

Ventajas de la utilización de mezclas bituminosas con polvo de neumático



SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE NEUMÁTICOS USADOS

SIGNUS

INDICE

- 1. CONSIDERACIONES PREVIAS**
- 2. MEJORAS TÉCNICAS**
- 3. MEJORAS AMBIENTALES**
- 4. MEJORAS DE LA SEGURIDAD**
- 5. VENTAJAS ECONÓMICAS**
- 6. INCONVENIENTES**
- 7. CONCLUSIONES**

UTILIZACIÓN MEZCLAS BITUMINOSAS CON POLVO DE NEUMÁTICO



CONSIDERACIONES PREVIAS

¿Qué hace de las mezclas bituminosas con polvo de neumático un producto mejor que las mezclas convencionales?

- ☐ **Aumento de la viscosidad**
- ☐ **Mejora del retorno elástico**
- ☐ **Incorporación de un aditivo con propiedades diferentes**

CONSIDERACIONES PREVIAS

¿Qué resultados se obtienen sobre los betunes y las mezclas?

- ☐ Se consiguen películas más gruesas de ligante sin que se produzcan escurrimientos.
- ☐ Se consiguen betunes más elásticos que recuperan mejor las deformaciones producidas por del tráfico (especialmente debidas a vehículos pesados)
- ☐ Se reduce la susceptibilidad térmica en los ciclos noche / día.

MEJORAS TÉCNICAS



- Mayor ductilidad del pavimento debido a las propiedades elásticas del caucho
- Mayor resistencia a las roderas
- Mayor resistencia a la fatiga y el agrietamiento
- En mezclas de alta viscosidad mayor resistencia agua debido a un mayor contenido de ligante (betún y caucho)

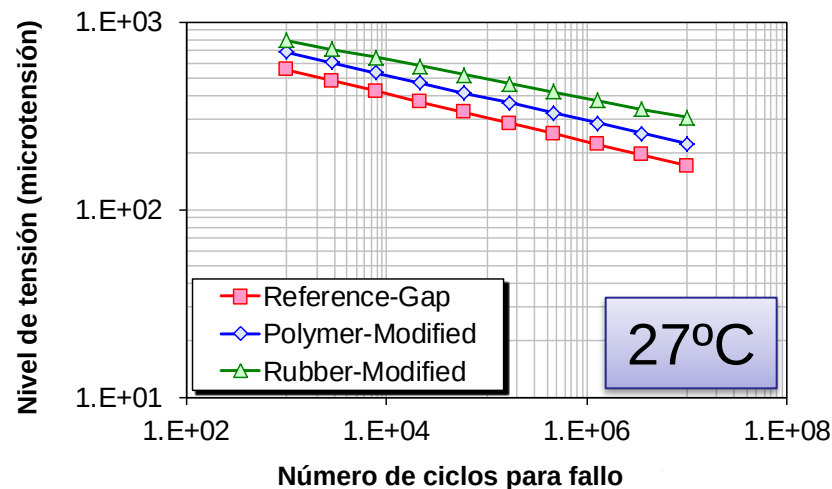
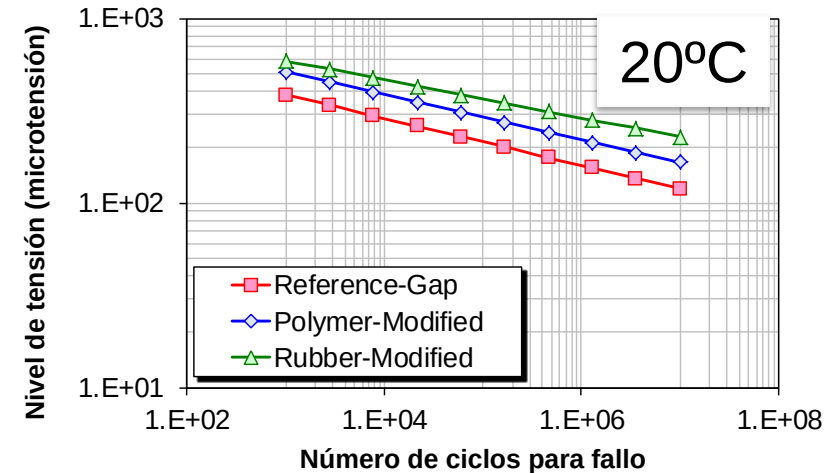
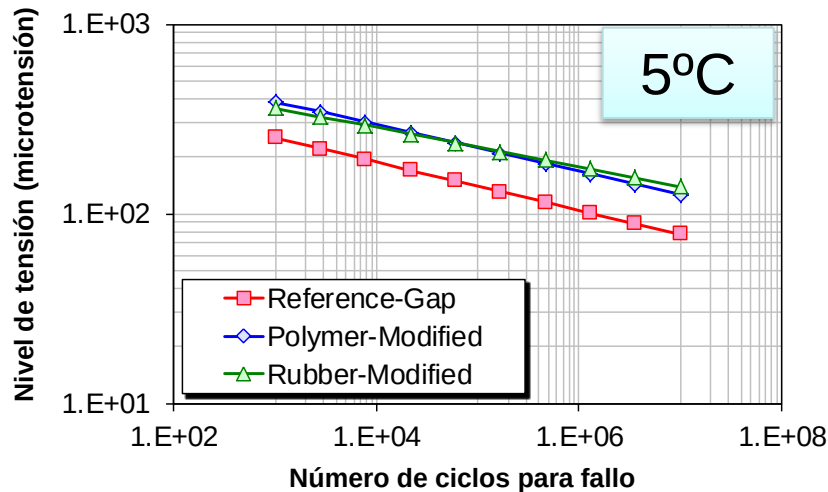
MAYOR DURABILIDAD

Hacia una nueva rodadura >

SIGNUS

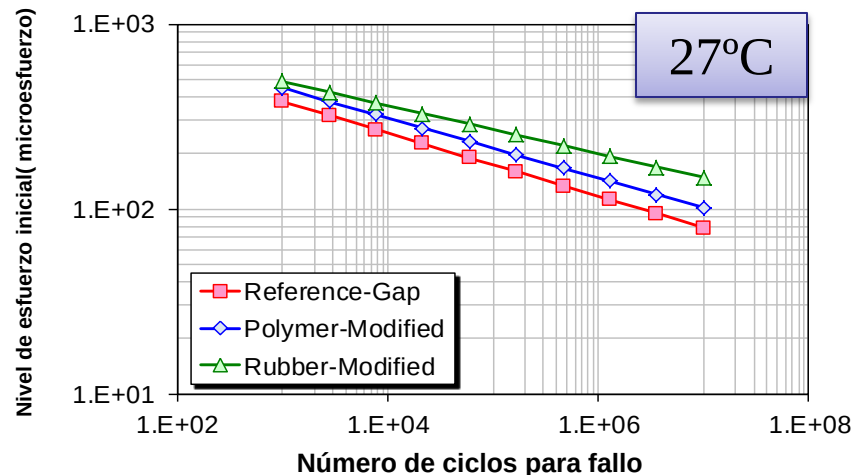
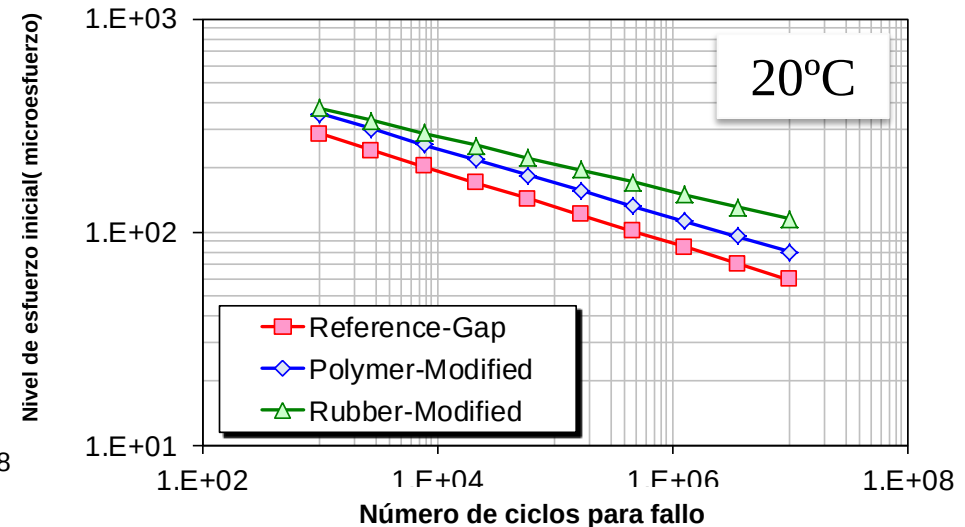
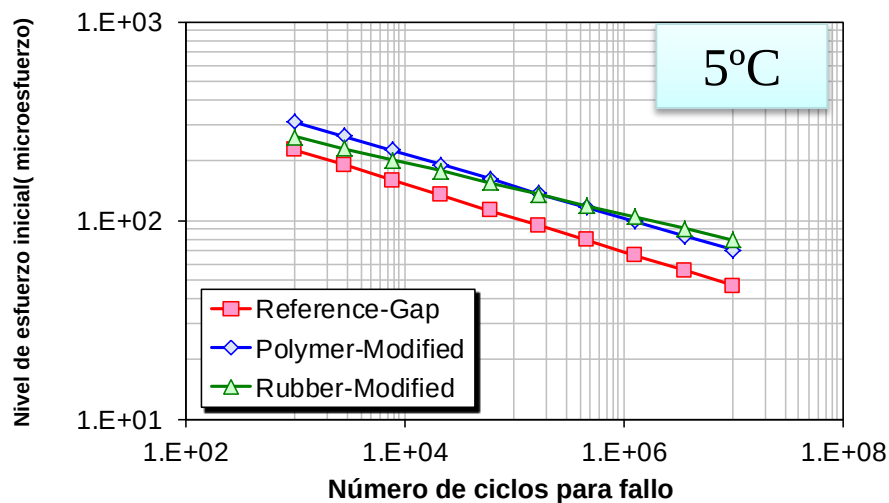
SUECIA: COMPARACIÓN DE TRES MEZCLAS

ViscoElastic Continuum Damage: *Estudio de control de tensión*



SUECIA: COMPARATIVA DE TRES MEZCLAS

Visco Elastic Continuum Damage: *Estudio de control del esfuerzo*



Hacia una nueva rodadura >

SIGNUS

SUECIA: COMPARATIVA DE TRES MEZCLAS

EVIDENCIA EXPERIMENTAL:

- Mejor comportamiento a fatiga
- Mejor resistencia a la fisuración y la propagación de grietas
- Módulo dinámico comparable al de una mezcla SMA de Polímero-Betún
- Los resultados de los modelos matemáticos utilizados muestran un mejor comportamiento de la GAP-16 en comparación con el producto SMA con Polímero-betún.

EVIDENCIAS DE LAS MEJORAS SOBRE EL TERRENO

12 años de servicio California



Texas 11 años

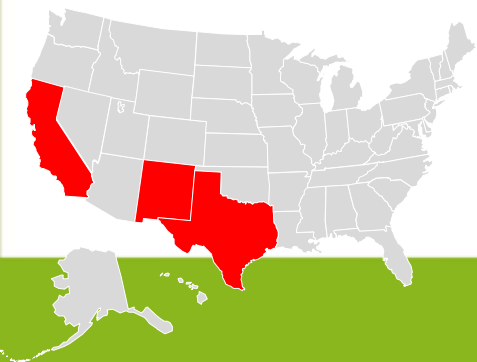


Texas – New Mexico 12 años



20 cm convencional

12 cm AR gap



Hacia una nueva rodadura >

SIGNUS

EVIDENCIAS DE LAS MEJORAS SOBRE EL TERRENO

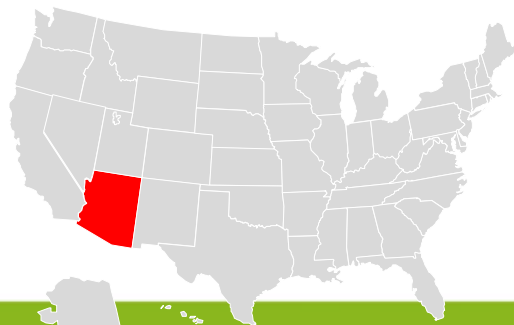
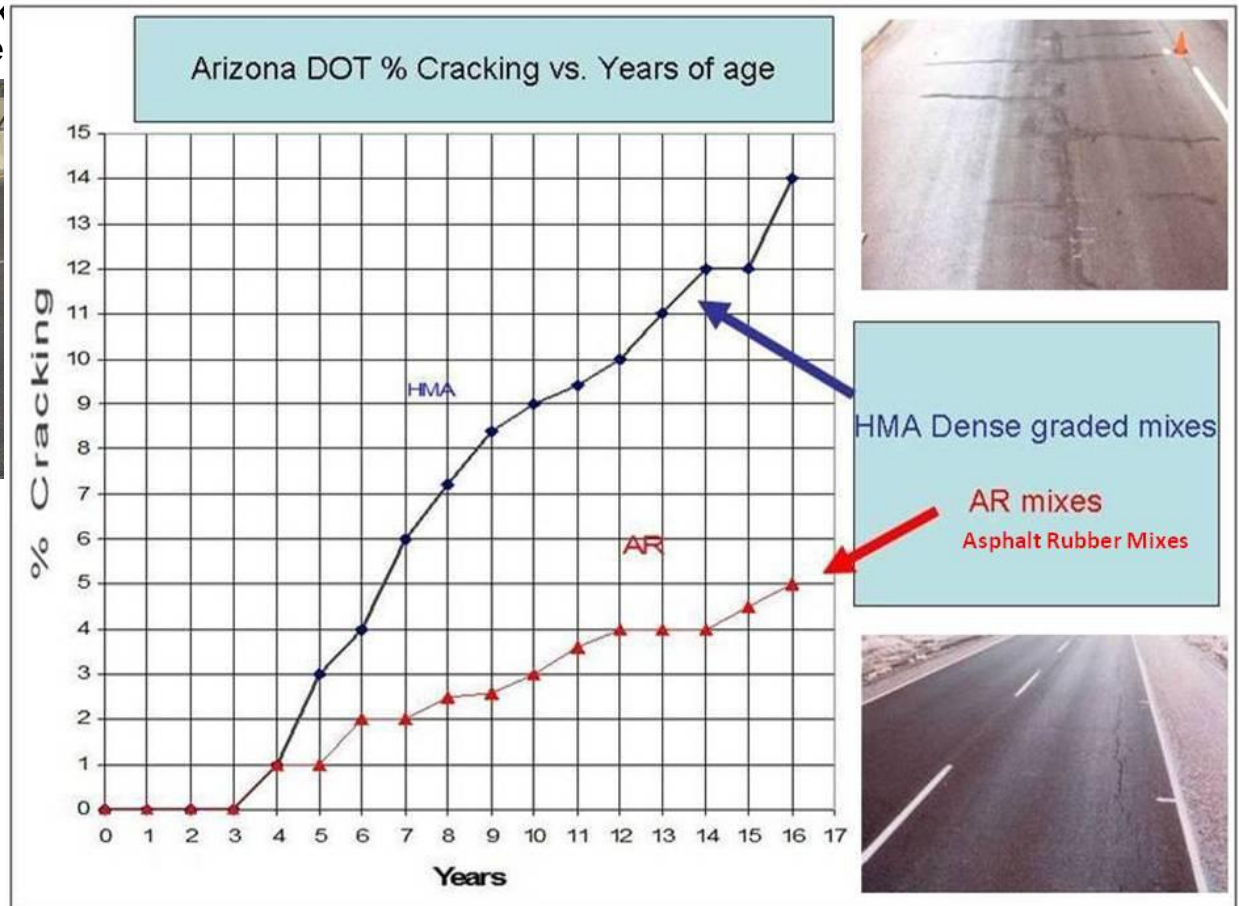
I-10 Perryville
ARFC
No Cracks
2011/ 16 years



I-17 Frontage Rd
No ARFC
No Crack
2011/ 10 Ye



I-17 Deer Valley
ARFC



Arizona

Hacia una nueva rodadura >

SIGNUS

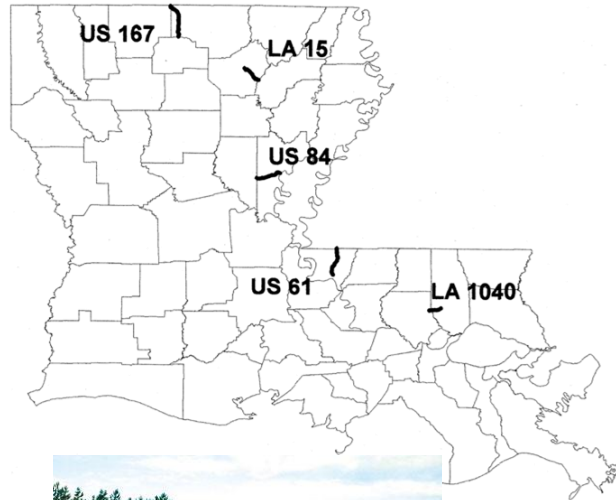
EVIDENCIAS DE LAS MEJORAS SOBRE EL TERRENO



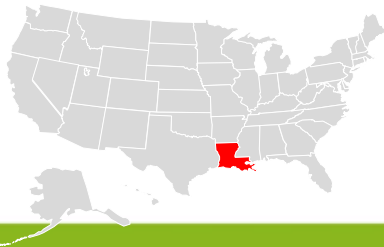
			
Lane 1	Lane 2	Lane 3	Lane 4
CR-AZ	Control	Air Blown	SBS LG
300,000	100,000	100,000	300,000

M. Belshe, The Rubber Pavements Association
Federal Highway Administration – Washington DC

EL CASO LOUISIANA: 16 AÑOS DE ESTUDIO

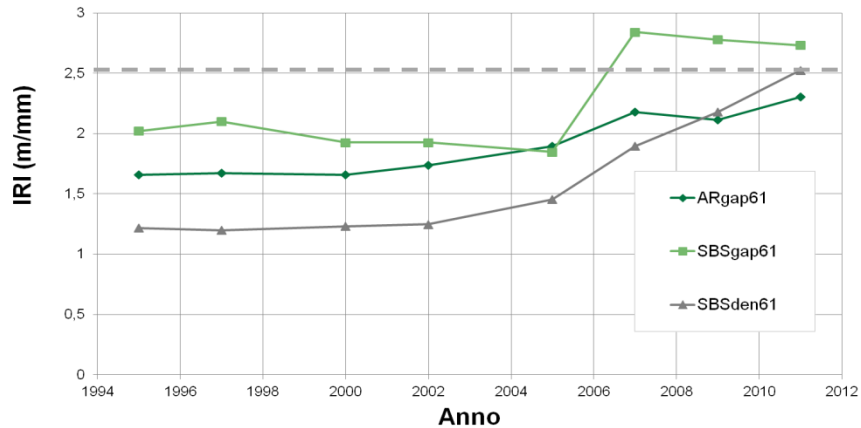


*	lugar	tipo	betún	% goma	Tipo grano
WET					
ARgap61	US 61	Gap graded	70/80	17,5%	< 1,2 mm
ARgap15	LA 15	Gap graded	70/80	17,5%	< 1,2 mm
TB10den15	LA 15	Dense graded	40/50	10 %	< 0,2 mm
TB5den84	US84	Dense graded	40/50	5%	< 0,2 mm
DRY					
DR1den167	US 167	Dense graded	40/50	1%	< 0,2 mm
DR2gap167	US 167	Gap graded	40/50	2%	< 1,2 mm

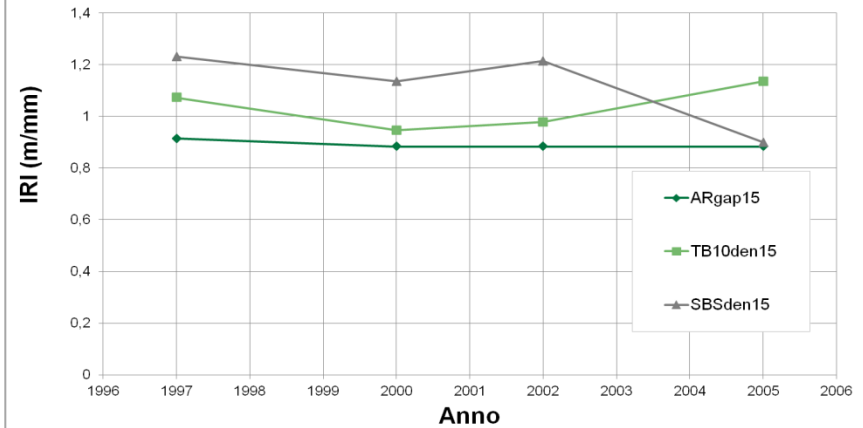


EL CASO LOUISIANA: 16 AÑOS DE ESTUDIO

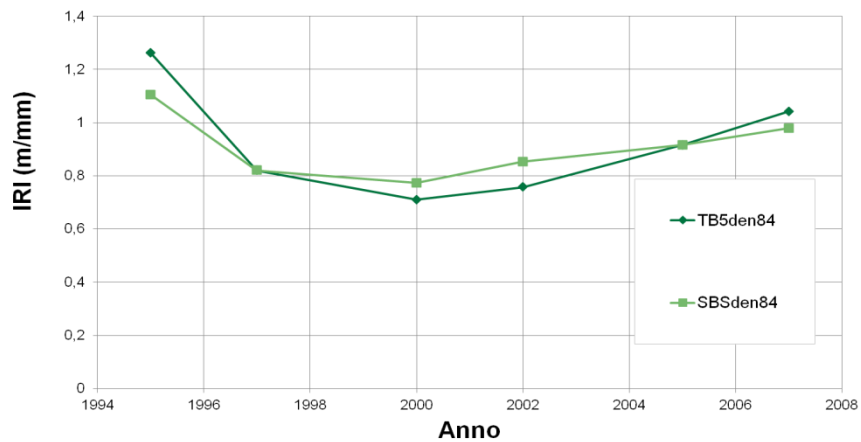
International Roughness Index (mm/m) - US61



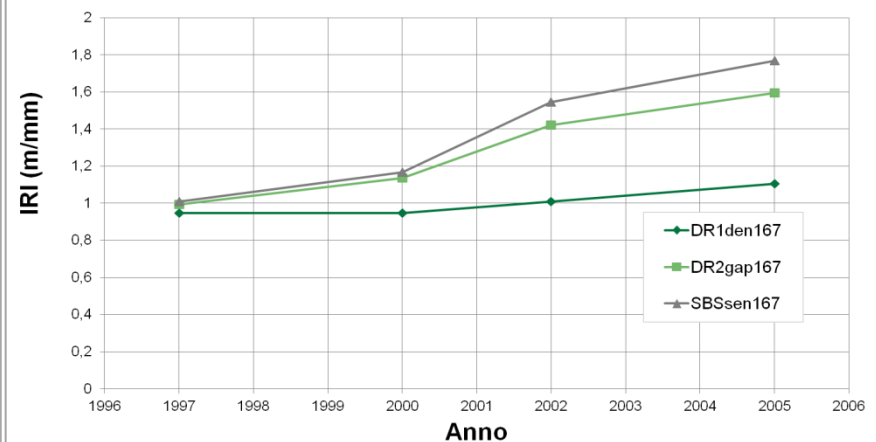
International Roughness Index (mm/m) - LA15



International Roughness Index (mm/m) - US84

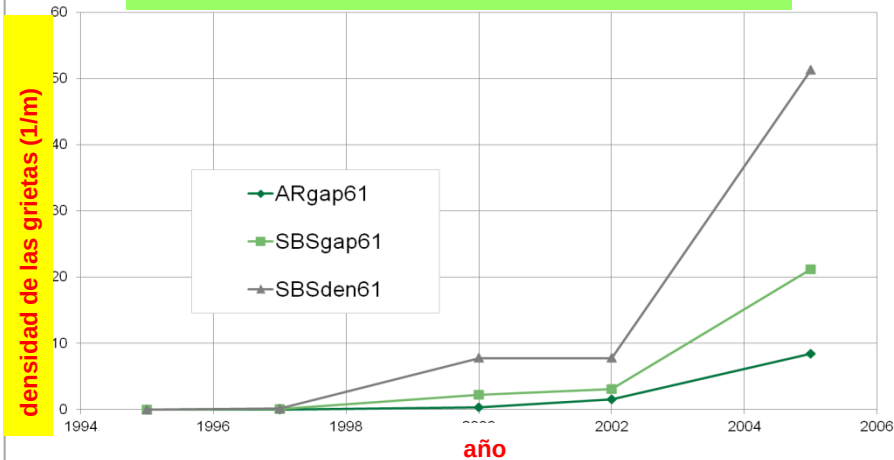


International Roughness Index (mm/m) - US167

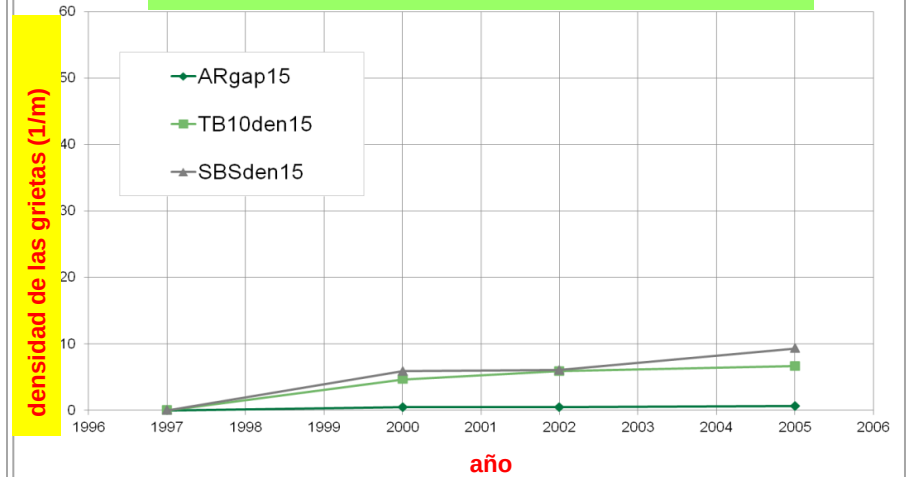


El caso LOUISIANA: 16 años de estudio.

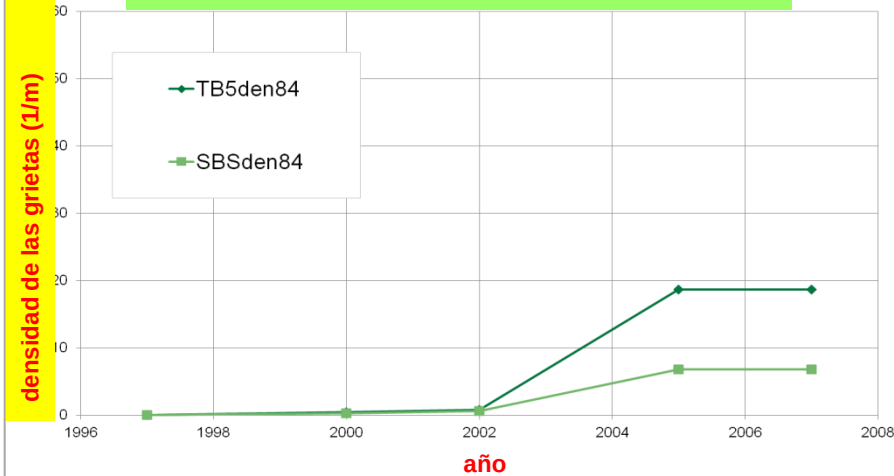
Profundidad medida de (unidad/m) – US61



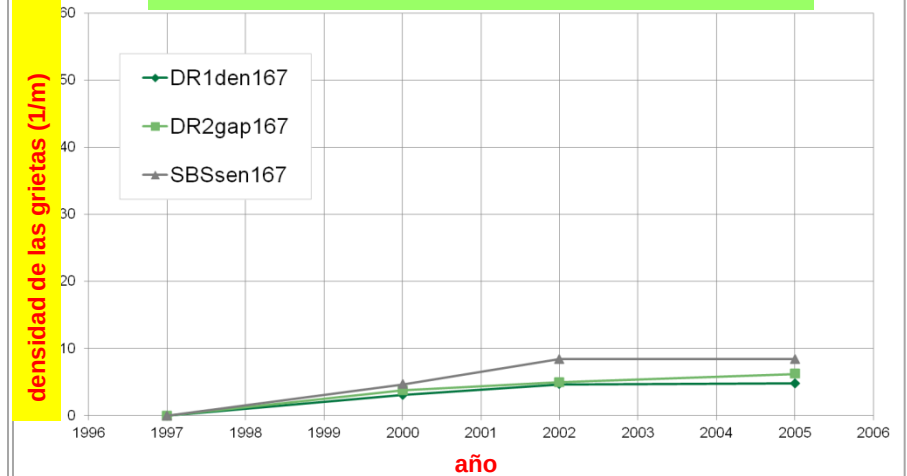
densidad de las grietas (unidad/m) – LA15



densidad de las grietas (unidad/m) – US84

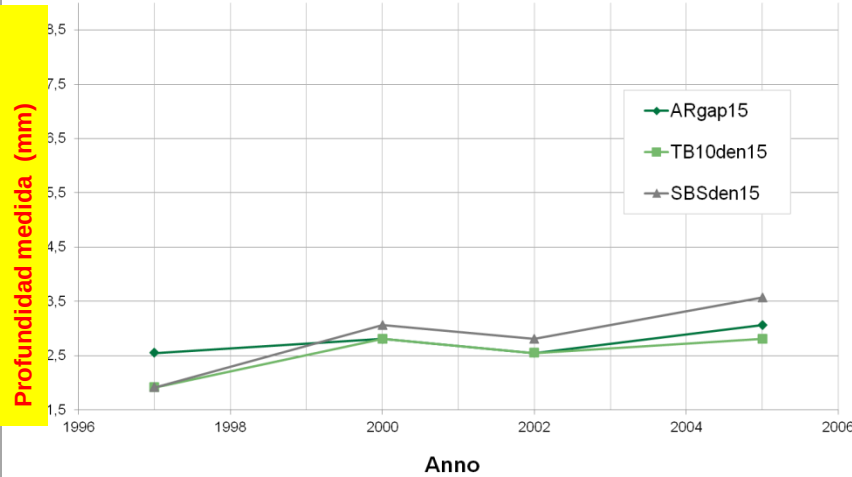


densidad de las grietas (unidad/m) – US167

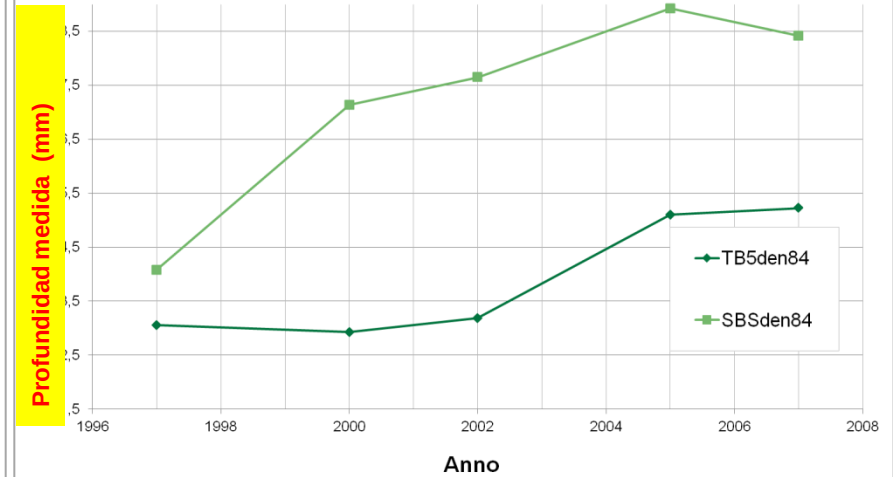


El caso LOUISIANA: 16 años de estudio.

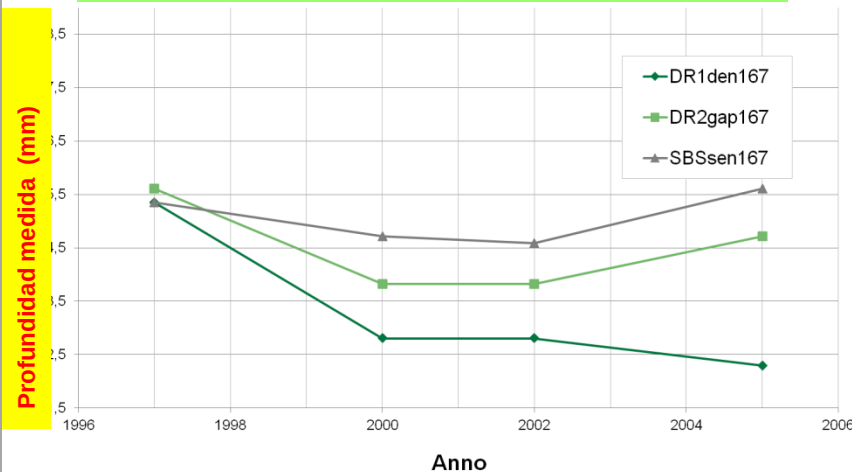
Profundidad media de la rodera (mm) – LA 15



Profundidad media de la rodera (mm) – US84



Profundidad media de la rodera (mm) – US167

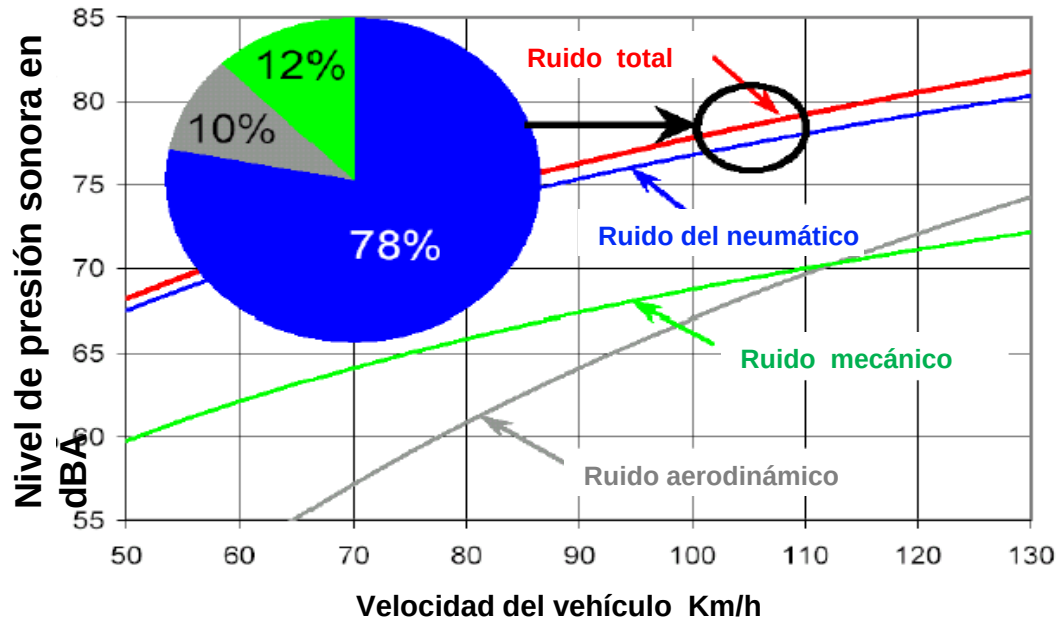


MEJORAS AMBIENTALES

- ☐ Reducción del ruido del tráfico

REDUCCIÓN DE RUIDO DE RODADURA

Típico gráfico de emisión de ruido en carreteras debidas a tráfico de vehículos

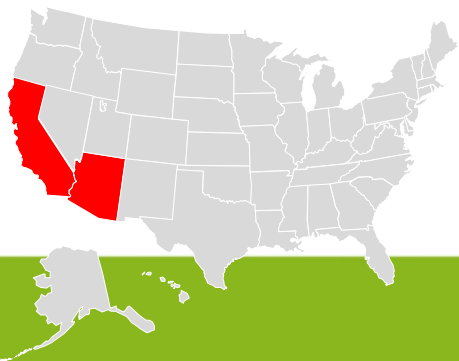


Efecto de la velocidad en el ruido del vehículo (Donovan 2003)

A velocidades superiores a 50 km/h el ruido de rodadura se vuelve importante

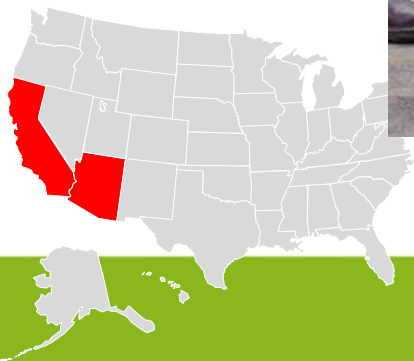
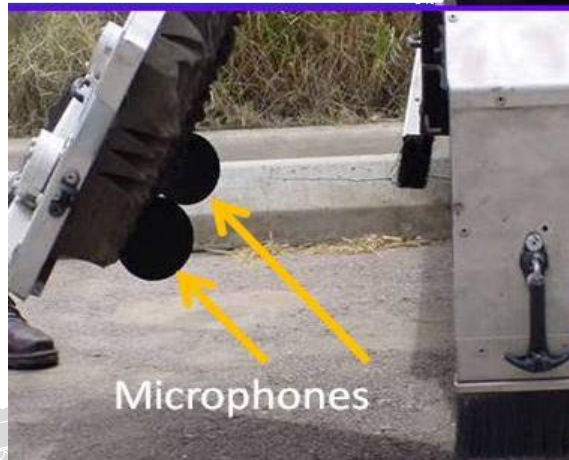
LA EXPERIENCIA DE CALTRANS + ADOT

- 1998 Se introdujo AR-GAP en Arizona
- 1999-2001 Primer seguimiento acústico
- 2002 Inicio de la cooperación Caltrans y ADOT



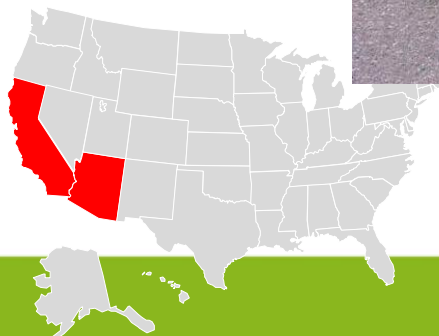
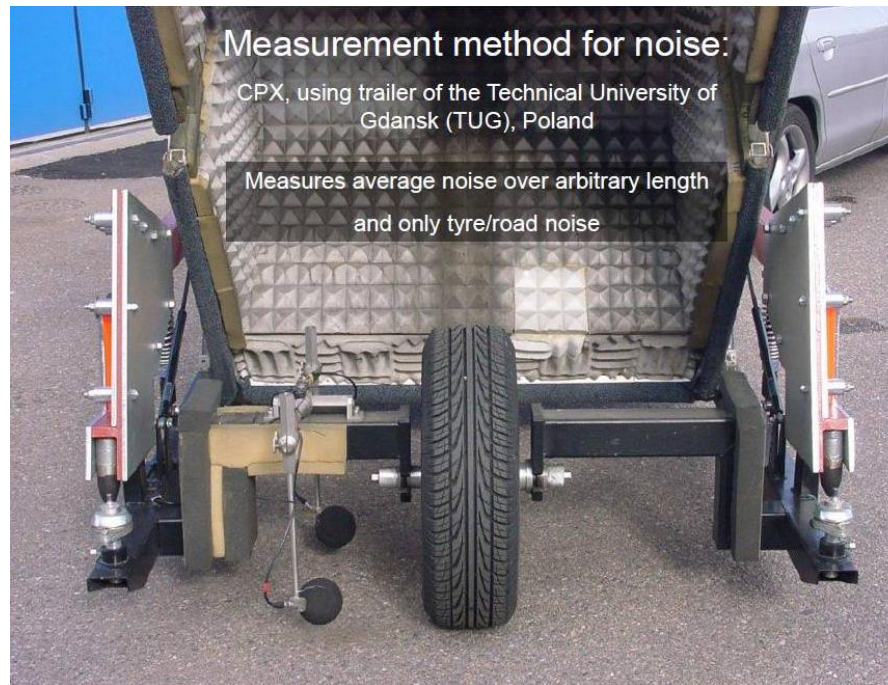
LA EXPERIENCIA DE CALTRANS + ADOT

- 2003-2004 Desarrollo de nuevos métodos de ensayo
(Método CPX)

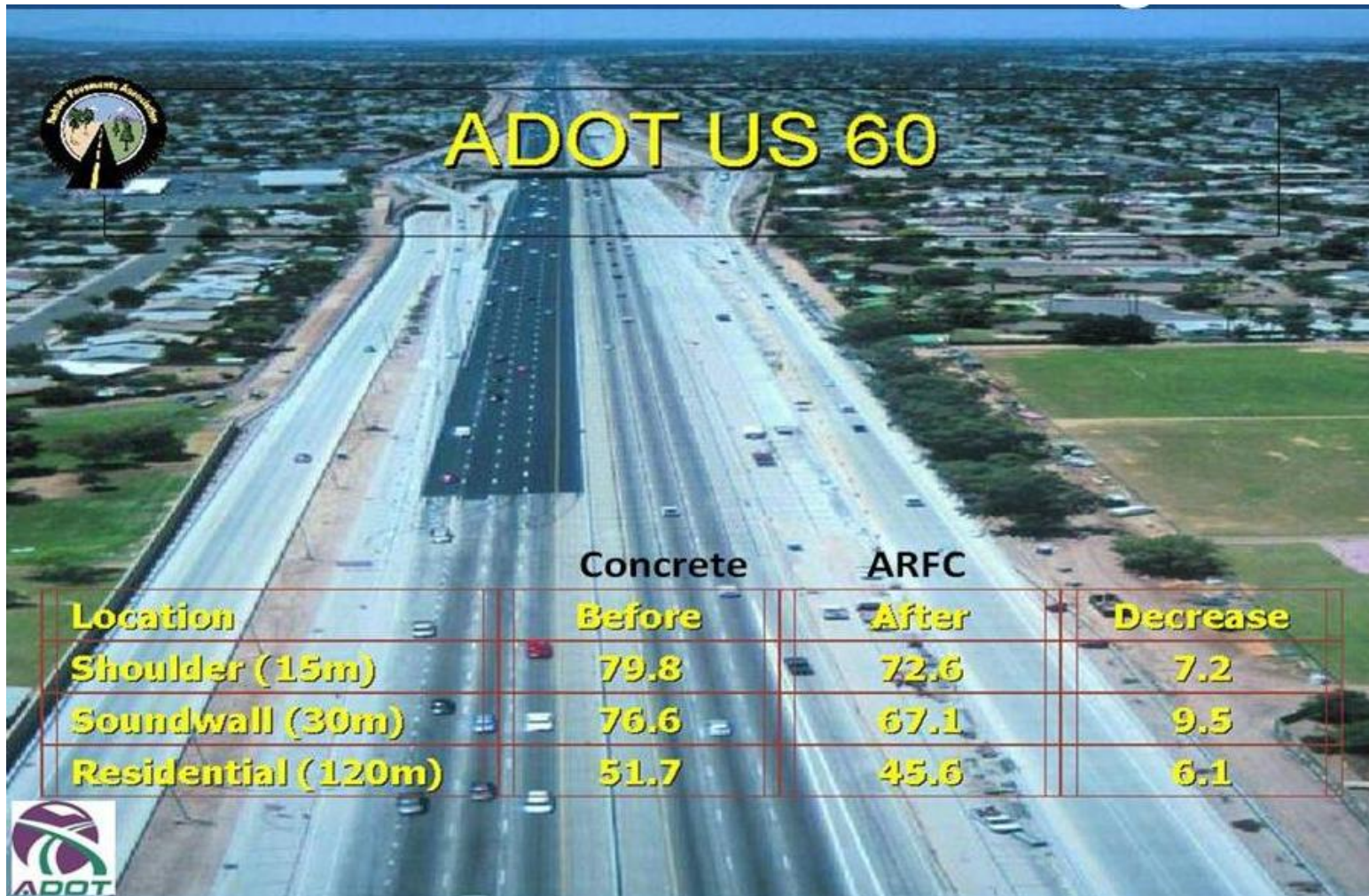


LA EXPERIENCIA DE CALTRANS + ADOT

- 2003-2004 Desarrollo de métodos de ensayo CPX



LA EXPERIENCIA DE CALTRANS + ADOT



Hacia una nueva rodadura >

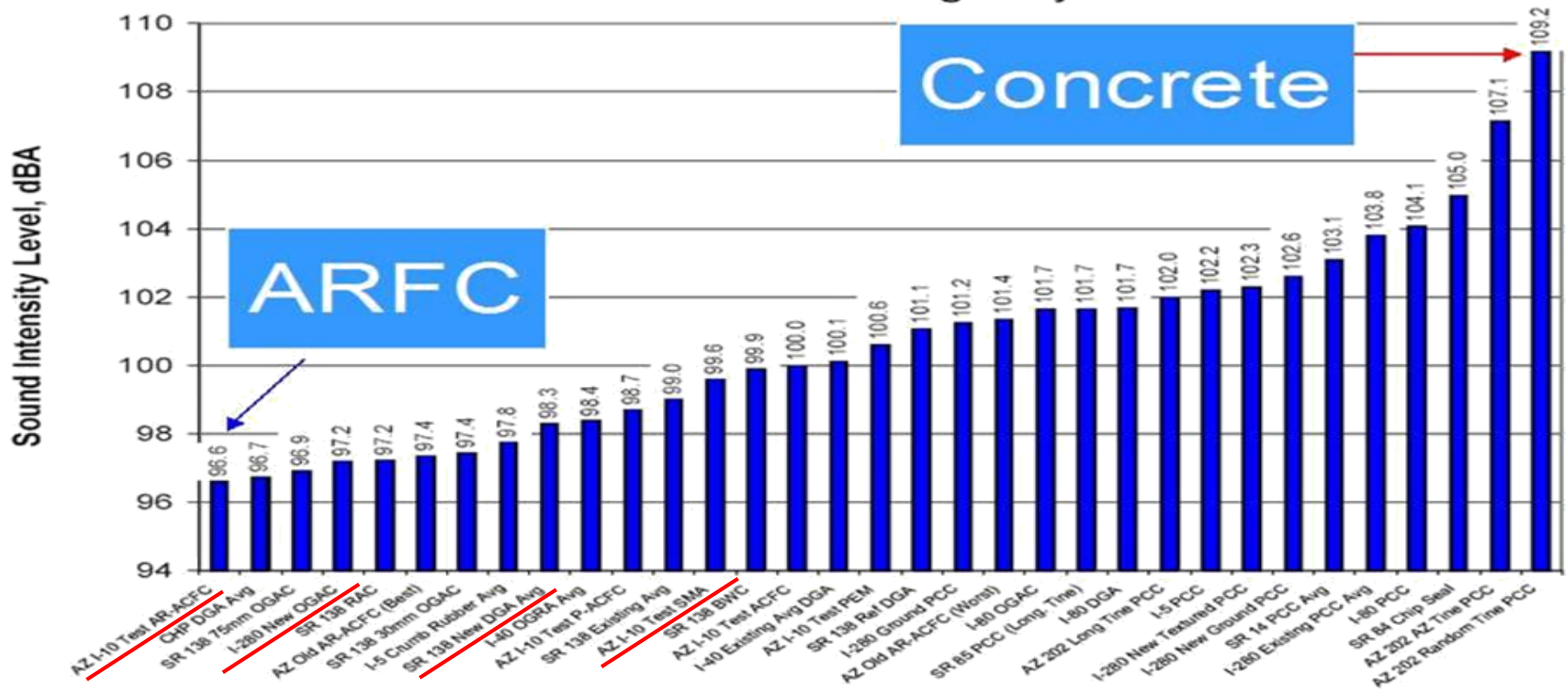
SIGNUS

LA EXPERIENCIA DE CALTRANS + ADOT



ARFC Least Noisy Pavement Surface

Tire/Pavement Noise Sound Intensity
California & Arizona Highways



Hacia una nueva rodadura >

SIGNUS

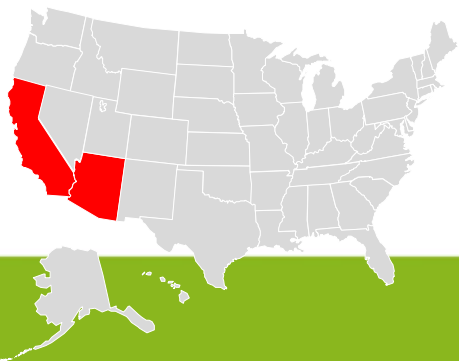
RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DEL ARIZONA-DOT

Comparison of the CPX Tire/Pavement Noise for Different Surfaces

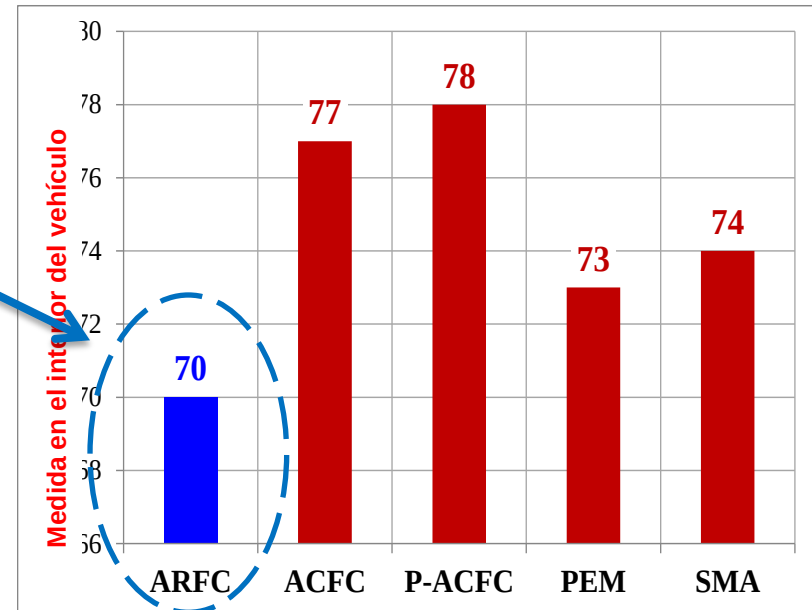
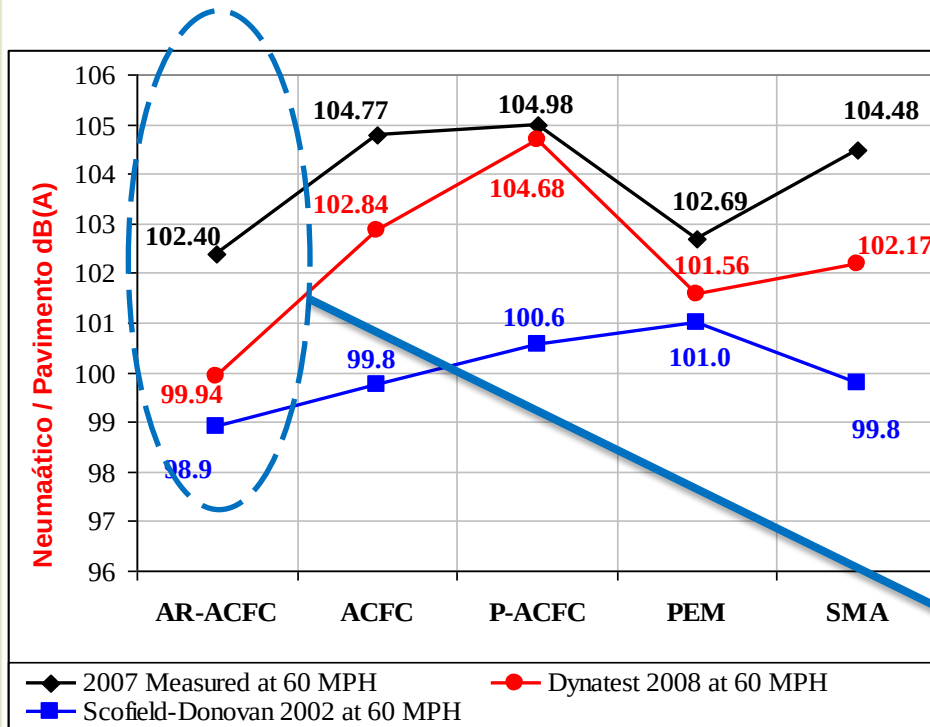
Surface Type	Sound Intensity, dBA
Asphalt-Rubber-Open Graded	96-97
Asphalt-Rubber-Gap Graded	98-99
HMA Dense Graded	100-102
Asphalt Chip Seal	105-107
Concrete	101-109



Desde 2003 en Arizona se han ejecutado programas de asfalto silenciosos sobre más de 1500 Km de autopistas

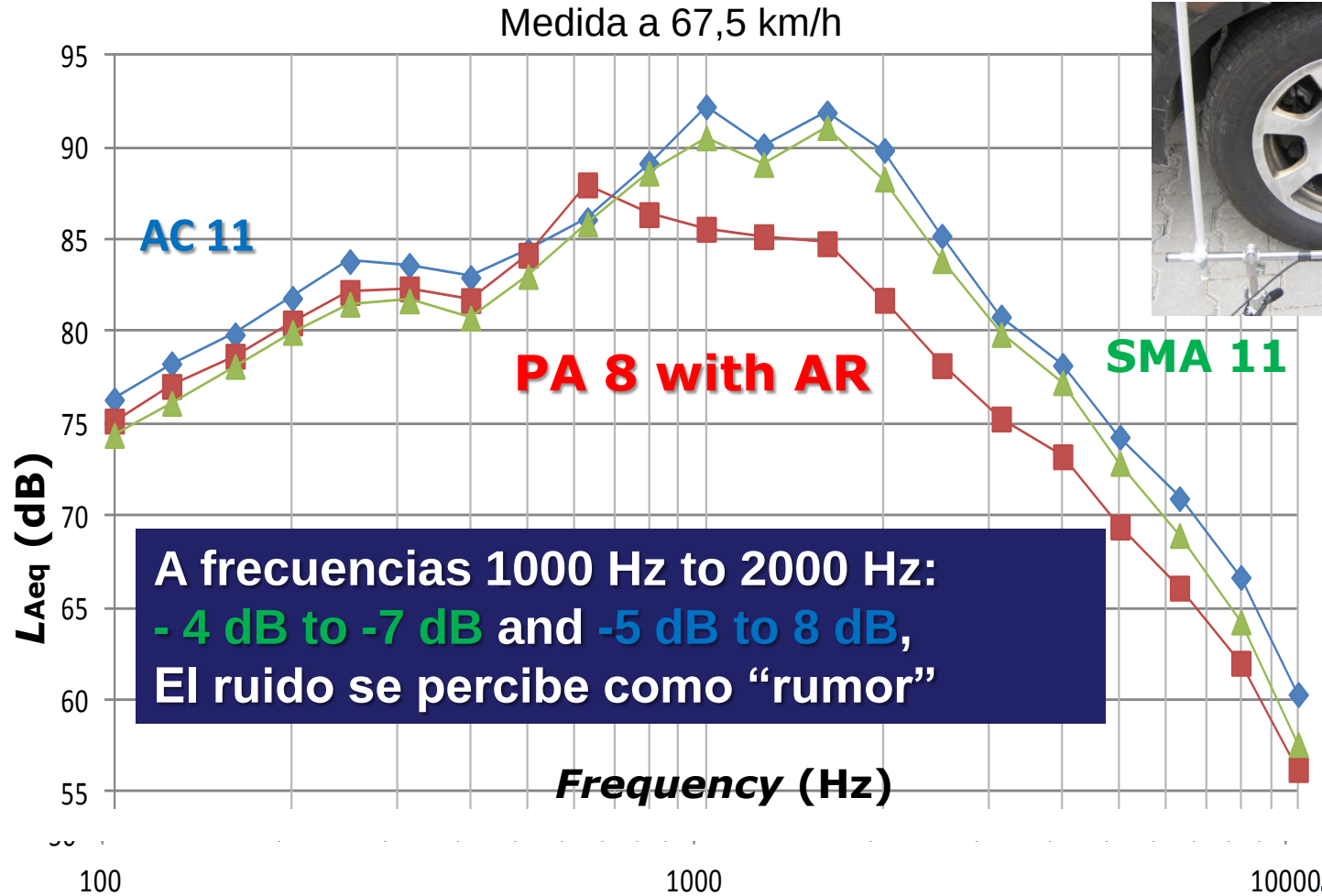


LA EXPERIENCIA DE CALTRANS + ADOT



AR-ACFC (open): El más silencioso en todos los casos

LA EXPERIENCIA CHECA EN LA MEDIDA DEL RUIDO



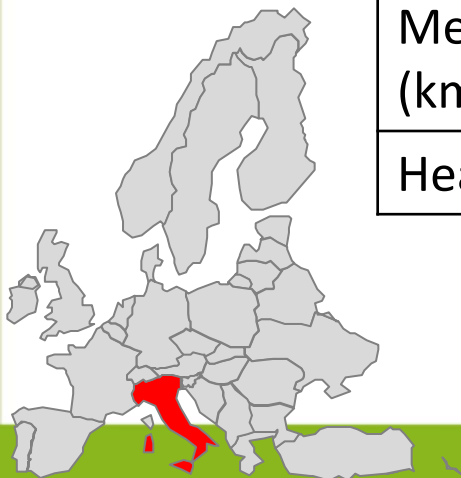
ISO/CD 11819-2 Close Proximity Method CPX

Hacia una nueva rodadura >

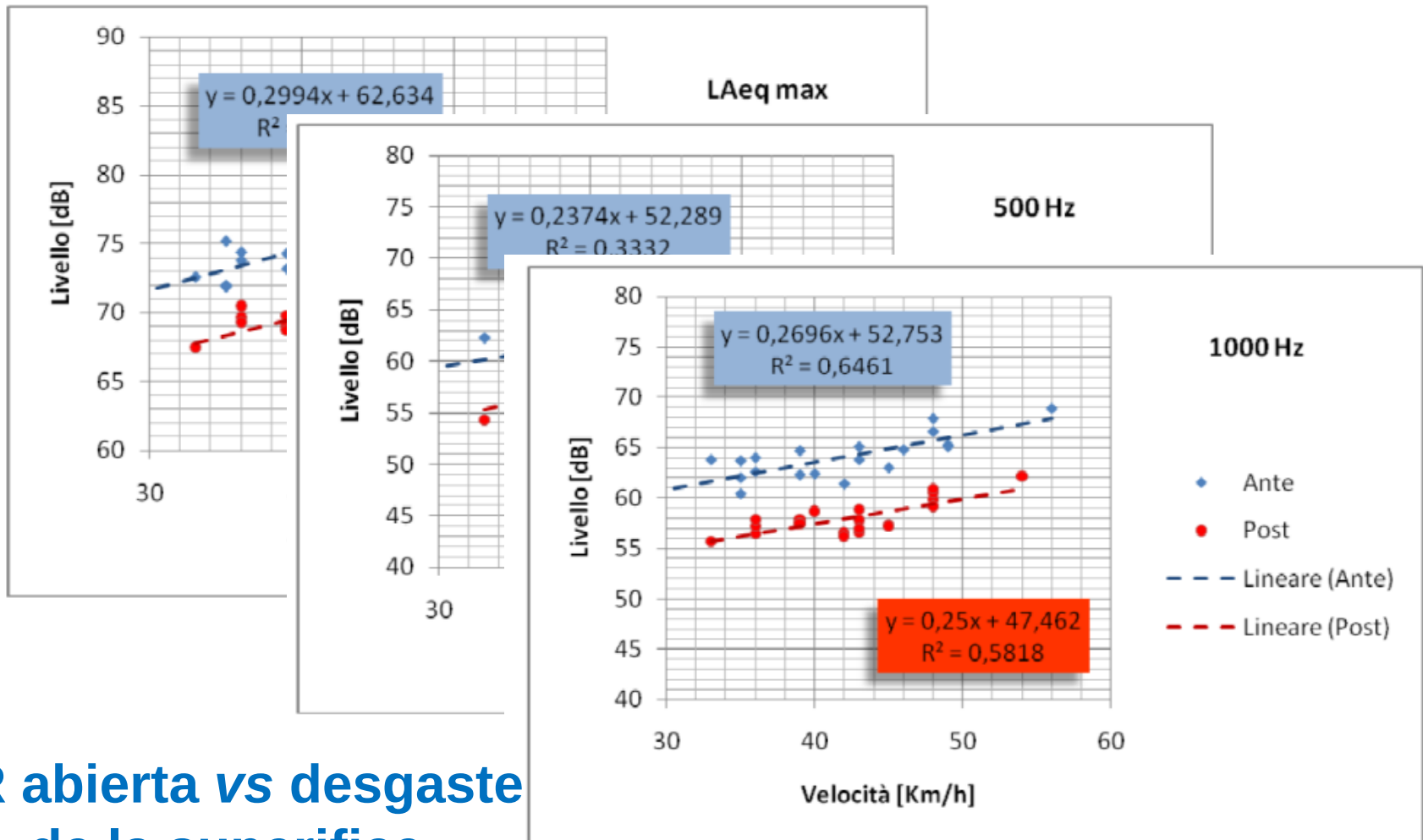
SIGNUS

ITALIA: REDUCCIÓN DEL RUIDO EN FLORENCIA

	NEW GAP	NEW OPEN	TRAD
Leq,wd (dBA)	- 3 dBA	- 5 dBA	67.9
Leq,wn (dBA)	57.9	56.5	61.5
Traffic (vehicles/day)	6694	5656	8967
Mean speed, day (km/h)	37.7	40.8	48.3
Mean speed, night (km/h)	42.0	44.9	58.3
Heavy vehicles (%)	10.16	2.05	3.51



ITALIA: PROYECTO SILENCIO



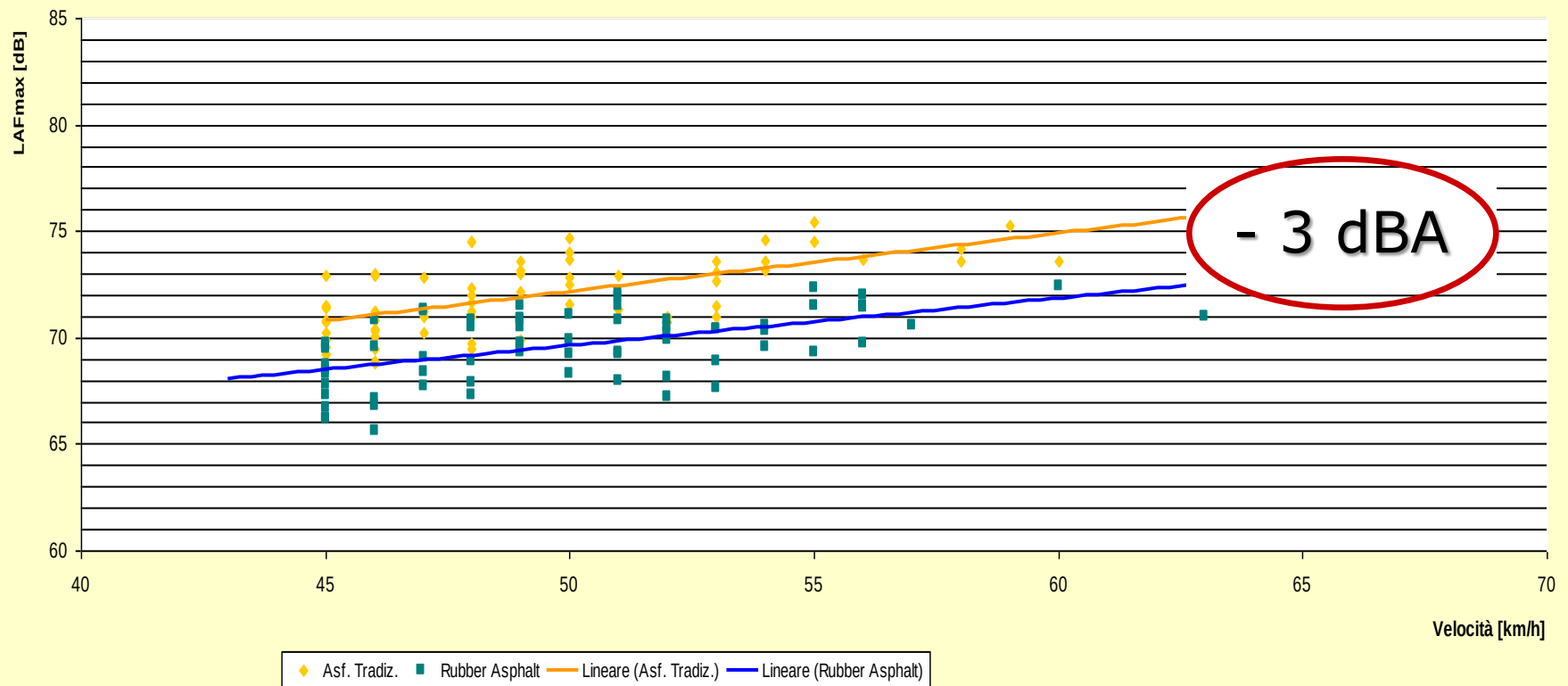
AR abierta vs desgaste
de la superficie

Hacia una nueva rodadura >

SIGNUS

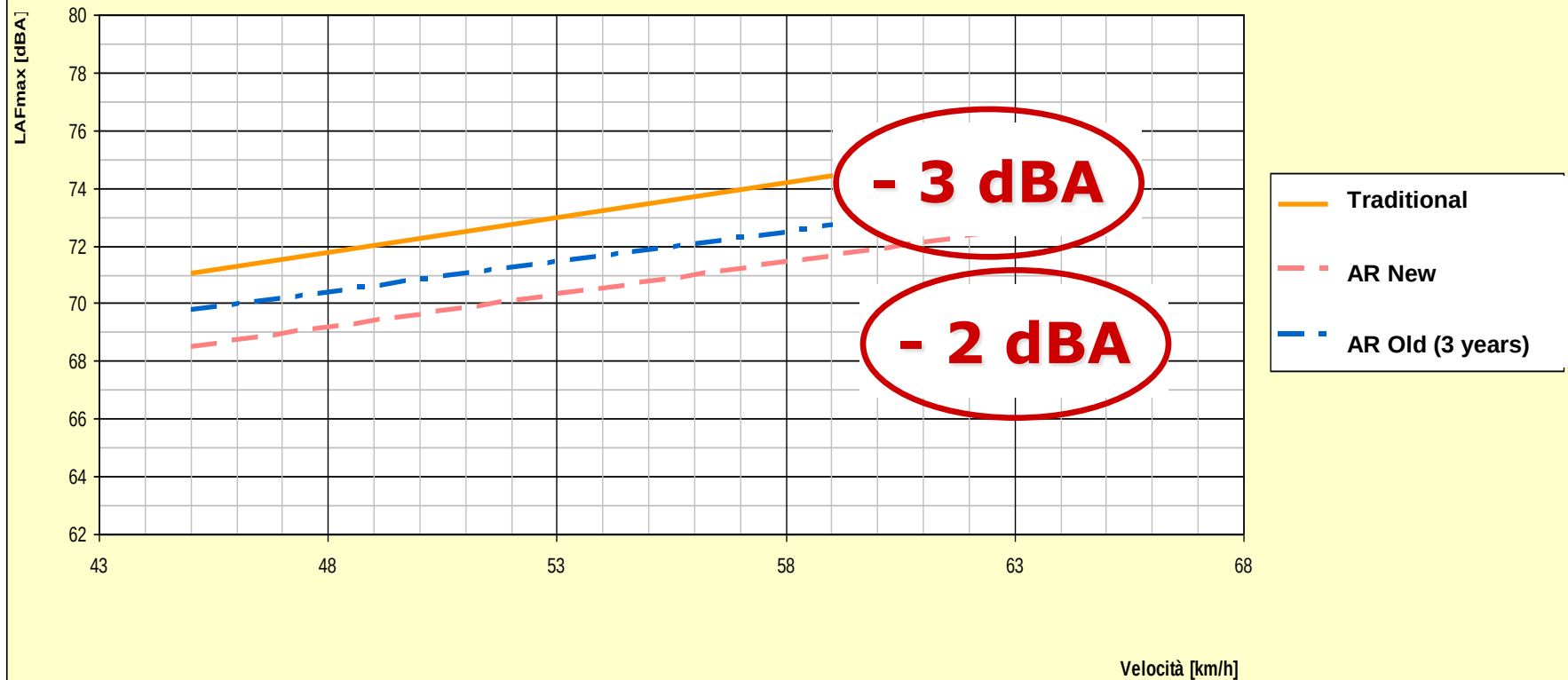
ITALIA: PROYECTO SILENCIO

Confronto Asfalto Tradizionale e Rubber Asphalt Open Graded (7 mesi dalla stesa)



ITALIA: PROYECTO SILENCIO

Confronto Asfalto Tradizionale e Asphalt Rubber Open Graded

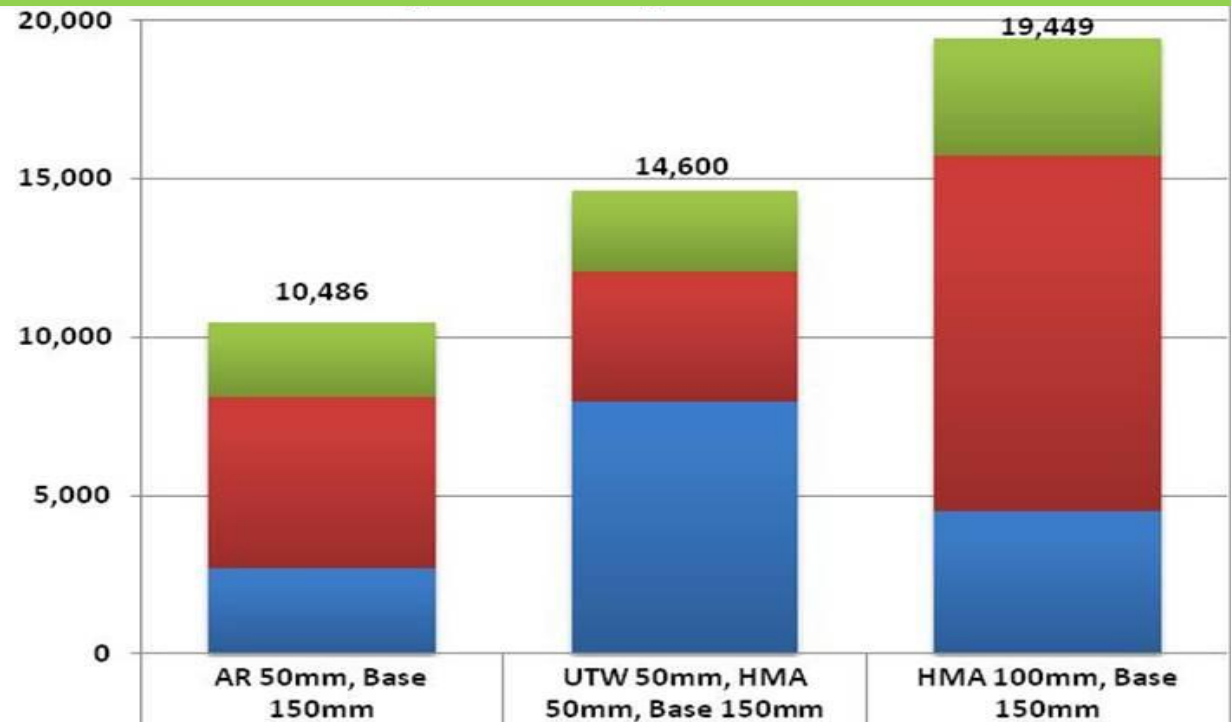


MEJORAS AMBIENTALES

- ☐ Reducción del ruido del tráfico
- ☐ Reducción de emisiones de CO2

MEJORAS AMBIENTALES: EMISIONES CO2

Total kg CO2 Eq./km anuales



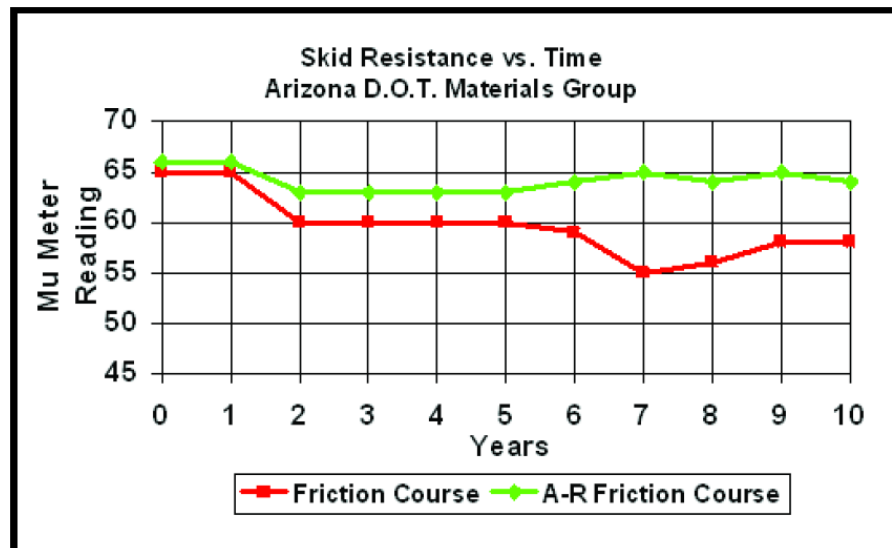
Transportation kg An. CO2 Eq. / km	2,386
Mixing kg An. CO2 Eq. / km	5,381
Production kg An. CO2 Eq. / km	2,718

MEJORAS DE LA SEGURIDAD

- ☐ La mejora del agrietamiento por fatiga o reflexión de las capas inferiores conlleva un firme en mejor estado que redundará en la seguridad de la carretera.
- ☐ Mantenimiento de contraste de la señalización horizontal durante más tiempo.

MEJORAS DE LA SEGURIDAD

- ❑ Proporciona un mayor agarre a través de las micro y macro texturas de las superficies (aumenta la adherencia del neumático en la carretera) y durabilidad.



MEJORAS DE LA SEGURIDAD

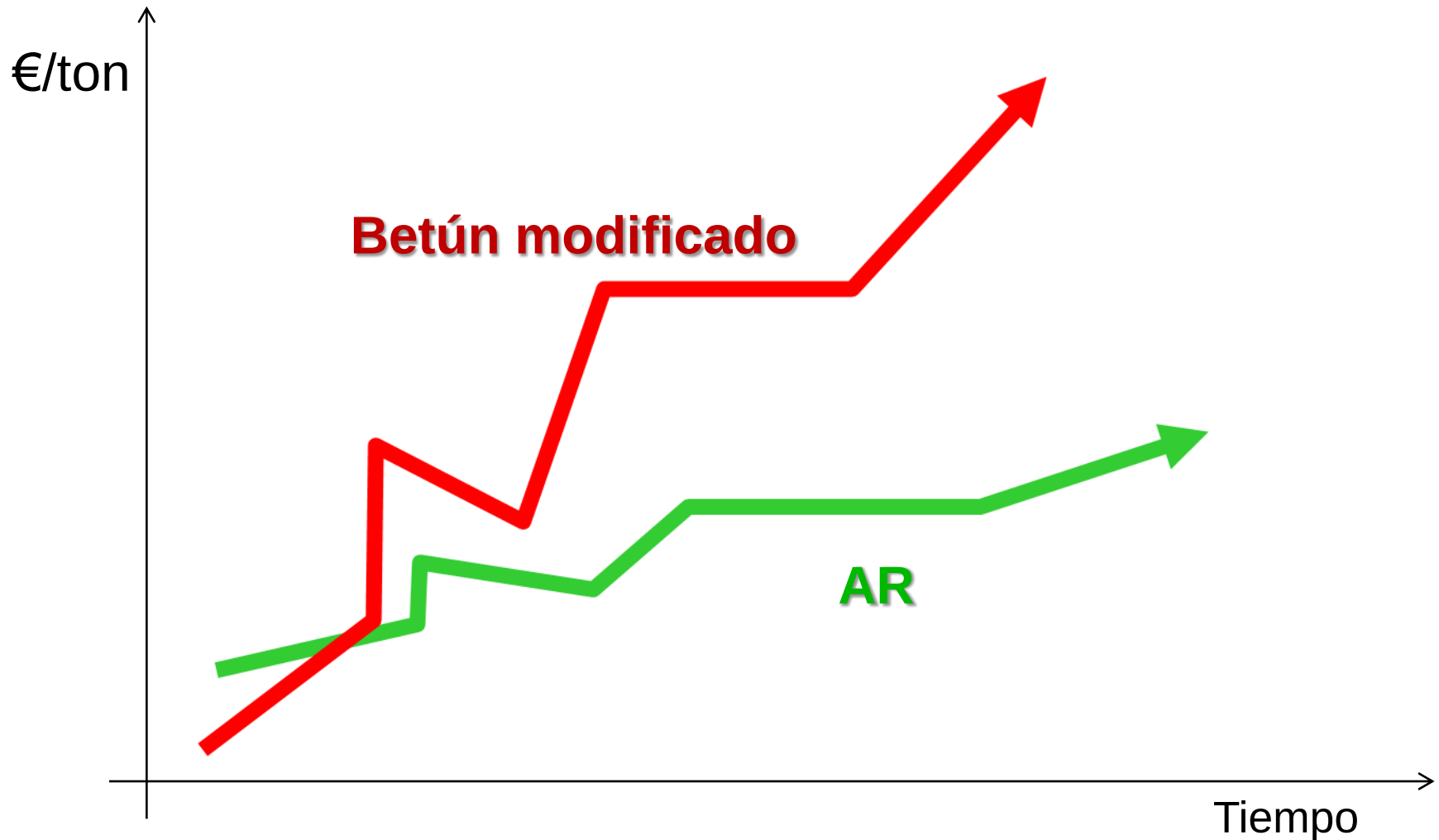
- ❑ Mejora la visibilidad con la lluvia: la adición de polvo de NFU permite la formulación de “mezclas abiertas” o “drenantes”



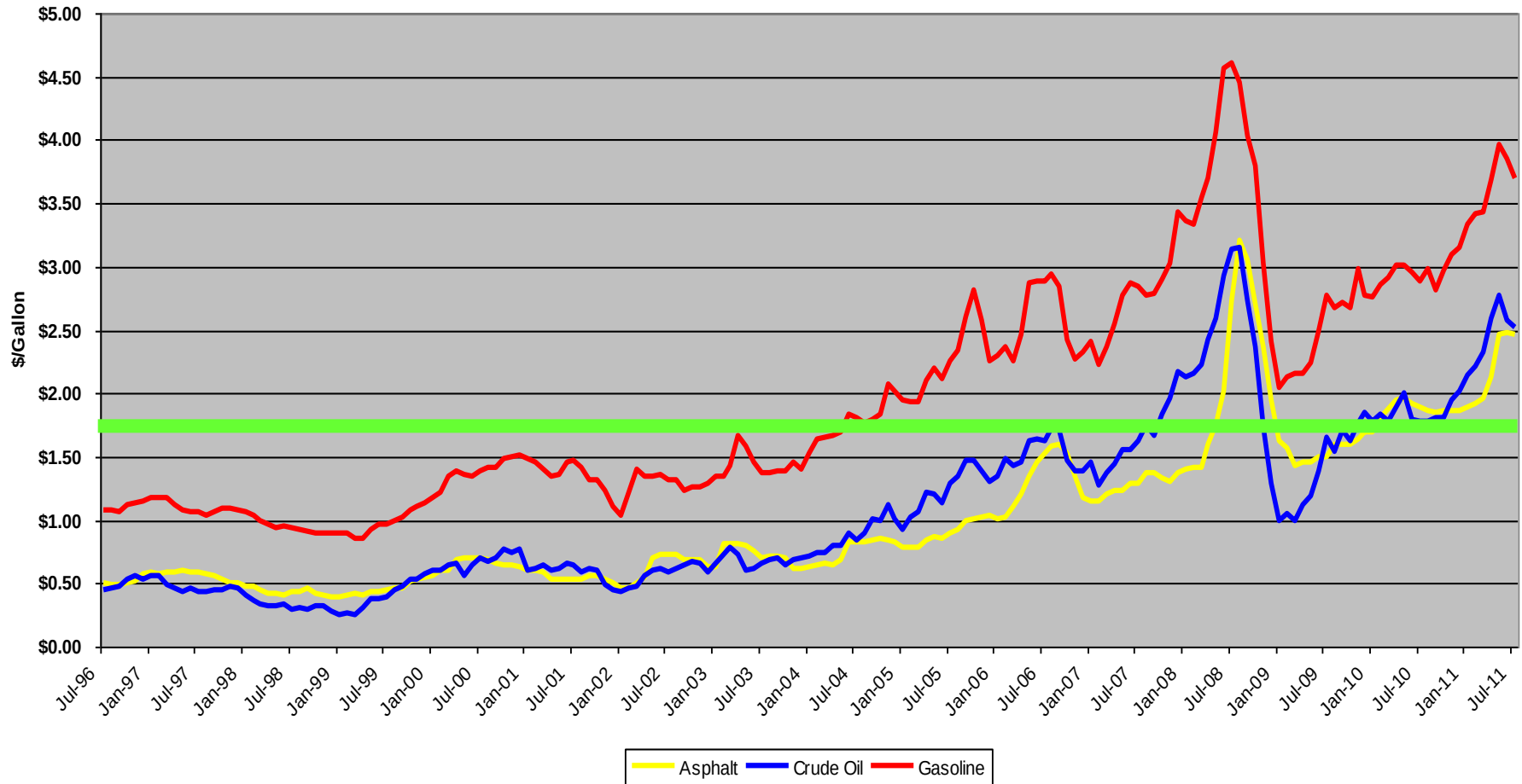
VENTAJAS ECONÓMICAS

- Reducción del coste de inversión inicial

EVOLUCIÓN DEL PRECIO EN EL MERCADO



PRECIO DEL BETÚN Y SU DISPONIBILIDAD



Coste relativo del caucho

Hacia una nueva rodadura >

SIGNUS

COSTES DE LAS MEZCLAS

Fórmula de trabajo
10% polvo de NFU

Precio del polvo	< 200 €/t
Precio del betún	600 €/t

Coste del betún = $(600 * 0,9) + (200 * 0,1) = 540 + 20 = \mathbf{560 \text{ €/t}}$

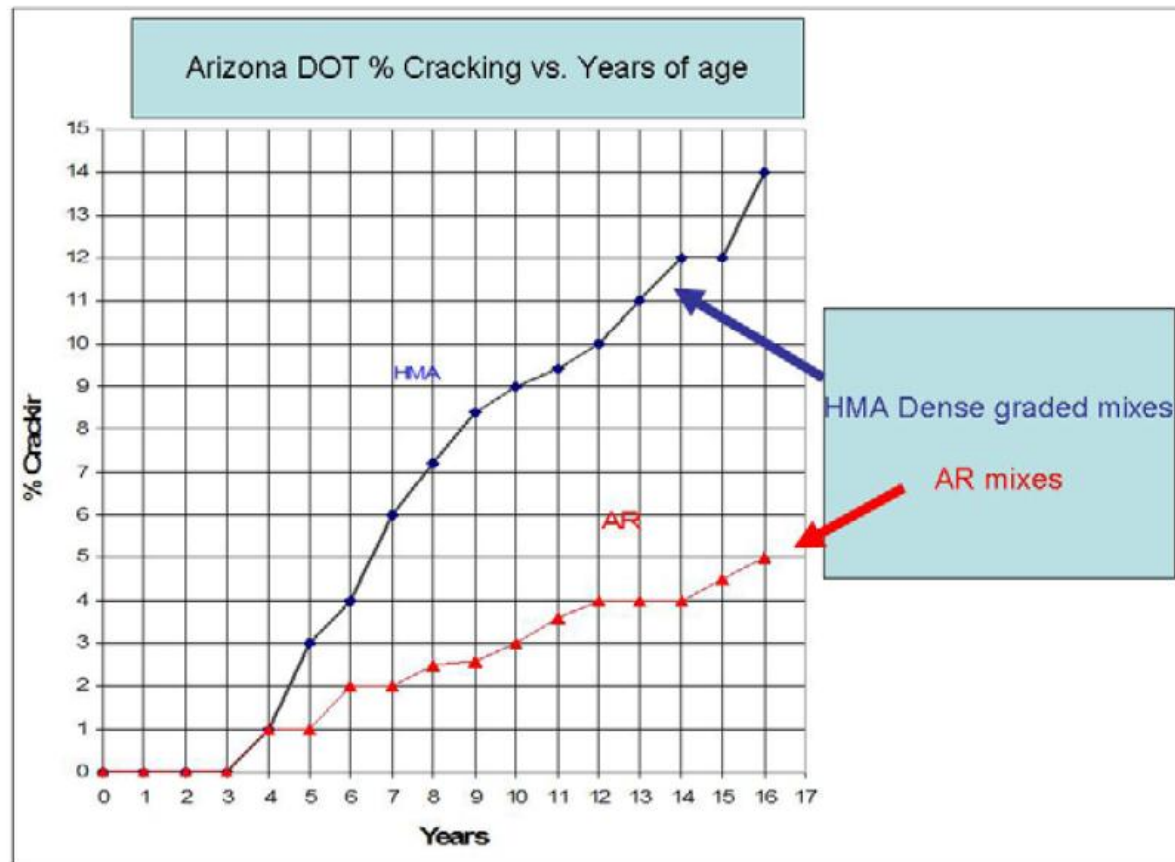
Si el coste de producción fuese < 40 €/t

Ahorro económico

VENTAJAS ECONÓMICAS

- **Reducción del coste de inversión inicial**
- **Reducciones de los costes de mantenimiento**

REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO

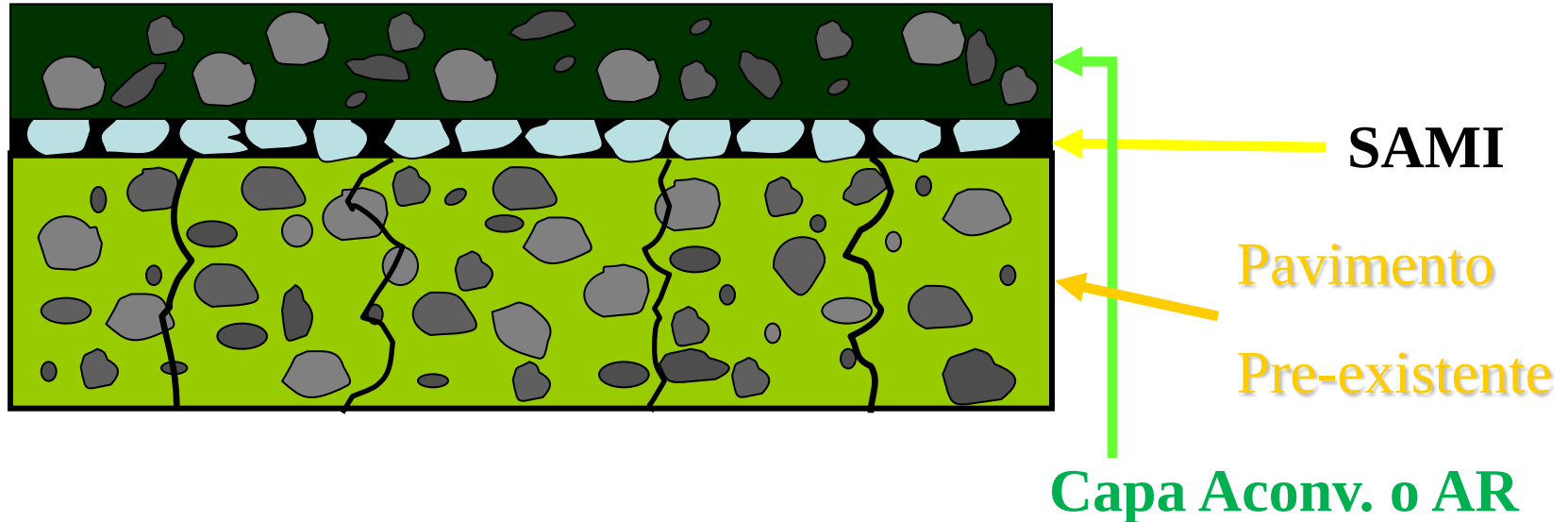


Statewide cracking performance with and without asphalt rubber

VENTAJAS ECONÓMICAS

- **Reducción del coste de inversión inicial**
- **Reducciones de los costes de mantenimiento**
- **Alternativa más económica en vías muy fisuradas**

SAMI – MEMBRANAS ANTIFISURAS



La colocación de membranas antireflexión de fisuras, resulta una alternativa más económica que la eliminación de capas antiguas.

VENTAJAS ECONÓMICAS

- **Reducción del coste de inversión inicial**
- **Reducciones de los costes de mantenimiento**
- **Alternativa más económica en vías muy fisuradas**
- **Reducciones de espesor de capas cuando se emplean mezclas de características especiales (alta viscosidad)**

VENTAJAS ECONÓMICAS



Reducción del espesor = 40 %

SOFTWARE LCCA

- FHWA RealCost Software and user's manual:
 - <http://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/asstmgmt/lccasoft.cfm>
- Caltrans Life-Cycle Cost Analysis Procedures Manual:
 - http://www.dot.ca.gov/hq/maint/Pavement/Offices/Pavement_Engineering/PDF/LCCA_Manual_MASTERFinal.pdf
- Las dos herramientas, complementan los costos iniciales y futuros (descontados) para la Agencia y para los usuarios durante el ciclo de vida del pavimento.

Identificar la inversión al precio más bajo y el precio más rentable

Ambas aplicaciones son de descarga gratuita

$$NPV = IC + \sum FC \times \left(\frac{1}{1+i} \right)^n$$

VAN: Valor actual neto

IC: costo inicial

FC: costes futuros

i: tasa de descuento

n: años de vida útil

INCONVENIENTES

- ☐ **Modificaciones en las fórmulas y las condiciones de trabajo**
- ☐ **Poca información sobre la reciclabilidad de estas mezclas en el futuro.**
- ☐ **Necesidad de empleo de equipos especiales, en el caso de la vía húmeda.**
- ☐ **Se trata de un proceso más sofisticado en el que hay que tener un mayor control de los parámetros de mezcla.
(tiempo de mezcla, tiempo de digestión, temperatura, etc.)**
- ☐ **Control de las potenciales decantaciones**

CONCLUSIONES

- Resultan evidentes las ventajas técnicas que conllevan las mezclas bituminosas con polvo de neumático.
- Ambientalmente también resultan más ventajosas las mezclas con polvo de NFU
- Desde un punto de vista económico el ciclo de vida de las mezclas con polvo resultan más favorables
- La seguridad de las vías puede mejorarse por el uso de polvo de neumático.
- Los inconvenientes que presentan las mezclas con polvo son soslayables y en cualquier caso quedan ampliamente compensados por las ventajas obtenidas

CONCLUSIONES

A pesar del balance tan positivo entre ventajas e inconvenientes, estas mezclas no están aun suficientemente desarrolladas en España.

¿Qué nos impide que se desarrollen?