



ESTUDIO DE MEZCLAS RECICLADAS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS ESTABILIZADAS IN SITU CON CEMENTO PORTLAND NORMAL Y LIGANTES HIDRÁULICOS VIALES

Gustavo Bolla – Raúl López

UTN Paraná – Holcim Argentina

Argentina

Septiembre 2021

Resumen

- Evaluación para un caso real del comportamiento de distintos agentes estabilizantes cementicios incorporados en diferentes porcentajes a la mezcla reciclada de un pavimento asfáltico.
 - El efecto de las variaciones granulométricas de las mezclas recicladas.
 - La evolución de la resistencia a la compresión simple con la edad.
 - El efecto que produce la demora en la compactación, en la resistencia y la densidad.
- Evaluación del efecto que produce sobre la capacidad estructural la aplicación de este método de rehabilitación, en un tramo experimental ejecutado en la Prov. de Entre Ríos.

EL RECICLADO “IN SITU”

- Es una alternativa para la reconstrucción de caminos con alto grado de deterioro
- Se utilizan maquinarias ambulo operantes que son capaces de reciclar pavimentos y bases deterioradas hasta profundidades que superan los 40cm
- Amigable con el medio ambiente por la reutilización de materiales existentes, minimizando la generación de residuos.
- Permite adicionar a las mezclas resultantes diferentes agentes estabilizantes: cementos y emulsiones asfálticas, cal, y en este caso cemento Portland Normal (CPN40) y ligantes hidráulicos viales



EL RECICLADO “IN SITU”

Oportunidades para reciclar

- Cuando la capacidad estructural del pavimento es inadecuada para el tránsito actual y futuro y es necesario recuperarla rápidamente.
- Cuando la condición existente del pavimento requiere el bacheo profundo en más del 15 al 20 % de la superficie.

EL RECICLADO “IN SITU”

Distribución
del ligante

$v = 5 \text{ km/h}$

$0,20 < e < 0,50 \text{ m}$

Sub base

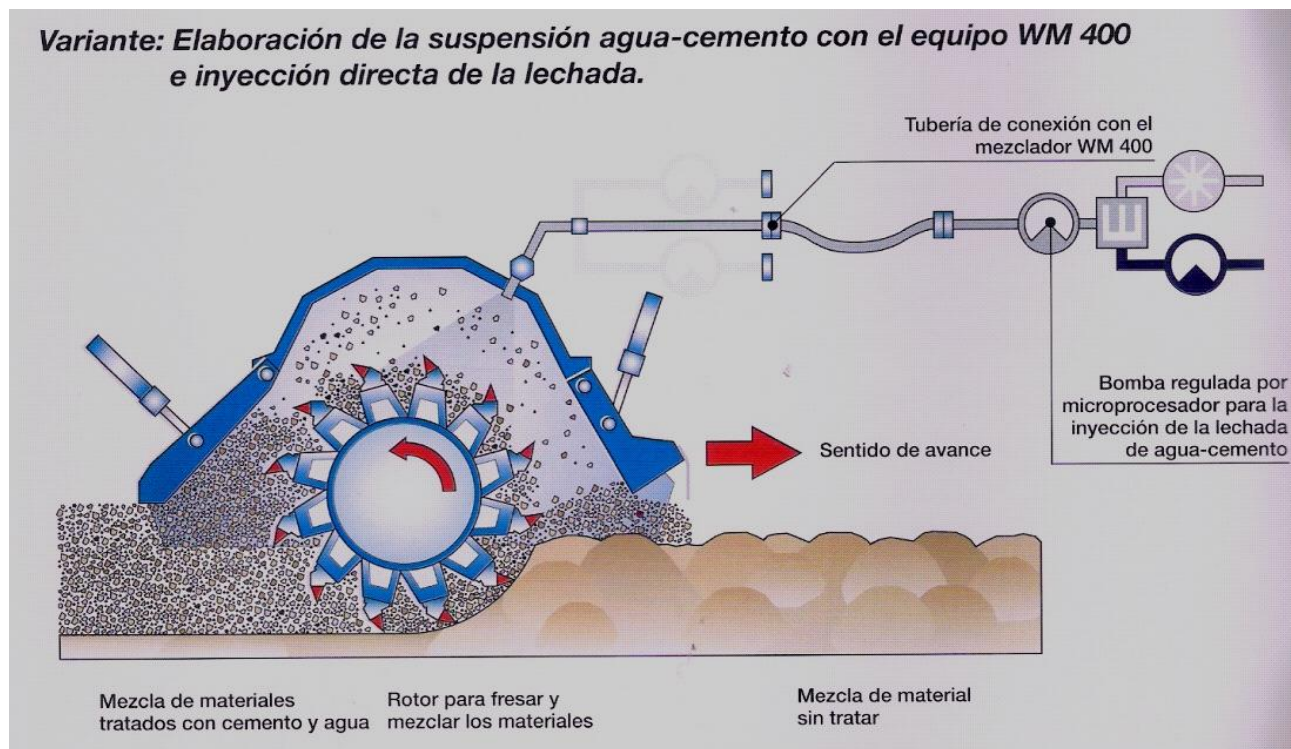
Material sin
tratar

Tambor de
reciclado

Material
Tratado



EL RECICLADO “IN SITU”



Dosificador de lechada de cemento y agua WM-400.

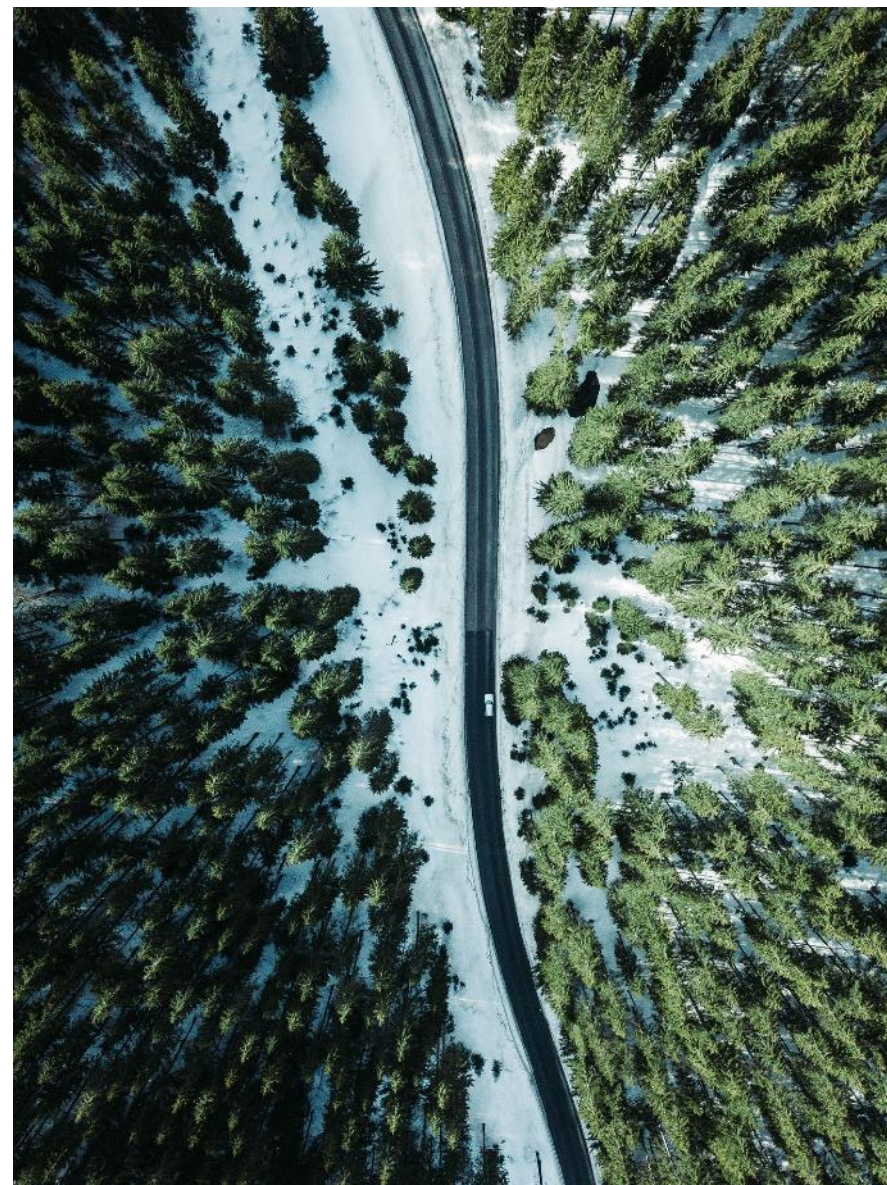
**Material
Tratado**

**Tambor de reciclado
con inyección de
lechada**

**Material sin
tratar**

Agenda

- El reclamado in situ - generalidades
- Factores que afectan el diseño y la construcción
- Estudios de laboratorio
- Estudio de campo
- Conclusiones



Factores que afectan el diseño y la construcción

➡ La puesta en servicio inmediata de la zona rehabilitada por la imposibilidad de apelar a rutas alternativas.

➡ La recuperación rápida de la capacidad estructural en función del número estructural demandado por el camino.

➡ Mitigar el Impacto ambiental, minimizando la generación de ruido, polvo y desechos.

Factores que afectan el diseño y la construcción

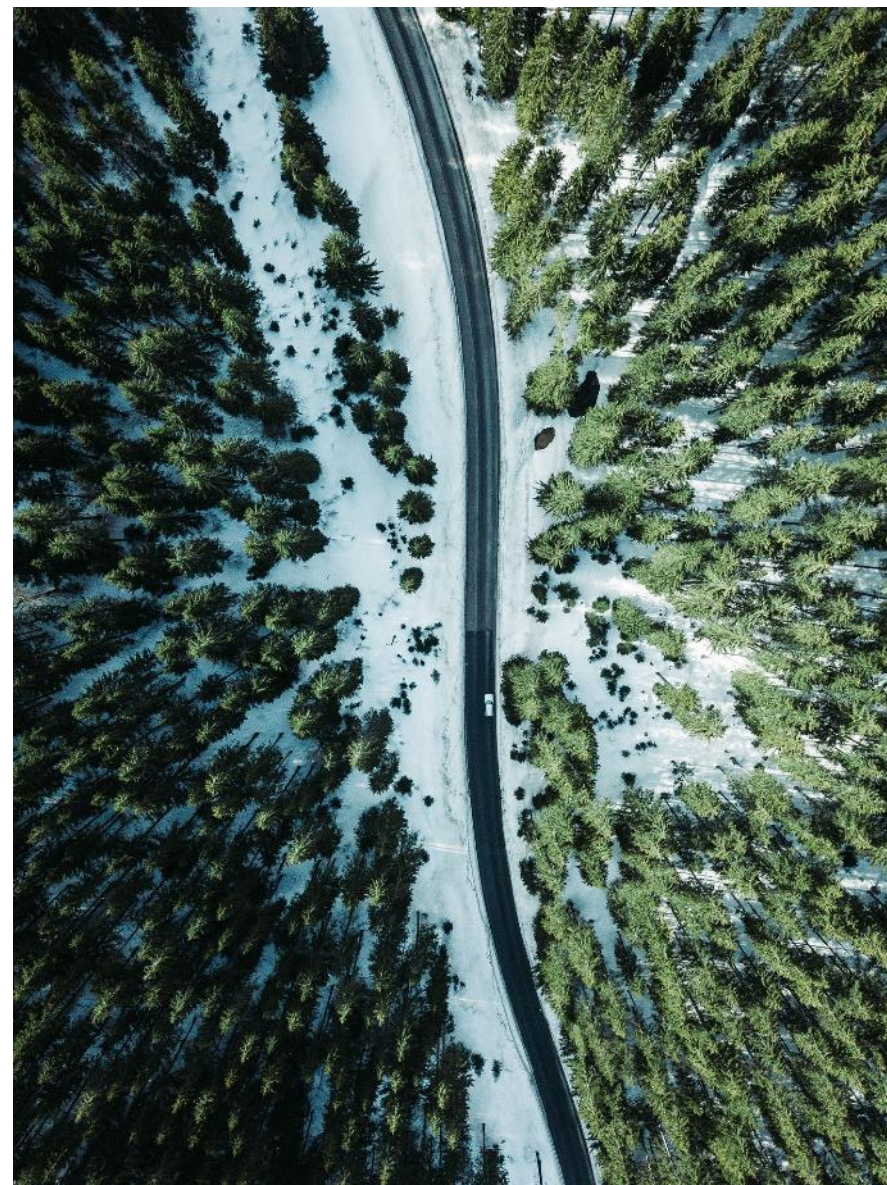
El proceso de reconstrucción

 La utilización racional de los materiales y equipos disponibles condicionará:

- * Optimización granulométrica. (diseño de espesores y eventuales correctores granulométricos).
- * Elección del ligante.
- * Elección del equipo de reciclado y compactación.

Agenda

- El reclamado in situ - generalidades
- Análisis de factores que afectan el diseño y la construcción
- Estudios de laboratorio
- Estudio de campo
- Conclusiones



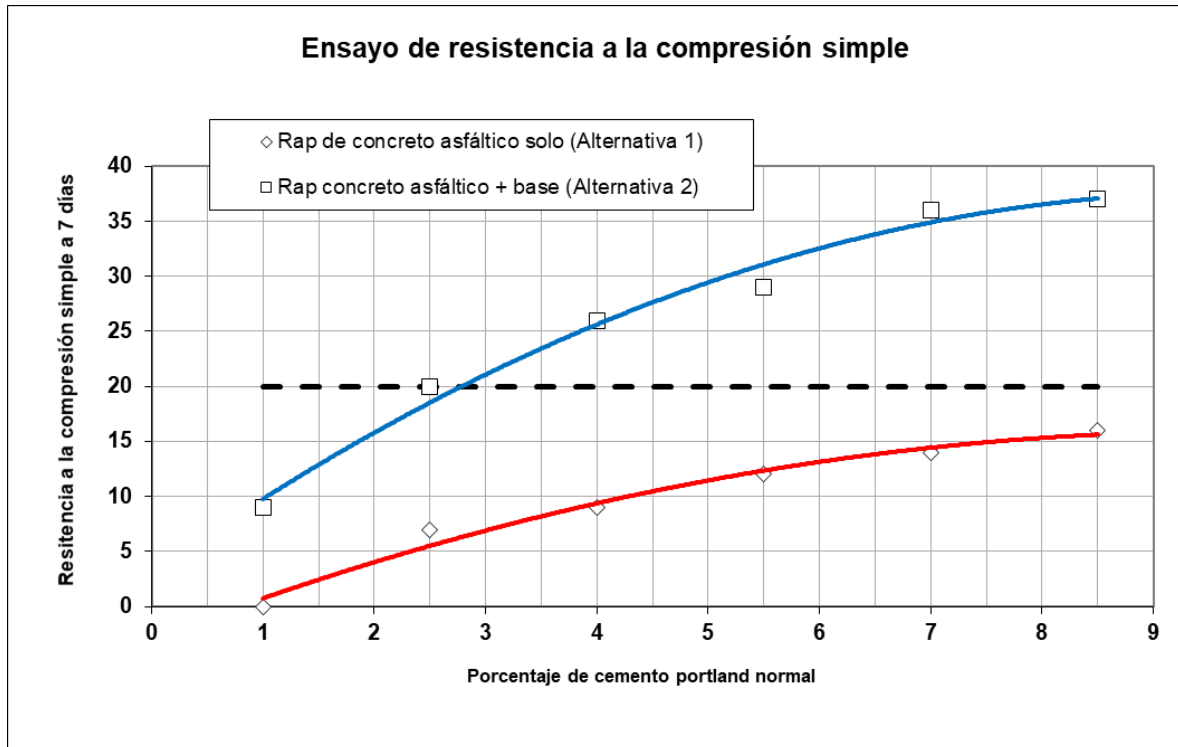
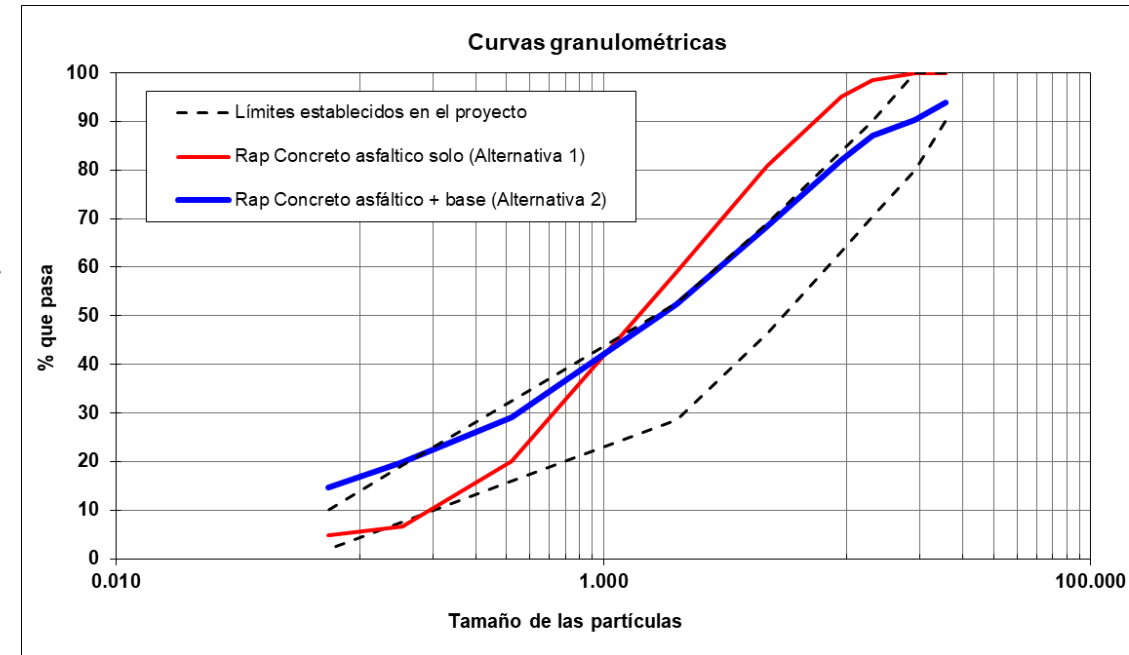
Características de la estructura

	Estructura existente	Estructura nueva	
49 mm	Carpeta asfáltica	Base reciclada	300 mm
99 mm	Base negra		
303 mm	Base calcárea		
		Base calcárea	151 mm
293 mm	Subase calcárea	Subase calcárea	293 mm
201 mm	Suelo seleccionado	Suelo seleccionado	201 mm
300 mm	Subrasante de suelo común	Subrasante de suelo común	300 mm



Optimización granulométrica

Según sea la profundidad de reciclado variará la granulometría:



...y según la granulometría variarán los resultados.

La granulometría es un factor de gran importancia en el diseño de estas mezclas y en el resultado final en la obra.

Materiales de estabilización utilizados

Cemento Portland Normal
(CPN40)

IRAM 50000

Ligantes hidráulicos viales
Se utilizaron 2 con idénticas
materias primas pero diferente
composición (S2 y S3)

EN 13282-1 y 2
Compuestos hidráulicos
diseñados a medida para la
estabilización de diferentes tipos
de suelos y materiales
granulares

Materiales de estabilización utilizados

Ligantes hidráulicos viales

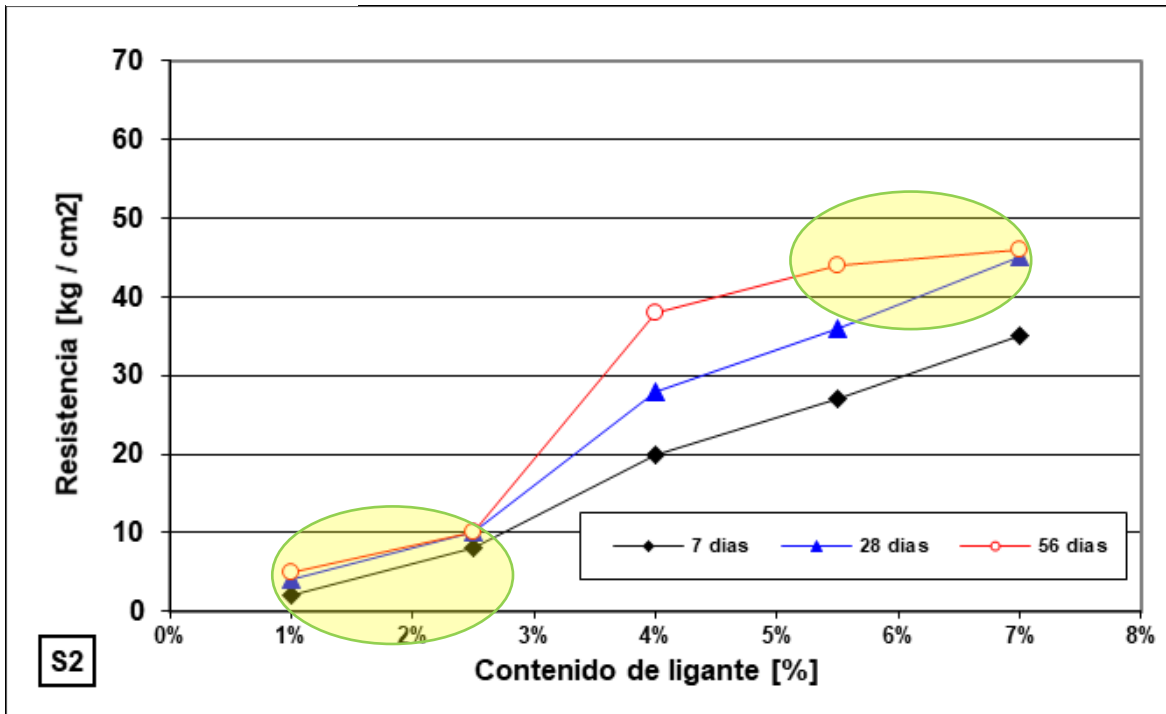
Los ligantes utilizados en este trabajo están formulados a partir de componentes hidráulicos activos y actúan cementando la mezcla reciclada.

Sus propiedades son:

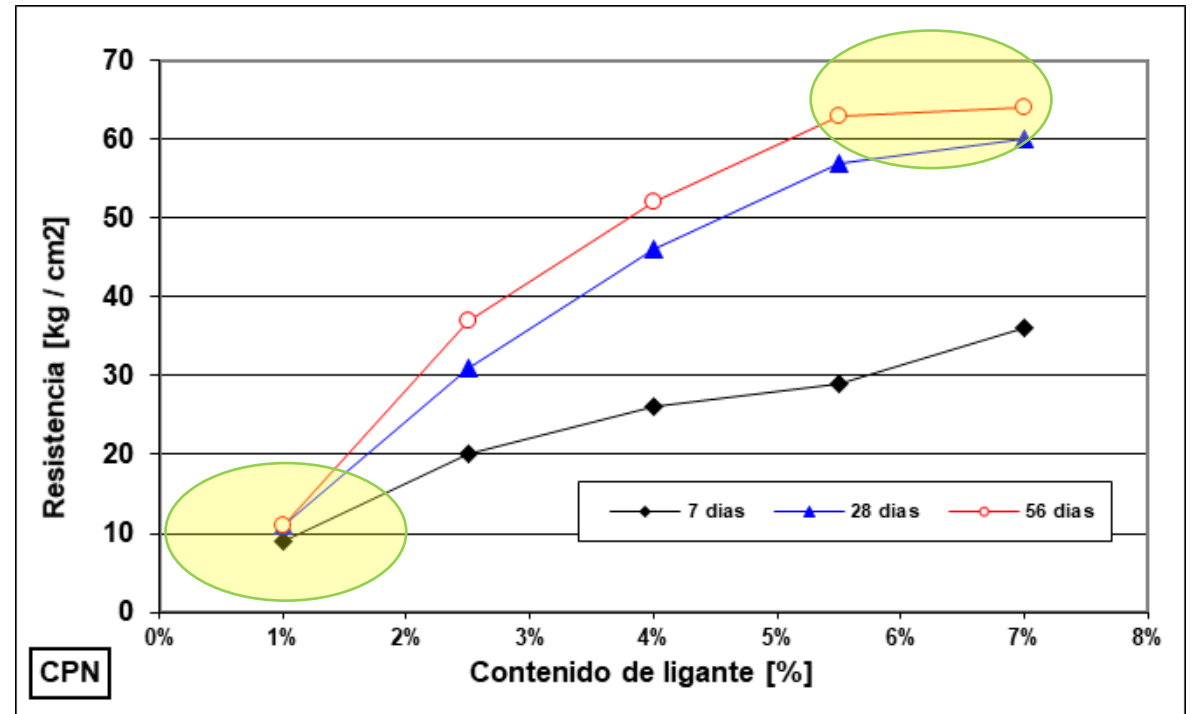
- Baja reactividad inicial → mayores tiempos disponibles de trabajo.
- Desarrollo de resistencias a largo plazo
- Buena estabilidad volumétrica

Variación de la resistencia con el porcentaje de ligante y con la edad

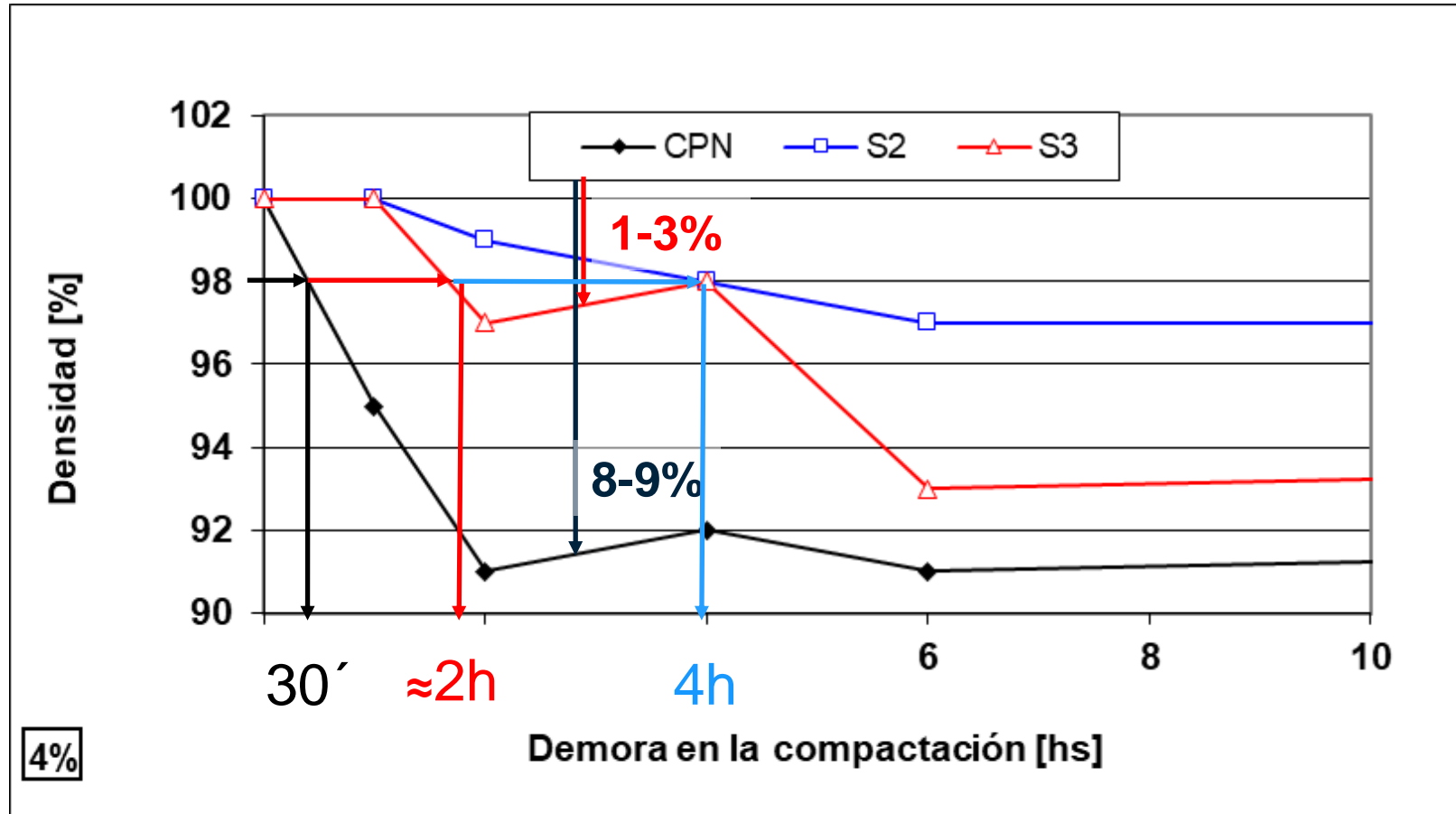
Ligante S2



Cemento CPN



Variación de la densidad con la demora en la compactación



Comportamiento similar a las pérdidas de resistencia

Variación de la resistencia a 7 días con la demora en la compactación

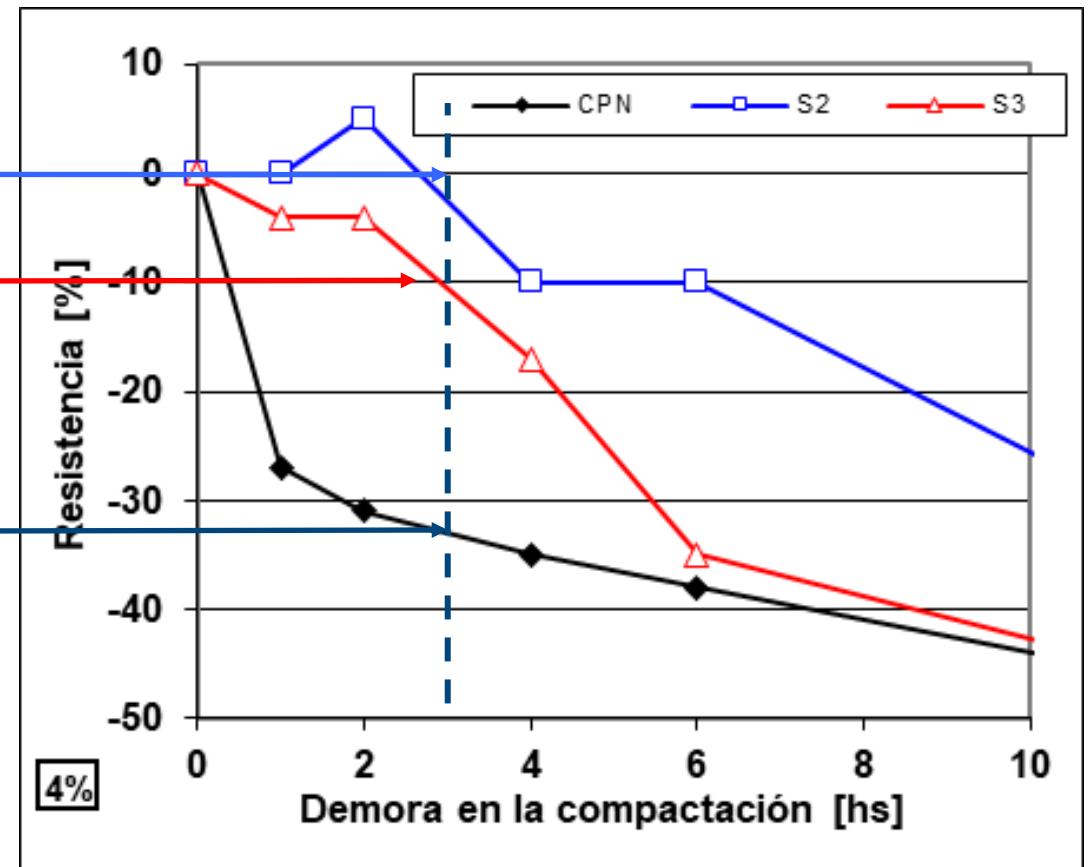
4% de ligante

A las 3 horas de demora (tiempo máximo permitido por los pliegos):

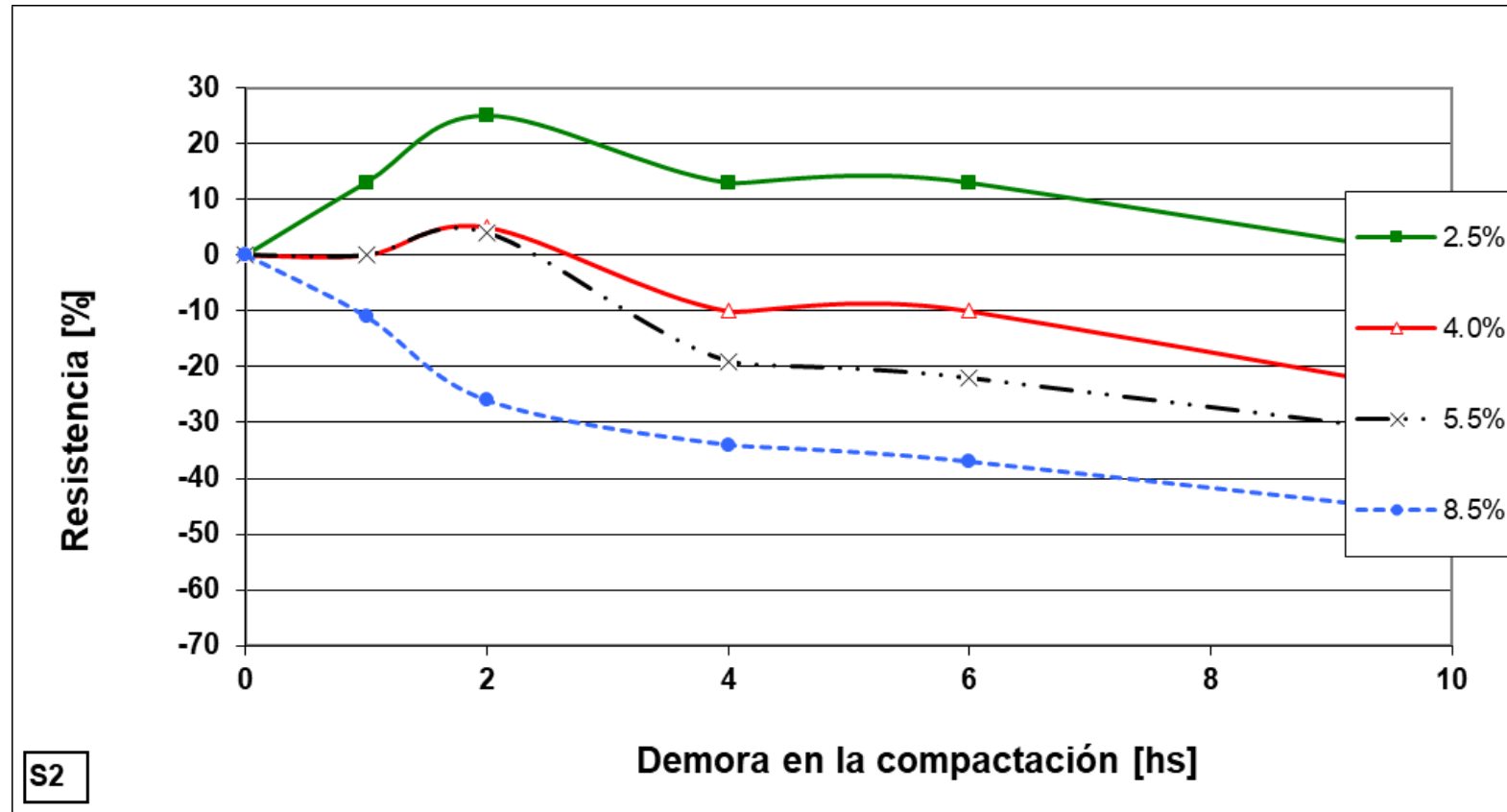
S2: no ha perdido resistencia

S3: perdió el 10 % de la resistencia

CPN: perdió más del 30% de la resistencia



Variación de la resistencia con la demora en la compactación para diferentes porcentajes de ligante



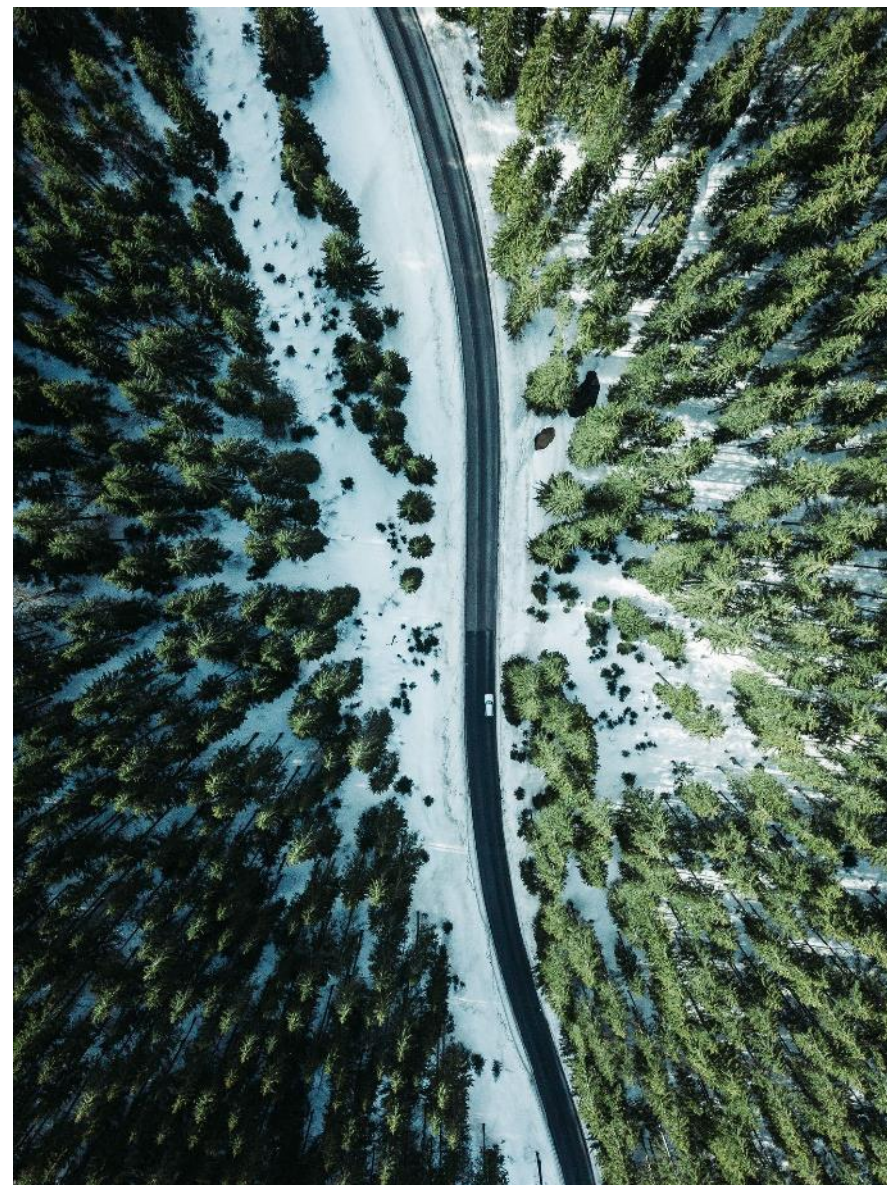
A mayor porcentaje de ligante mayor caída de resistencia

De lo anterior surge que:

para definir el tipo y porcentaje de ligante a utilizar en la estabilización es conveniente hacer las evaluaciones en laboratorio simulando las demoras estimadas en obra entre la mezcla de los materiales y la compactación.

Agenda

- El reclamado in situ - generalidades
- Análisis de factores que afectan el diseño y la construcción
- Estudios de laboratorio
- Estudio de campo
- Conclusiones



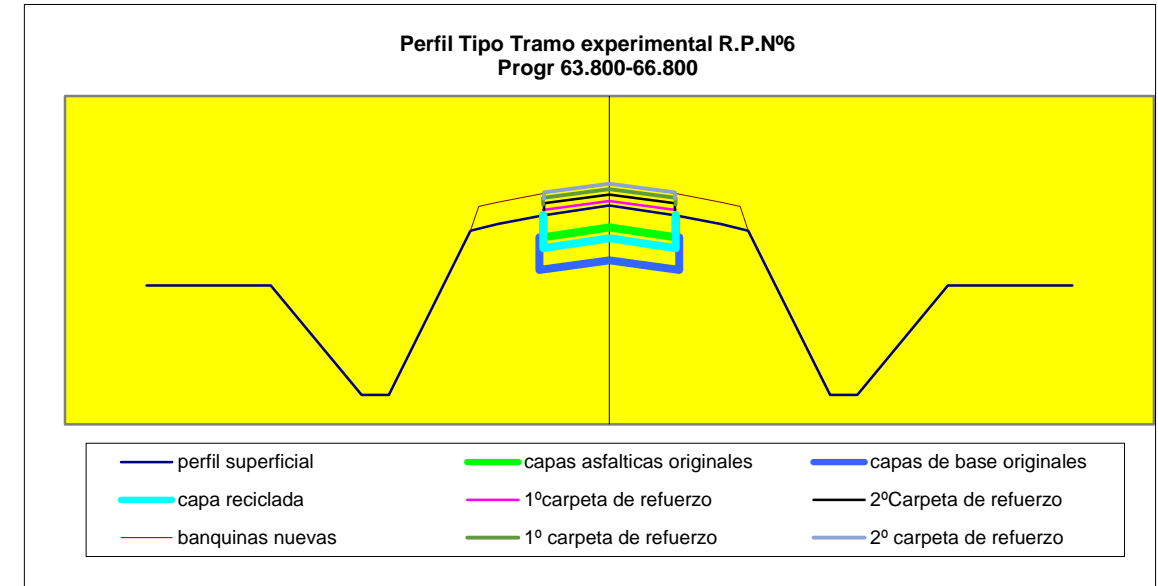
Tramo experimental

- Se realizó un tramo experimental en la Ruta Provincial N°6 Provincia de Entre Ríos, en el tramo Acceso a Guardamonte-R.P. N°39, en las Progresivas 63.800 y 66.800.
- Se utilizó un equipo reciclador WIRTGEN WR 2500 con una capacidad de corte por pasada de 2,40m de ancho, completando el trabajo para todo el ancho del camino en tres pasadas.
- Se reciclaron 30cm de espesor estabilizándolo con Ligante Hidráulico Vial tipo S3.



Tramo tratado con Ligante Hidráulico Vial (S3)

- Se proyectó una resistencia a la compresión simple mínima a los 7 días de 2,0 Mpa, en probetas compactadas según el ensayo VN-E33-67 modificado, utilizándose un tenor de ligante S3 de 3,5% en peso de mezcla seca compactada a la máxima densidad.
- La puesta en servicio de la base se efectuó a las 24hs, ejecutándose solamente un riego de imprimación con emulsión EM1, reforzada con arena de trituración.
- A los 9 meses se ejecutó una carpeta de 5 cm de espesor y a los 13 meses una segunda carpeta de 5 cm de espesor.
- Posteriormente a los 40 meses se realizó un primer refuerzo consistente en una carpeta de 5 cm de espesor y a los 6 años una segunda de las mismas características.

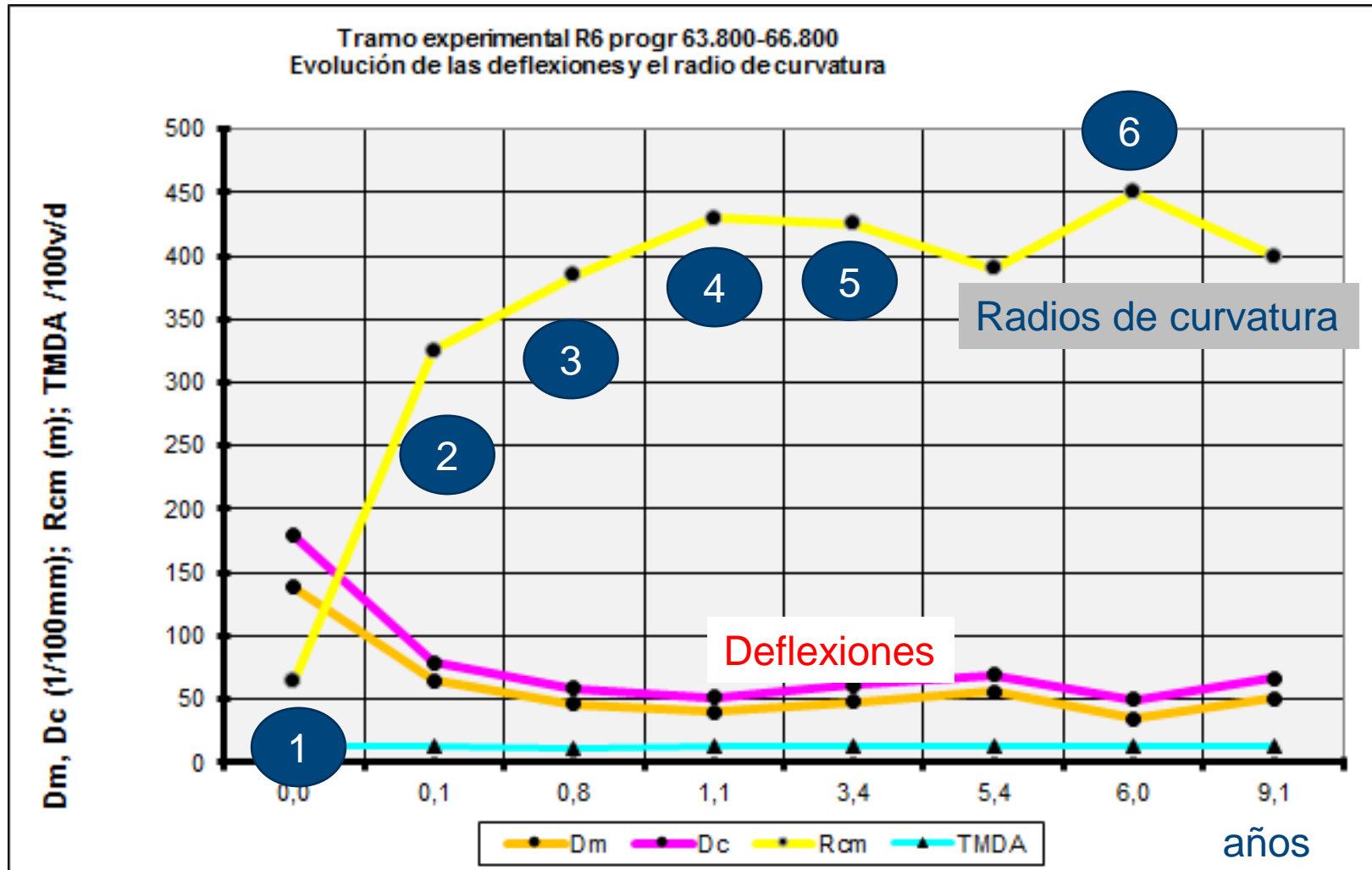


Tramo tratado con Ligante Hidráulico Vial (S3)

- Se midieron deflexiones y radios de curvatura antes y después del reciclado, y posteriormente a la puesta en servicio.
- Se observa que luego de la ejecución del reciclado, la recuperación estructural es inmediata, con un marcado decrecimiento de las deflexiones y un incremento de los radios de curvatura, con valores aceptables aún sin la colocación de la carpeta asfáltica.
- No se registró fisuración refleja por efecto del fragüe del ligante.
- Las posteriores intervenciones realizadas han mantenido la capacidad estructural en el tiempo, acorde al TMDA registrado.

TRAMO EXPERIMENTAL RECICLADO CON LIGANTE S3					
R.P. Nº6: Tramo Acceso a Guardamonte-R.P. Nº39-ENTRE RIOS					
Progr 63.800-66.800					
EVOLUCIÓN DE LAS DEFLEXIONES BENKELMANN Y RADIOS DE CURVATURA					
TIEMPO (AÑOS)	Dm	Dc	Rcm	TMDA	OBSERVACIONES
0,0	138	179	65	1250	Antes del reciclado
0,1	65	79	325	1250	7 días después del reciclado Librado al tránsito a las 24hs Riego de impromación reforzado sobre capa reciclada
0,8	46	59	385	1180	1º Carpeta concreto asfáltico e=0,05m sobre base reciclada
1,1	40	52	430	1275	2º Carpeta concreto asfáltico e=0,05m sobre base reciclada
3,4	48	61	425	1312	1º Refuerzo de concreto asfáltico e=0,05m
5,4	56	69	390	1290	
6,0	35	50	450	1350	2º Refuerzo de concreto asfáltico e=0,05m
9,1	51	67	400	1370	

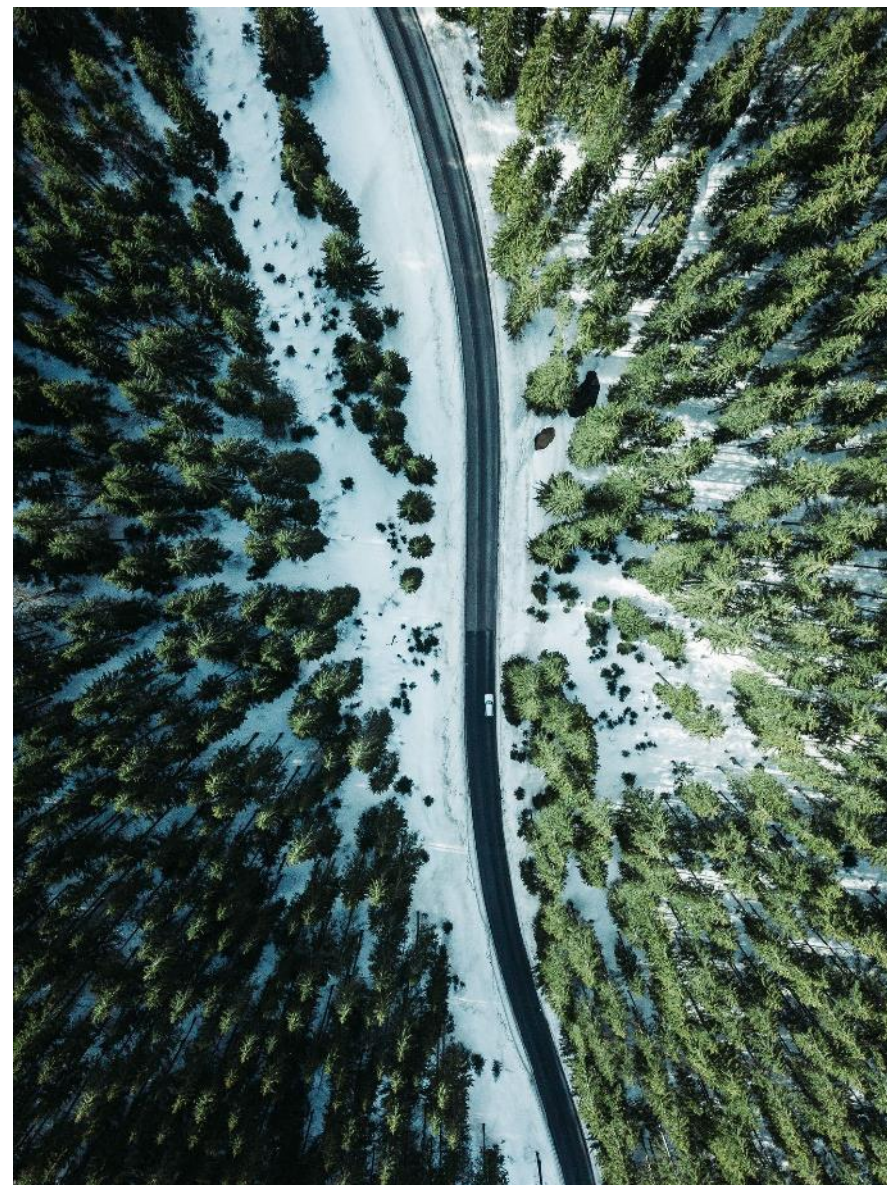
Tramo tratado con Ligante Hidráulico Vial (S3)



- 1 Estado inicial
- 2 A 7 días del reclamado
- 3 5 cm de C°A°
- 4 +5 cm de C°A°
- 5 +5 cm de refuerzo de C°A°
- 6 +5 cm de refuerzo de C°A°

Agenda

- El reclamado in situ - generalidades
- Análisis de factores que afectan el diseño y la construcción
- Estudios de laboratorio
- Estudio de campo
- Conclusiones



Conclusiones

- La técnica de reciclado en frío con ligantes hidráulicos permite una rápida y económica recuperación de la capacidad estructural
- Tenores de ligantes por debajo del 3% no son convenientes salvo que haya un estricto control de la homogeneidad
- La granulometría del material es un factor clave para el resultado final. La cantidad y tipo de ligante pueden no ser suficientes para corregirla.
- Las demoras en la compactación afectarán severamente la calidad final, pero pueden contrarrestarse con la elección de un ligante específico usado en las proporciones adecuadas

Gracias por su atención!



Gustavo Bolla – Raúl López
UTN Paraná – Holcim Argentina

bollagustavo@gmail.com

raul.lopez@lafargeholcim.com

World Road Association (PIARC)
Grande Arche – Paroi Sud – 5^e étage
92055 – La Défense Cedex – France



[@PIARC_Roads](https://twitter.com/PIARC_Roads)



World Road
Association PIARC



World Road
Association PIARC



World Road
Association PIARC

www.piarc.org

