros SBS
- Plantas asfálticas móviles y compactas (las mismas de mezclas en caliente)

BMP | Betún Modificado Polímeros SBS



+ E c o n ó m i c o

Cuadro de Especificación PMB – Económico Type 1 y Type 2

TEST DESCRIPTION	METHOD	GRADE PMB	
		Type 1	Type 2
Physical Properties			
Penetration @25°C, 100 gr, 5 sec	ASTM D5	50 - 70	85 - 100
Softening point (°C)	ASTM D36	≥50	≥50
Flash point (°C)	ASTM D92	≥235	≥235
Viscosity brookfield @ 135°C, cp, max	AASHTO T316	3000	3000
Viscosity brookfield @ 150°C, cp, max	AASHTO T316	2000	2000
Viscosity brookfield @ 177°C, cp, max	AASHTO T316	1000	1000
Elastic recovery @ 25°C, min. %	ASTM D6084	≥50	≥50
Storage Stability / Separation test, max	EN 13399	-	-
After RTFOT			
Retained penetration, %	ASTM D5	≥60	≥60
Softening point °C, min	EN 12607-1	-3 to +6	-3 to +6
Elastic recovery @ 25°C, min %	ASTM D6084	80	80
Rolling Thin Film Oven			
Mass loss, max %	AASHTO T240/ ASTM D2872	1	1



BMP | Betún Modificado Polímeros SBS

Vantajes:

- Mayor resistencia a la deformación permanente (Ahuellamientos)
- Mayor resistencia a la fatiga mecánica
- Mejor módulo resiliente
- Mayor resistencia a la variación del gradiente térmico (por ejemplo: obra en “el chaco”)
- Mayor resistencia a la oxidación
- Mayor resistencia al desprendimiento por ataque del agua
- Mayor resistencia al sol– rayos ultravioletas
- Mayor durabilidad



BANDAS GRANULOMÉTRICAS PARA MICRO PAVIMENTO EN CALIENTE

Pantallas		Banda 1		Banda 2		Banda 3		Banda de Trabajo
ASTM	Mm	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
#3/8"	9,53	90%	100%	90%	100%	90%	100%	± 5%
#N. 4	4,76	60%	90%	60%	90%	25%	40%	± 5%
#N. 8	2,36	47%	67%	31%	46%	20%	35%	± 5%
#N. 16	1,18	38%	57%	12%	31%	16%	31%	± 5%
#N. 30	0,60	28%	47%	9%	23%	12%	23%	± 4%
#N. 50	0,30	19%	38%	6%	18%	11%	18%	± 3%
#N. 200	0,074	5%	10%	6%	10%	7%	10%	± 2%
Abrasión L. A.			40%		30%		25%	

Utilizar preferentemente bandas 2 y 3.



Cuadro | Parámetros Marshall

ESPECIFICACIÓN PARA MICRO PAVIMENTO EN CALIENTE

DISCRIMINACIÓN DE LOS ENSAYOS	Unidad	LÍMITES	
		MÍNIMO	MÁXIMO
Estabilidad Marshall - 75 golpes por cara	Kgf	700	
Fluidez Marshall	Mm	2,5	4,5
Porcentaje de Vacíos – Marshall	%	4%	
Relación Bitumen x Vacíos	%	65%	82%
Relación Filler x Bitumen		0,6	1,6
Desgaste Cántabro	%		20%
Desgaste Cántabro Envejecido *	%		30%
Resistencia a la tracción por compresión diametral	Kpa	600	
Daños por humedad inducida	%	75%	
Variación en el tenor de bitumen	%		0,2%

- Envejecimiento del cuerpo de prueba – 7 días (168 horas) a 60 °C



Control de Calidad

1. LIGANTE BITUMINOSO

- a. Uno ensayo de punto de ablandamiento para todo cargamento que llegue a la obra
- b. Uno ensayo de penetración para todo cargamento que llegue a la obra;
- c. Uno ensayo de punto de inflamación para todo cargamento que llegue a la obra;
- d. Uno ensayo de espuma para todo cargamento que llegue a la obra;
- e. Uno ensayo de recuperación elástica, hecha con el ductilómetro lineal;



Control de Calidad

2. AGREGADOS

- a. Uno ensayo de equivalencia de arena del agregado a menudo por día de trabajo;
- b. Uno ensayo de granulometría de la mezcla seca por día de trabajo;
- c. Ensayos de desgaste, forma u otros se deben hacer siempre y cuando se constate una variación en el agregado;



Control de Calidad

3. MEZCLAS BITUMINOSAS

- a. Dos ensayos de extracción por día de trabajo con Rotarex;
- b. Uno ensayo de extracción por día de trabajo con Soxlet;
- c. Tres granulometrías de la extracción por día de trabajo;
- d. Uno ensayo Marshall por día de trabajo;
- e. Uno ensayo de daños por humedad inducida (AASHTO T-283) por semana de trabajo;

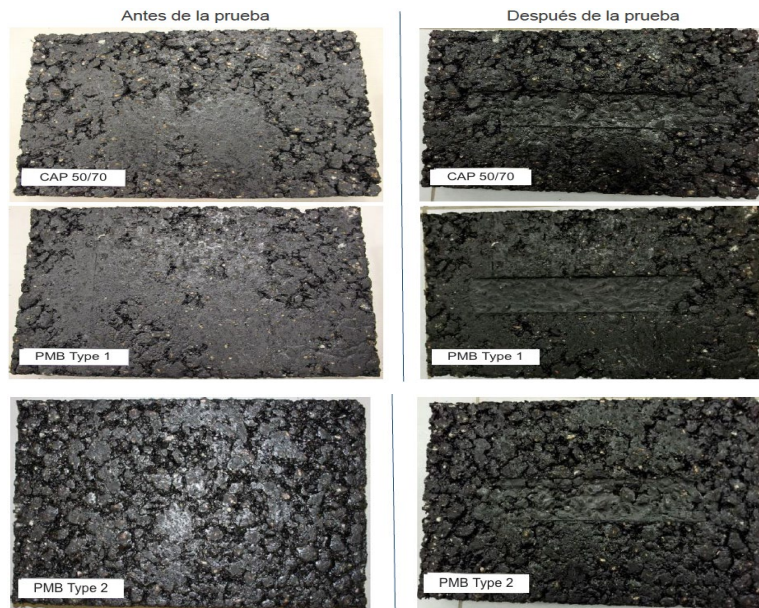
Performance Técnica

Mezcla CAP 50/70 – Convencional

X

PMB Económico Type 1 y Type 2

Deformación Permanente
(Ahuellamiento)



→ 4,7 mm

→ 2,9 mm

→ 2,9 mm



Comparación Costos

COMPOSICIÓN COSTO MEZCLA CONVENCIONAL CAP 50/70 SIN POLÍMEROS SBS

						Gastos de Alimentación				
Jefe de Planta	HH	8,00	x	16,50	=	132,00	5,00			
Capataz	HH	8,00	x	6,60	=	52,80	5,00			
Electricistas	HH	8,00	x	3,30	=	26,40	5,00			
Mecanico	HH	8,00	x	3,30	=	26,40	5,00			
Laboralista	HH	8,00	x	4,95	=	39,60	5,00			
Ayudante	HH	152,00	x	2,06	=	313,12	24,00			
						590,32	49,00	=	639,32	800 ton/día
										0,80 USD/ton.
GASTOS OPERATIVOS PARA PRODUCIR										
Petroleo D2	lts	9,000	x	0,56	=	5,04				
Oiltherm	lts	0,067	x	3,00	=	0,20				
Grasas	kg	0,040	x	1,00	=	0,04				
Req. Laboratorio	kg	0,006	x	6,00	=	0,04				
Bunker	lts	0,900	x	0,46	=	0,41				
						5,73				5,73 USD/ton.
TRANSPORTE										
Petroleo	gin	8,00	x	-	=	-				
Asfalto Pen 50/70	gin	27,000	x	-	=	-		(incluso transporte en el precio de Asfalto abajo)		- USD/ton.
GASTOS OPERATIVOS PARA EL PRODUCTO										
Arena	m3	0,3391304	x	15,00	=	5,09				
Piedra	m3	0,1826087	x	15,00	=	2,74				
Asfalto CAP 50/70 SIN Polimeros)	ton	0,06	x	700	=	42				
Aditivo	kg	0,3	x	4,50	=	1,35				
						51,18				51,18 USD/ton.
PLANTA										5,00 USD/ton.
COSTO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE										
										COSTO x ton. 62,71 USD/ton.
COSTO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (distancia promedio de 50 km)										
										COSTO x ton. 10,0625 USD/ton.
COSTO DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE										
										COSTO x ton. 10,00 USD/ton.
COSTO TOTAL DE CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE (producción)										
										COSTO x ton. 82,77 USD/ton.



Comparación Costos

COMPOSICIÓN COSTO MEZCLA MODIFICADO PMB TYPE 1: CAP 50/70 CON POLÍMEROS SBS

						Gastos de Alimentación					
Jefe de Planta	HH	8,00	x	16,50	=	132,00	5,00				
Capataz	HH	8,00	x	6,60	=	52,80	5,00				
Electricista	HH	8,00	x	3,30	=	26,40	5,00				
Mecanico	HH	8,00	x	3,30	=	26,40	5,00				
Laboratorista	HH	8,00	x	4,95	=	39,60	5,00				
Ayudante	HH	152,00	x	2,06	=	313,12	24,00				
						590,32	49,00	=	639,32	800	0,80 USD/ton.
GASTOS OPERATIVOS PARA PRODUCIR											
Petroleo D2	Its	9,000	x	0,56	=	5,04					
Oiltherm	Its	0,067	x	3,00	=	0,20					
Grasas	kg	0,04	x	1,00	=	0,04					
Req. Laboratorio	kg	0,006	x	6,00	=	0,04					
Bunker	Its	0,900	x	0,46	=	0,41					
						5,73					5,73 USD/ton.
TRANSPORTE											
Petroleo	gin	8,00	x	-	=	-					
Asfalto Pen 50/70	gin	27,000	x	-	=	-	(Incluso transporte en el precio de Asfalto abajo)				
						-					- USD/ton.
GASTOS OPERATIVOS PARA EL PRODUCTO											
Arena	m3	0,3391304	x	15,00	=	5,09					
Piedra	m3	0,1826087	x	15,00	=	2,74					
Asfalto PMB Type 1 (CAP 50/70 CON Polimeros)	ton	0,06	x	650	=	39					
Aditivo	kg	0,3	x	4,50	=	1,35					
						48,18					48,18 USD/ton.
PLANTA										5,00 USD/ton.	
COSTO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE							COSTO x ton. 59,71 USD/ton.				
COSTO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (distancia promedio de 50 km)							COSTO x ton. 10,0625 USD/ton.				
COSTO DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE							COSTO x ton. 10,00 USD/ton.				
COSTO TOTAL DE CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE (producción)							COSTO x ton. 79,77 USD/ton.				

Comparación Costos

Mezcla convencional x Modificada con polímeros SBS:

01. COSTO POR KM SÍN POLÍMEROS:

- Espesor = 4 cm
- $V = 0,04\text{m} \times 1.000 \times 7 \text{ m}$
- $V = 280 \text{ m}^3 / \text{km}$
- $P = D \times V = 2.400[\text{kg}/\text{m}^3] \times 280 [\text{m}^3/\text{km}] = 672 [\text{ton.}/\text{km}]$
- Costo por km:
= USD 82,77 /ton. x 672 [ton./km]
= USD 55.621,44 / km.

Comparación Costos

Mezcla convencional x Modificada con polímeros SBS:

02. COSTO POR KM CON POLÍMEROS:

- Espesor = 2,5 cm (coeficiente de equivalencia estructural = 0,625)
- $V = 0,025\text{m} \times 1.000 \times 7 \text{ m}$
- $V = 175 \text{ m}^3 / \text{km}$
- $P = D \times V = 2.400[\text{kg}/\text{m}^3] \times 175 [\text{m}^3/\text{km}] = 420 [\text{ton.}/\text{km}]$
- Costo por km:
= USD 79,77 /ton. X 420 [ton./km]
= USD 33.503,40 / km

Mejor Performance y economía de **USD 22.118,04/km.** (55.621,44 - 33.503,40)

↓ (- 39,77%)

Comparación Costos

- Carpeta Caliente Convencional – CAP 50/70
 - > Por km: USD 55.621,44/km → e = 4cm ; Carril =7,0m
 - > Precio CAP 50/70: USD 700/ton. (Asunción)

- Micro Carpeta Modificada – PMB Económico Type 1
 - > por km: USD 33.503,40/km → e = 2,5cm; Carril =7,0m
 - > Precio PMB Type 1: USD 650/ton. (Asunción)

 - > por km: USD 26.802,72/km → e = 2,5cm; Carril =5,6m
 - > Precio PMB Type 1: USD 650/ton. (Asunción)



Conclusión

Carpeta Asfáltica Económica



Economía de costo:

- Para cada 1000 km de carpeta caliente convencional – Carril = 7,00 m y e = 4,0cm

> Se podrá hacer:

- 1) 1.660,17 km de micro carpeta modificada en caliente

Carril = 7,00 m y e = 2,5cm

- 2) 2.075,21 km de micro carpeta en caliente

Carril = 5,60 m y e = 2,5 cm



3er. CONGRESO PARAGUAYO

Vialidad y Tránsito

EXPO VIAL 2018



APC

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS



! Muchas Gracias!

Ing: **SHIROMA** Seigui
São Paulo | Brasil
+55 11 99886-5533
ss@keystonegroup.eu

Coberturas Asfálticas Económicas