



Seminario internacional PIARC

Comité Técnico 4.1: Pavimentos

Uso de Materiales Reciclados en Pavimentación

Luis Miguel Gutiérrez Klinsky

Especialista Vial – Vicepresidencia de Infraestructura

CAF – Banco de Desarrollo de América Latina

Miembro del CT 4.1

22 de Septiembre de 2021



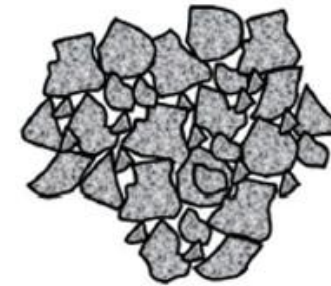
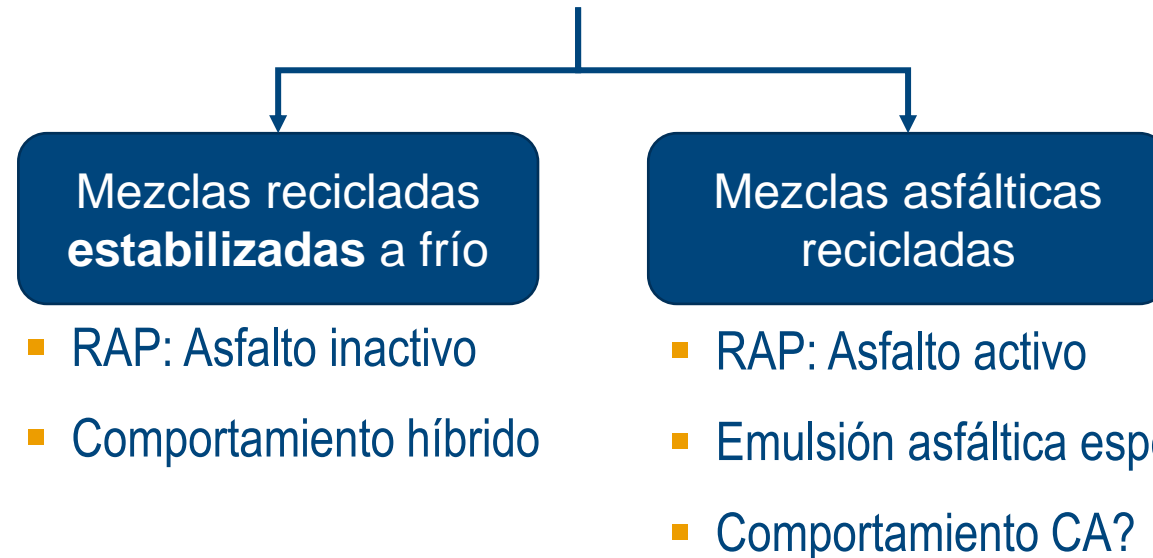
Introducción

- RAP en Brasil
- Beneficios del reciclado en frío
- Iniciativa privada
- **Objetivos del estudio:**
- Reutilizar 100% de RAP
- Emulsión asfáltica con aditivos de reciclaje
- Dosificación y análisis de laboratorio
- Construcción de un tramo experimental
- Auscultación por 12 meses

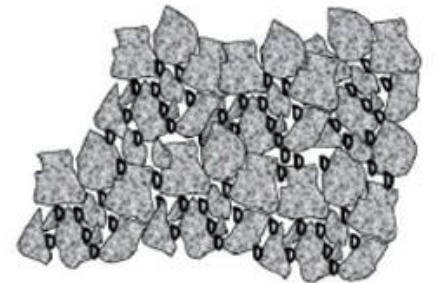


Emulsiones asfálticas con agentes de reciclado

- Productos especiales
- Aditivos vegetales o minerales
- Promueven mejora
 - **Trabajabilidad**
 - **Características mecánicas**



Emulsión Asfáltica



Espuma Asfáltica

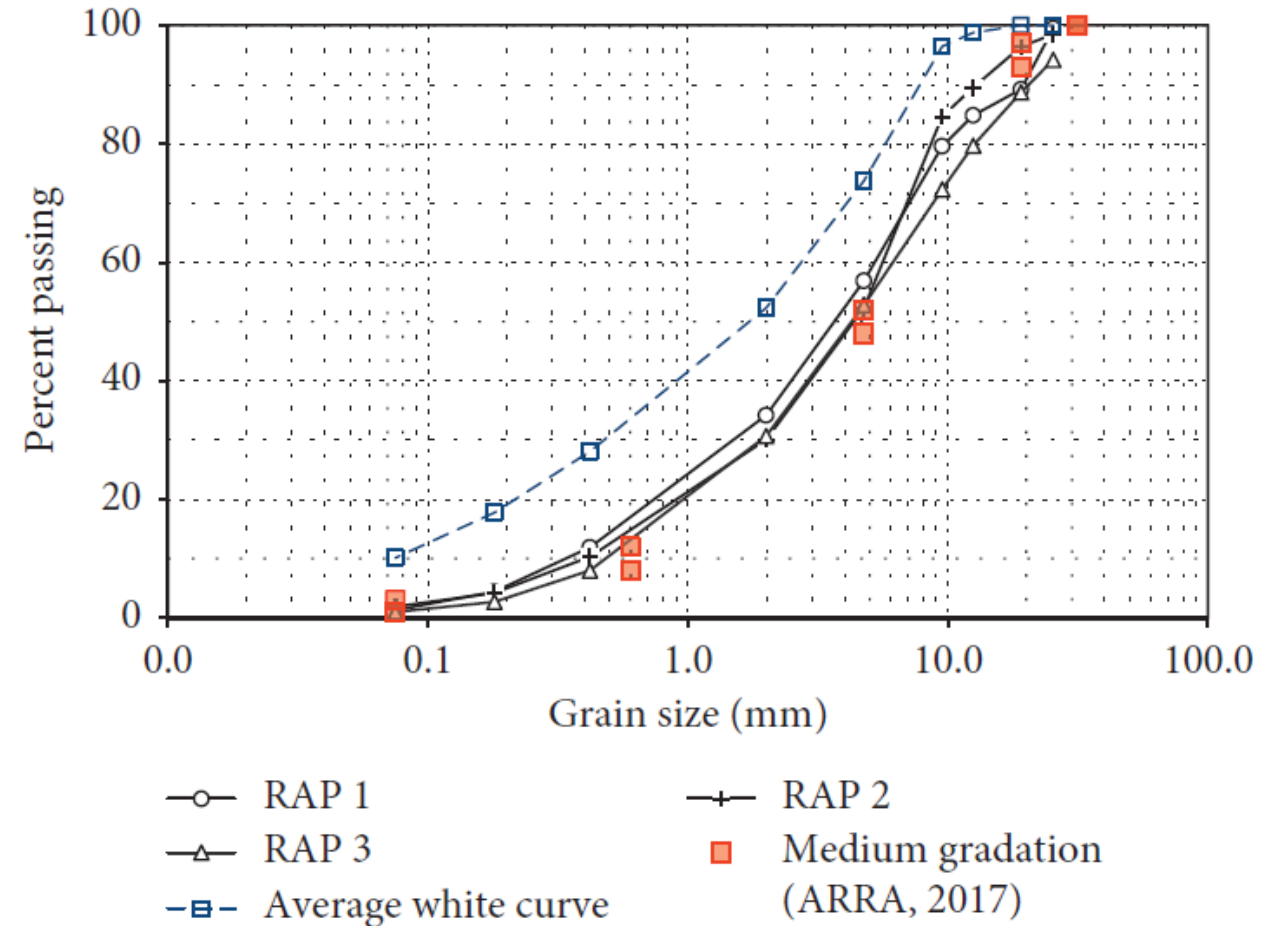
Tebaldi (2013)

Materiales – RAP

- 10 mil toneladas
- Análisis → RILEM
- ARRA → Granulometría media

ANÁLISIS DEL ASFALTO

- 5,3%; 4,7%; 4,9%
- Método Abson
- Penetración 10 (10^{-1} mm)
- Punto de ablandamiento 92-95°C



Materiales – Emulsión asfáltica especial

- Modificada por SBS
- Catiónica de ruptura lenta
- Agente mineral de reciclado
- Consideró características generales del RAP
- Grado de oxidación del asfalto
- Superficie específica



Dosificación de la mezcla

- Marshall – 75 golpes por cara
- Criterios ARRA
- Curado de probetas
- Contenido ideal de EA de 2,5%
- 3,5% de agua



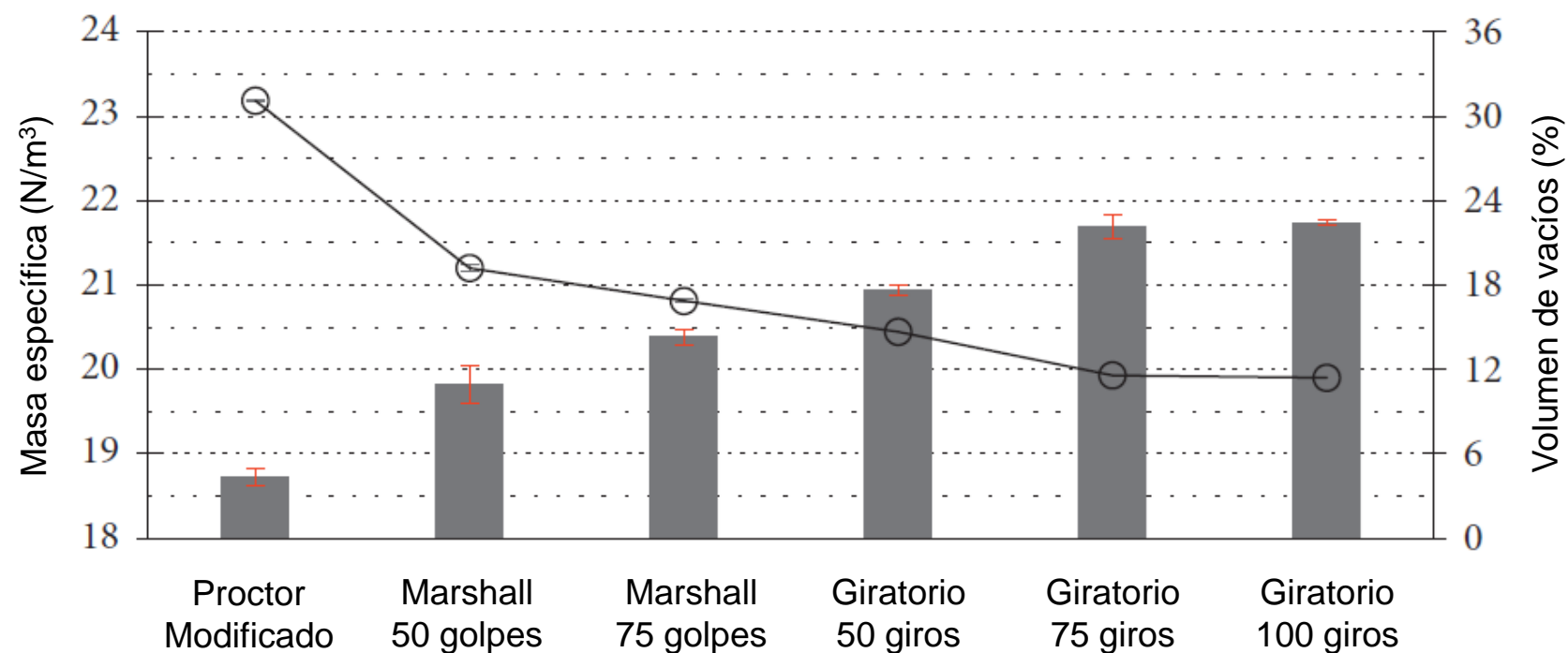
Producción de la mezcla en planta fija

- RT-500
- Almacenamiento cubierto
- TMN de 31mm
- Análisis de laboratorio



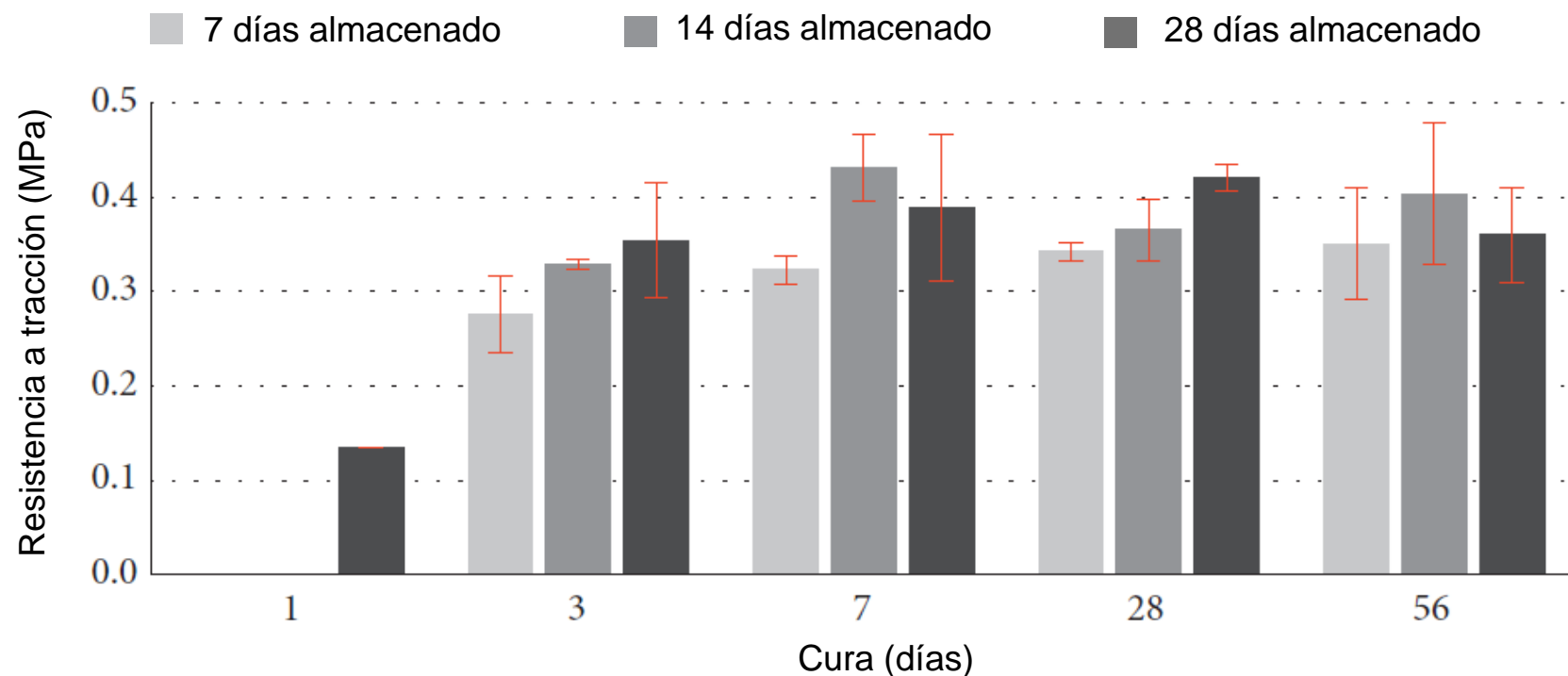
Análisis del material producido en planta

■ Análisis del tipo de compactación



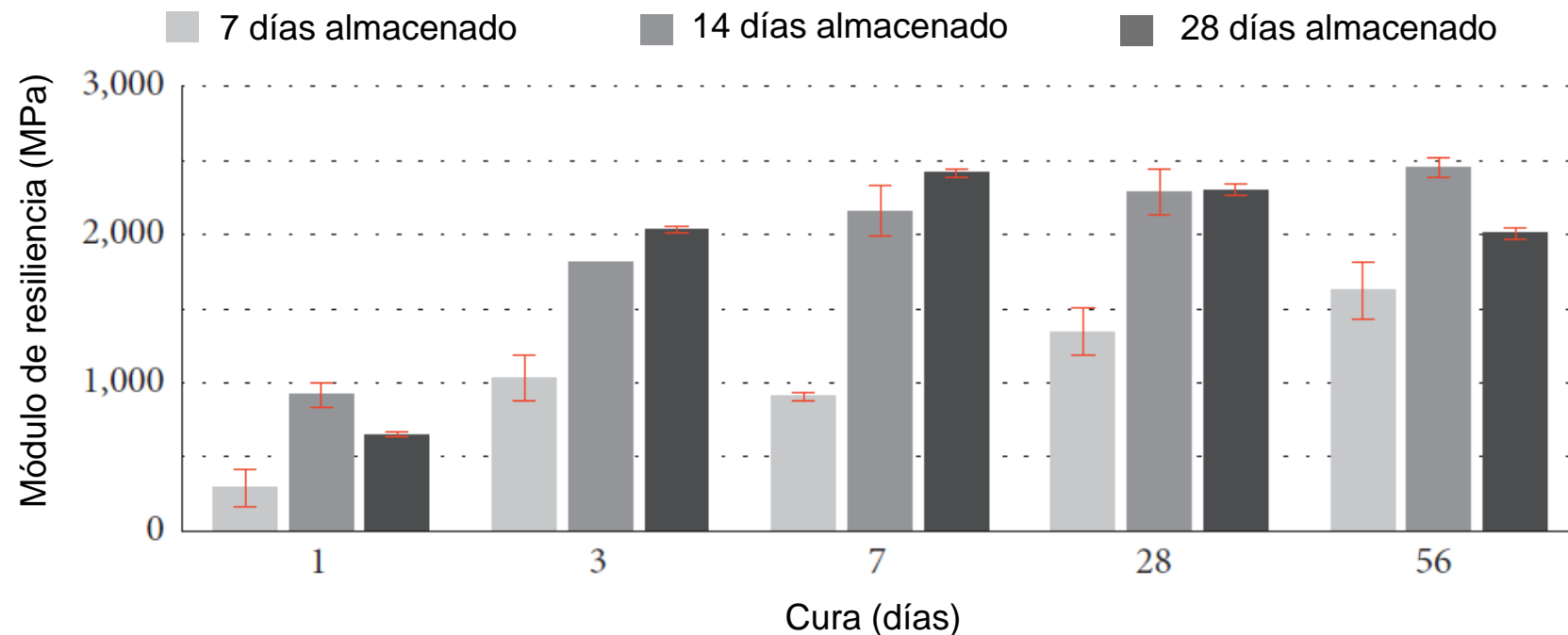
Análisis del material producido en planta

- Análisis del tiempo de curado en la resistencia a tracción (ITS)



Análisis del material producido en planta

- Análisis del tiempo de curado en el módulo de resiliencia



Construcción del tramo experimental

- Implantación de carril (tráfico liviano)
- Vida útil de 10 años
- ESAL = $1,7 \times 10^6$
- Carril con 3% del tráfico de la carretera



Estructura convencional

Carpeta asfáltica	7,5cm
Base de agregados chancados	15 cm
Sub-base de macadam seco	40 cm
Refuerzo de rajón	40 cm
Mejoría de subrasante	20 cm
Subrasante	-

Construcción del tramo experimental

Estructura con materiales reciclados

Micropavimento	1,2 cm
Carpeta asfáltica	5,0 cm
Base reciclada en frío con emulsión	15 cm
Sub-base de agregados chancados	20 cm
Refuerzo con materiales de demolición	40 cm
Subrasante	-

**Refuerzo de la
subrasante con
materiales de
demolición**



Construcción del tramo experimental

- Compactación de la sub-base de agregados chancados

**Granulometría drenante
DER-SP (ET-DE-P00/008)**



Construcción del tramo experimental

- La base reciclada en frío compactada en dos capas
- Compactación de la primera capa



Construcción del tramo experimental

- Control del grado de compactación



Construcción del tramo experimental

- Secado de la primer capa hasta humedad $<3,0\%$
- Aplicación de pintura con EA-RR, tasa $0,4\text{lm}^2$
- Ejecución de la segunda capa base reciclada



Construcción del tramo experimental

- Carpeta asfáltica de 5cm construida de 5 a 15 días después
- MRAF final
- Proceso ejecutivo con los mismos equipos constructivos



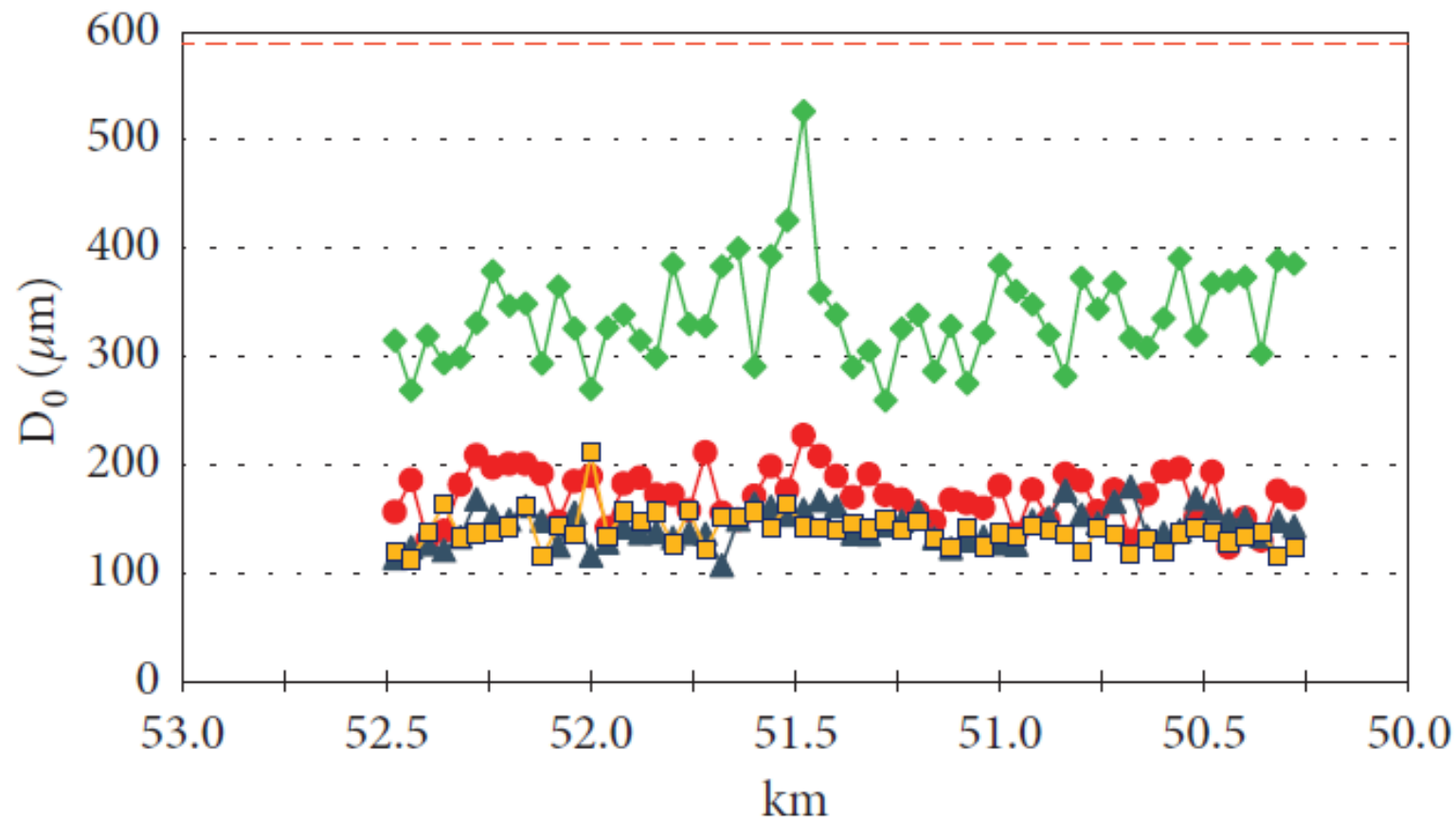
Auscultación del tramo experimental

■ Deflectómetro de impacto (FWD)



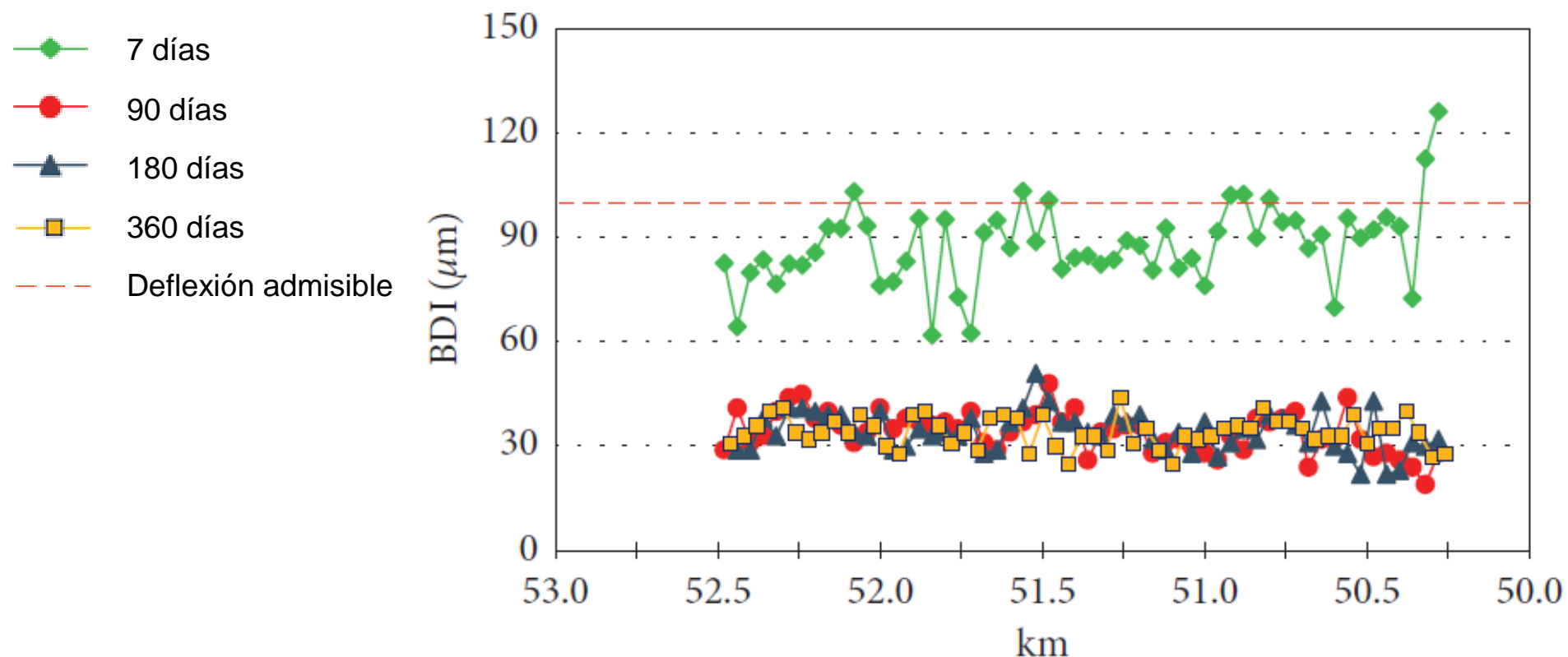
■ EVERCALC

Tiempo (días)	E (MPa)
7	358
90	1725
180	1840
360	1835



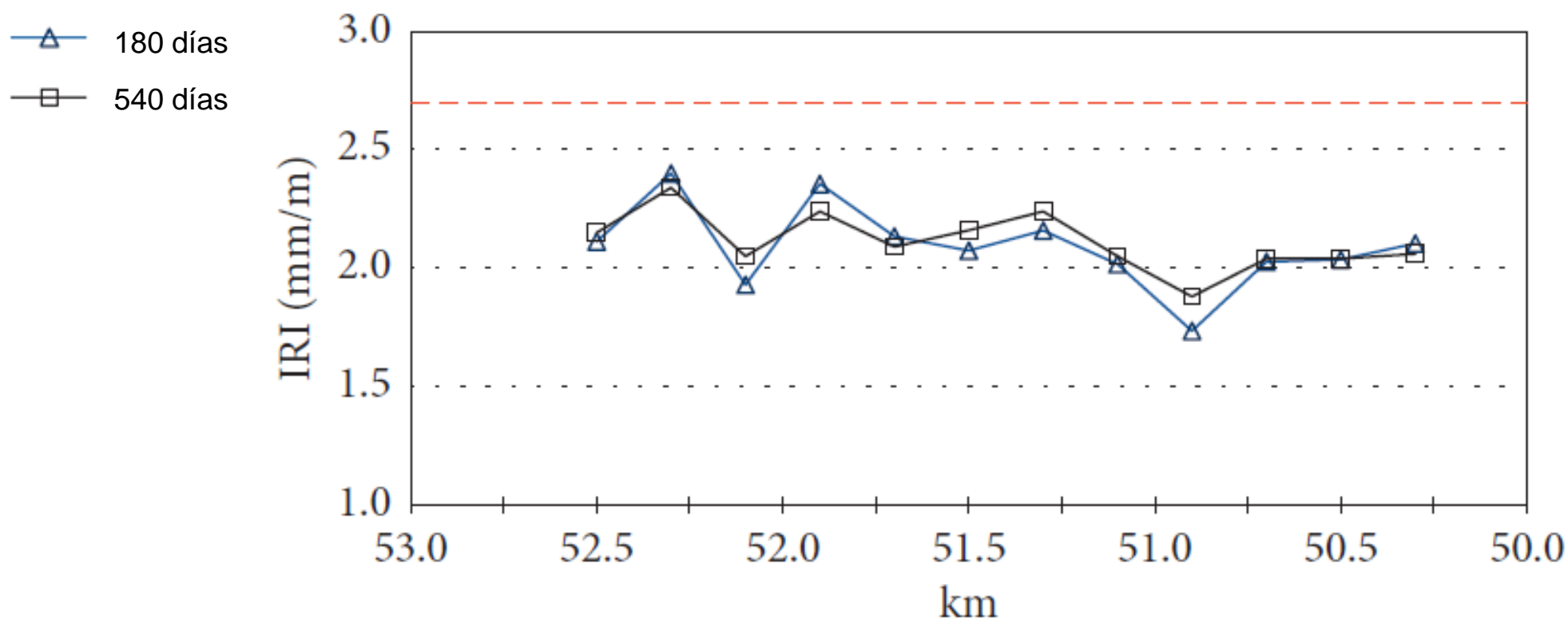
Auscultación del tramo experimental

- $BDI = D300 - D600$
- $BDI < 100$ considerado excelente



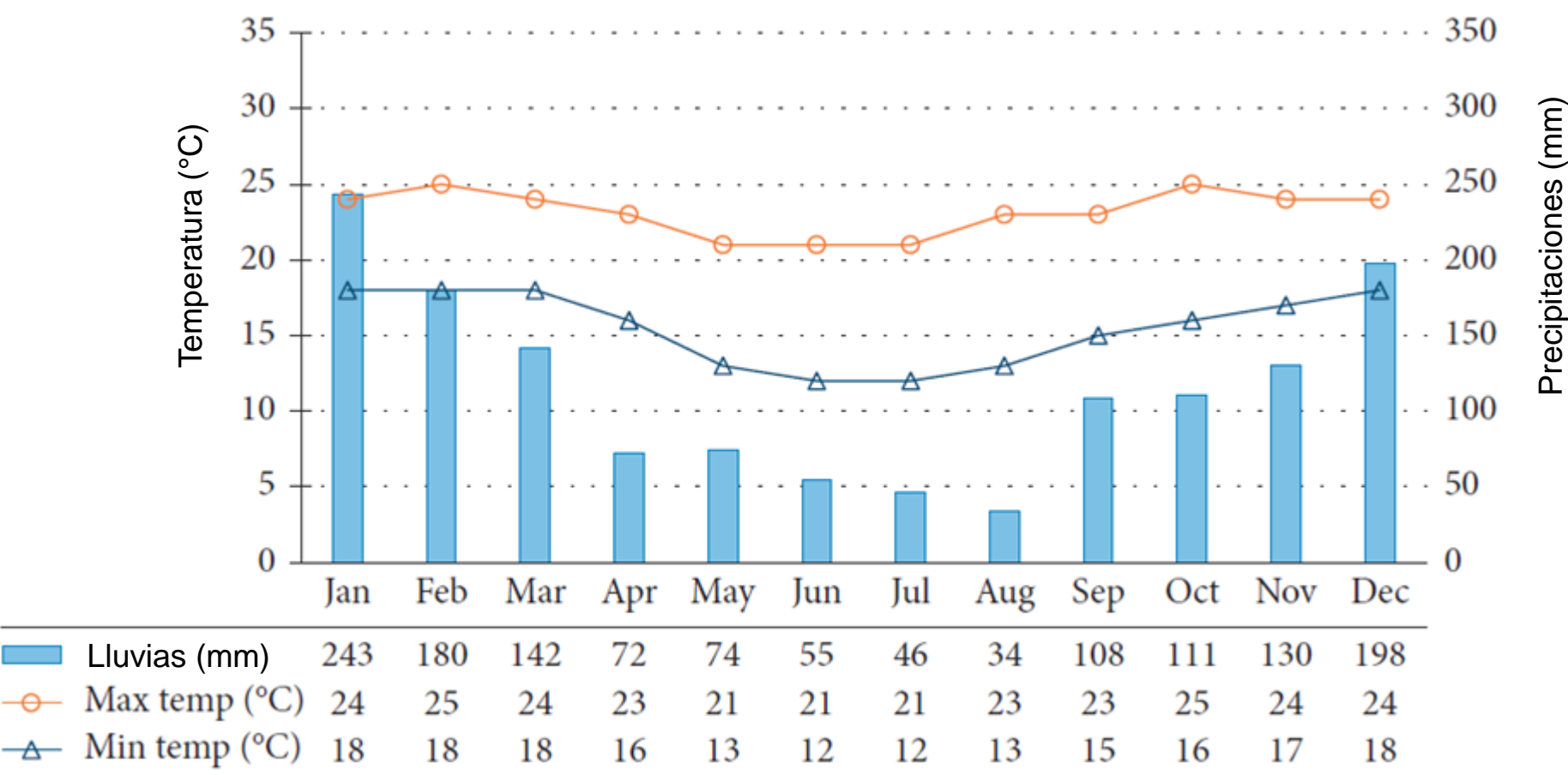
Auscultación del tramo experimental

- Índice de regularidad internacional (IRI)



Auscultación del tramo experimental

- Temperatura y precipitaciones



Aspectos ambientales y costos

- Tramo substituyó una solución convencional
- Reducción de consumo de materiales nuevos
- Reducción de áreas de descarte

Materiales	Cantidad
RAP	2.800
Residuos de demolición	7.900
Mezcla asfáltica	-610
Agregados chancados	-14.800
Excavación y descarte de suelos	-4.000
Consumo de combustible en plantas asfálticas	-45 t

- Aproximadamente 20% en reducción de costos

Conclusiones

- **Tiempo de almacenamiento** hasta 28 días no fue perjudicial
- **Tiempo de cura** mayor incremento resistencia y rigidez
- Emulsión asfáltica especial contribuye a estos incrementos
- Comportamiento deflectométrico **muy bueno a excelente**
- Retrocálculo confirmó datos de laboratorio
- **Efectos climatológicos** no influenciaron el buen comportamiento
- Reducción de materiales nuevos y áreas de descarte
- Aproximadamente **20% en reducción de costos**

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-25032019-102457/publico/WilsonUngerFilhoCorr19.pdf>

https://www.researchgate.net/publication/340440930_Cold_Recycled_Asphalt_Mixture_using_100_RAP_with_Emulsified_Aspalt-Recycling_Agent_as_a_New_Pavement_Base_Course/stats



Gracias por su atención!!!

Luis M. Gutiérrez K.

Especialista Vial en CAF

lgutierrez@caf.com

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



@PIARC_Roads



World Road
Association PIARC



World Road
Association PIARC



World Road
Association PIARC

www.piarc.org

