

PROYECTO PUENTE AGUAS CALIENTES

Refuerzo con geosintéticos en juntas de dilatación

KM 29 + 700 CA9-Norte



CASO DE ESTUDIO

REHABILITACIÓN DE JUNTA DE PUENTE

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

• UBICACIÓN:	• KM. 29 + 700, CA-09 NORTE
• TIPO DE ESTRUCTURA:	• PUENTE DE CONCRETO REFORZADO CON CARPETA ASFÁLTICA
• CONDICIÓN DE SERVICIO:	• CORREDOR LOGÍSTICO DE ALTO TRÁNSITO PESADO
• ZONA CRÍTICA	• JUNTA ESTRUCTURAL DEL TABLERO

EL DESAFÍO:

Se presenta fisuración prematura por reflexión sobre la junta estructural del puente, generando:

- Infiltración de agua hacia la losa de concreto.
- Riesgo de corrosión del acero de refuerzo.
- Deterioro progresivo de la carpeta asfáltica.
- Necesidad de intervenciones correctivas recurrentes.

Los tratamientos convencionales sin impermeabilización estructural demostraron ser insuficientes para garantizar desempeño a mediano plazo.



LAS JUNTAS DE PUENTE ESTÁN SOMETIDAS A:

- Movimiento diferencial estructural.
- Expansión y contracción térmica.
- Cargas dinámicas repetitivas.
- Esfuerzos de corte en la interfaz asfalto - concreto.

Sin una membrana impermeable estructural, la fisuración permite migración de humedad hacia la estructura principal.

LA SOLUCIÓN

SISTEMA MULTICAPA INTEGRADO

1. PETROMAT®- PETROTAC

Membrana impermeable para tableros de puente.

Cumple con:

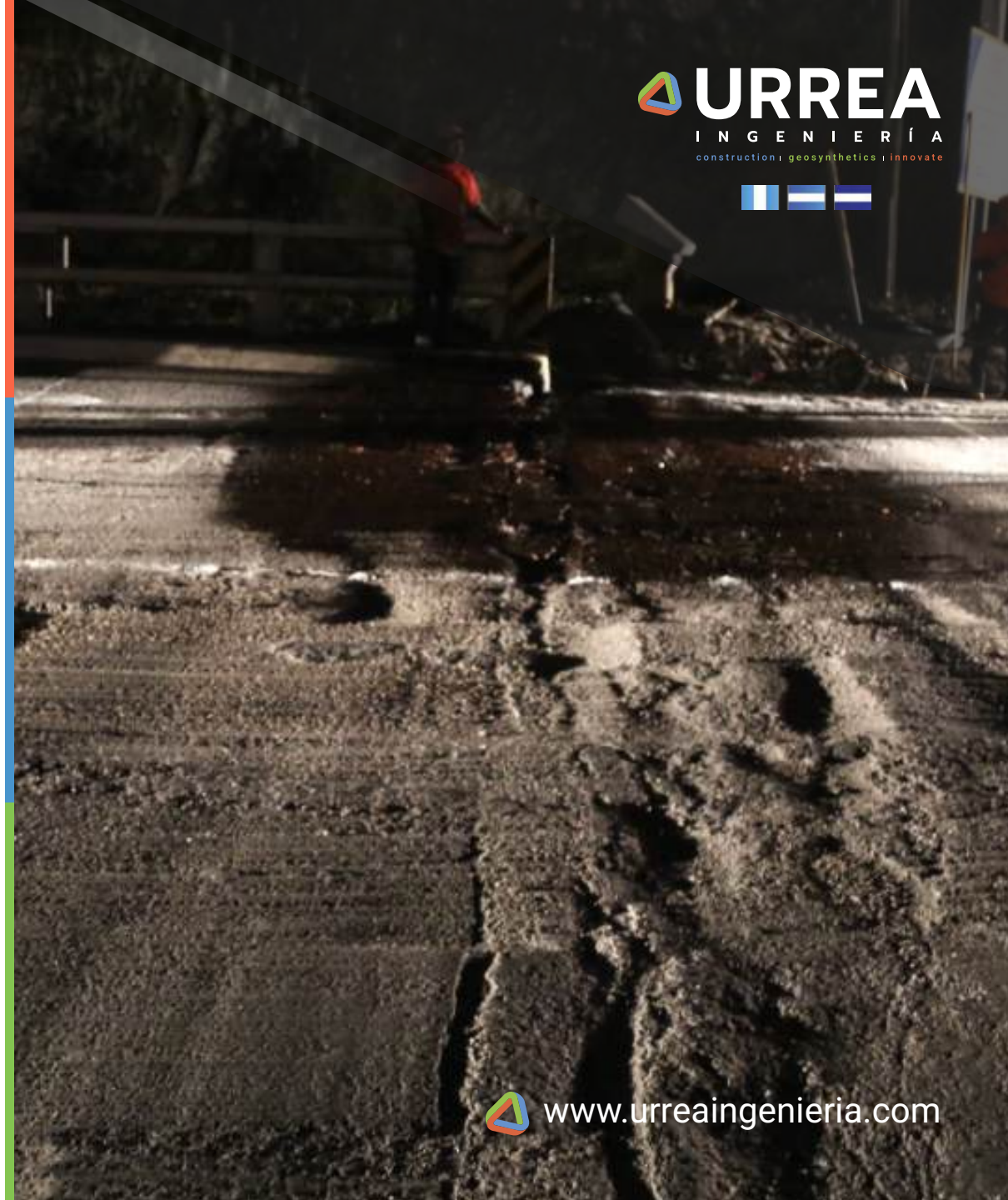
ASTM D-6153 Tipo III - Sistemas de impermeabilización para Tableros de Puente

Esto garantiza:

- Barrera impermeable continua
- Compatibilidad con mezclas asfálticas calientes
- Resistencia mecánica adecuada
- Aplicación específica en estructuras de puente

Funciones principales:

- Eliminación de infiltración
- Protección estructural del concreto



2. MPG4 – INTERLAYER REFORZADO

- Refuerzo con fibra de vidrio bidireccional.
- Redistribución de tensiones.
- Mitigación de fisuración por reflexión.

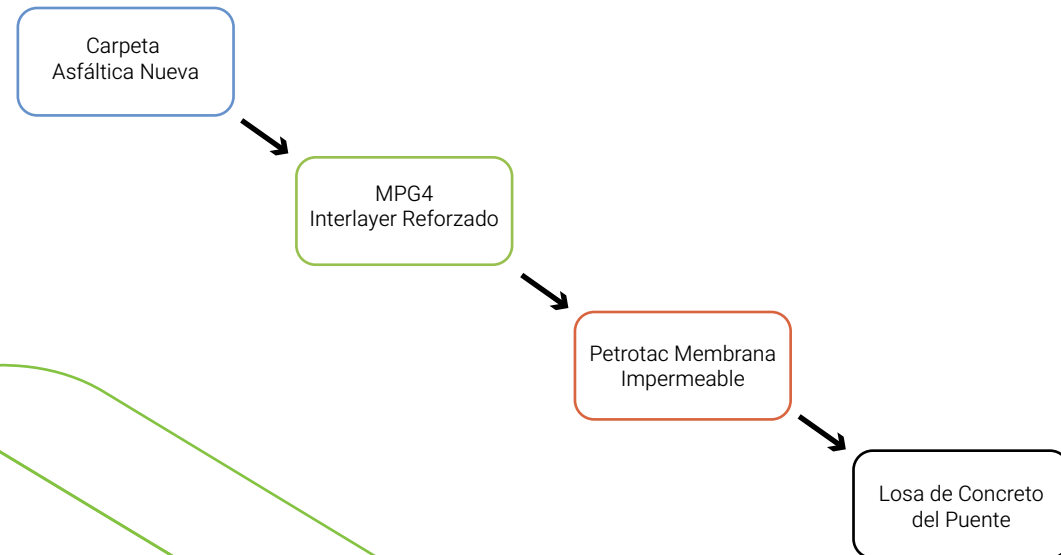
Funciones principales:

- Control de reflective cracking.
- Extensión de la vida útil del overlay.

3. CARPETA ASFÁLTICA NUEVA

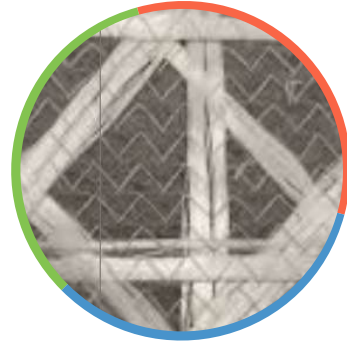
- Compactación controlada.
- Integración total con el sistema.

SECCIÓN ESTRUCTURAL DEL SISTEMA



OBJETIVOS DE DESEMPEÑO:

- Eliminar infiltración de agua.
- Reducir fisuración reflejada.
- Proteger acero de refuerzo.
- Incrementar vida útil del puente.
- Disminuir frecuencia de mantenimiento.



MEJORA ESPERADA EN DESEMPEÑO

PARÁMETRO	OVERLAY CONVENCIONAL	SISTEMA MULTICAPA
• IMPERMEABILIZACIÓN	• LIMITADA	• ALTA
• CONTROL DE GRIETAS	• MODERADO	• ALTO
• VIDA ÚTIL ESTIMADA	• 1-2 AÑOS	• 6-7+AÑOS
• FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	• ALTA	• REDUCIDA

IMPORTANCIA DE ASTM D-6153 TIPO III

La norma ASTM D-6153 establece criterios de desempeño para membranas utilizadas en tableros de puente antes de la colocación del asfalto.

La clasificación Tipo III asegura:

- Sistema de impermeabilización estructural.
- Durabilidad bajo tránsito.
- Compatibilidad térmica.
- Aplicación específica en puentes.

No se trata de un simple tratamiento superficial, sino de un sistema diseñado para protección estructural.



IMPACTO DEL PROYECTO:

La intervención en el Puente Aguas Calientes demuestra que la combinación de impermeabilización estructural y control de fisuración:

- Protege la inversión pública
- Mejora la durabilidad en corredores estratégicos
- Reduce costos de ciclo de vida
- Puede establecer un estándar técnico replicable

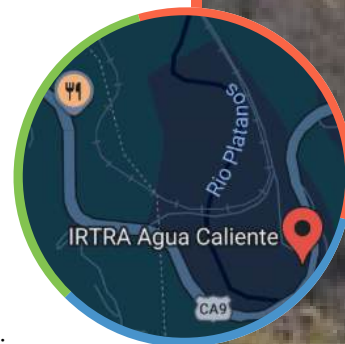
SOPORTE Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La emulsión asfáltica a aplicar deberá ser modificada con polímeros y cumplir con una nomenclatura CRS-1p o CRS-2p.

La mezcla asfáltica deberá cumplir con el ensayo de rueda cargada de Hamburgo (AASHTO T324), no deformar más de 6 mm después de 20,000 pasadas, esto a 50 grados Celsius.

La calidad de adherencia entre capas es fundamental para evitar desplazamientos en la carpeta por fluencia en la interfaz, por esta razón, la resistencia en el ensayo de corte en interfaz deberá ser de 280 psi (AASHTO TP 114).

El geocompuesto MPG-4 deberá cumplir con una resistencia a la tensión de 100 kN/m bajo el estándar (ASTM D6637) con una elongación a la tensión menor a 5% y un punto de fusión superior a la temperatura de la mezcla a colocar.



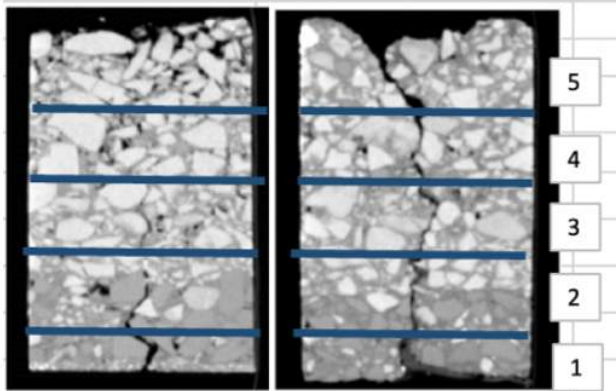
MODELO DE REFLEXIÓN DE GRIETAS/JUNTAS

Para la aplicación del modelo se toma en cuenta una eficiencia en transferencia de carga de 70%, esto para definir un movimiento en la junta o grieta que sea indicador del tiempo de proyección.

El modelo se calibra por medio de la viga de cuatro puntos de fatiga AASHTO T321 y el ensayo de flexión de viga semi-circular (SCB) ASTM D8044

CONCEPTUALIZACIÓN Y ECUACIONES DEL MODELO

En este modelo se asume que la reflexión de grietas incluye tres (3) etapas: la etapa inicial de la grieta, la propagación estable de la grieta y la propagación inestable de la grieta. La etapa inicial de la grieta se describe aplicando una ley de fatiga tradicional desarrollada por el centro de investigación de Bélgica (BRRC), la etapa de propagación estable de la grieta se describe aplicando la ley de Paris.



$$N = 4.856 \times 10^{-14} \gamma_{zx}^{-4.76}$$

$$\frac{dc}{dN} = A * (\Delta K)^n$$

N = Número de Ciclos para iniciación de grieta
 γ_{zx} = esfuerzo cortante 10 mm por encima de la grieta (corte) inducida

En este caso, se aplicó la primera ecuación por medio de información de investigación en la viga de cuatro (4) puntos de fatiga y del ensayo de probeta semi-circular a flexión SCB (ensayo de fractura).

RESPUESTAS DEL MODELO (NF)

LTE 70%			
Tensiones (MPa)			
Longitud de Grieta (cm)	Viga de Referencia	Viga con MPM 50	Viga con MPG4
1	1.22	0.610	0.564
2	1.15	0.576	0.461
3	1.10	0.552	0.442
4	1.05	0.525	0.420
5	0.99	0.493	0.395
Repeticiones de Carga (Nf)			
Longitud de Grieta (cm)	Viga de Referencia	Viga con MPM 50	Viga con MPG4
1	9,707	263,025	381,048
2	12,707	344,304	995,940
3	15,586	422,320	1,221,612
4	19,896	539,110	1,559,441
5	26,711	723,750	2,093,536

Los resultados muestran un incremento significativo con la incorporación del MPG4, la mezcla asfáltica sin intercapa tiene una expectativa de 26k pasadas de carga previo a la aparición de la grieta en superficie, la incorporación del MPM50 (50 kN) tiene una expectativa de 723k pasadas y el MPG4 (100 kN) tiene una expectativa de 2.093 M pasadas de carga, el beneficio técnico es exponencial y es por esta razón que se diseña con el MPG4.