



# 60

## CONGRESO IBEROAMERICANO

# de Pavimentos de Hormigón



## Puerto Iguazú, Argentina

23 y 24  
de abril de  
2015

Organizan:



Federación Iberoamericana  
del Hormigón Premezclado



ASOCIACION  
ARGENTINA del  
HORMIGON  
ELABORADO

Co-sponsor:



**FIGEM**  
FEDERACION INTERAMERICANA  
DEL CEMENTO



# VARIABLES QUE INCIDEN EN EL DESEMPEÑO DE UN PAVIMENTO DE HORMIGÓN

*Ing. Edgardo BECKER*



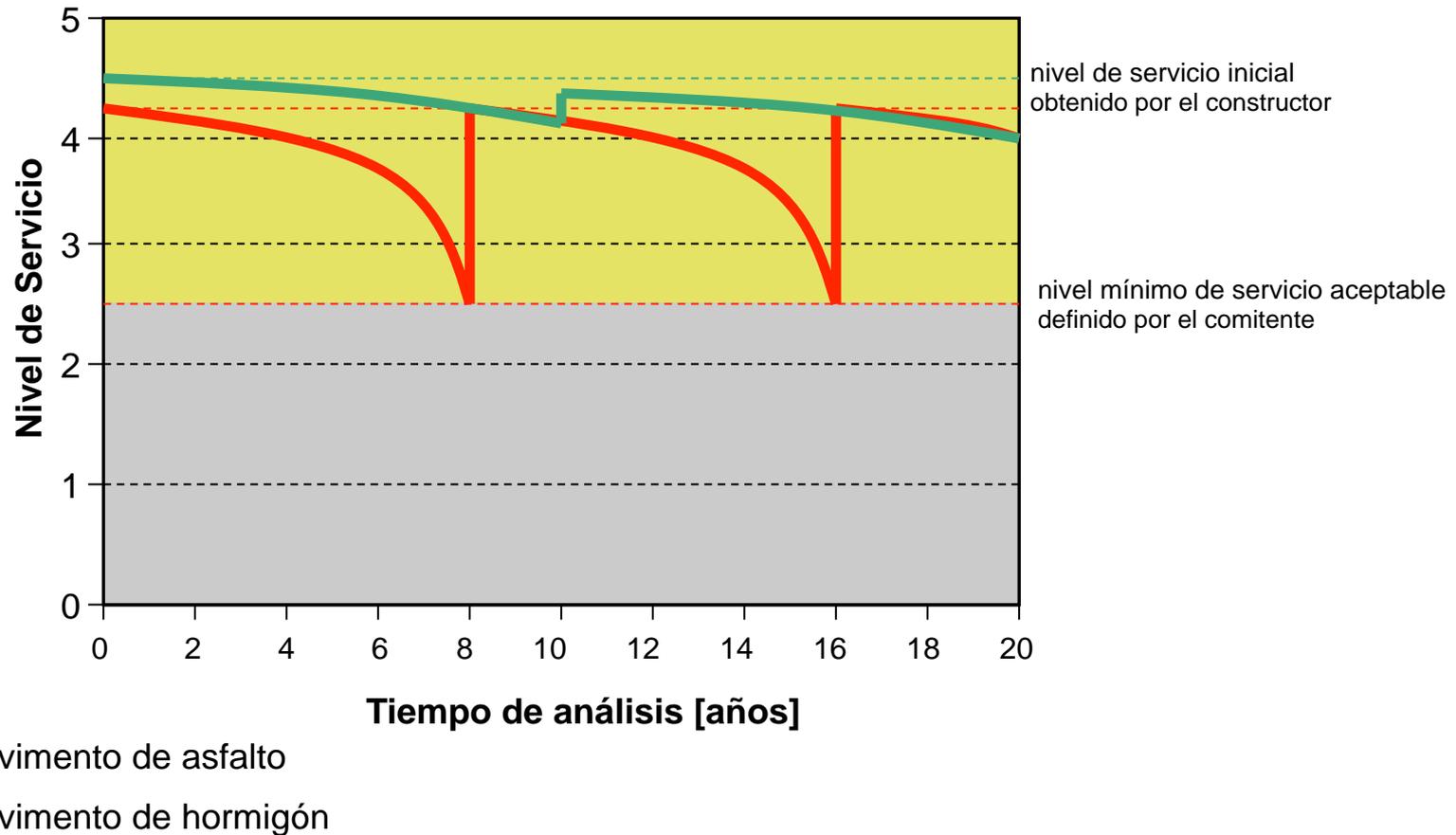
# Variables que inciden en el desempeño de un pavimento de hormigón

## TEMARIO

- Conceptos básicos
- Variables que inciden en el diseño
- Variables que inciden durante la construcción
- Variables que inciden durante la vida en servicio
- Variables económicas
- Consideraciones finales



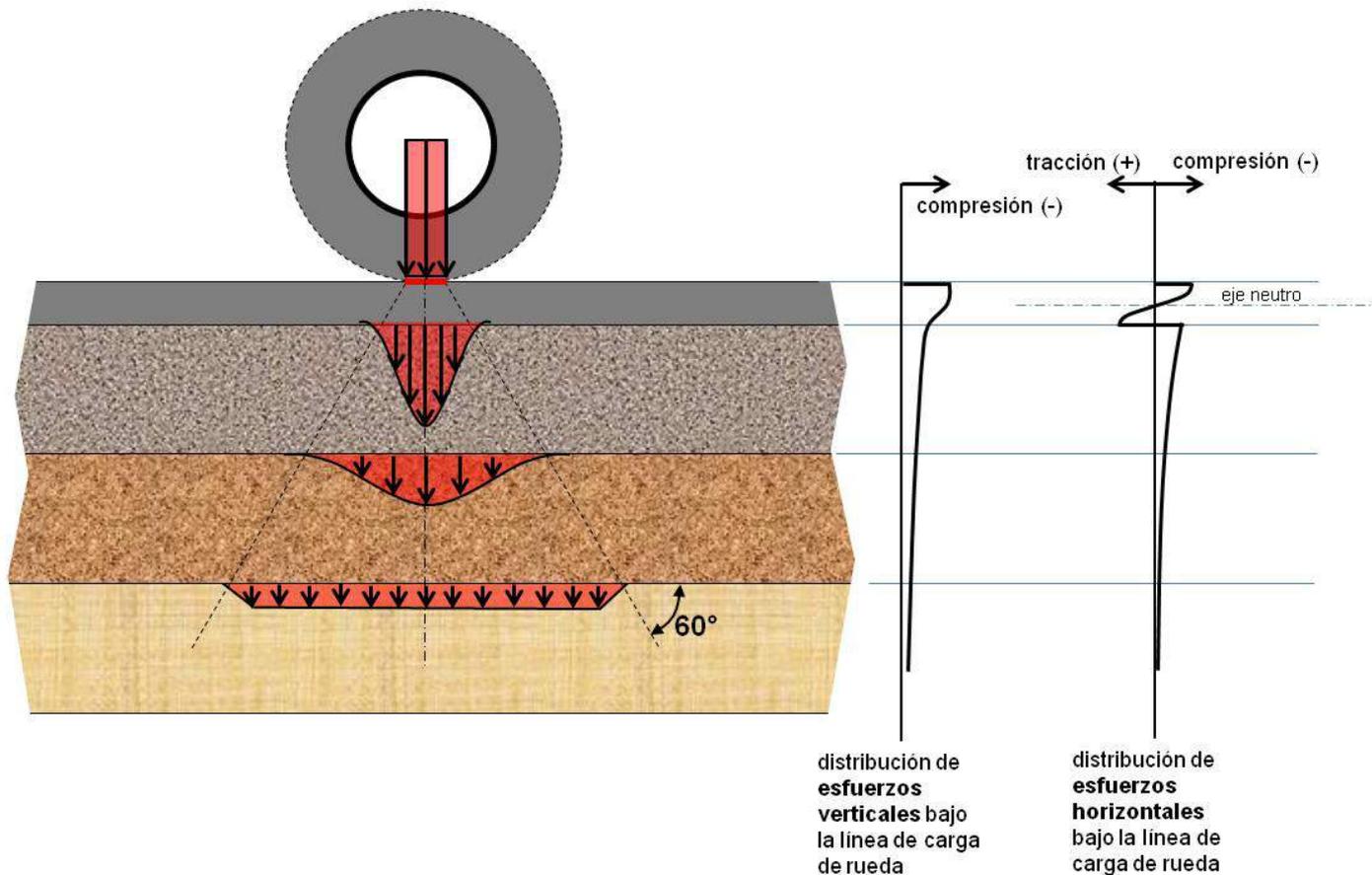
## Para empezar, algunos conceptos básicos...





# Para empezar, algunos conceptos básicos...

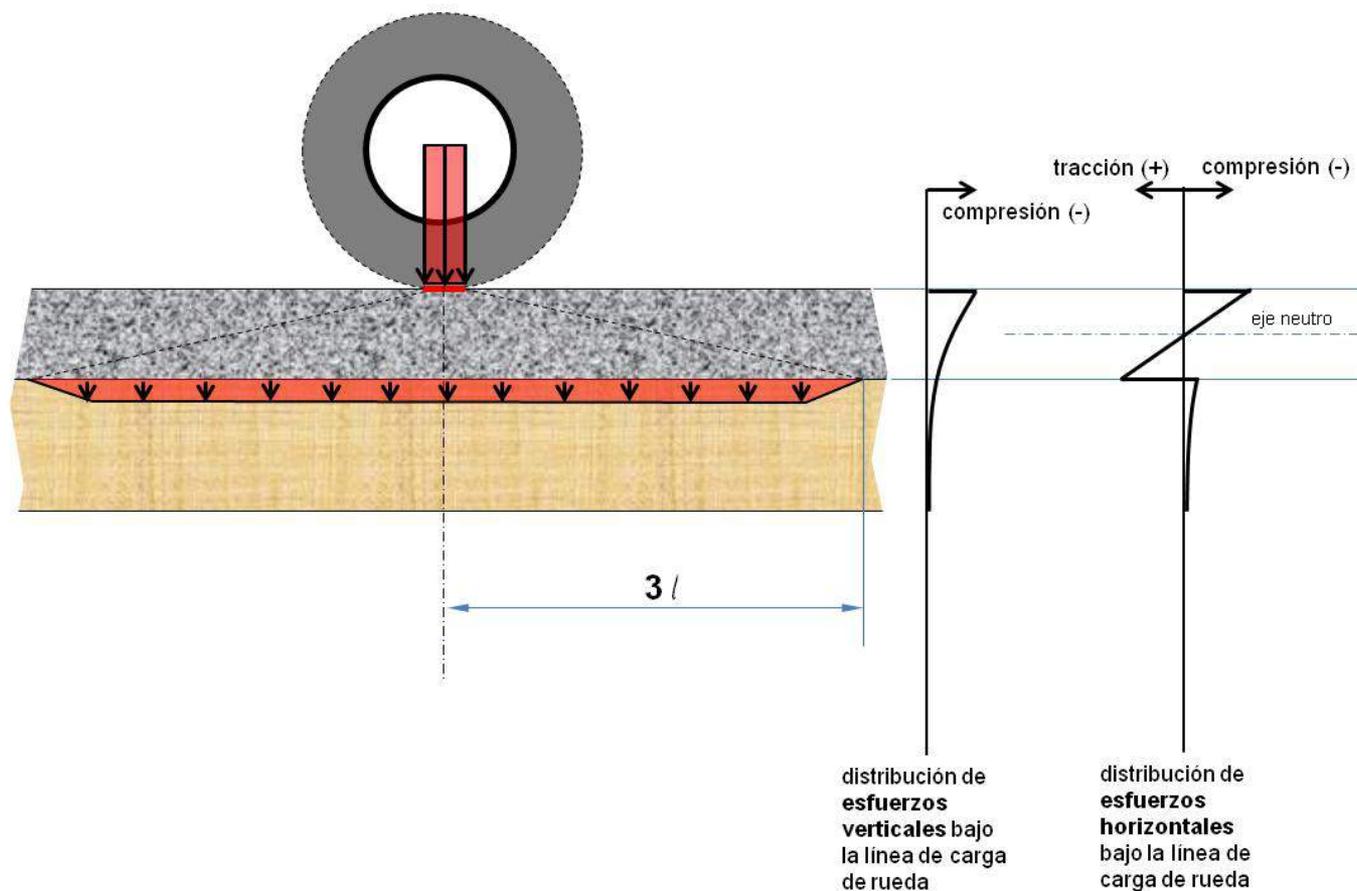
## PAVIMENTO DE ASFÁLTICO





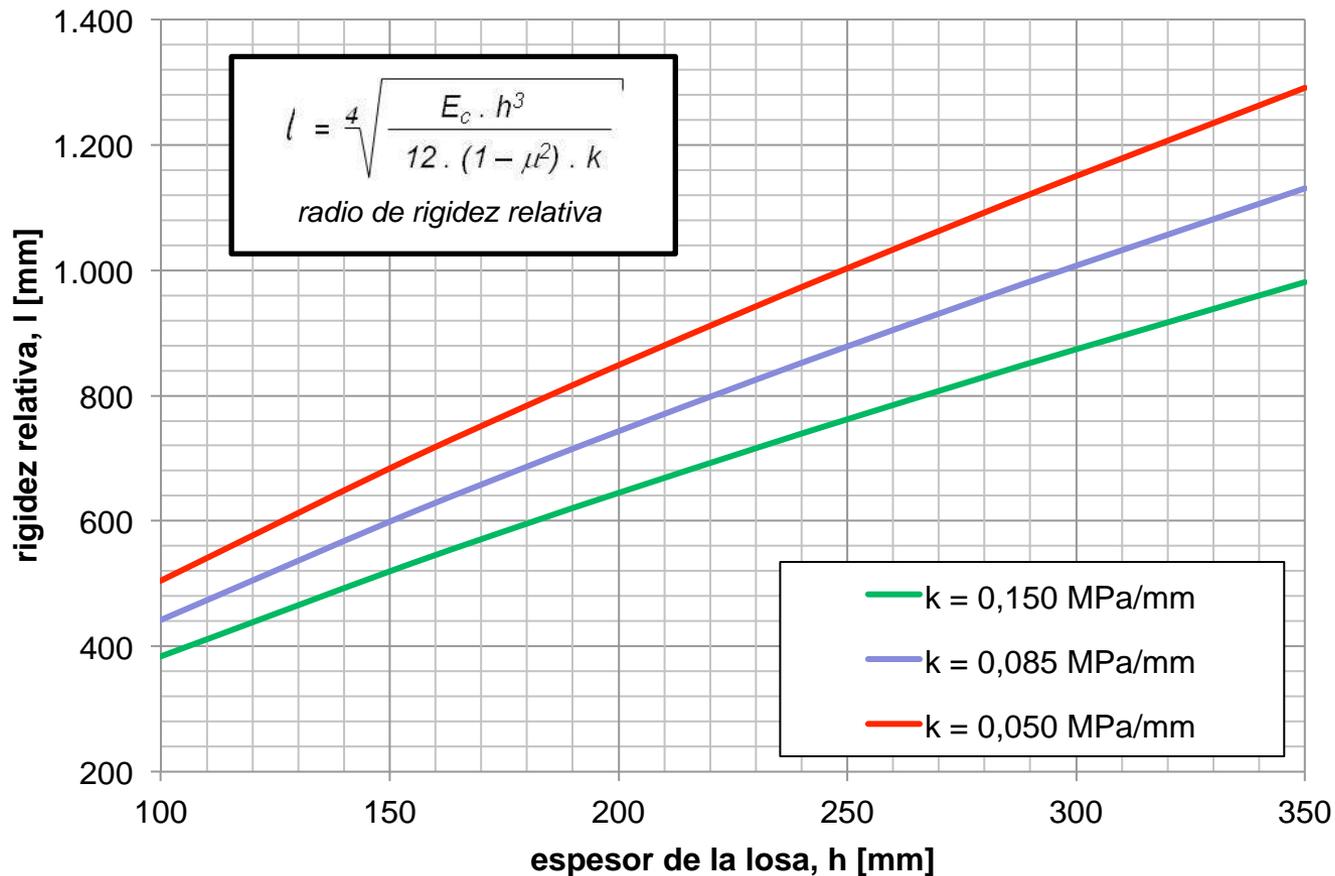
# Para empezar, algunos conceptos básicos...

## PAVIMENTO DE HORMIGÓN





## Para empezar, algunos conceptos básicos...





## Para empezar, algunos conceptos básicos...

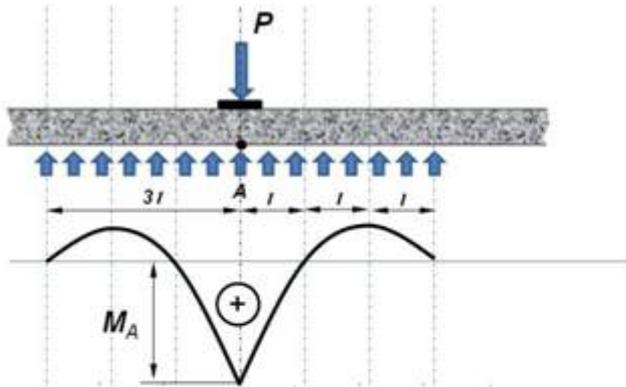
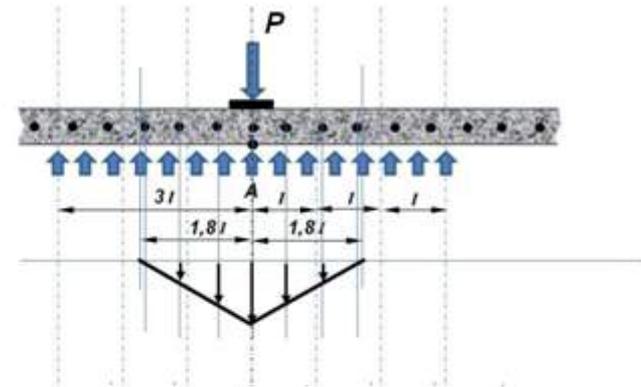


Diagrama de  $M_f$



Distribución de esfuerzos  
sobre pasadores



# Para empezar, algunos conceptos básicos...

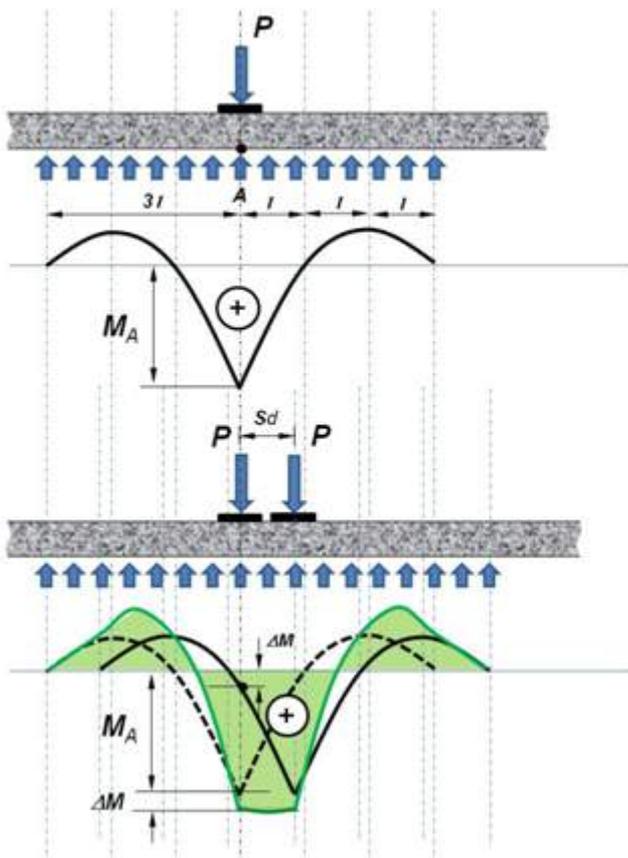
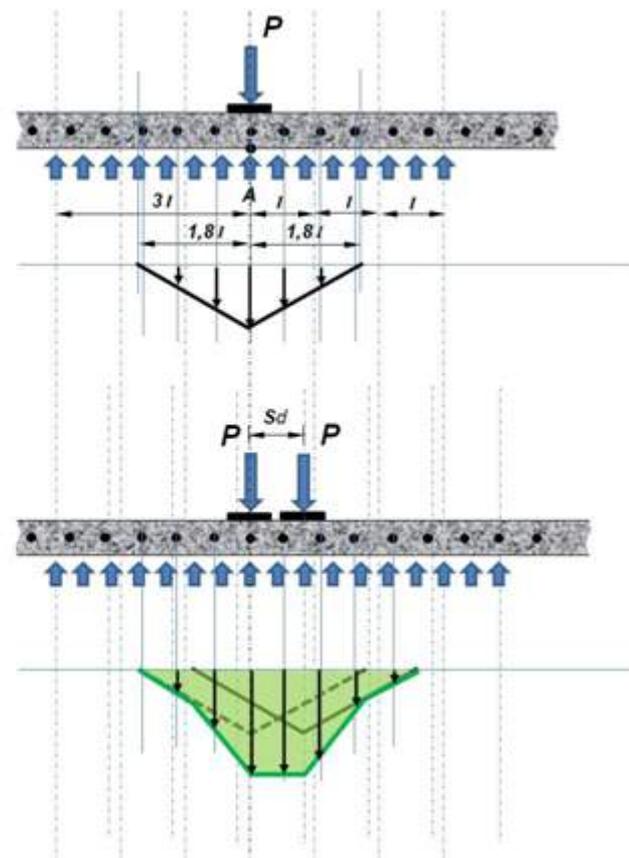


Diagrama de  $M_f$

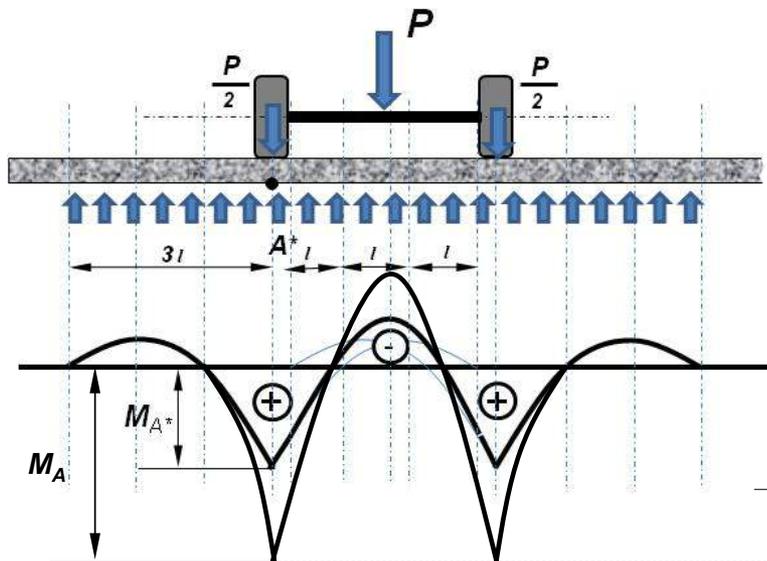


Distribución de esfuerzos  
sobre pasadores

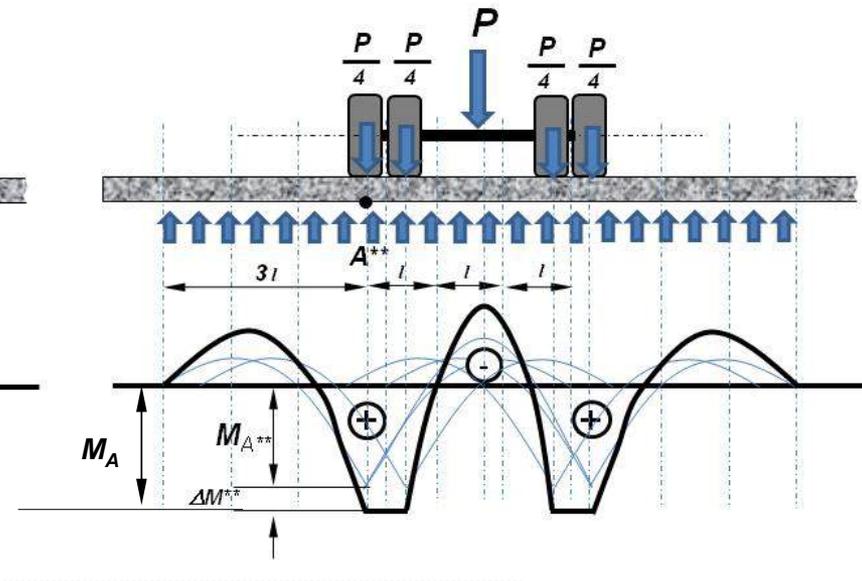


# Para empezar, algunos conceptos básicos...

EJE SIMPLE



EJE DUAL

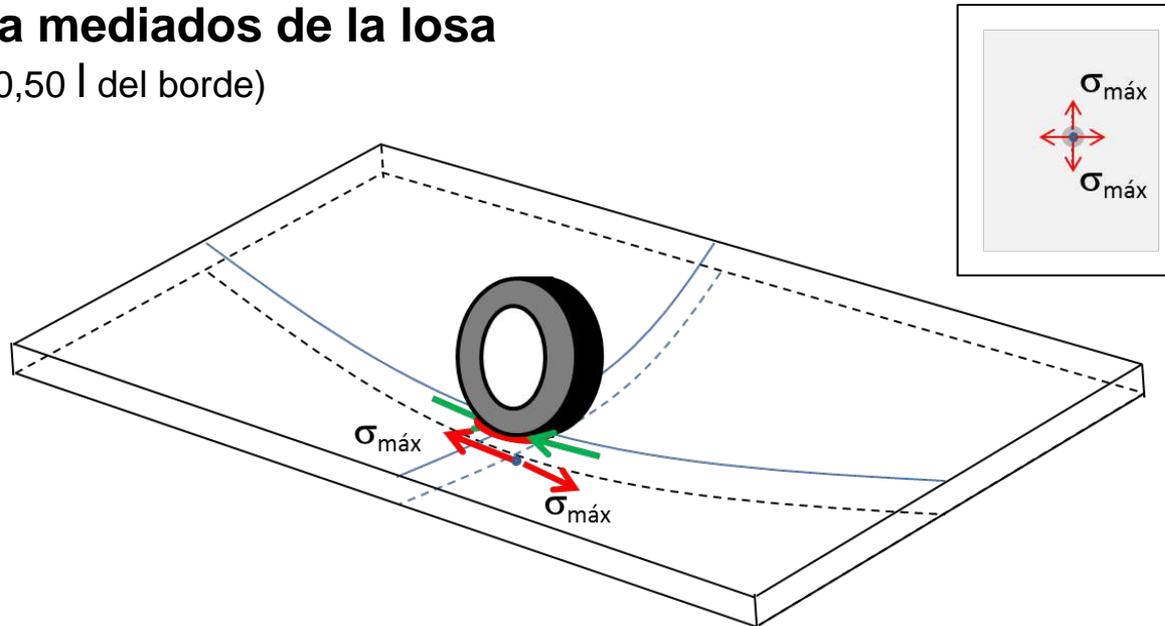




## Para empezar, algunos conceptos básicos...

### Carga a mediados de la losa

(más de 0,50 l del borde)



$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{0,275 (1 + \mu)}{h^2} \cdot P \cdot \log \left( \frac{0,36 \cdot E_c \cdot h^3}{k \cdot b^4} \right)$$

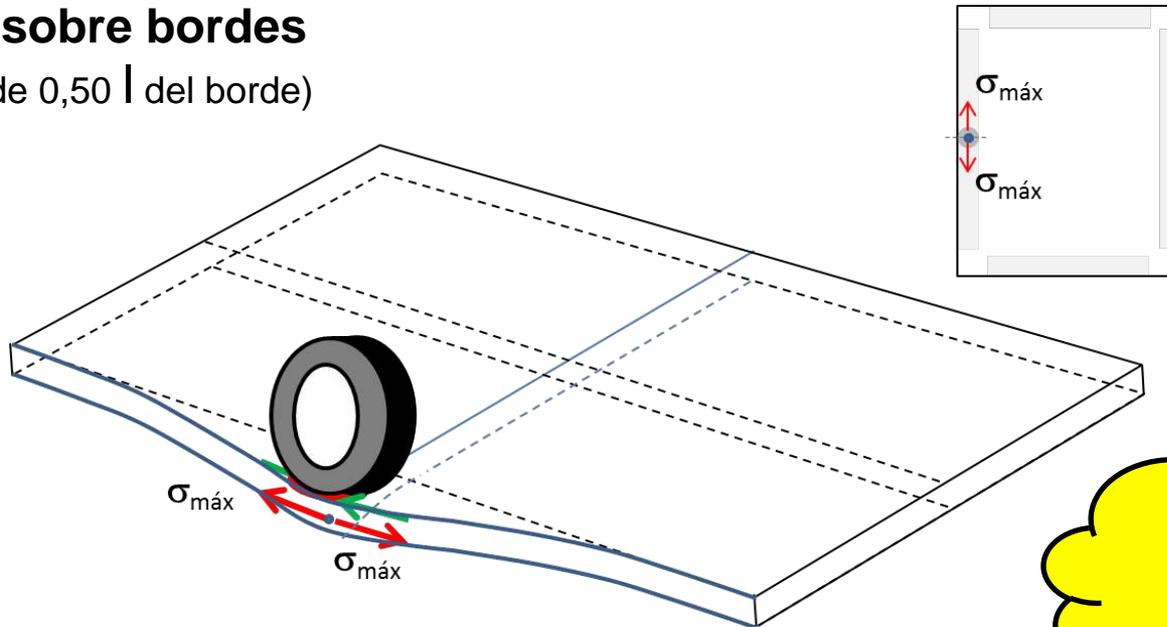
*Ecuación de Westergaard para carga en el interior de la losa de pavimento.*

**Fuente:** E. Becker, 2011. "Seminario sobre pavimentos de hormigón".



## Para empezar, algunos conceptos básicos...

### Carga sobre bordes (menos de 0,50 l del borde)



máxima  
tensión

$$\sigma_{\text{máx}} = 0,529 (1 + 0,54 \mu) \cdot \frac{P}{h^2} \cdot \log \left( \frac{0,20 \cdot E_c \cdot h^3}{k \cdot b^4} \right)$$

*Ecuación de Westergaard para carga en el borde libre de la losa de pavimento.*

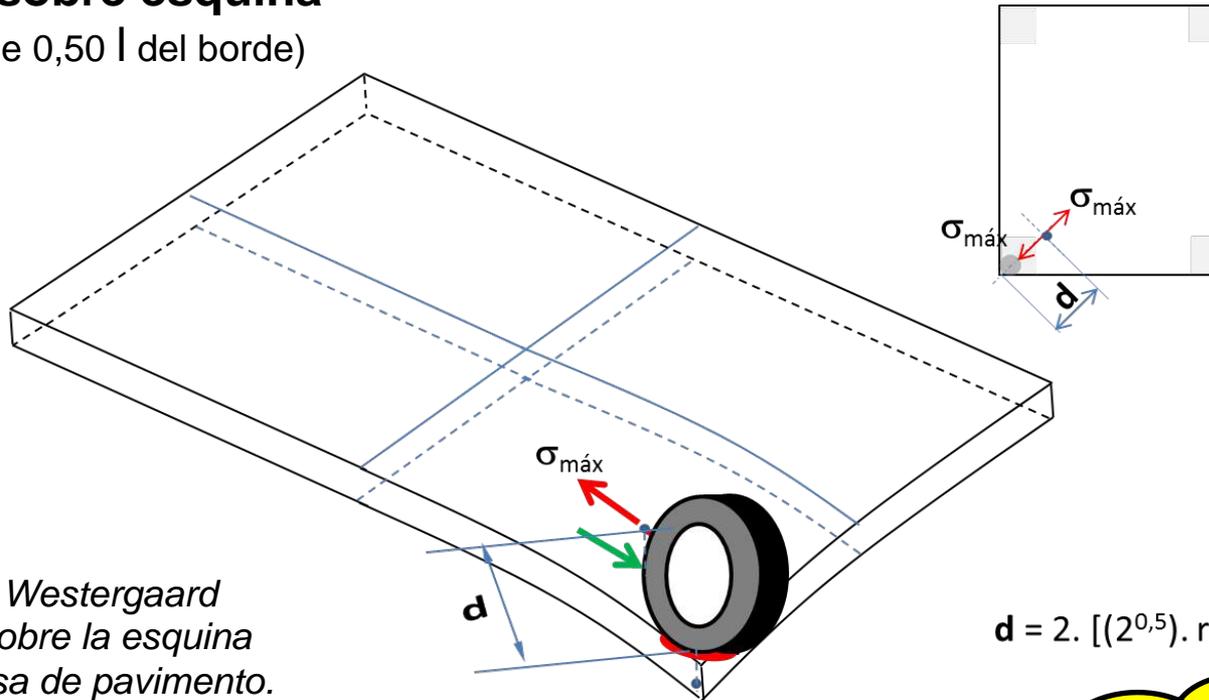
*Fuente: E. Becker, 2011. "Seminario sobre pavimentos de hormigón".*



## Para empezar, algunos conceptos básicos...

### Carga sobre esquina

(menos de 0,50 l del borde)



*Ecuación de Westergaard  
para carga sobre la esquina  
libre de la losa de pavimento.*

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{3P}{h^2} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{1,41 \cdot b}{\{E_c \cdot h^3 / [12(1 - \mu^2) \cdot k]\}^{0,25}} \right)^{0,6} \right]$$

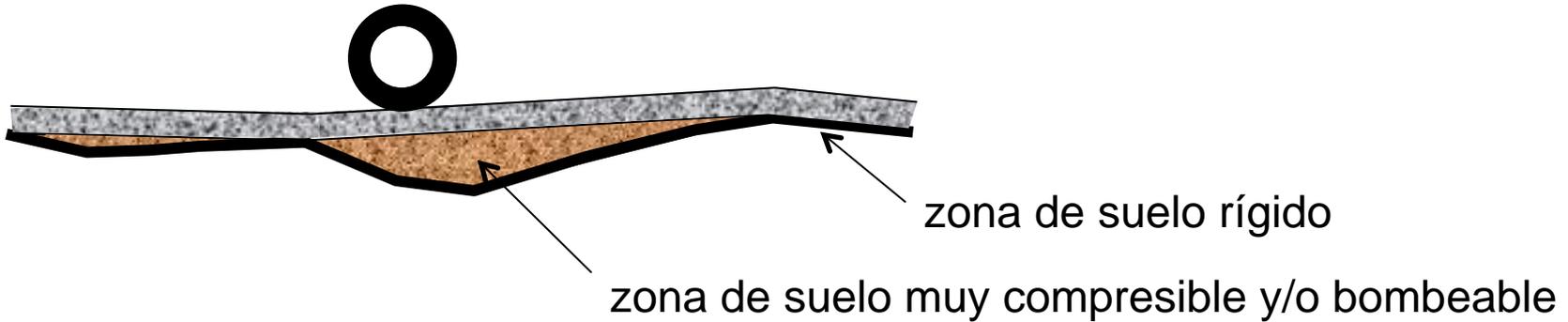
$$d = 2 \cdot [(2^{0,5}) \cdot r \cdot l]^{0,5}$$

**máxima  
deformación**



# Influencia del Suelo de Apoyo (presencia de material compresible y/o bombeable)

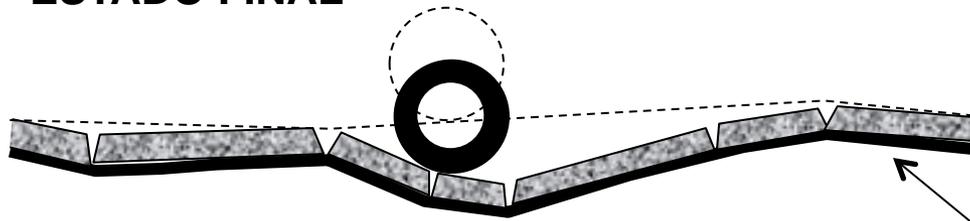
ESTADO INICIAL





# Influencia del Suelo de Apoyo (presencia de material compresible y/o bombeable)

**ESTADO FINAL**



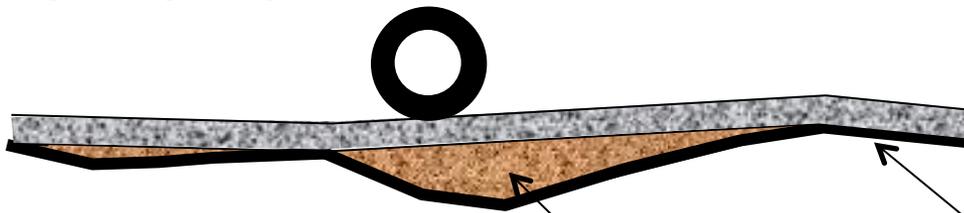
zona de suelo rígido



# Influencia del Suelo de Apoyo

(presencia de material compresible y/o bombeable)

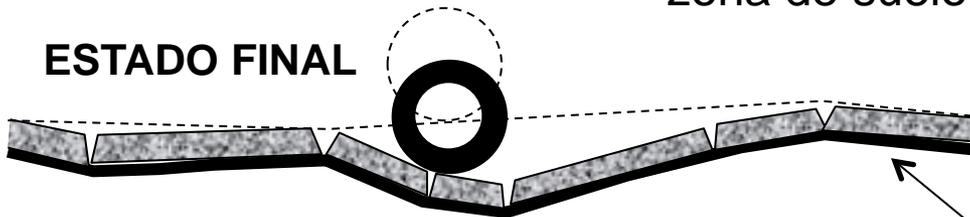
**ESTADO INICIAL**



zona de suelo rígido

zona de suelo muy compresible y/o bombeable

**ESTADO FINAL**



zona de suelo rígido



# Variables que inciden en el desempeño de un pavimento de hormigón

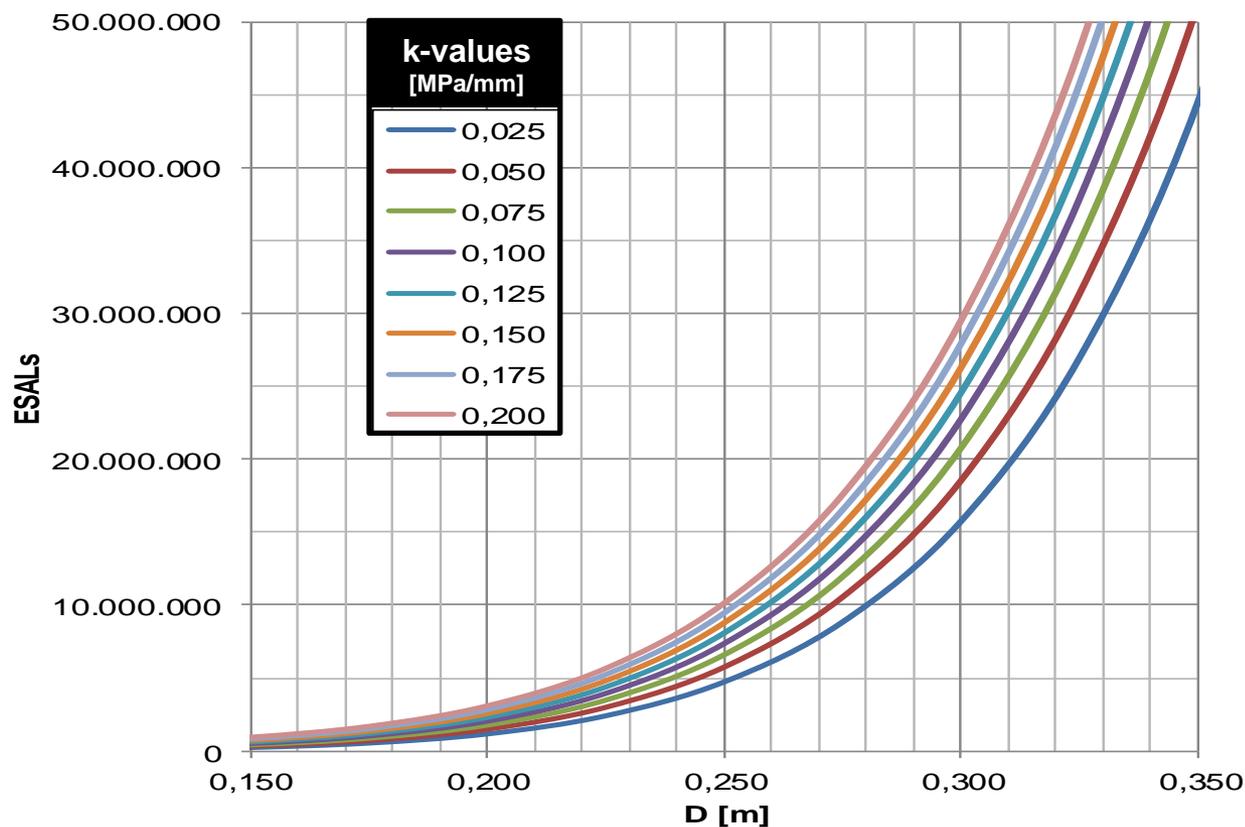
**desde el diseño...**

**¿qué variables debemos considerar?**

**¿cómo afectan el resultado?**



## Influencia del valor de k (utilizando la ecuación del método AASHTO'93)



$W_{18} =$  variable

$Z_R = -1,282$  (90%)

$S_O = 0,34$

$D =$  variable

$\Delta PSI = 2,0$

$S'_c = 650$  psi (4,5 MPa)

$J = 3,2$

$C_d = 0,90$

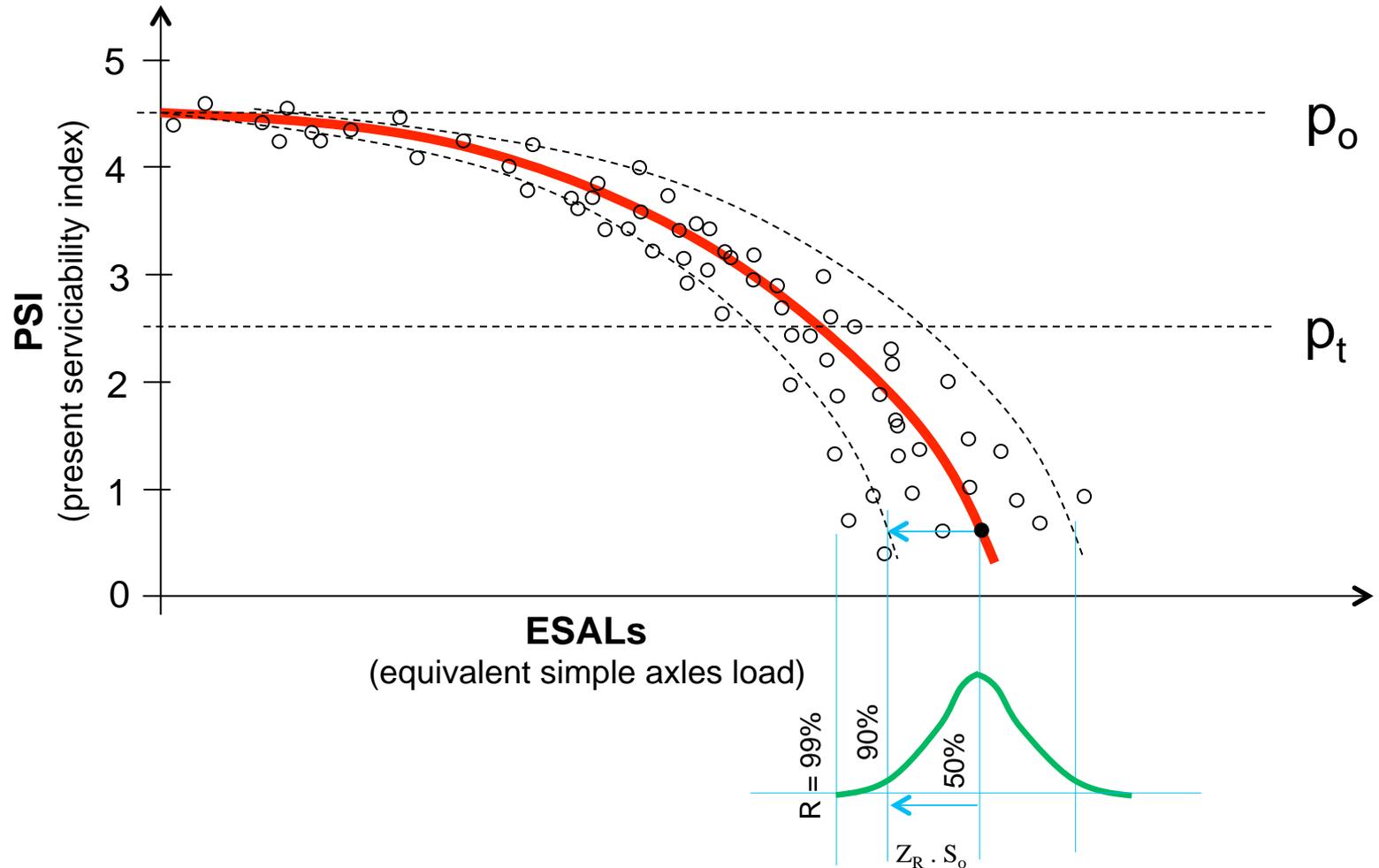
$E_c = 4.200.000$  psi (29,1 GPa)

$k =$  variable



# Influencia de la Confiabilidad

(concepto de confiabilidad aplicado al diseño de pavimentos)





# Influencia de la Confiabilidad

## (recomendación AASHTO)

clasificación funcional	nivel de confiabilidad recomendado	
	urbano	rural
autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
arterias principales	80 - 99	75 - 99
colectoras	80 - 95	75 - 95
rutas locales	50 - 80	50 - 80



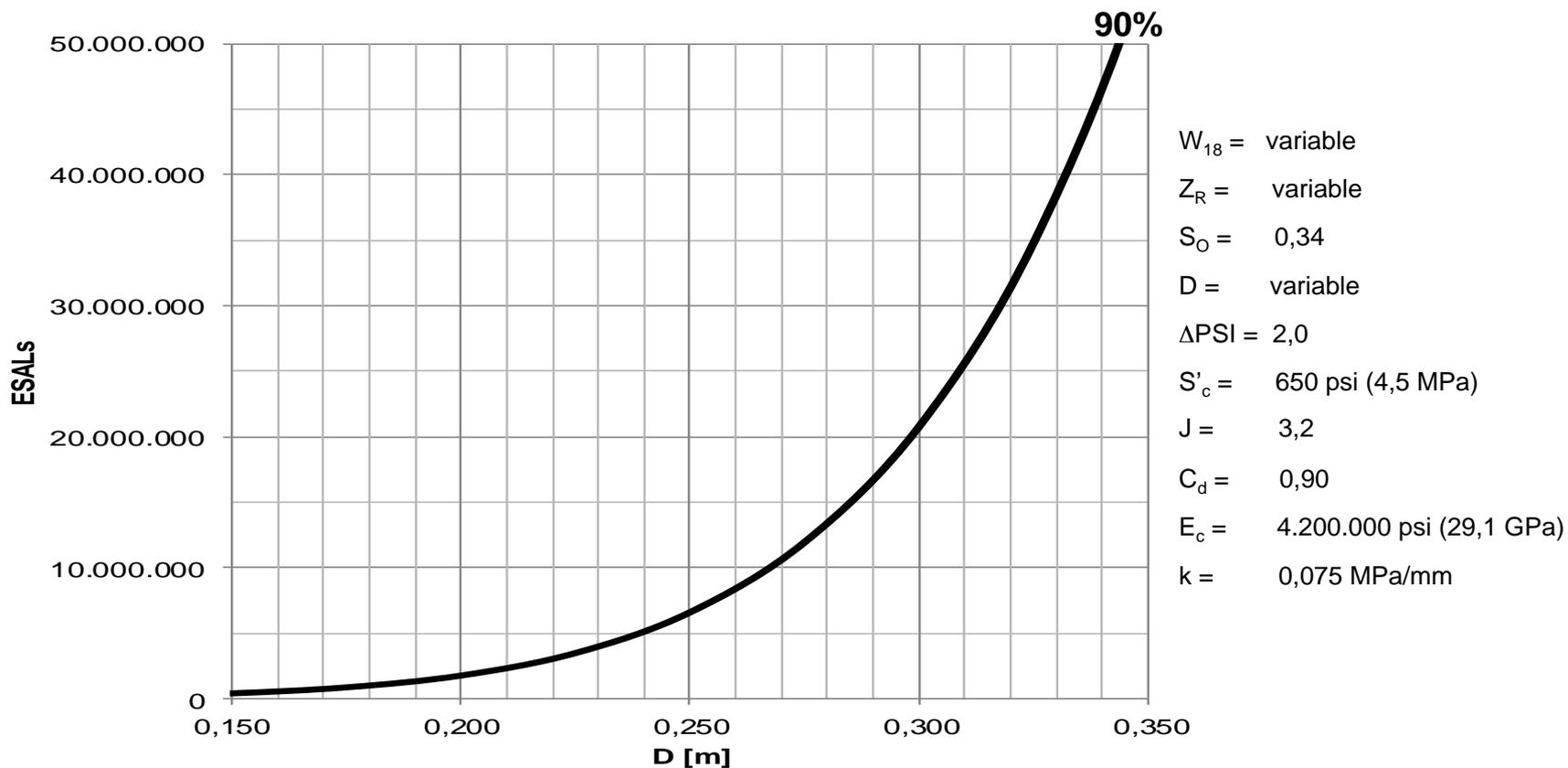
# Influencia de la Confiabilidad

(recomendación AASHTO)

clasificación funcional	nivel de confiabilidad recomendado	
	urbano	rural
autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
arterias principales	80 - 99	75 - 99
colectoras	80 - 95	75 - 95
rutas locales	50 - 80	50 - 80



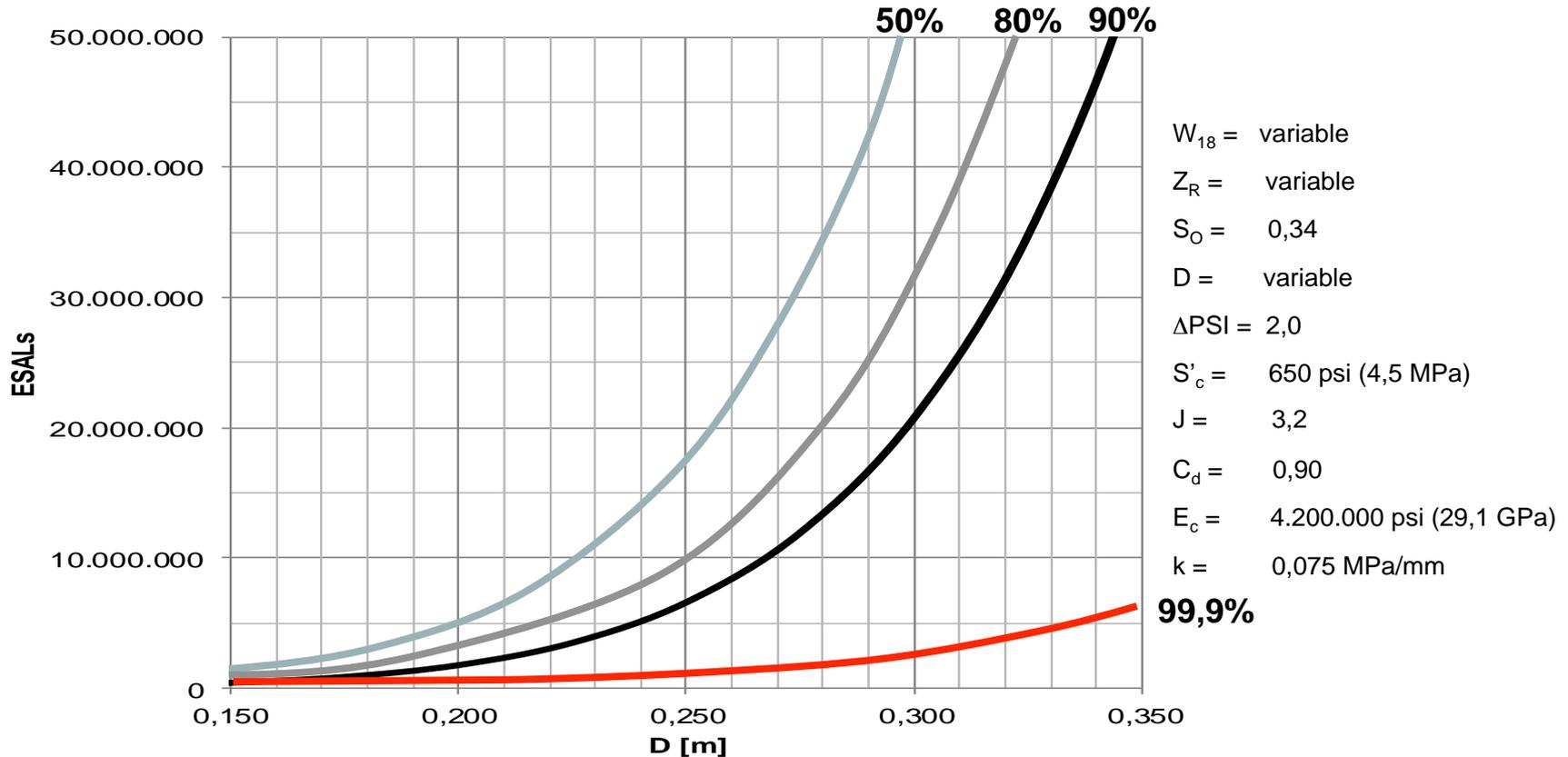
# Influencia de la Confiabilidad (de acuerdo al método AASHTO'93)





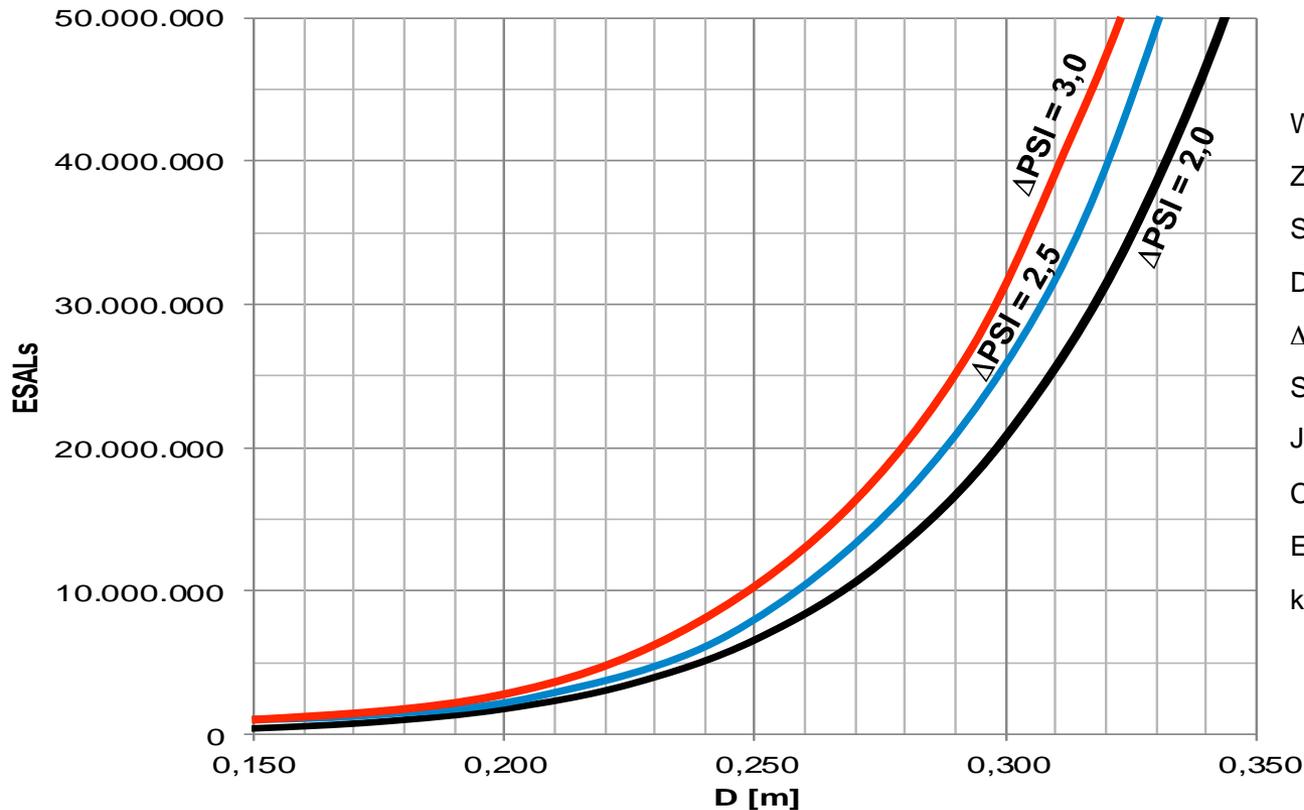
# Influencia de la Confiabilidad

(de acuerdo al método AASHTO'93)





# Influencia del Deterioro aceptable (de acuerdo al método AASHTO'93)



$W_{18} =$  variable

$Z_R = -1,282$  (90%)

$S_O = 0,34$

$D =$  variable

$\Delta PSI =$  variable

$S'_c = 650$  psi (4,5 MPa)

$J = 3,2$

$C_d = 0,90$

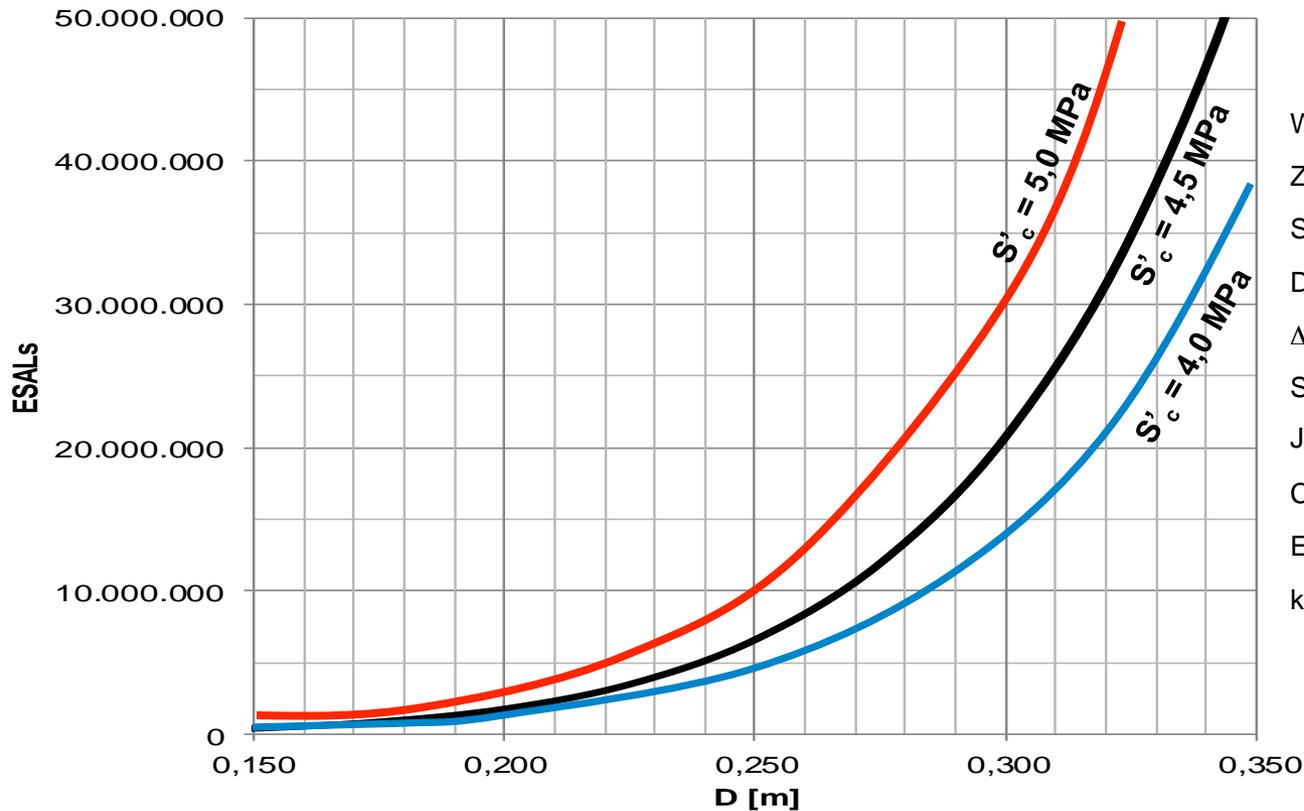
$E_c = 4.200.000$  psi (29,1 GPa)

$k = 0,075$  MPa/mm



# Influencia del MR

(de acuerdo al método AASHTO'93)



$W_{18}$  = variable

$Z_R$  = -1,282 (90%)

$S_0$  = 0,34

$D$  = variable

$\Delta PSI$  = 2,0

$S'_c$  = variable

$J$  = 3,2

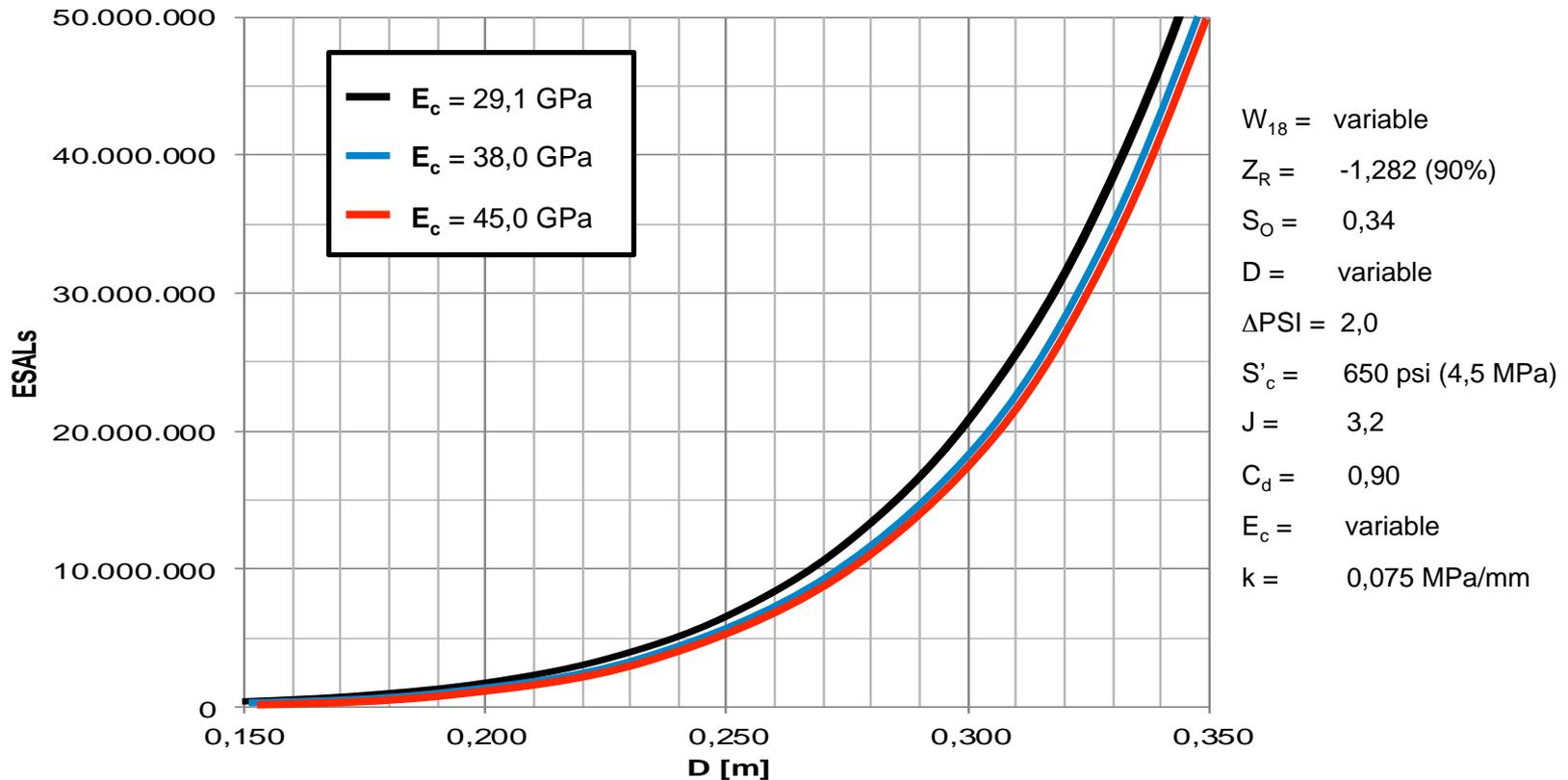
$C_d$  = 0,90

$E_c$  = 4.200.000 psi (29,1 GPa)

$k$  = 0,075 MPa/mm

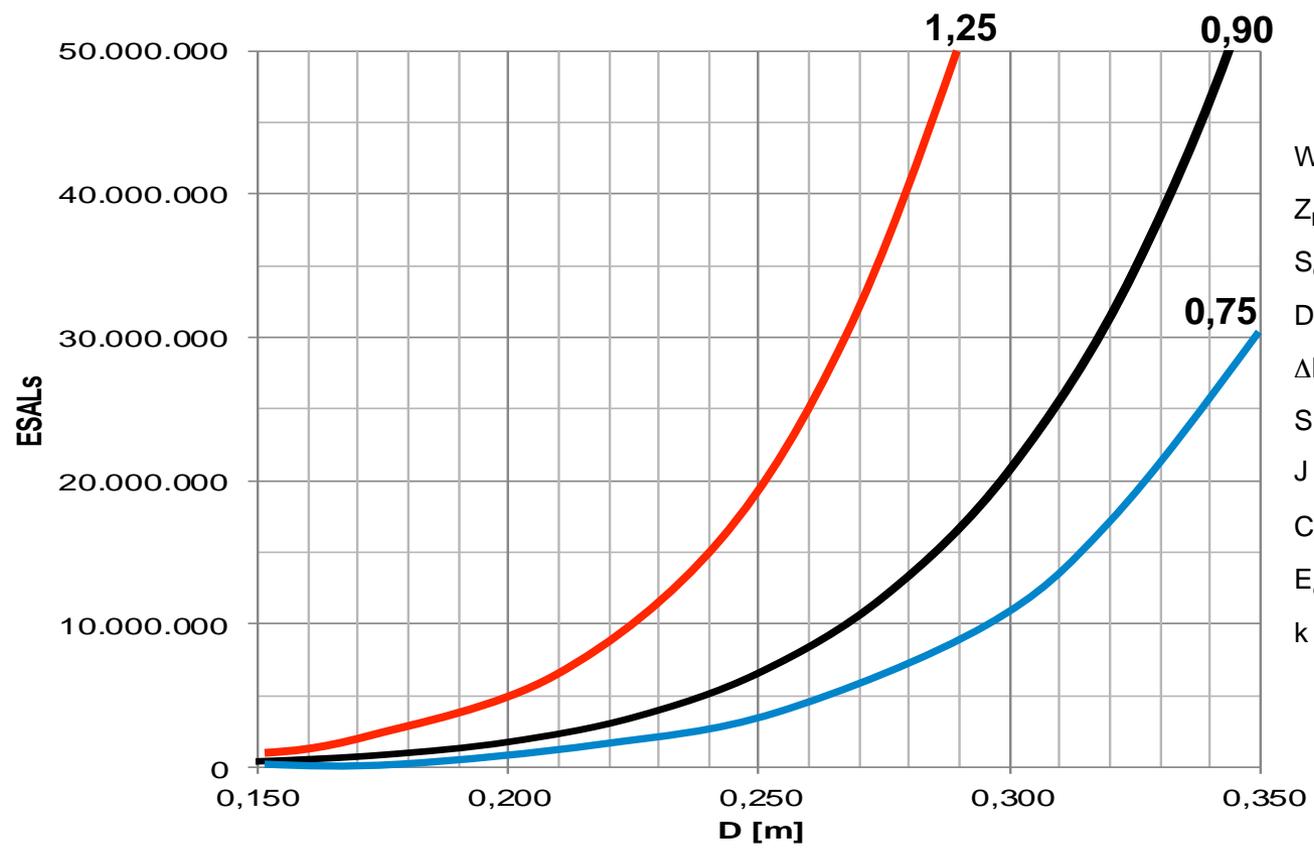


# Influencia del Módulo de Elasticidad, $E_c$ (de acuerdo al método AASHTO'93)





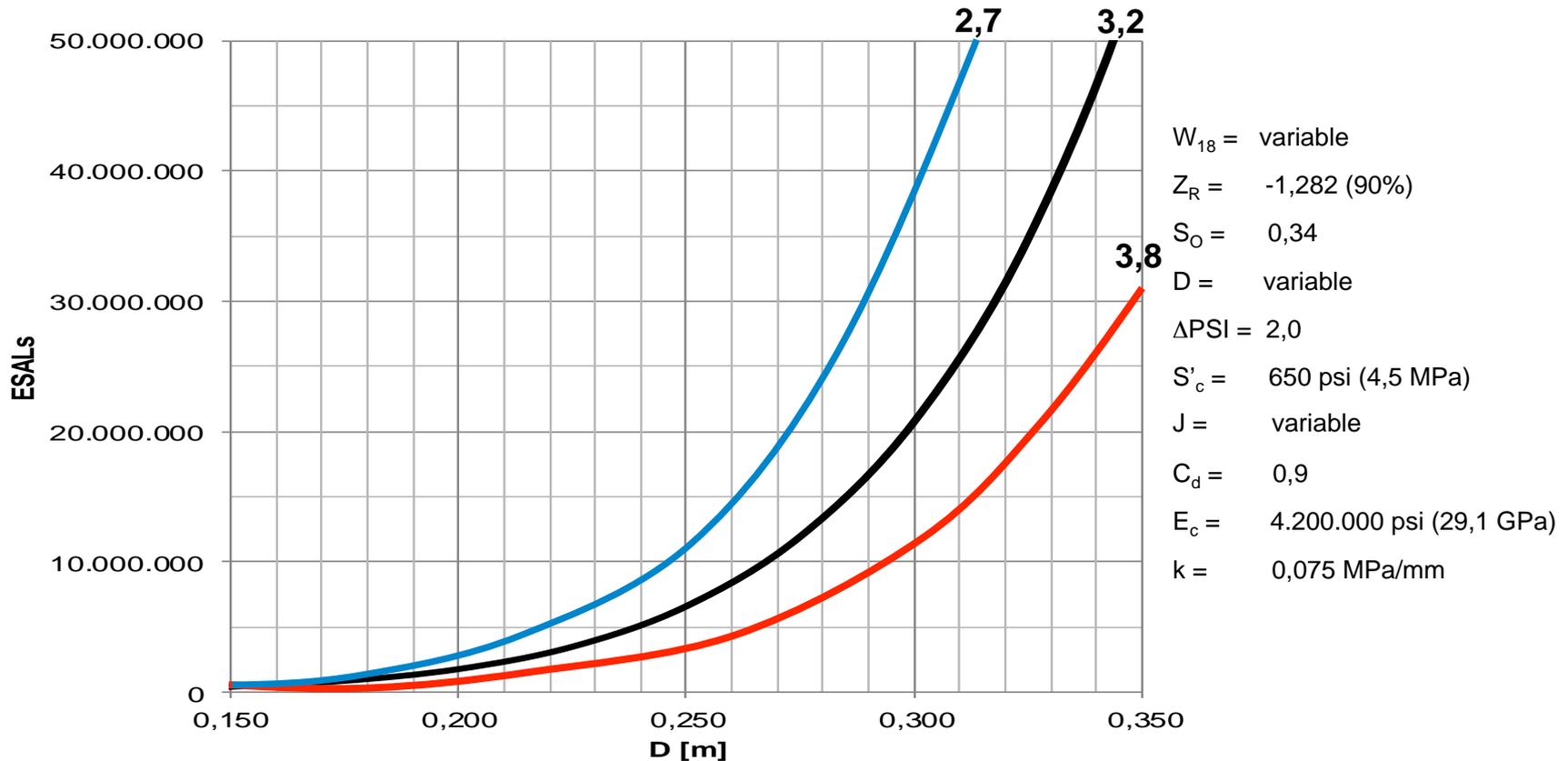
# Influencia del Coeficiente de Drenaje, $C_d$ (de acuerdo al método AASHTO'93)



- $W_{18}$  = variable
- $Z_R$  = -1,282 (90%)
- $S_0$  = 0,34
- D = variable
- $\Delta PSI$  = 2,0
- $S'_c$  = 650 psi (4,5 MPa)
- J = 3,2
- $C_d$  = variable
- $E_c$  = 4.200.000 psi (29,1 GPa)
- k = 0,075 MPa/mm

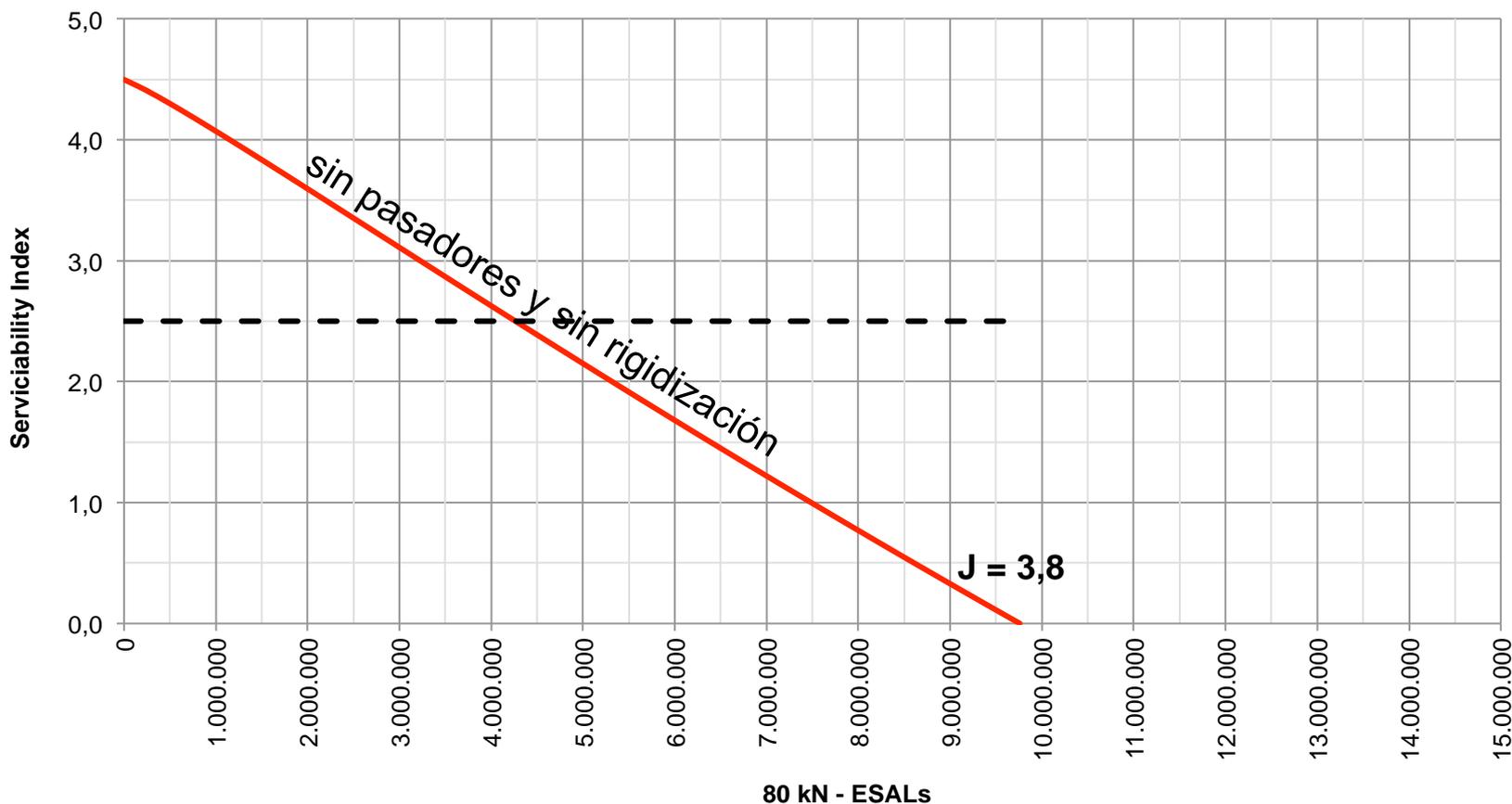


# Influencia del Coeficiente de Transferencia, J (de acuerdo al método AASHTO'93)





# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

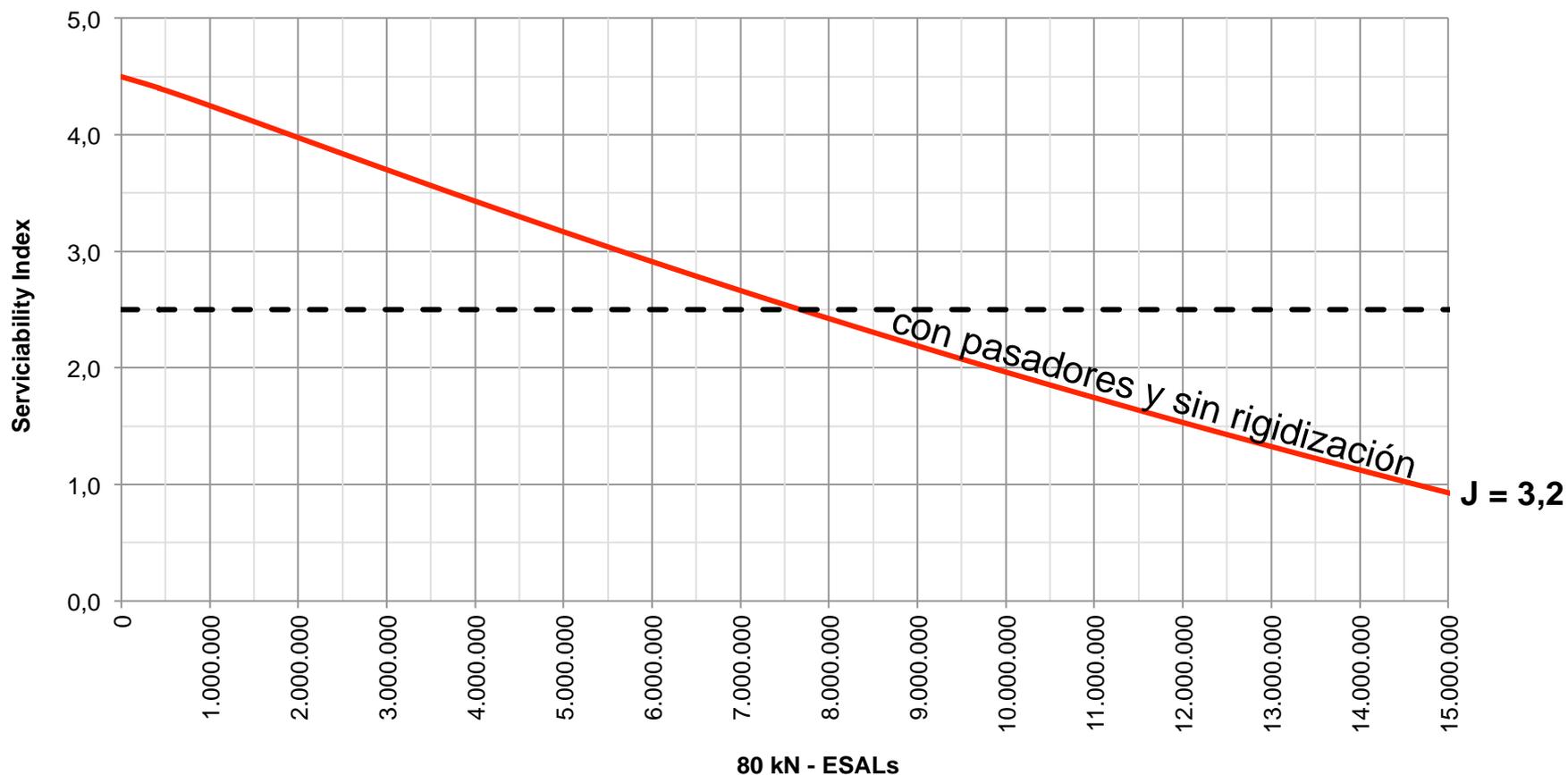


*Cálculo de deterioro previsto para un pavimento de hormigón de acceso a una planta de cemento en Argentina utilizando la ecuación del método de diseño AASHTO'93.*

**Fuente:** E. Becker, 2015.



## Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

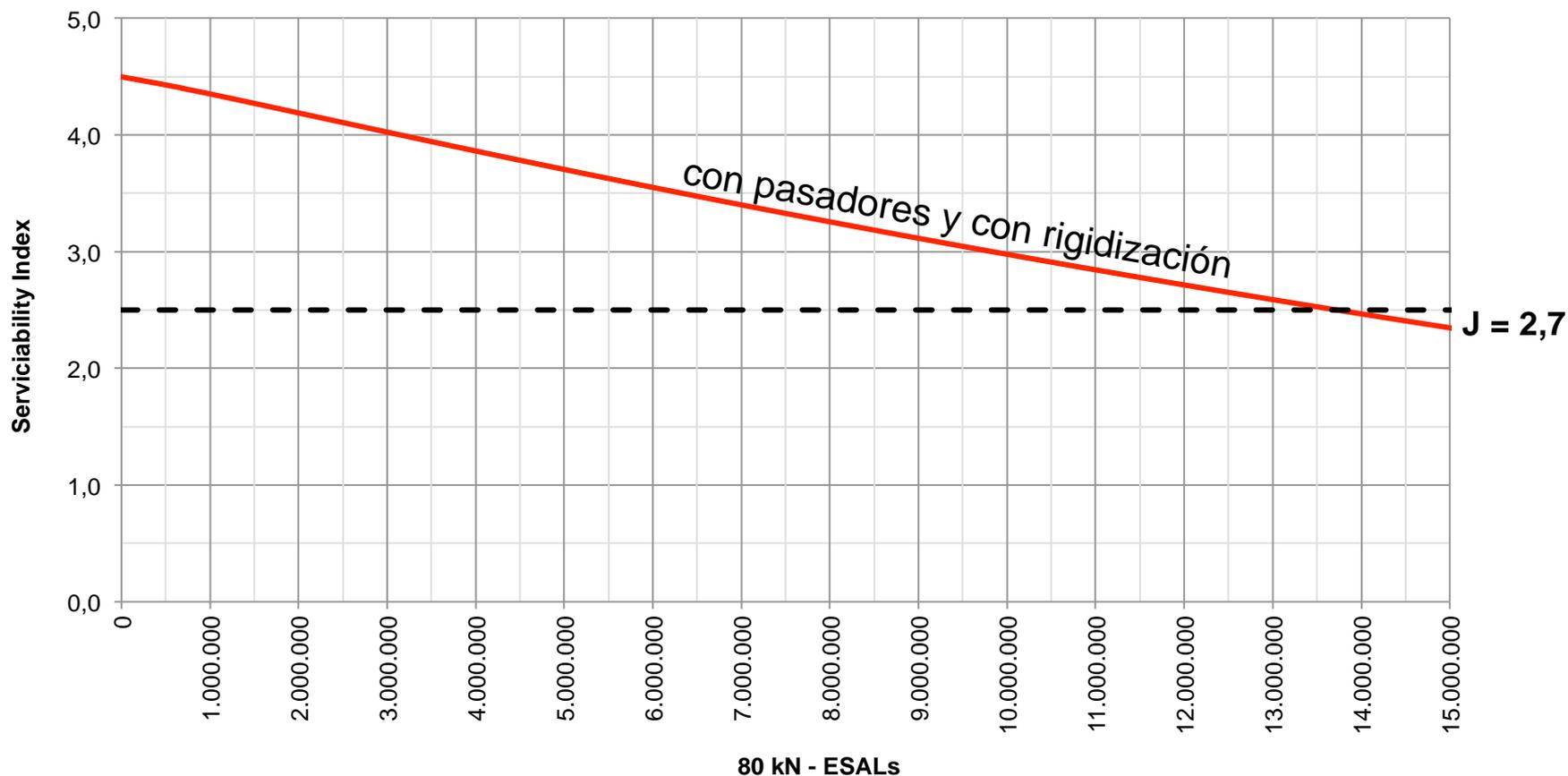


Cálculo de deterioro previsto para un pavimento de hormigón de acceso a una planta de cemento en Argentina utilizando la ecuación del método de diseño AASHTO'93.

Fuente: E. Becker, 2015.



## Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

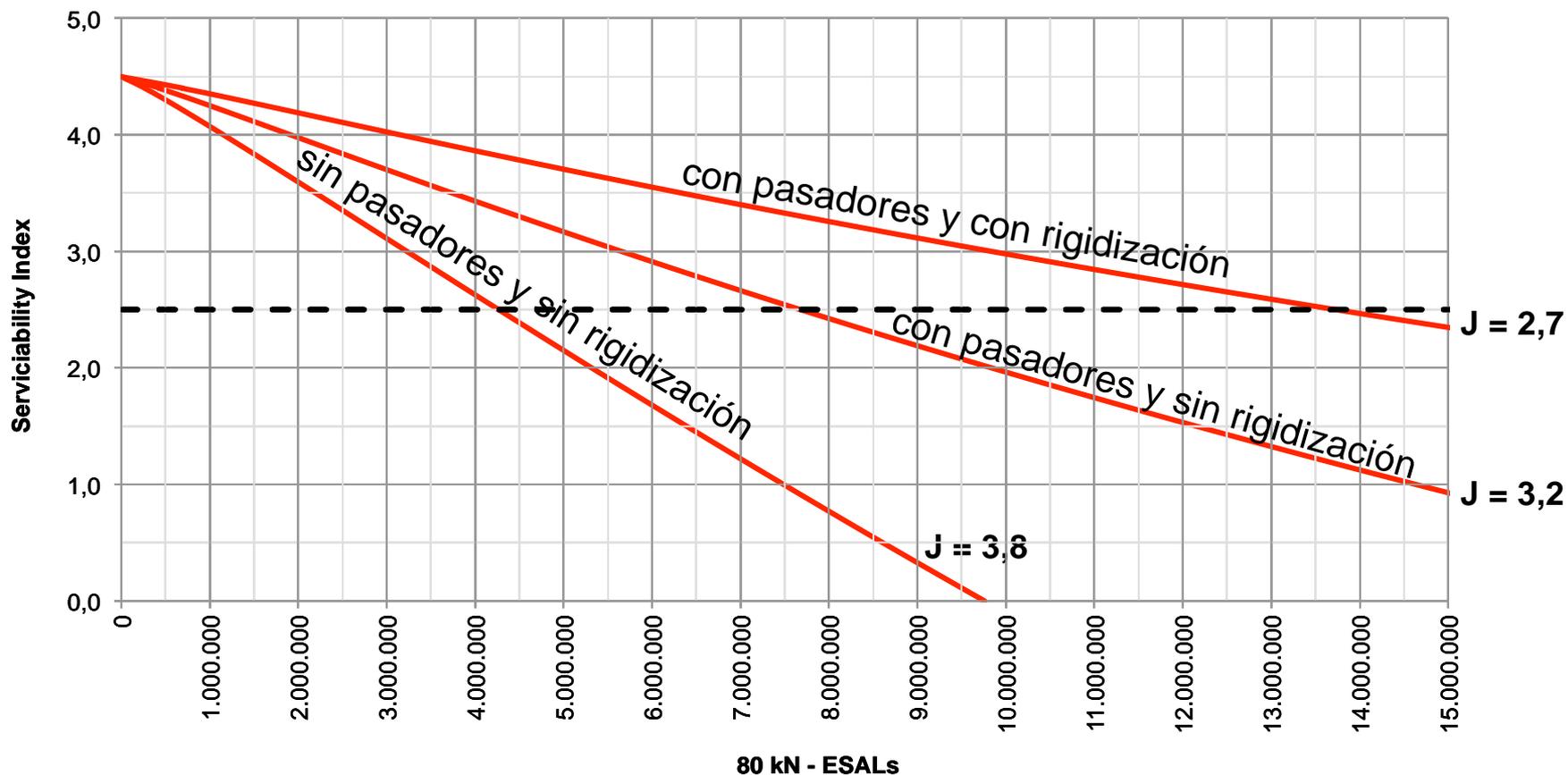


*Cálculo de deterioro previsto para un pavimento de hormigón de acceso a una planta de cemento en Argentina utilizando la ecuación del método de diseño AASHTO'93.*

**Fuente:** E. Becker, 2015.

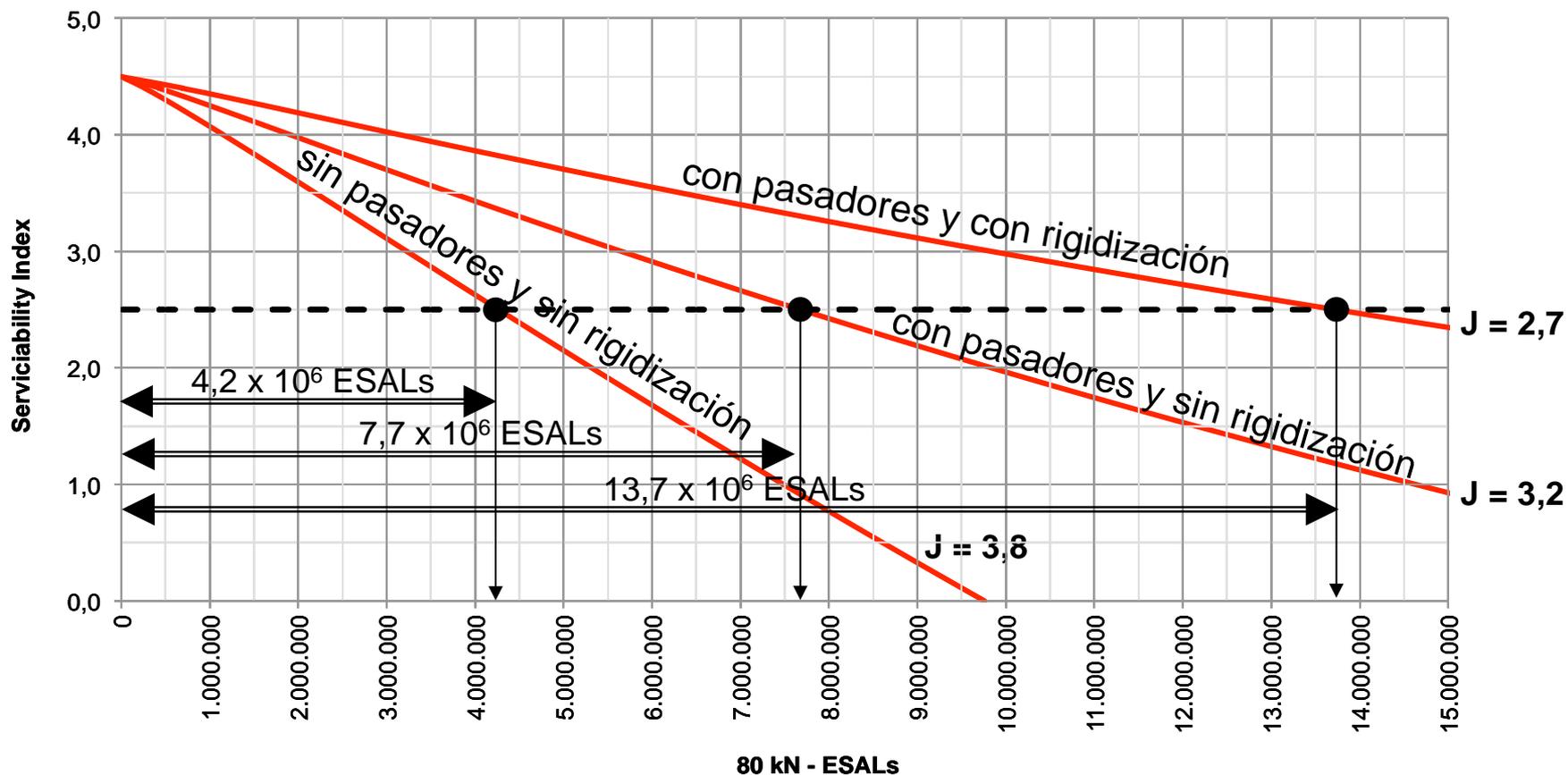


# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)





## Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

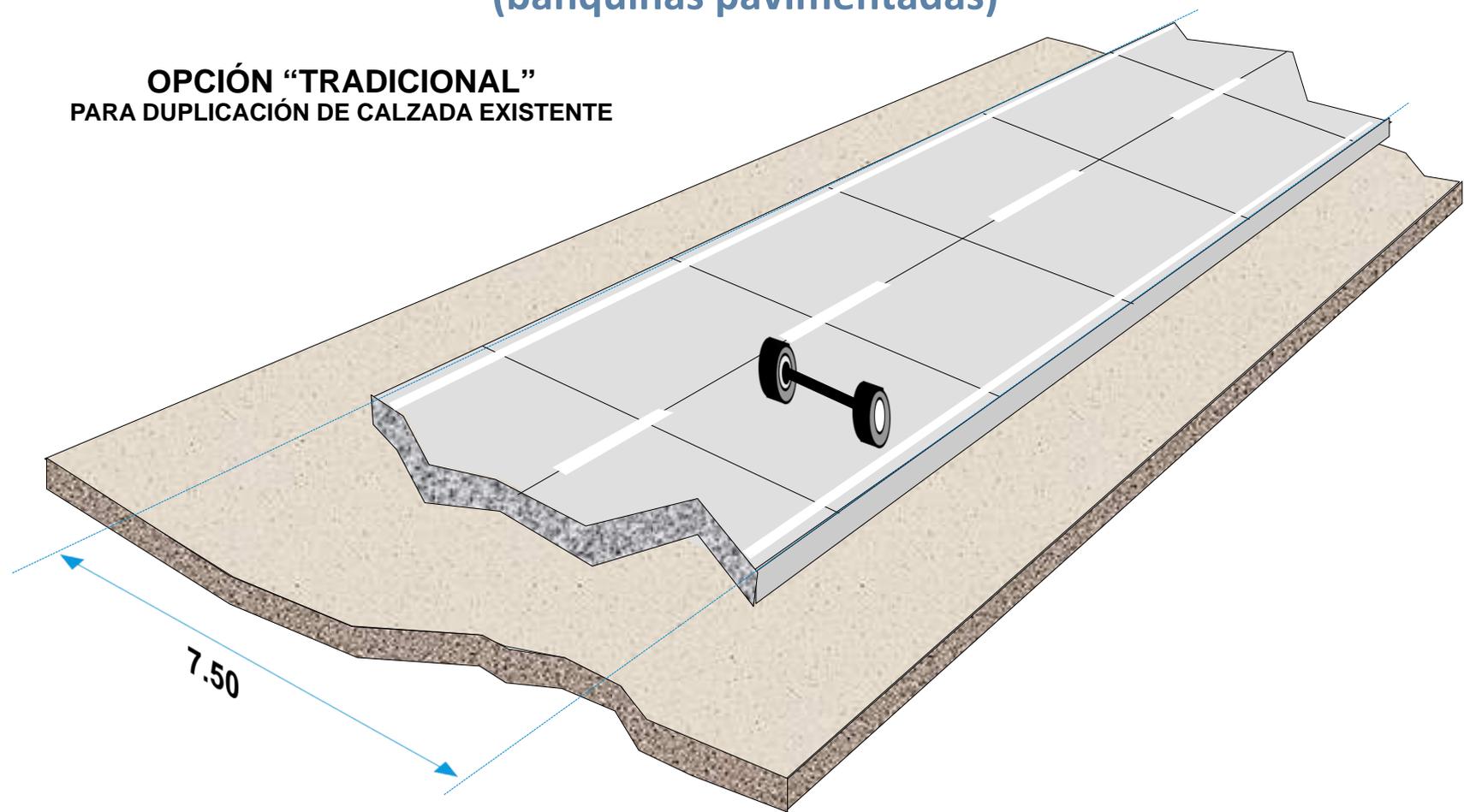


Cálculo de deterioro previsto para un pavimento de hormigón de acceso a una planta de cemento en Argentina utilizando la ecuación del método de diseño AASHTO'93.



# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

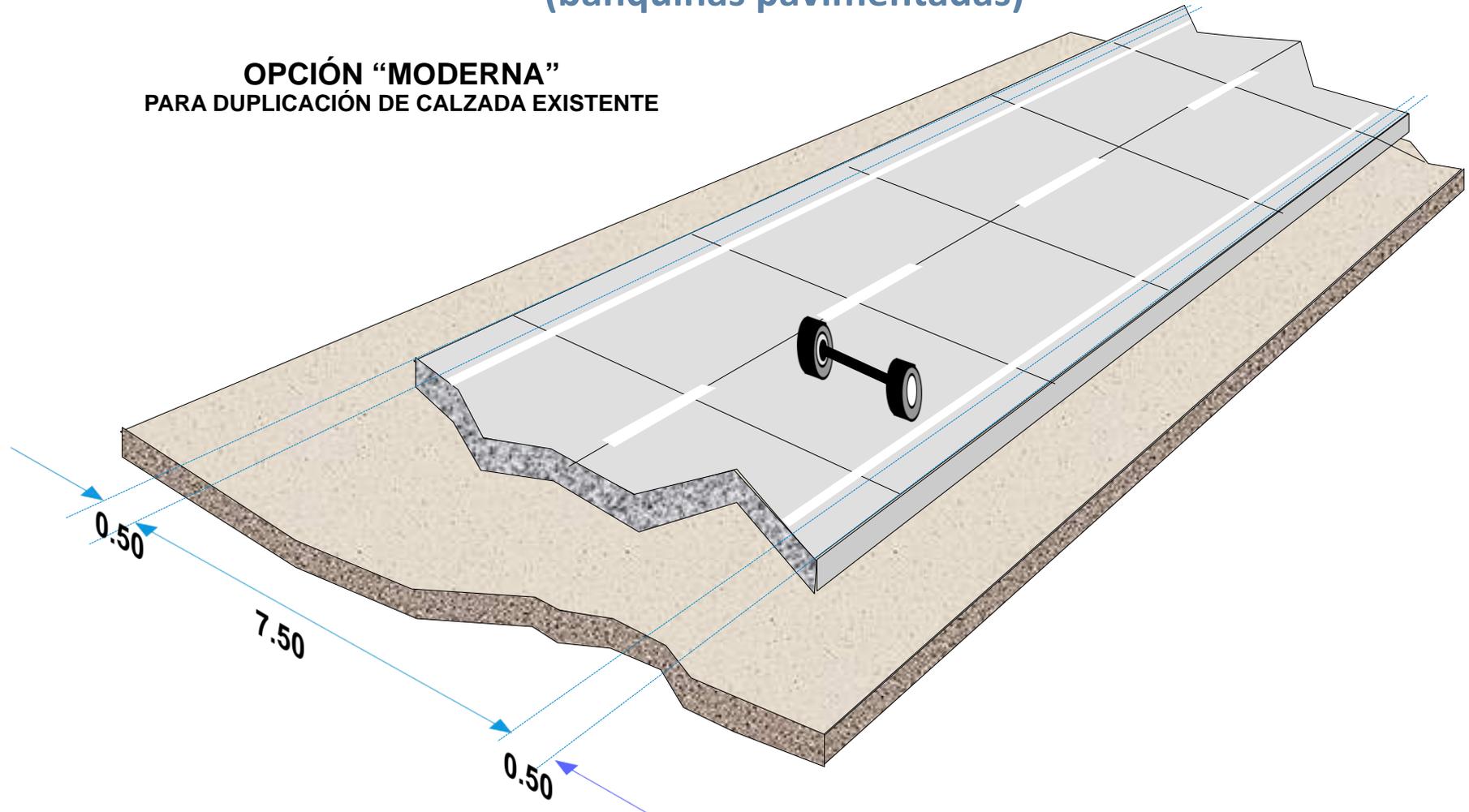
**OPCIÓN "TRADICIONAL"**  
PARA DUPLICACIÓN DE CALZADA EXISTENTE





# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

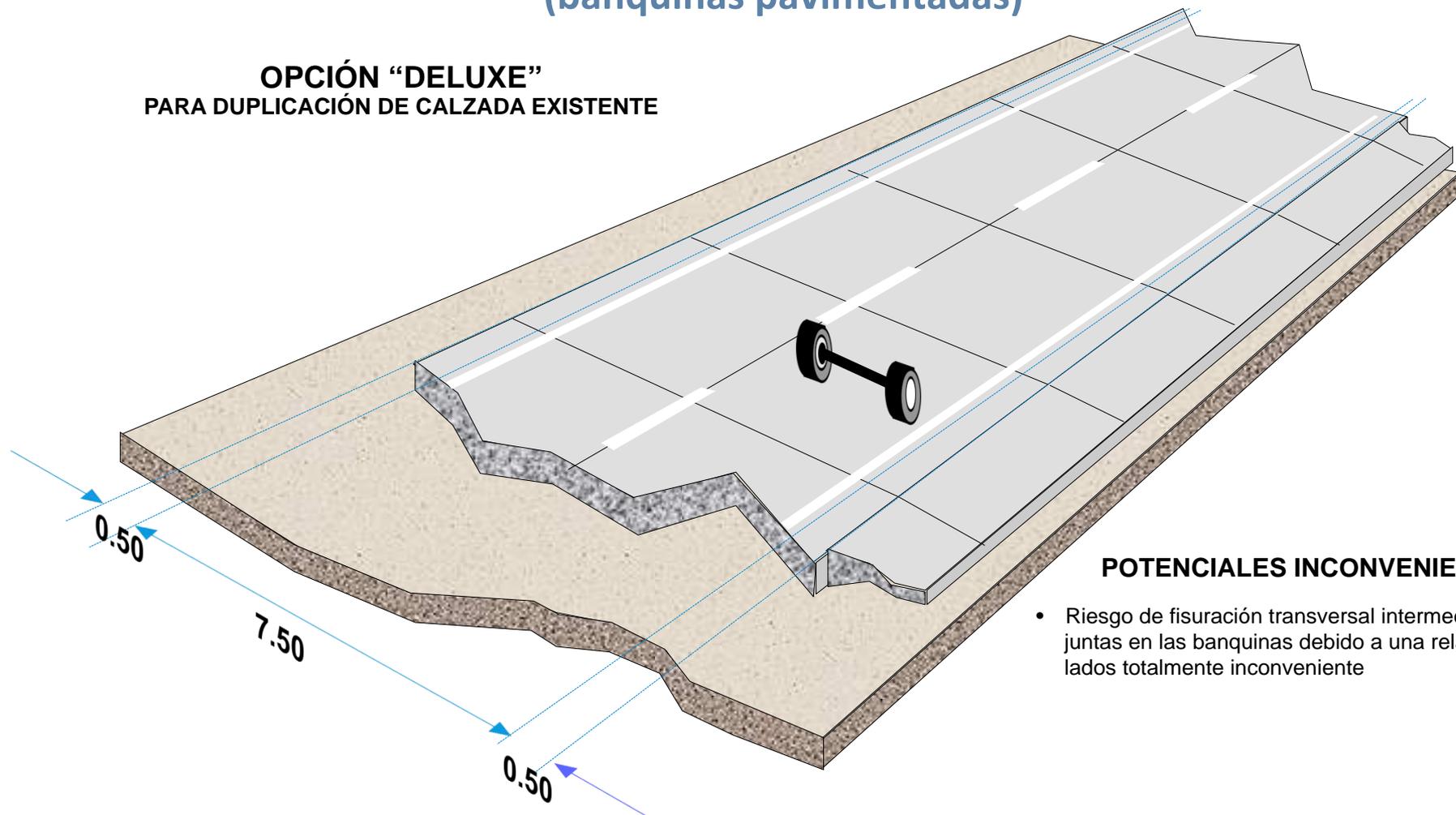
**OPCIÓN "MODERNA"**  
PARA DUPLICACIÓN DE CALZADA EXISTENTE





# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

**OPCIÓN "DELUXE"**  
PARA DUPLICACIÓN DE CALZADA EXISTENTE



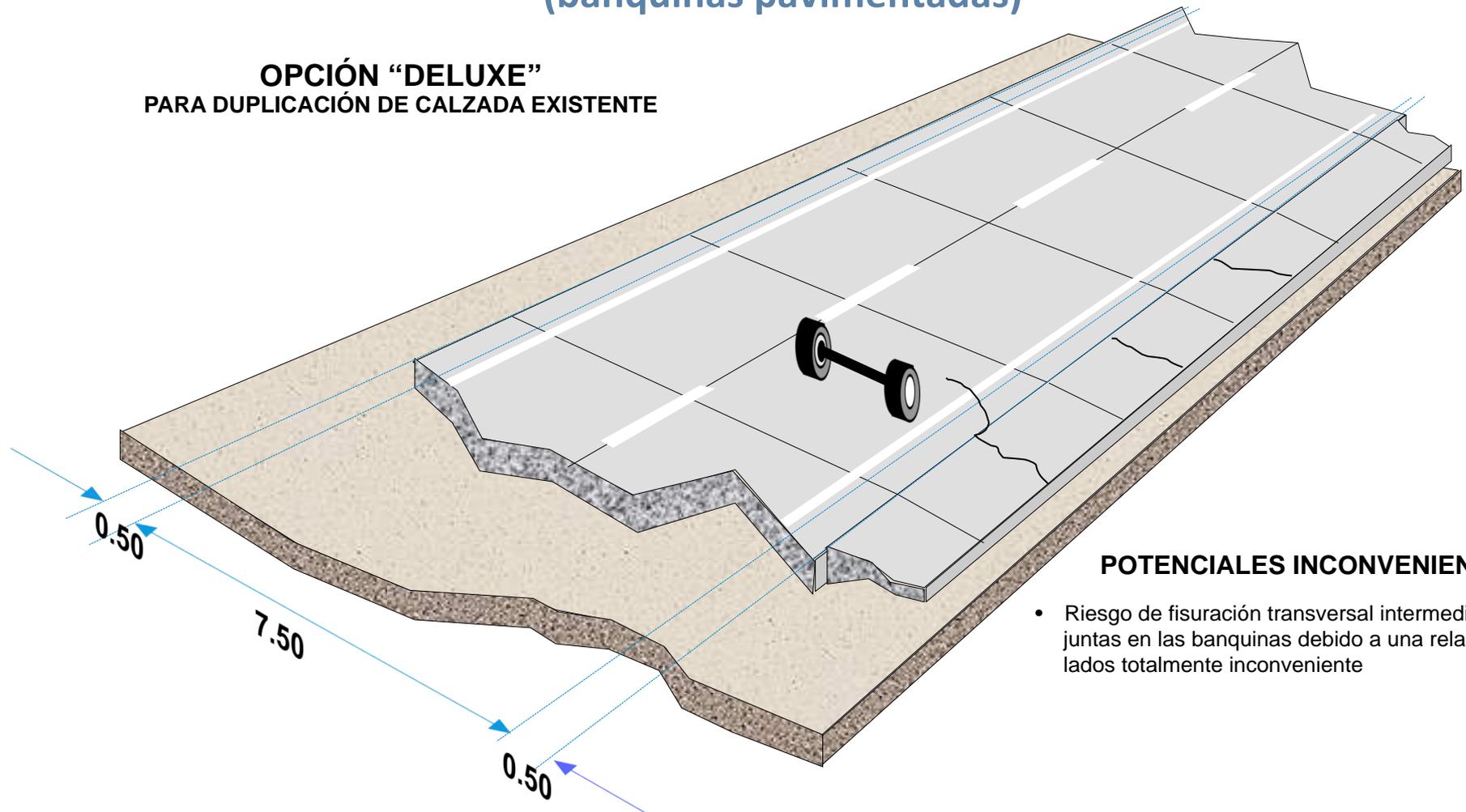
## POTENCIALES INCONVENIENTES:

- Riesgo de fisuración transversal intermedia a las juntas en las banquetas debido a una relación de lados totalmente inconveniente



# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

**OPCIÓN "DELUXE"**  
PARA DUPLICACIÓN DE CALZADA EXISTENTE



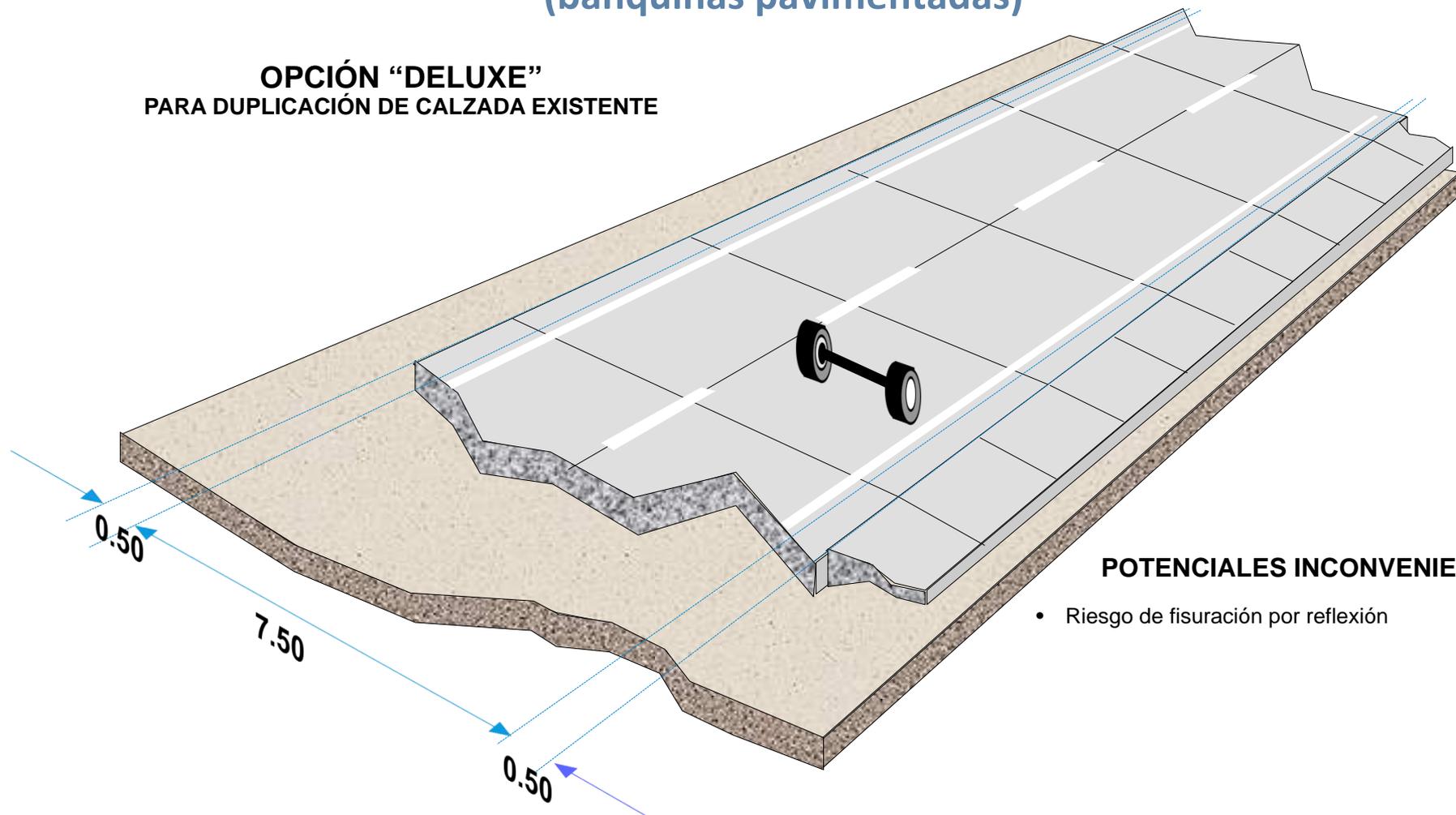
## POTENCIALES INCONVENIENTES:

- Riesgo de fisuración transversal intermedia a las juntas en las banquetas debido a una relación de lados totalmente inconveniente



# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

**OPCIÓN "DELUXE"**  
PARA DUPLICACIÓN DE CALZADA EXISTENTE



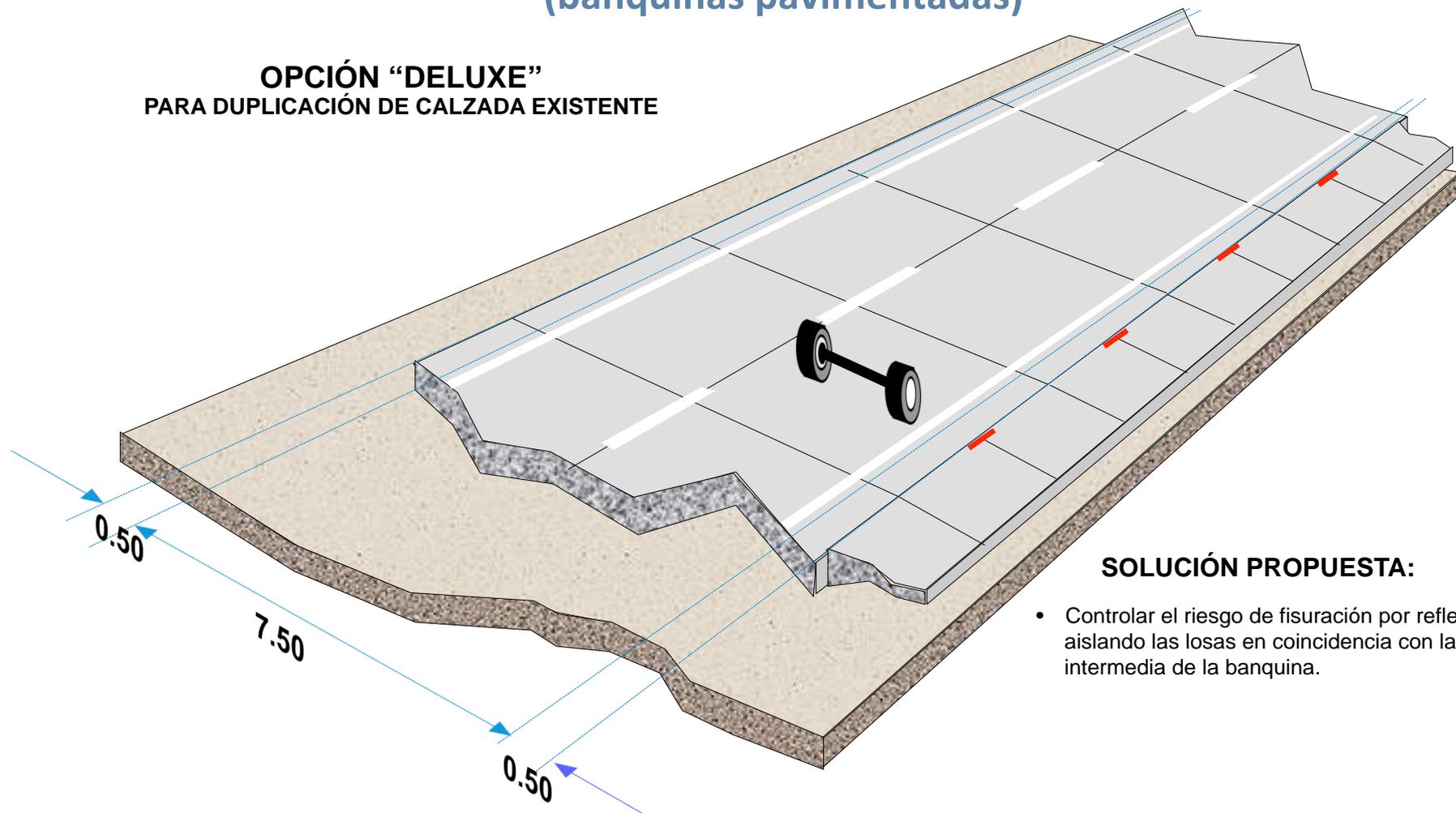
**POTENCIALES INCONVENIENTES:**

- Riesgo de fisuración por reflexión



# Influencia del apoyo rígido (banquinas pavimentadas)

**OPCIÓN "DELUXE"**  
PARA DUPLICACIÓN DE CALZADA EXISTENTE



## SOLUCIÓN PROPUESTA:

- Controlar el riesgo de fisuración por reflexión aislando las losas en coincidencia con la junta intermedia de la banquina.



# Influencia del tamaño de losas

**Estado inicial**



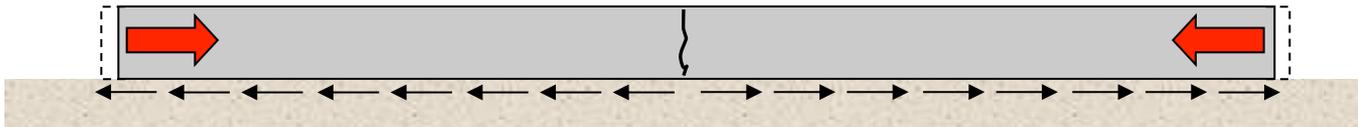


# Influencia del tamaño de losas

**Estado inicial**



**Luego de algunas horas**



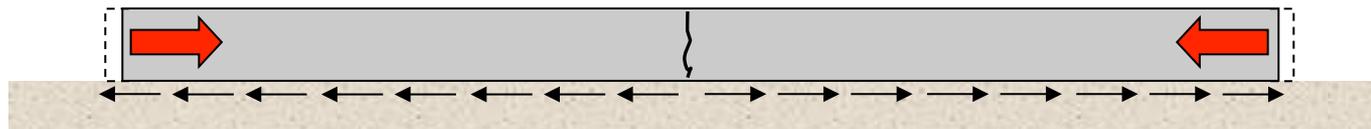


# Influencia del tamaño de losas

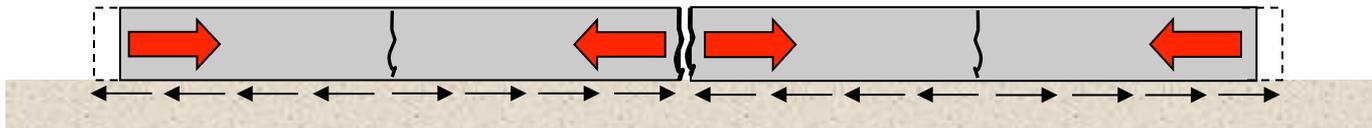
Estado inicial



Luego de algunas horas



Luego de algunos días



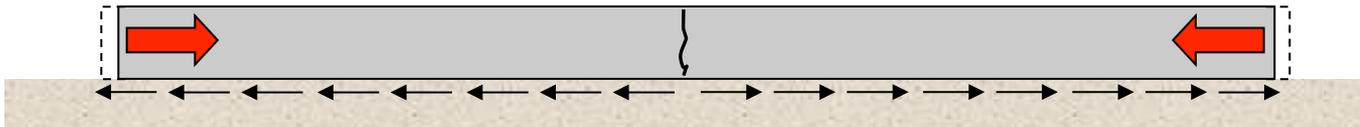


# Influencia del tamaño de losas

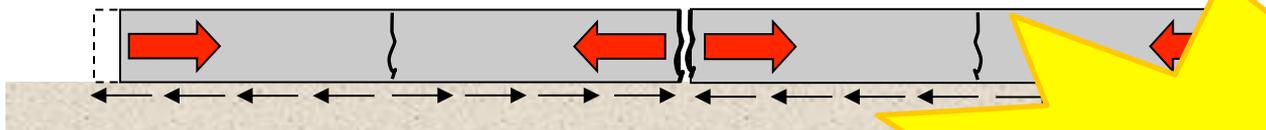
Estado inicial



Luego de algunas horas



Luego de algunos días



**restricción**



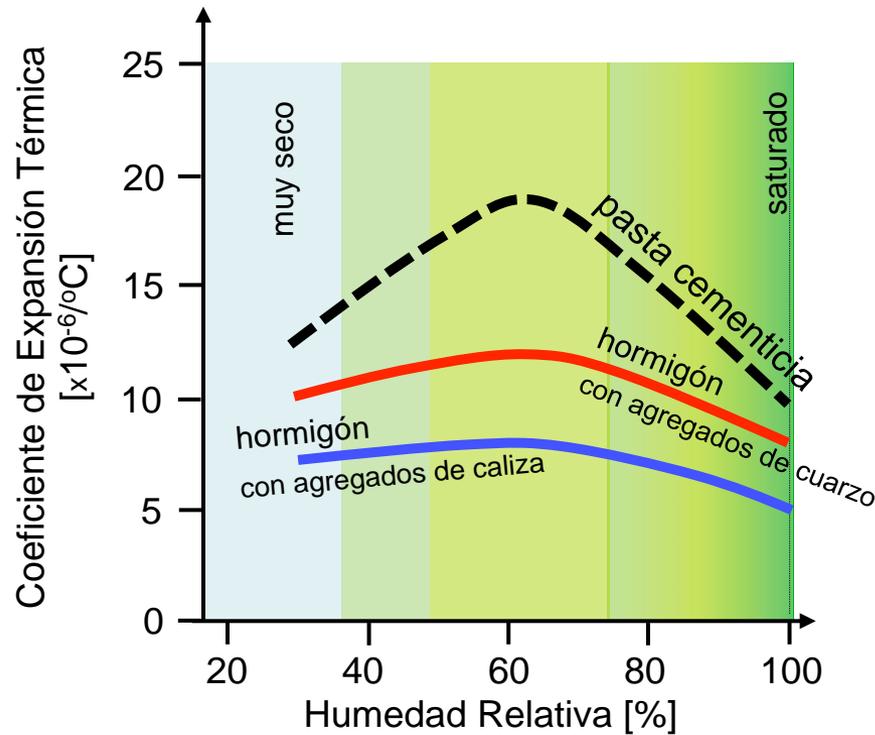
# Influencia del tamaño de losas

## ¿Qué variables involucra?

- Esbeltez de la losa ( $D/L$ )
- Coeficiente de fricción entre losa y base de apoyo ( $\mu$ )
- Gradientes de temperatura
- Gradientes de humedad
- Características de la mezcla de hormigón:
  - Desarrollo de resistencia a tracción
  - CET (coeficiente de expansión térmica)
  - $E_c$  (módulo de elasticidad)
  - Desarrollo de temperatura durante la hidratación
  - Contracción temprana
  - Contracción por secado



## Influencia del CET (coeficiente de expansión térmica)

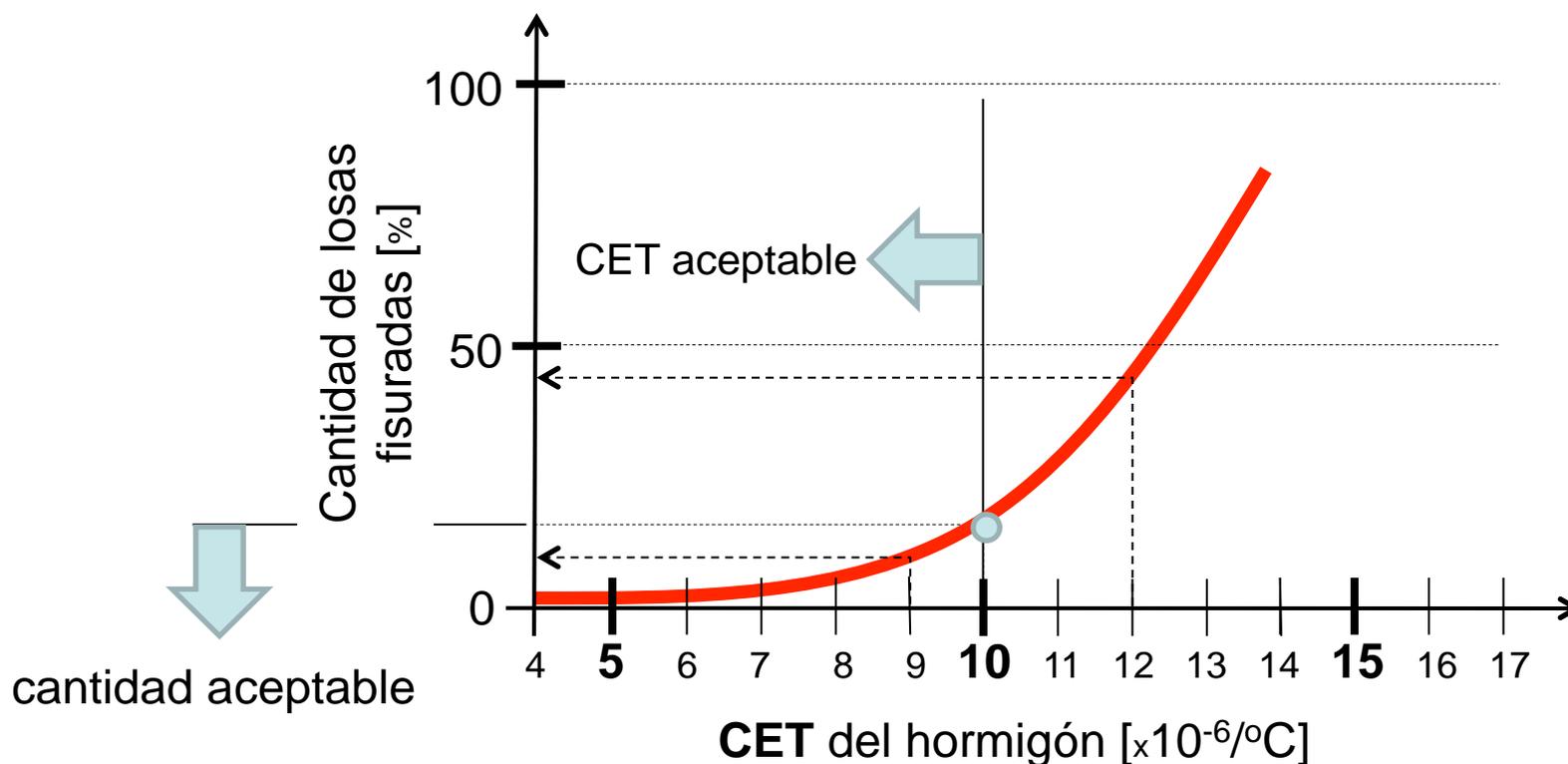


Efecto de la humedad sobre el coeficiente de expansión térmica sobre pasta y hormigón maduros (Meyers, 1950).

Fuente: P. Domone, 2010. Construction Materials, : Their nature and behaviour, 4th edition



## Influencia del CET (coeficiente de expansión térmica)





# Tendencias desde el diseño para obtener la mayor durabilidad del pavimento

Variables a maximizar	Variables a minimizar
<ul style="list-style-type: none"><li>• confiabilidad</li><li>• módulo de reacción, <math>k</math></li><li>• espesor de la losa, <math>D</math></li><li>• resistencia, <math>S'_c</math></li><li>• coeficiente de drenaje, <math>C_d</math></li><li>• valor inicial de PSI, <math>p_0</math></li><li>• rigidización de bordes</li><li>• <b>facilidad constructiva</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• valor del desvío estándar, <math>Z_R</math></li><li>• deterioro previsto, <math>\Delta PSI</math></li><li>• coeficiente de transferencia, <math>J</math></li><li>• módulo de elasticidad, <math>E_c</math></li><li>• coeficiente de expansión térmica, <b>CET</b></li><li>• <b>complejidad constructiva</b></li></ul>



# Tendencias desde el diseño para obtener la mayor durabilidad del pavimento

Variables a maximizar	Variables a minimizar
<ul style="list-style-type: none"><li>• confiabilidad</li><li>• módulo de reacción, <math>k</math></li><li>• espesor de la losa, <math>D</math></li><li>• resistencia, <math>S'_c</math></li><li>• coeficiente de drenaje, <math>C_d</math></li><li>• valor inicial de PSI, <math>p_0</math></li><li>• rigidización de bordes</li><li>• <b>facilidad constructiva</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• valor del desvío estándar, <math>Z_R</math></li><li>• deterioro previsto, <math>\Delta PSI</math></li><li>• coeficiente de transferencia, <math>J</math></li><li>• módulo de elasticidad, <math>E_c</math></li><li>• coeficiente de expansión térmica, <b>CET</b></li><li>• <b>complejidad constructiva</b></li></ul>

**Tener en cuenta que todas las variables deben ser compatibles con la disponibilidad local de materiales y condiciones ambientales.**



# Variables que inciden en el desempeño de un pavimento de hormigón

**¿y desde la construcción?**

**¿qué se debe cuidar?**



# Influencia de la Mezcla de Hormigón ensayos de caracterización

MADUREZ DEL HORMIGÓN

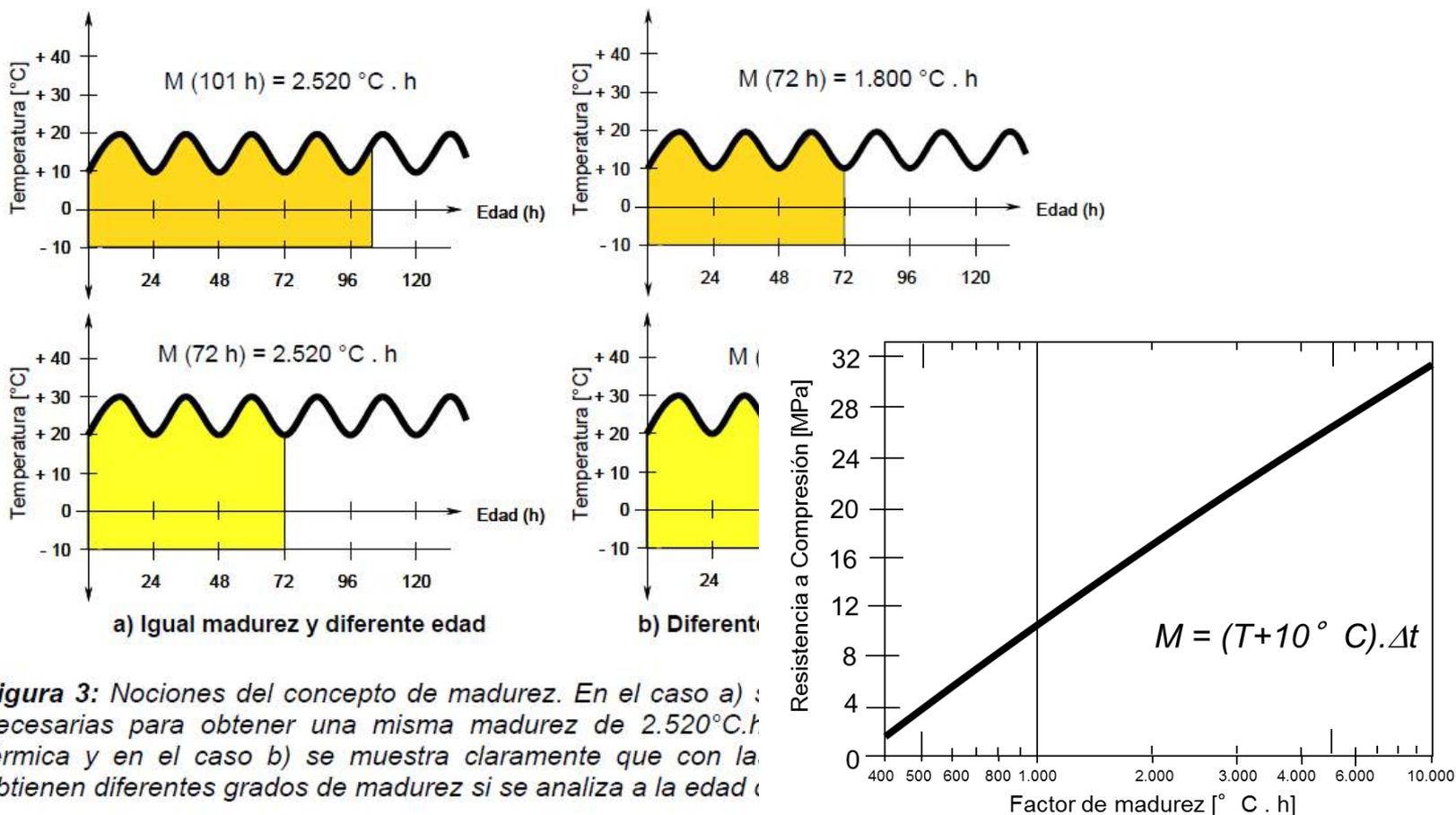


Figura 3: Nociones del concepto de madurez. En el caso a) se muestran las edades necesarias para obtener una misma madurez de  $2.520^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  térmica y en el caso b) se muestra claramente que con la misma edad se obtienen diferentes grados de madurez si se analiza a la edad (

Fuente: E. Becker, 2008. "Curso Clarín: Hormigón para Arquitectos", módulo 2: "Curado de

Relación madurez - resistencia de una mezcla de hormigón

Fuente: IMCYC - Manual del Concreto



# Influencia de la Mezcla de Hormigón

Table 3-11. Typical CTE Values for Common Portland Cement Concrete Ingredients

	Coefficient of thermal expansion	
	10 <sup>-6</sup> /°C	10 <sup>-6</sup> /°F
<b>Aggregate</b>		
Granite	7 to 9	4 to 5
Basalt	6 to 8	3.3 to 4.4
Limestone	6	3.3
Dolomite	7 to 10	4 to 5.5
Sandstone	11 to 12	6.1 to 6.7
Quartzite	11 to 13	6.1 to 7.2
Marble	4 to 7	2.2 to 4
<b>Cement paste (saturated)</b>		
w/c = 0.4	18 to 20	10 to 11
w/c = 0.5	18 to 20	10 to 11
w/c = 0.6	18 to 20	10 to 11
<b>Steel</b>	11 to 12	6.1 to 6.7

Sources: FHWA (2004b) and PCA (2002)

Note: These values are for aggregates from specific sources, and different aggregate sources may provide values that vary widely from these values.

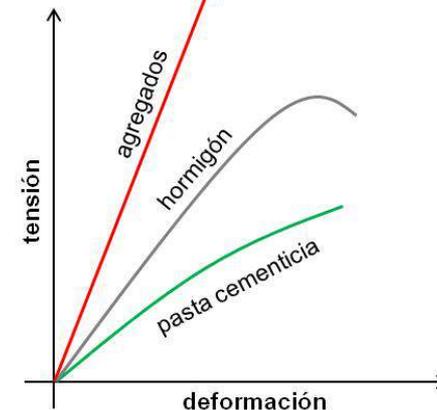
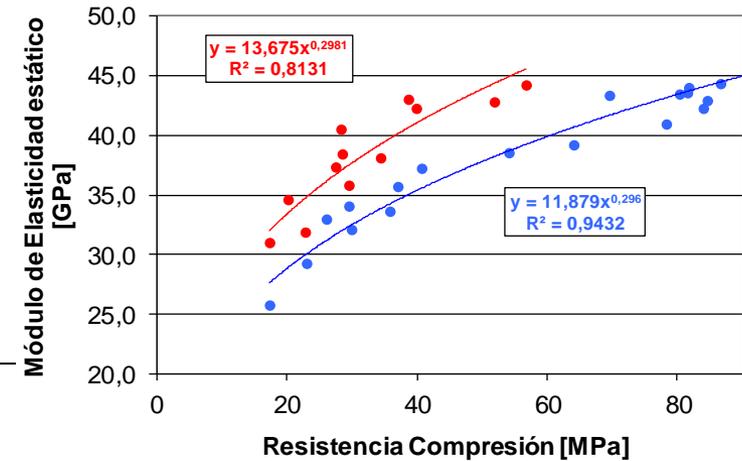
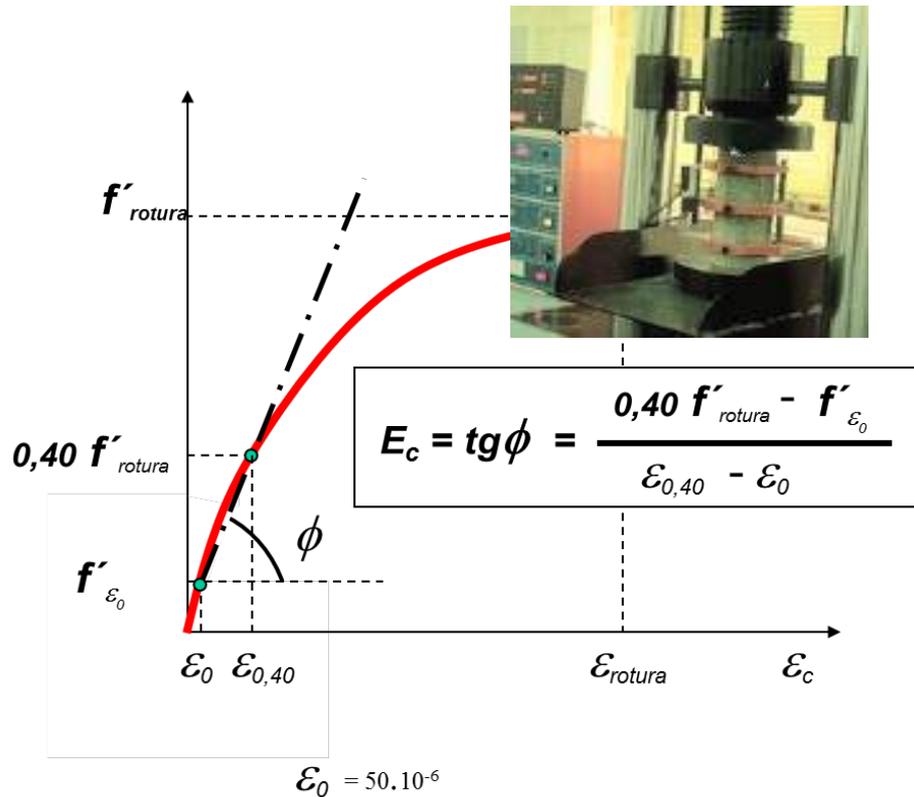


CET – coeficiente de expansión térmica



# Influencia de la Mezcla de Hormigón ensayos de caracterización

**$E_c$  – módulo de elasticidad**



**Determinación de  $E_c$  según ASTM C469-94**



# Influencia de la Mezcla de Hormigón ensayos de caracterización

Tendencia a la fisuración

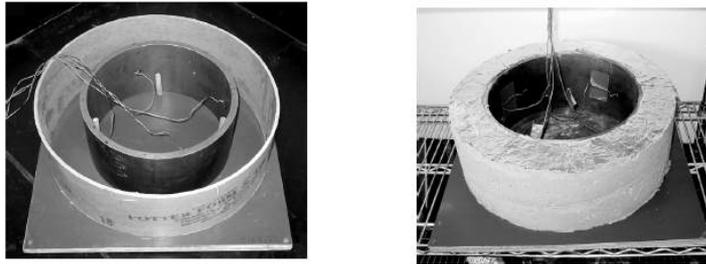


Figure 1b—Cracking-Tendency Test Apparatus (Left—Empty; Right—Full of Concrete)

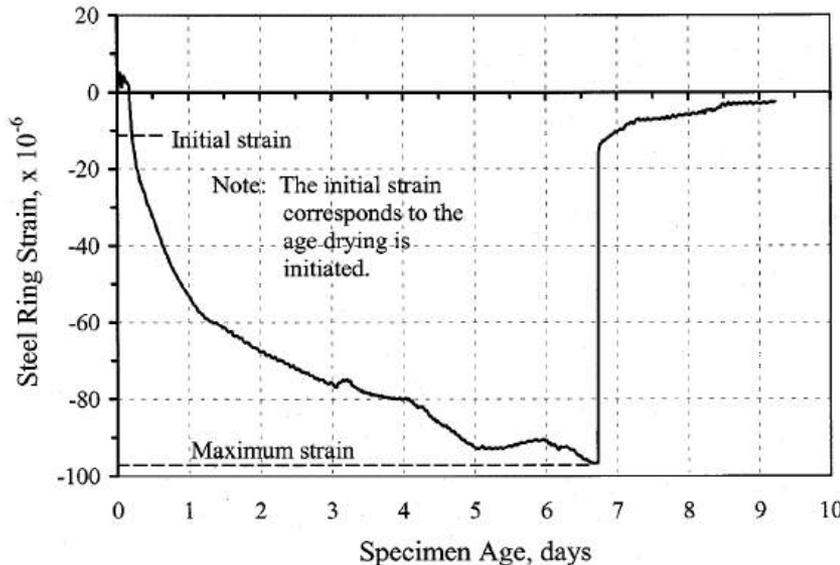


FIG. 2 Steel ring strain versus specimen age.



Foto: CTL Group

**AASHTO T 334-08**  
Standard Method of Test for **Estimating  
the Cracking Tendency of Concrete**



# Influencia de la Mezcla de Hormigón

## ensayos de caracterización

### ¿qué hacer con los resultados?

- Con los resultados de ensayos de caracterización, previo a la iniciación de los trabajos de pavimentación se deben realizar las siguientes acciones:
  - Verificar que los valores de las variables utilizadas en el diseño (MR,  $E_c$  y CET entre otras resulten similares a las obtenidas sobre la mezcla a utilizar en obra)
  - Verificar mediante una modelación (a través de HiperPAV u otra herramienta) que las condiciones de obra resulten compatibles como controlar el riesgo de fisuración temprana del hormigón.



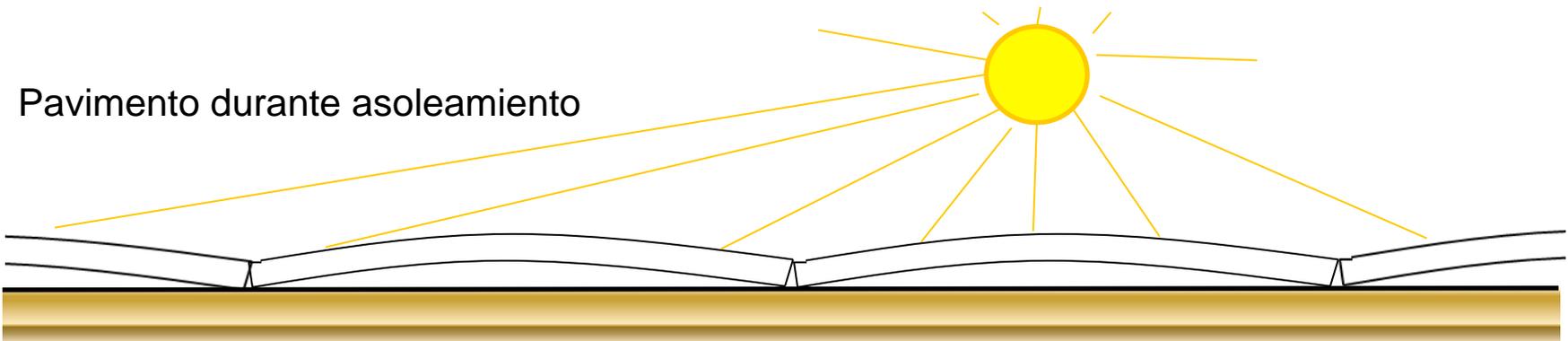
# Influencia del Alabeo

## alabeo por efectos del gradiente térmico

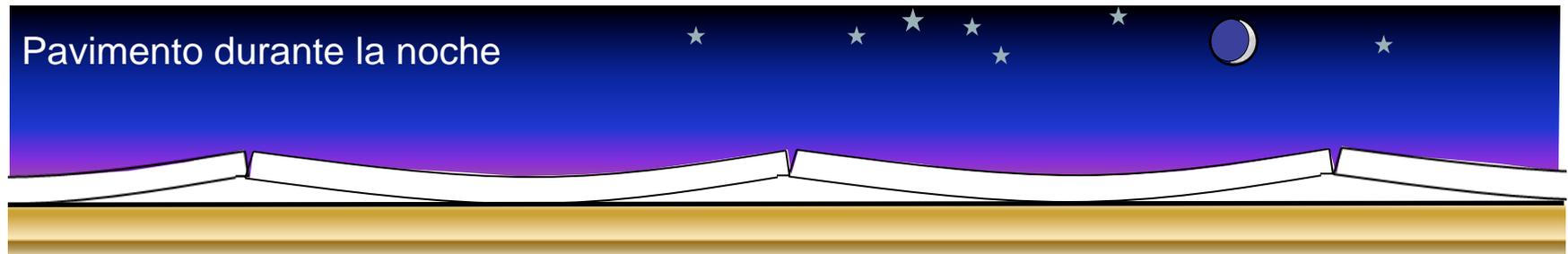
Pavimento en estado ideal



Pavimento durante asoleamiento



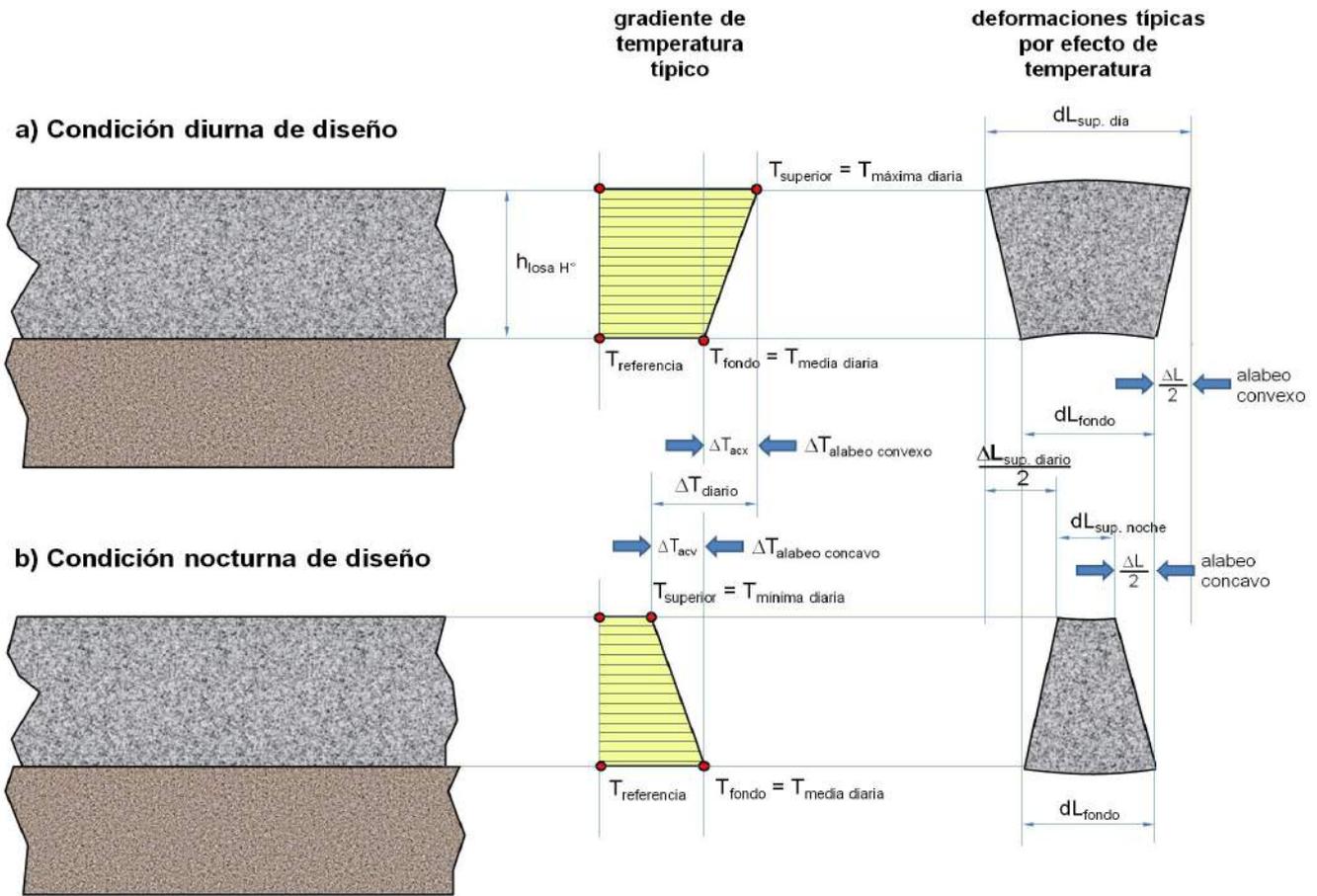
Pavimento durante la noche





# Influencia del Alabeo

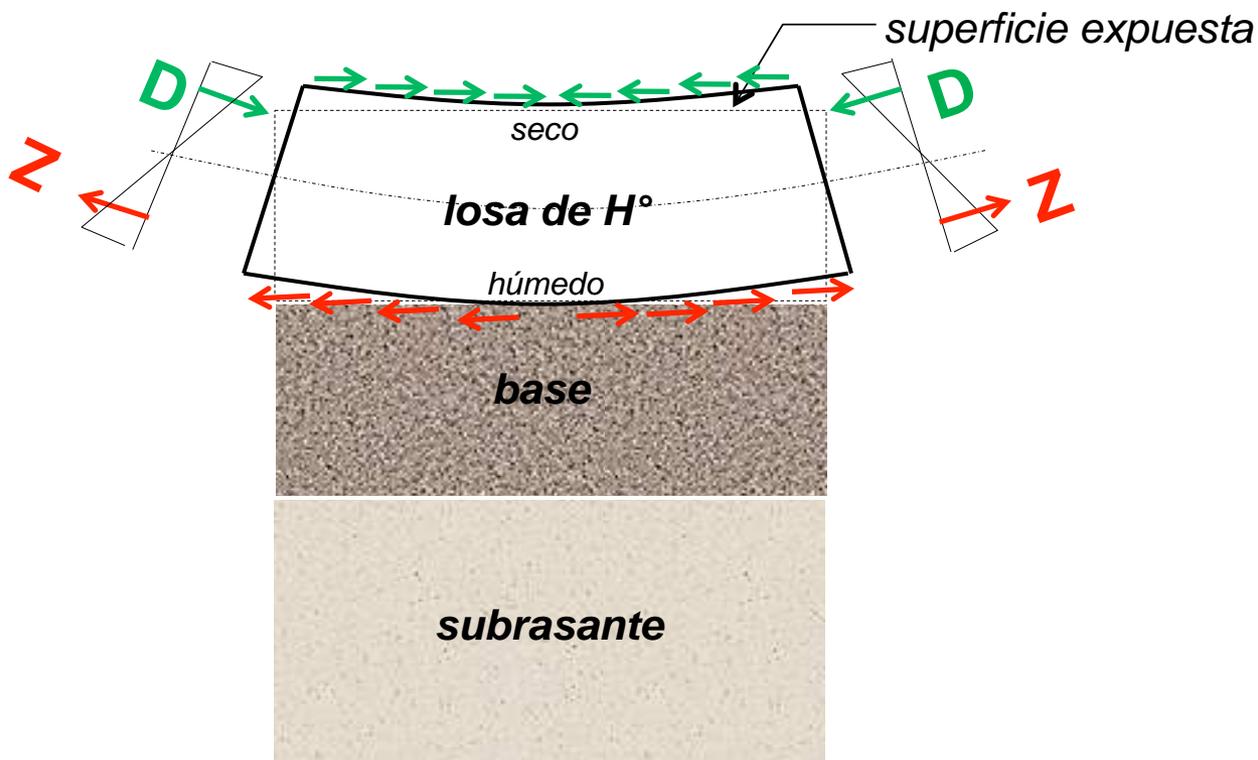
## alabeo por efectos del gradiente térmico





# Influencia del Alabeo

## alabeo por efectos de un gradiente de humedad

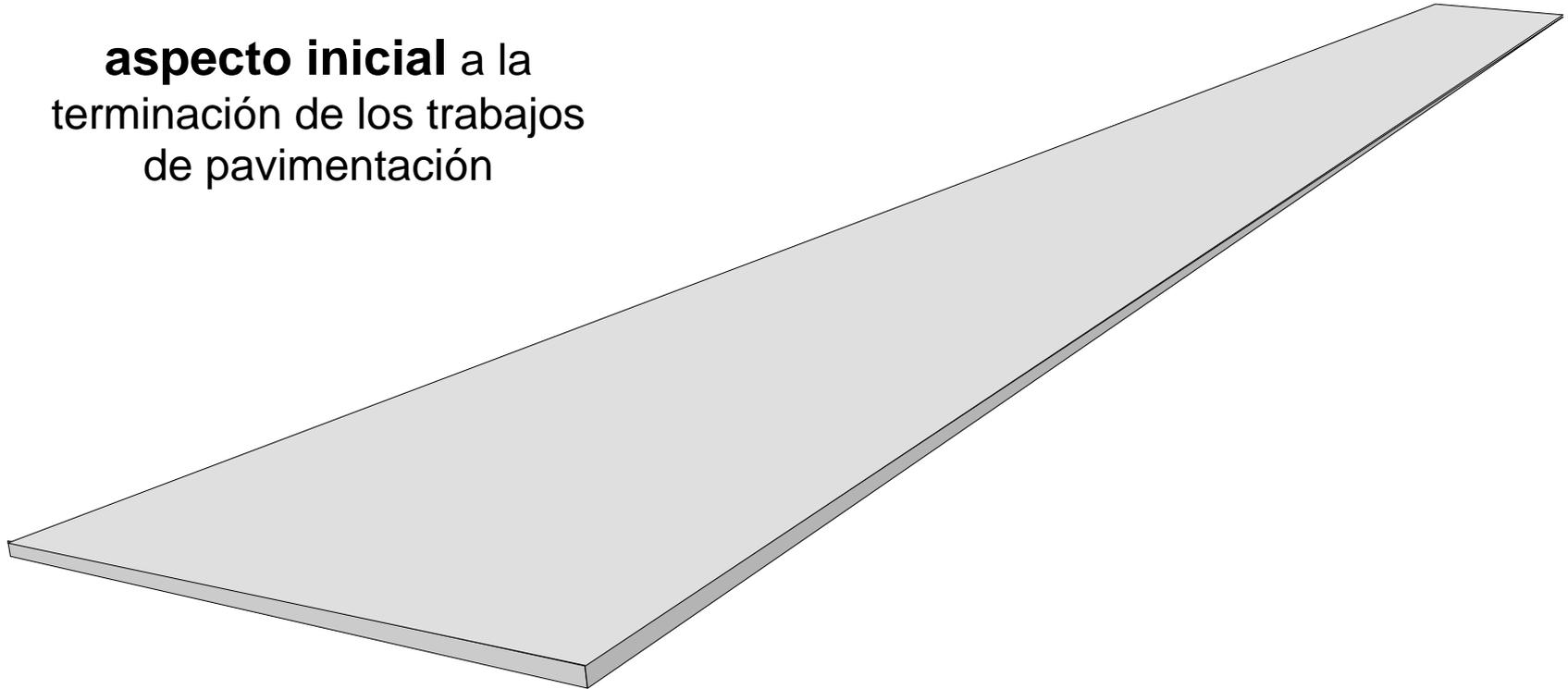




# Influencia del Alabeo

## alabeo constructivo

**aspecto inicial** a la  
terminación de los trabajos  
de pavimentación

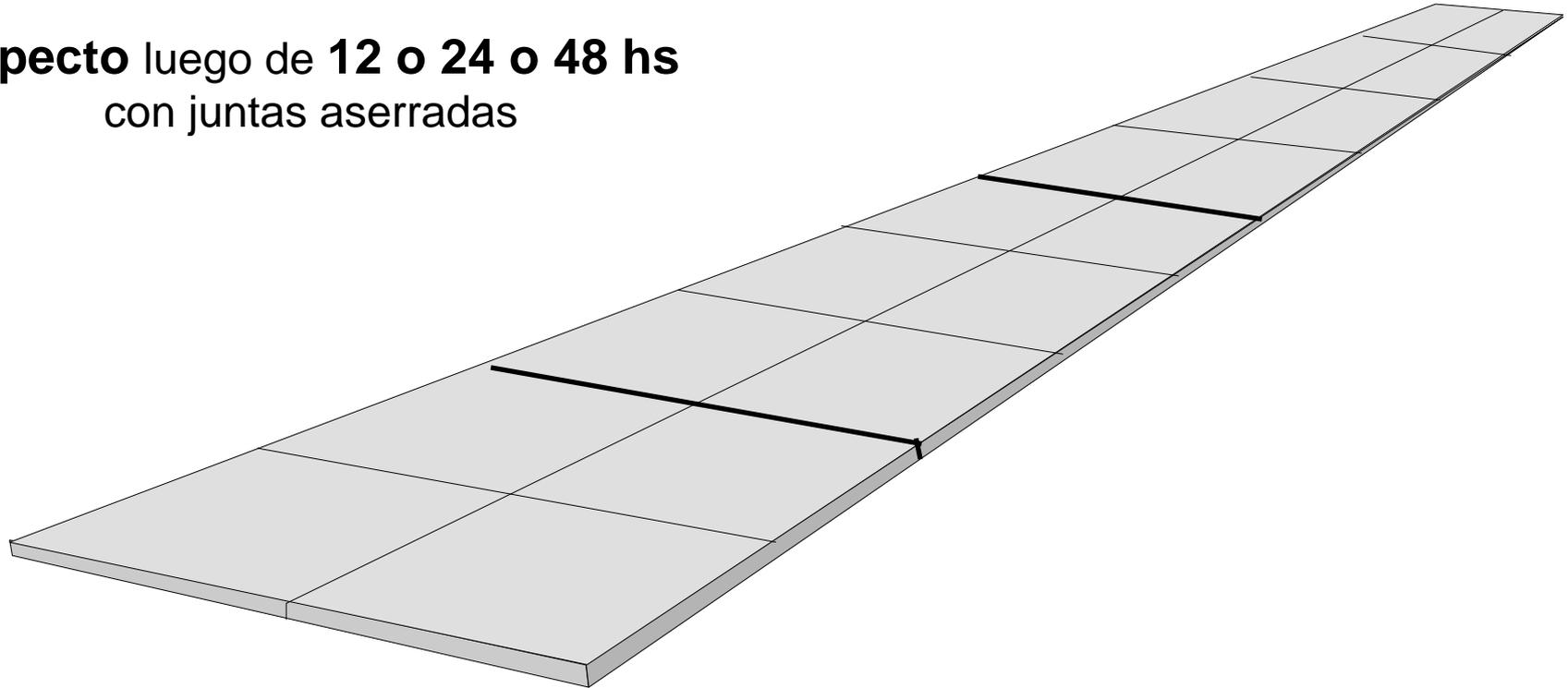




# Influencia del Alabeo

## alabeo constructivo

**aspecto** luego de **12 o 24 o 48 hs**  
con juntas aserradas

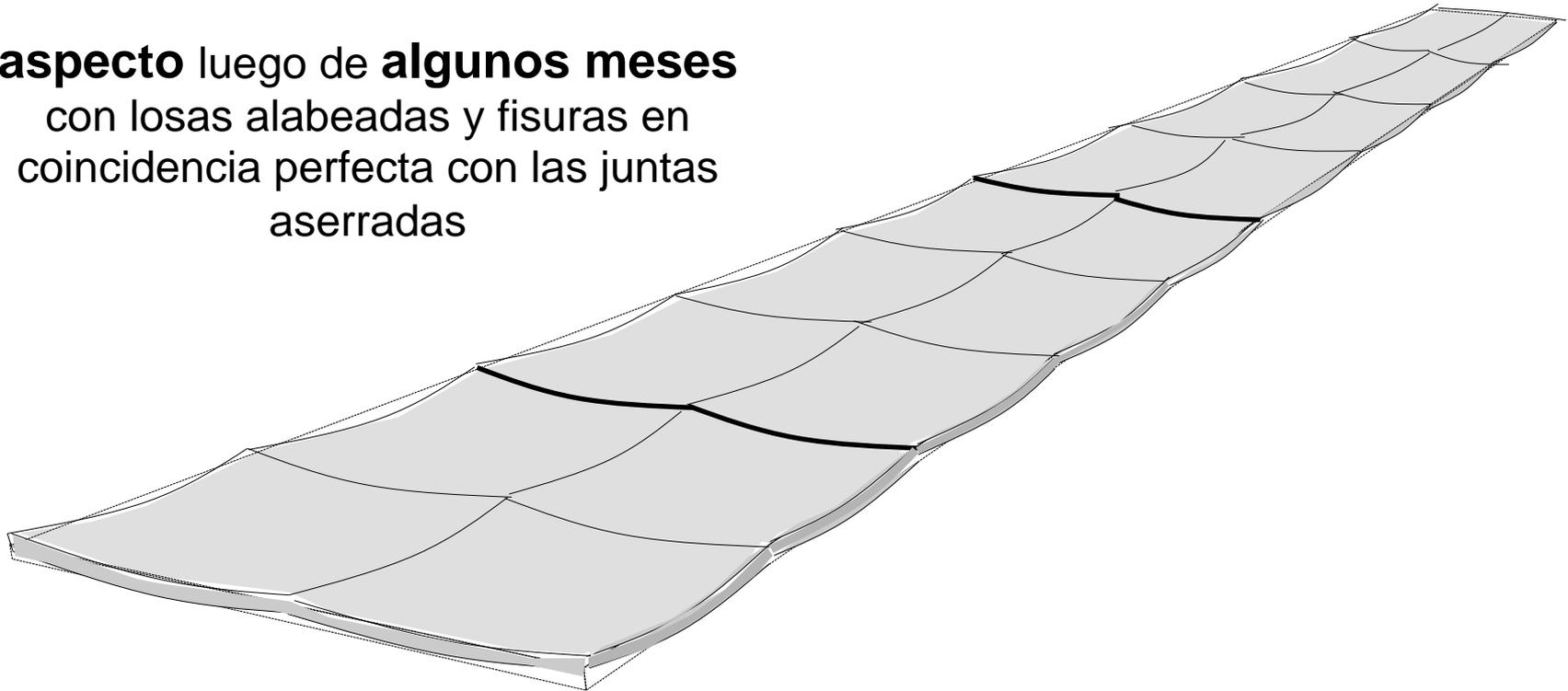




# Influencia del Alabeo

## alabeo constructivo

**aspecto** luego de **algunos meses**  
con losas alabeadas y fisuras en  
coincidencia perfecta con las juntas  
aserradas





# UBICACIÓN DE PLANTA

ALTERNATIVA CON PLANTA FIJA (UBICACIÓN ÚNICA PARA TODA LA OBRA)





# UBICACIÓN DE PLANTA

ALTERNATIVA CON PLANTA MÓVIL CON 1 MOVIMIENTO





# UBICACIÓN DE PLANTA

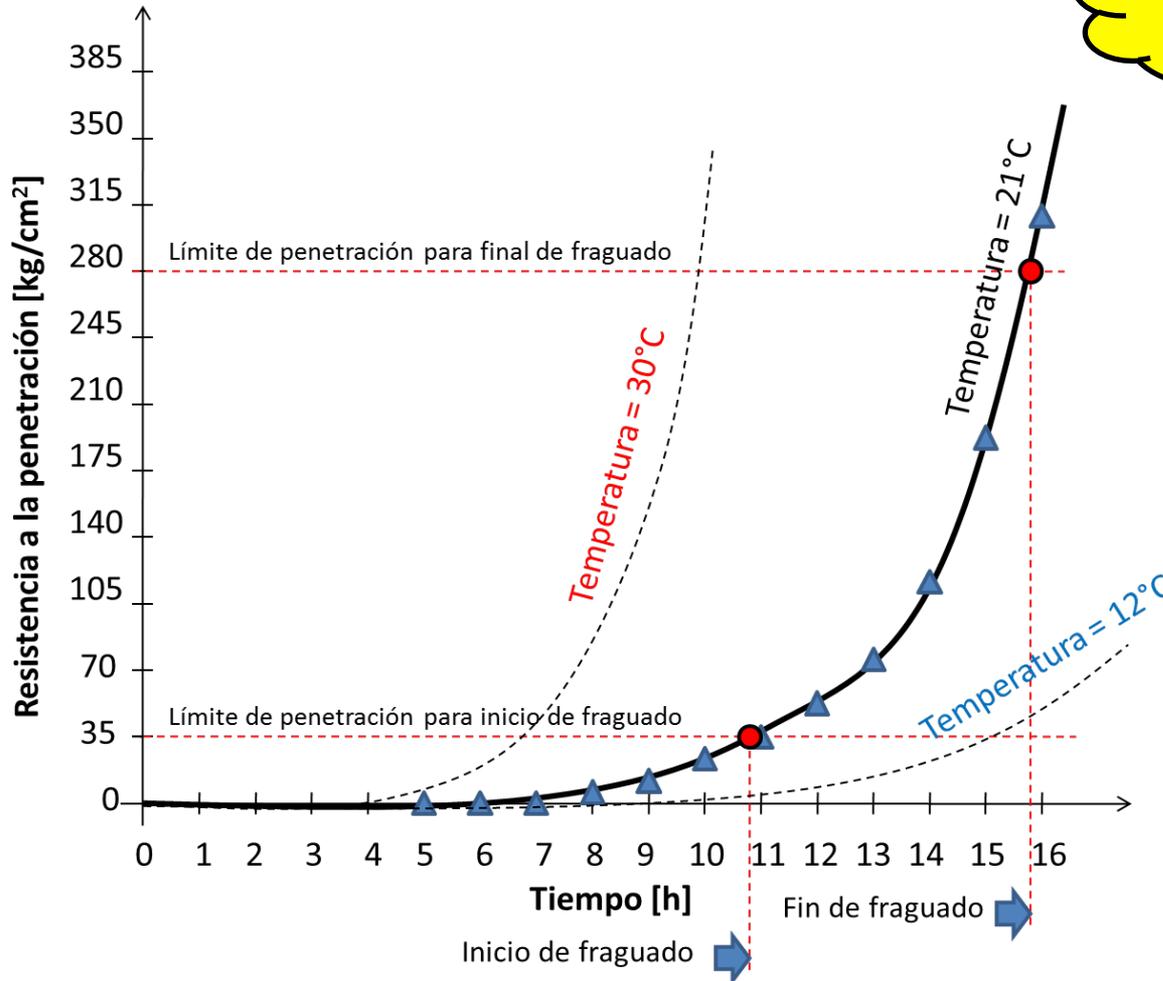
ALTERNATIVA CON PLANTA MÓVIL CON 2 MOVIMIENTOS





## TIEMPOS DE FRAGUADO

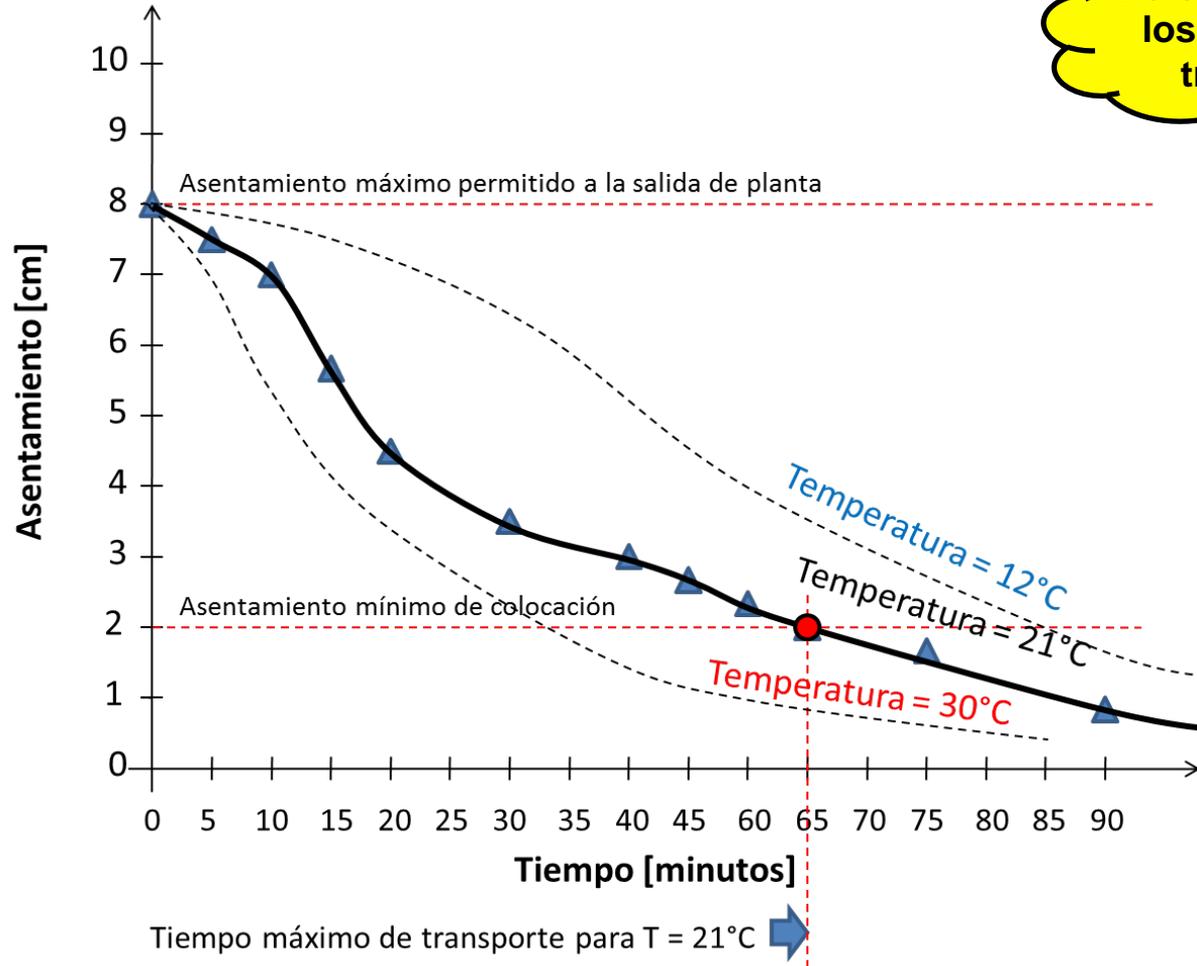
Determinación de  
los tiempos de  
transporte





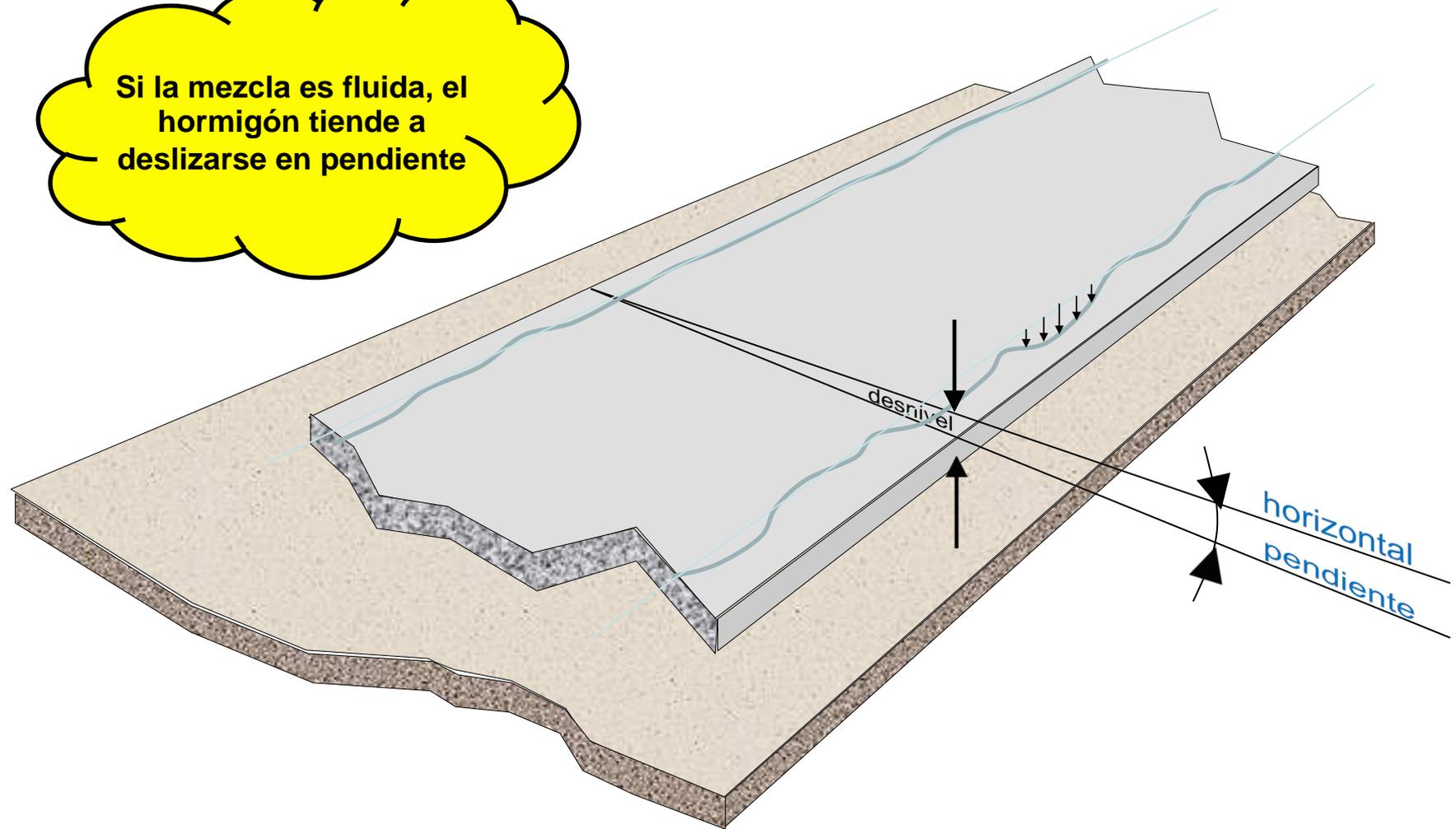
## PÉRDIDA DE ASENTAMIENTO EN EL TIEMPO

Determinación de  
los tiempos de  
transporte



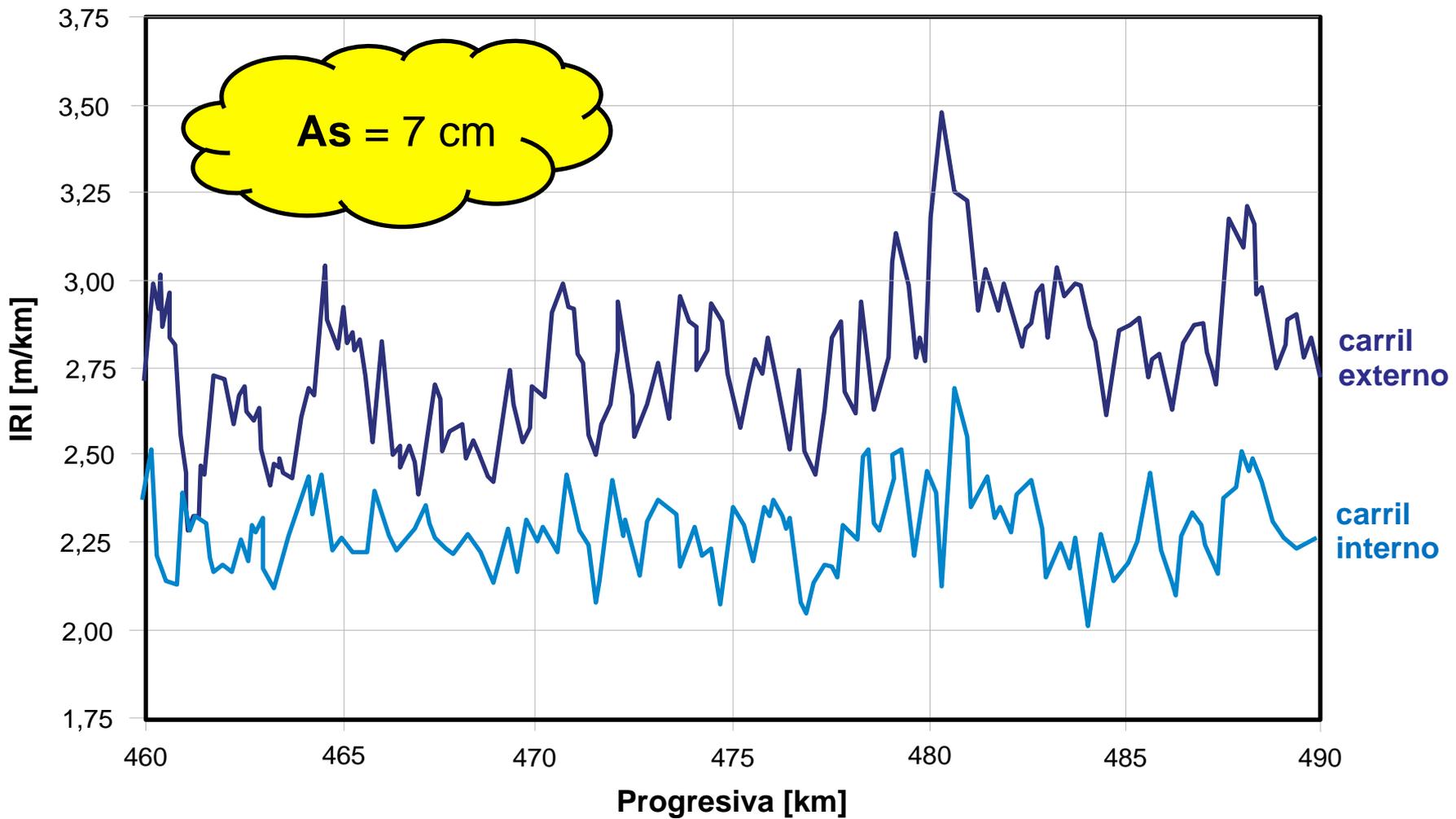


Si la mezcla es fluida, el  
hormigón tiende a  
deslizarse en pendiente



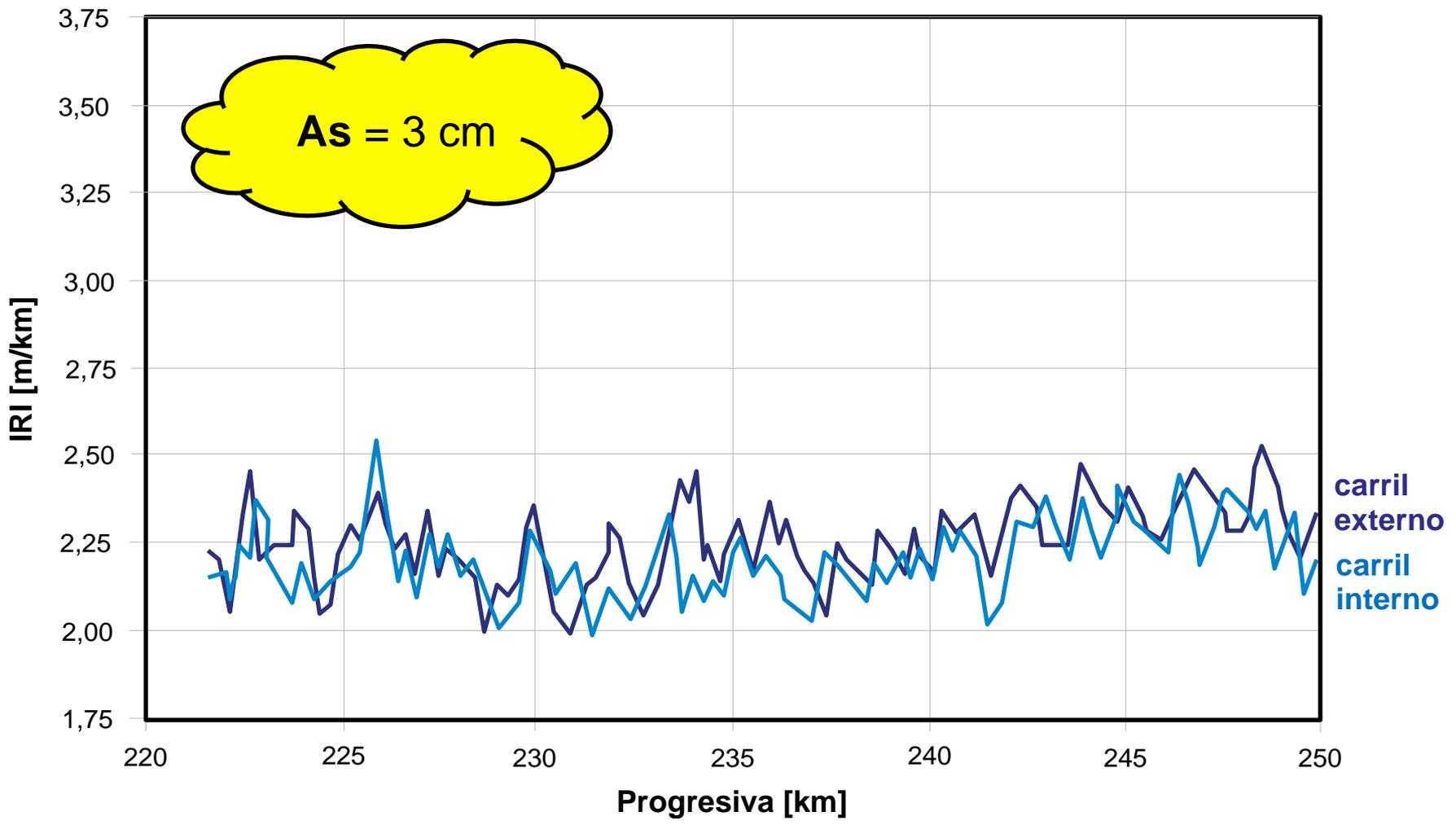


### INFLUENCIA DEL ASENTAMIENTO SOBRE LA RUGOSIDAD



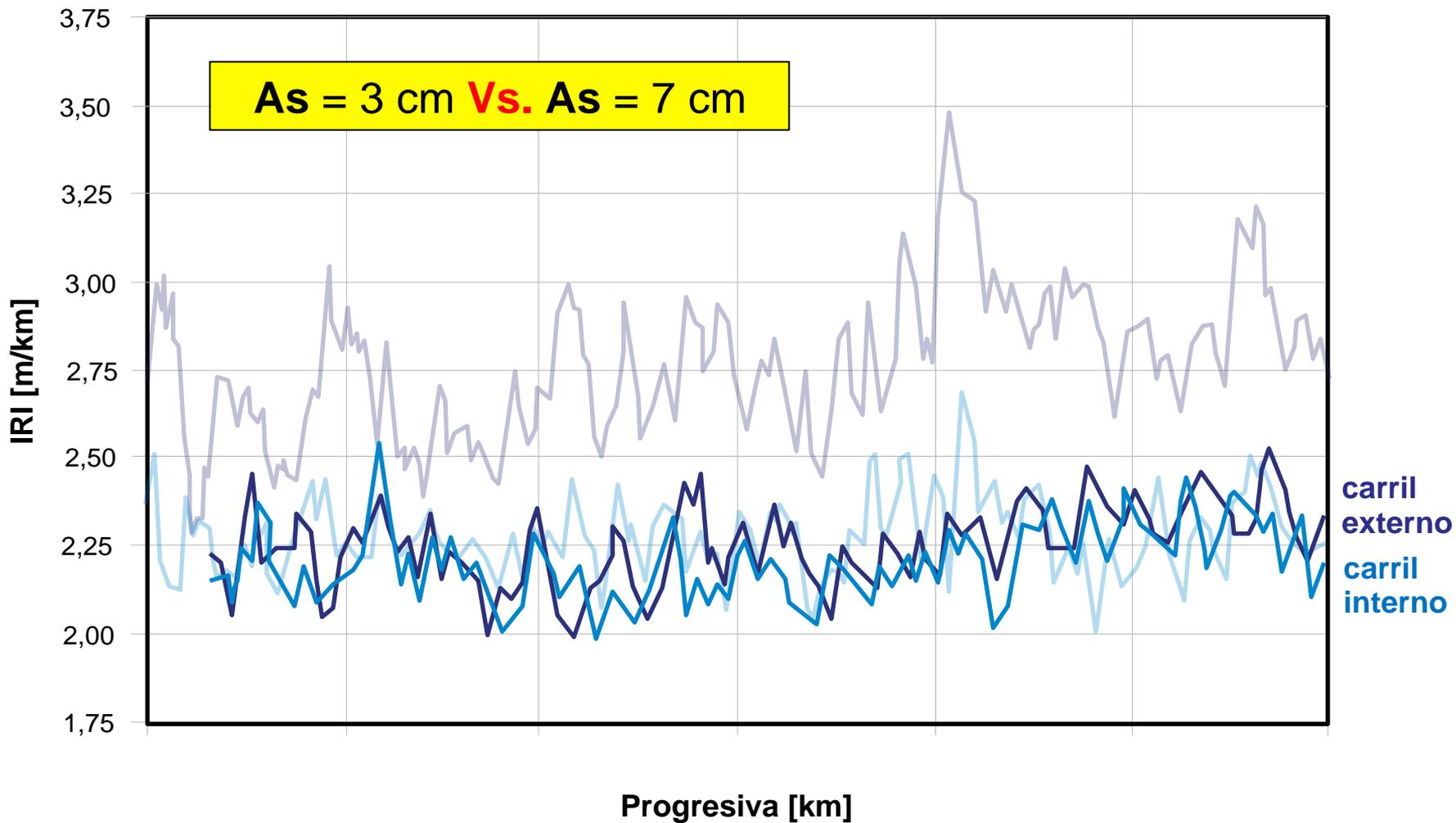


### INFLUENCIA DEL ASENTAMIENTO SOBRE LA RUGOSIDAD



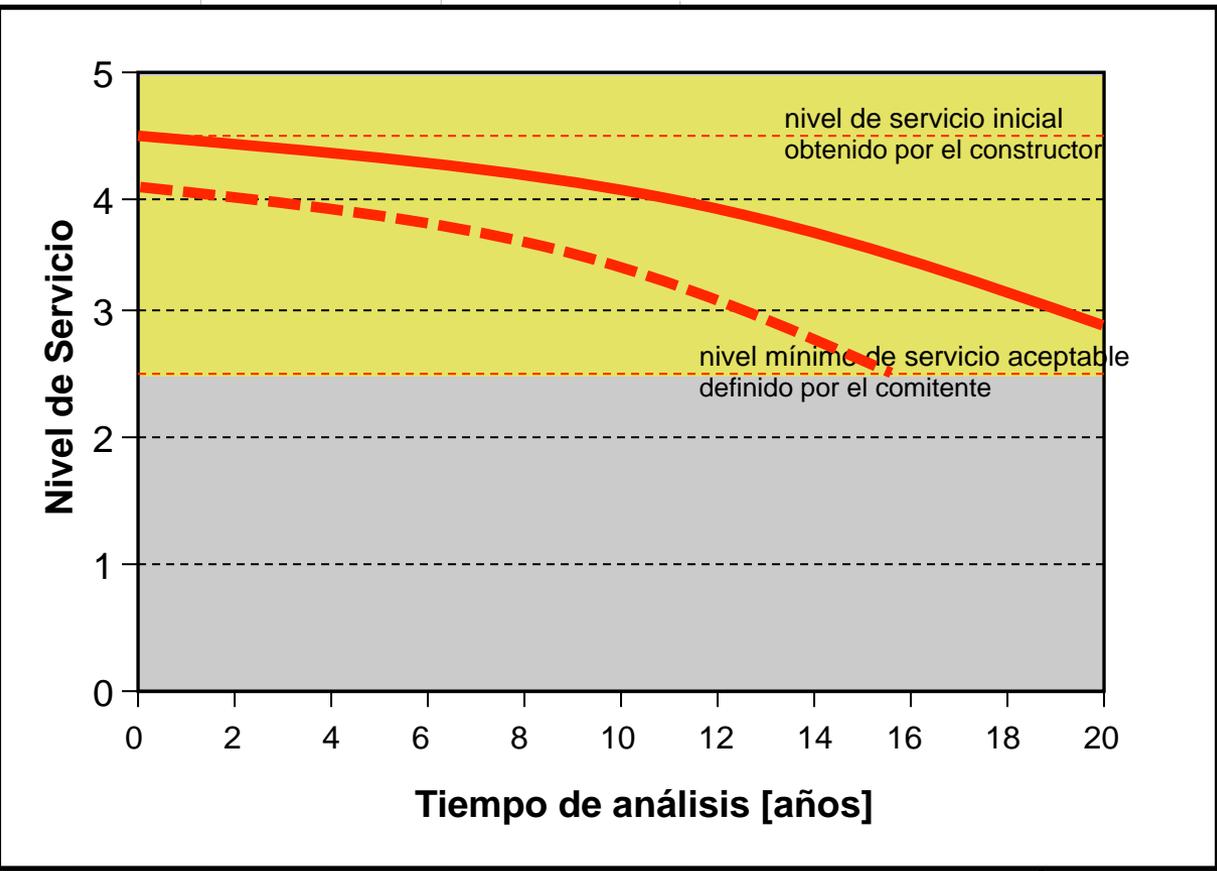
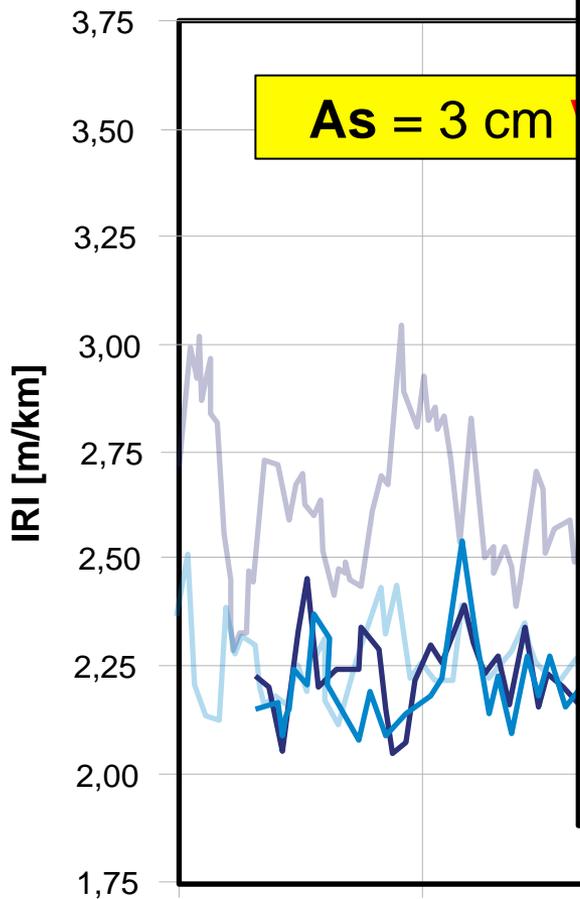


## INFLUENCIA DEL ASENTAMIENTO SOBRE LA RUGOSIDAD





**INFLUENCIA**



Progresiva [km]



**APOYO CONFIABLE**  
Sobreanchos de base



Foto: ICPA



# APOYO CONFIABLE

## Sobreanchos de base





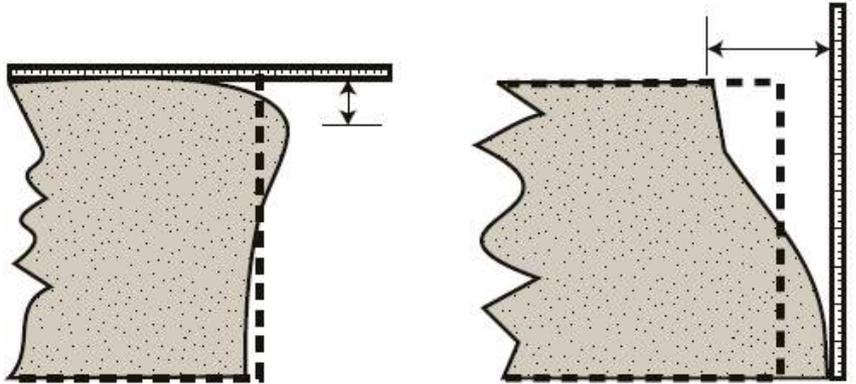
# APOYO CONFIABLE

## Sobreanchos de base





# COLOCACIÓN



a) **Top edge slumps down**  
Place straightedge on surface. Measure vertical distance between edge of slab at its greatest point of slump and straightedge.

b) **Bottom edge slumps out**  
Place straightedge along slab edge at greatest point of slump. Measure horizontal distance between top edge of slab and straightedge.

## POSIBLES CAUSAS:

- Mezcla con exceso de mortero
- Mezcla con exceso de exudación
- Deficiente alineación del molde deslizante lateral
- Deficiencias en la compactación (extrusión insuficiente)
- Exceso en las tareas de terminación
- Fratasado muy cerca del borde

Figure 8-11. Two types of edge slump



# COLOCACIÓN



Control de  
asentamiento



PROTECCIÓN



Control de exudación



PROTECCIÓN

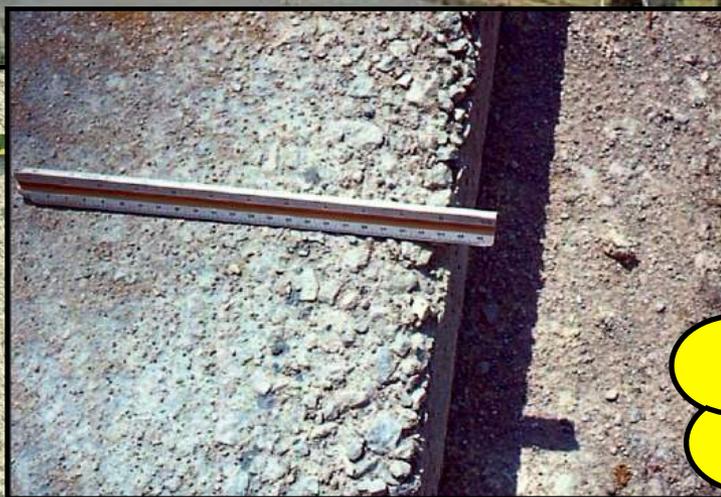


Exceso de  
exudación

09 05 22



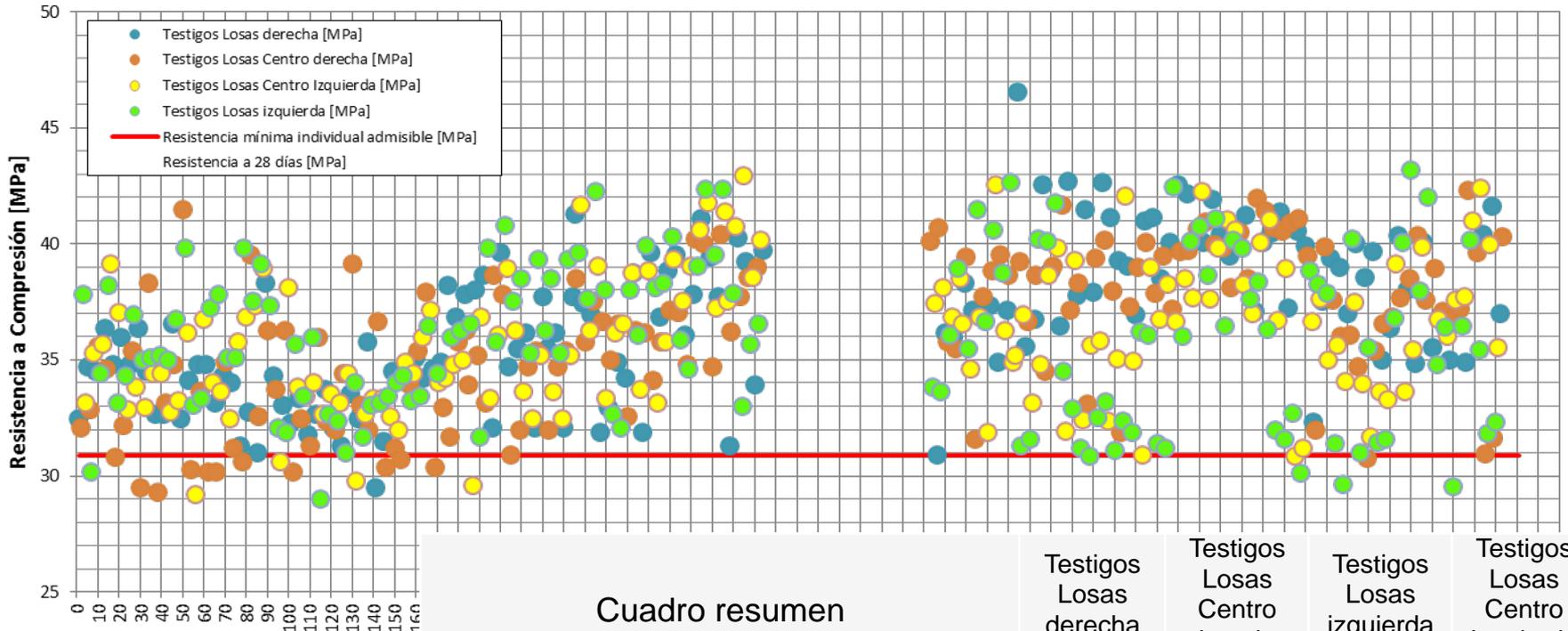
PROTECCIÓN



Protección para evitar  
daños importantes en el  
texturado por efecto de  
lluvias inesperadas



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS



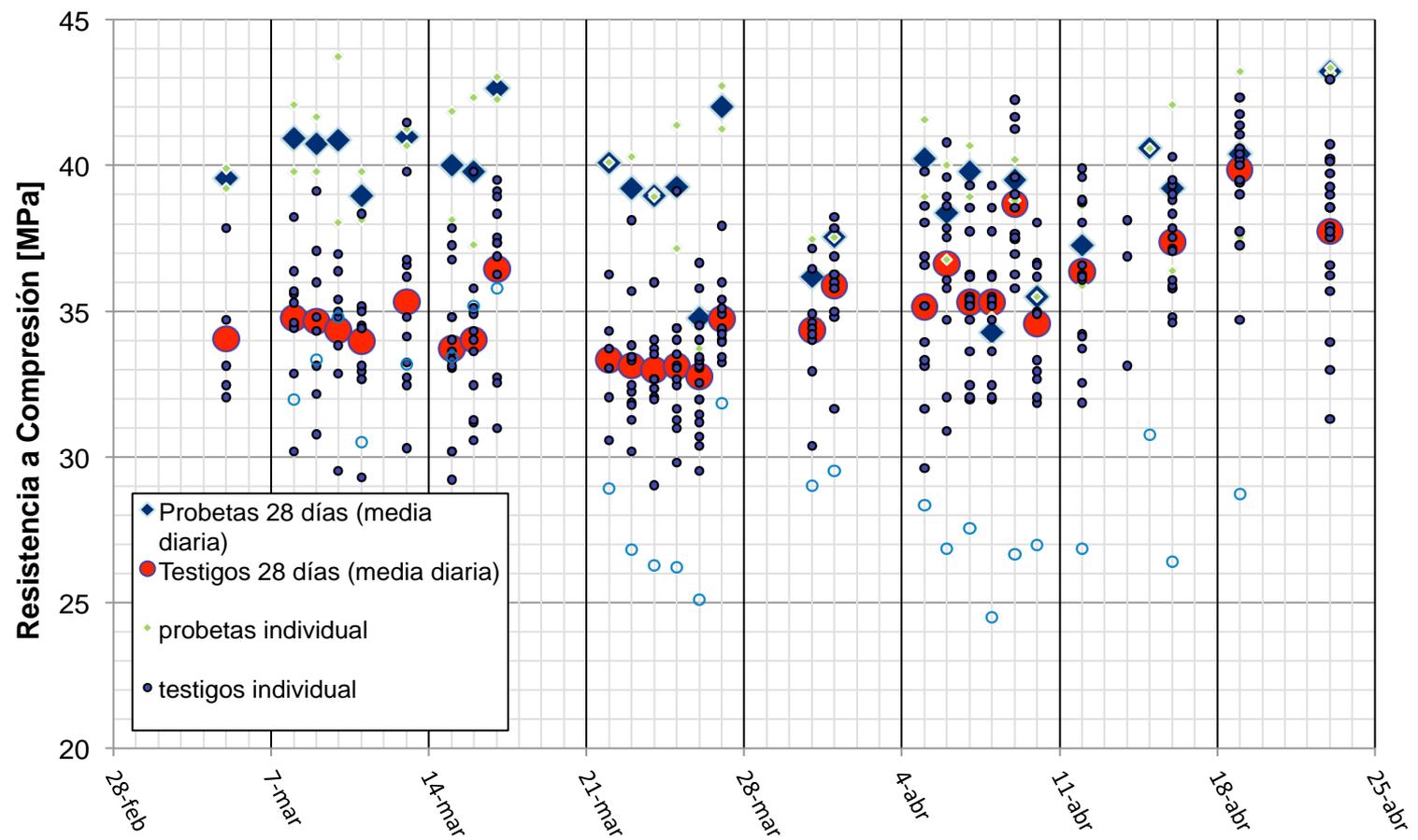
Cuadro resumen

		Testigos Losas derecha [MPa]	Testigos Losas Centro derecha [MPa]	Testigos Losas izquierda [MPa]	Testigos Losas Centro Izquierda [MPa]
Testigos	f'cm [MPa]	36,7	36,1	35,7	35,8
	s [MPa]	3,2	3,4	4,5	4,2
	cantidad	149	149	148	149
Testigos fuera de especificación	cantidad	1	12	6	5
	porcentaje	1%	8%	4%	3%





**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS Y PROBETAS** (valores individuales y promedios diarios)



Fuente: E. Becker, 2010. La obra no se identifica porque se reproducen parcialmente datos confidenciales.



# Influencia del DBI

*(dowel bar inserter o insertor automático de pasadores)*

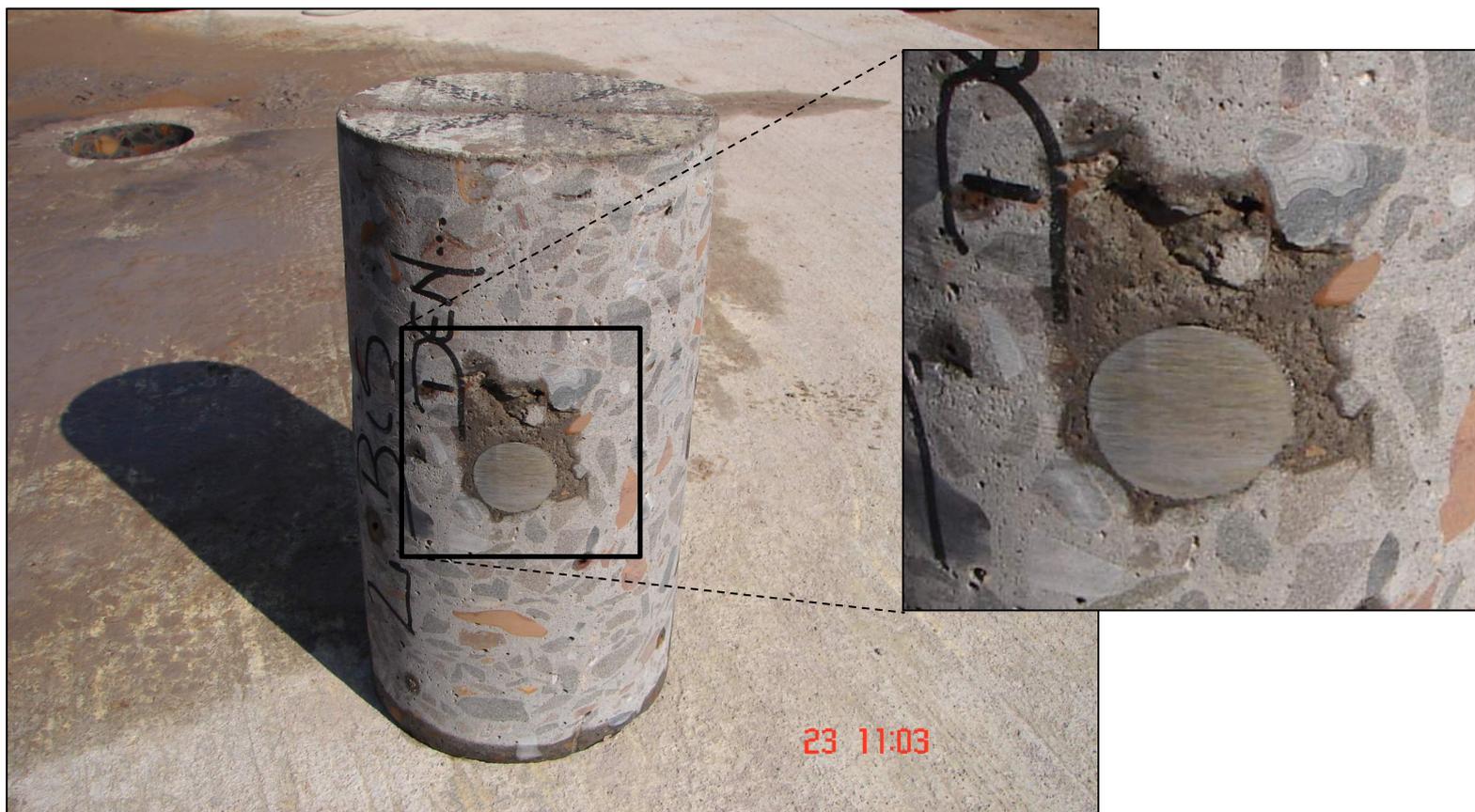


**Foto:** E. Becker, 19/03/2009. Tramo experimental para Ruta Nacional N°14, tramo 2, sección II (Colón, Entre Ríos)



# Influencia del DBI

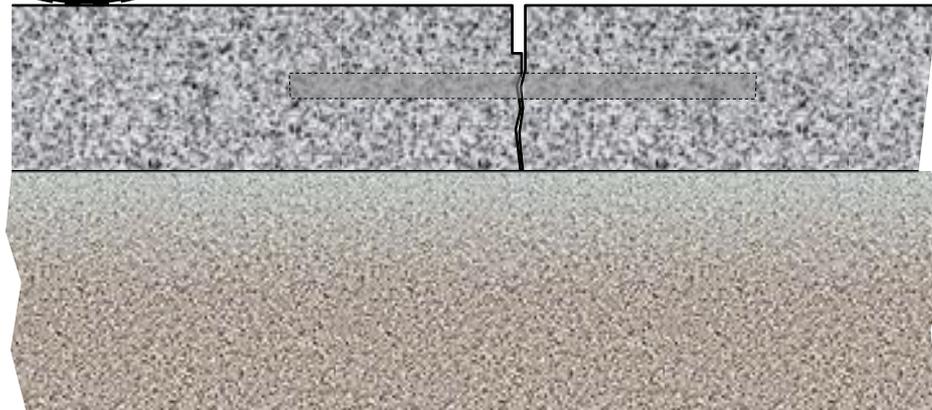
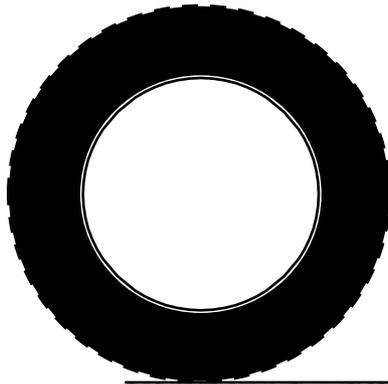
(*dowel bar inserter* o insertor automático de pasadores)



**Foto:** J. C. Balestro, 23/04/2009. Testigo de tramo experimental para Ruta Nacional N°14, tramo 2, sección II (Colón, Entre Ríos) ejecutado el 19/03/2009.



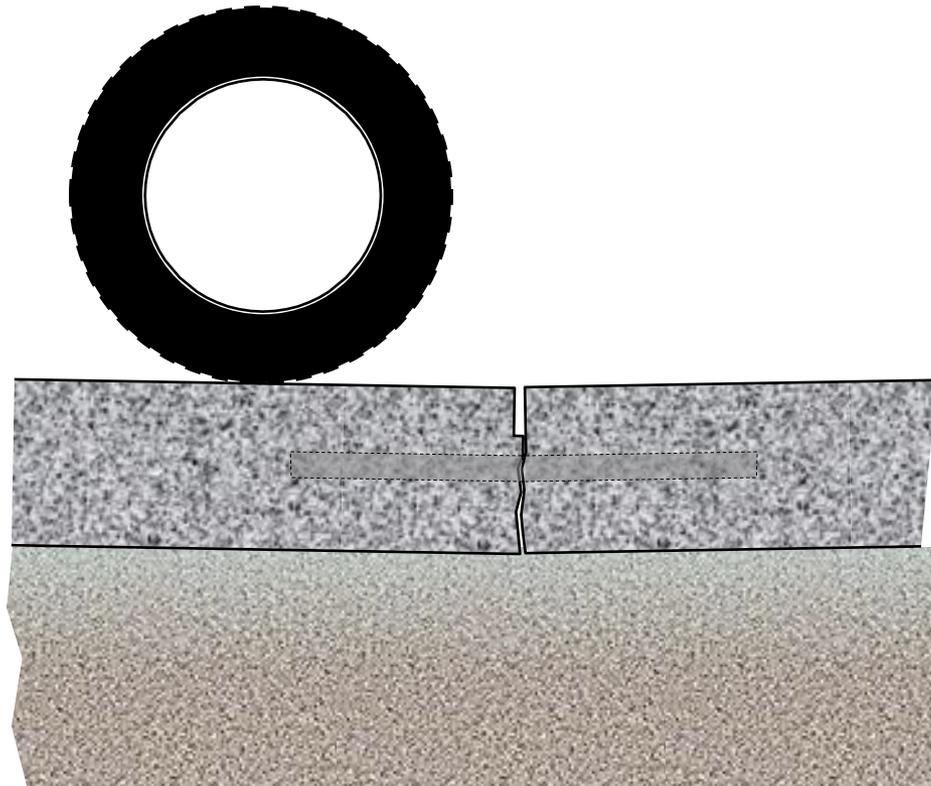
# Influencia de pasadores (*dowel bars*)



**Fuente:** E. Becker, 2014. Informe técnico sobre paso de rueda sobre junta con pasadores de pavimento con suelo deformable.



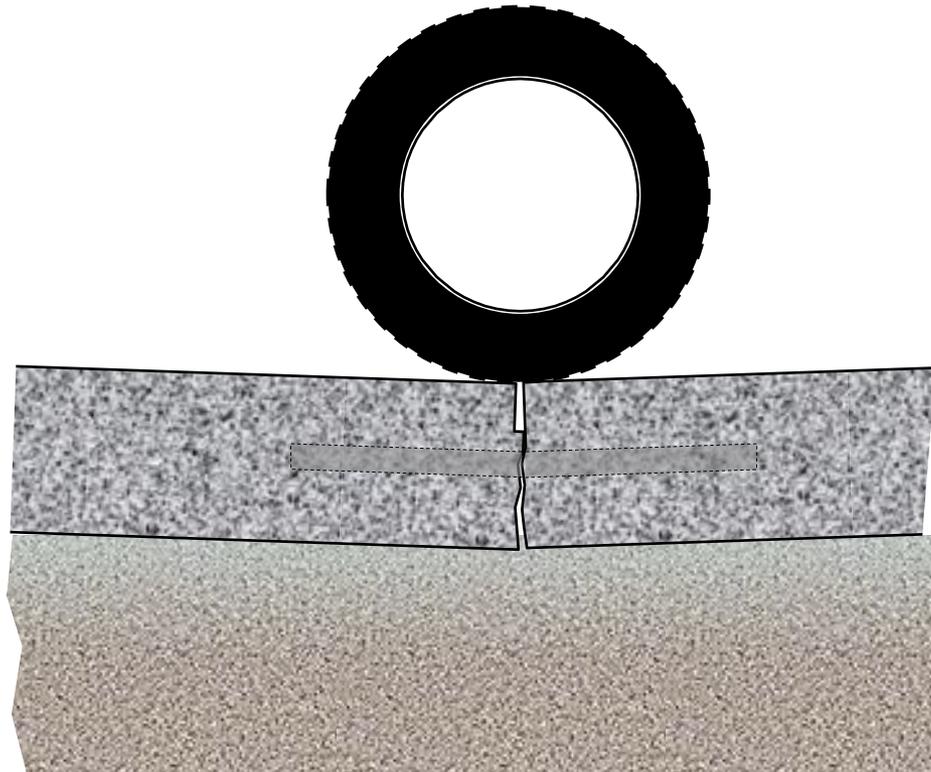
# Influencia de pasadores (*dowel bars*)



**Fuente:** E. Becker, 2014. Informe técnico sobre paso de rueda sobre junta con pasadores de pavimento con suelo deformable.



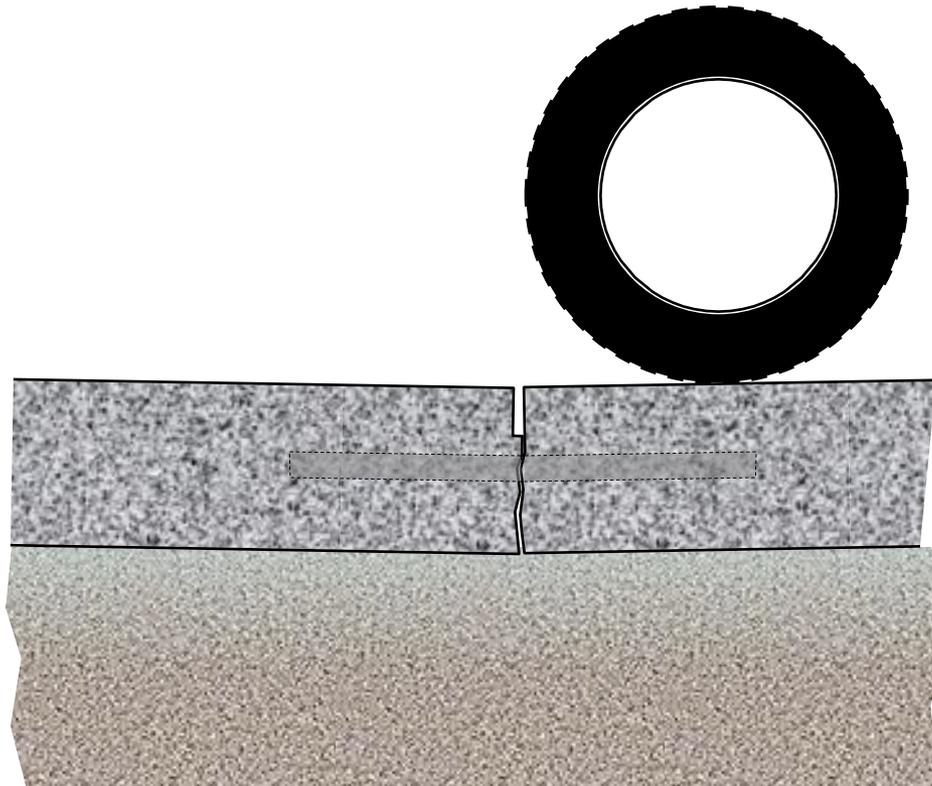
# Influencia de pasadores (*dowel bars*)



**Fuente:** E. Becker, 2014. Informe técnico sobre paso de rueda sobre junta con pasadores de pavimento con suelo deformable.



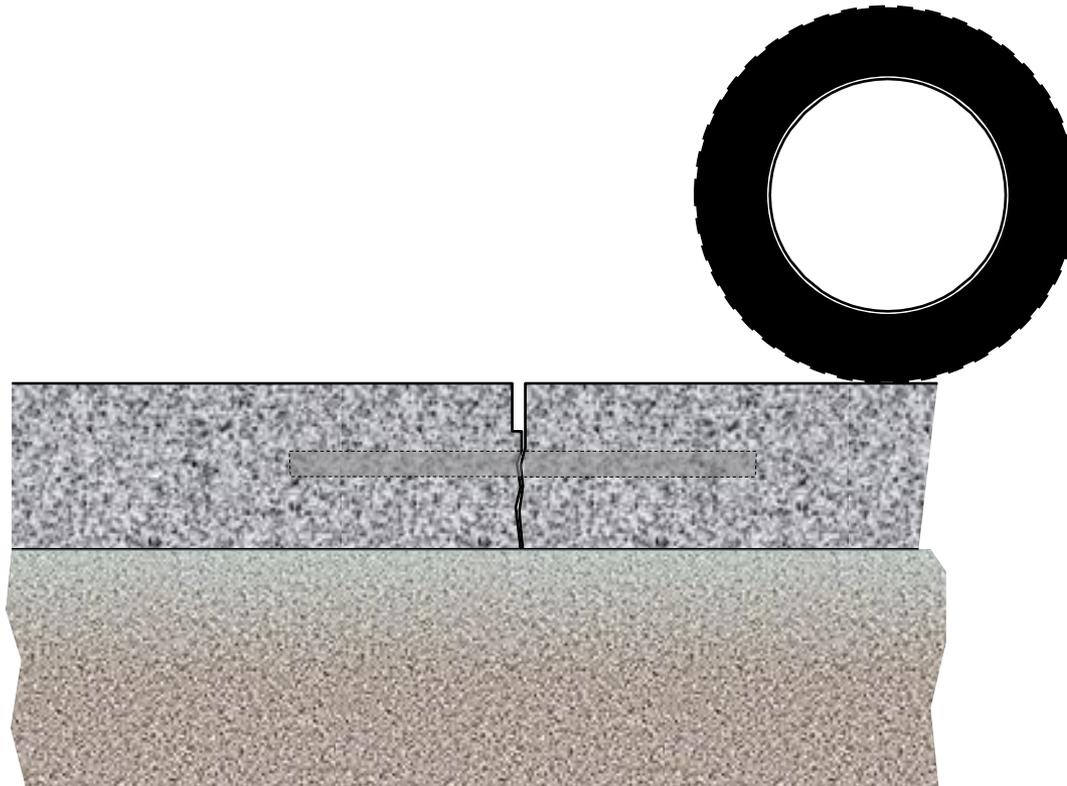
# Influencia de pasadores (*dowel bars*)



**Fuente:** E. Becker, 2014. Informe técnico sobre paso de rueda sobre junta con pasadores de pavimento con suelo deformable.



# Influencia de pasadores (*dowel bars*)



**Fuente:** E. Becker, 2014. Informe técnico sobre paso de rueda sobre junta con pasadores de pavimento con suelo deformable.



# JUNTA CONSTRUCTIVA

Fin de jornada





**JUNTA CONSTRUCTIVA**  
Fin de jornada



Foto: ICFA



**¿Son iguales a las juntas de  
contracción?**



Foto: ICFA

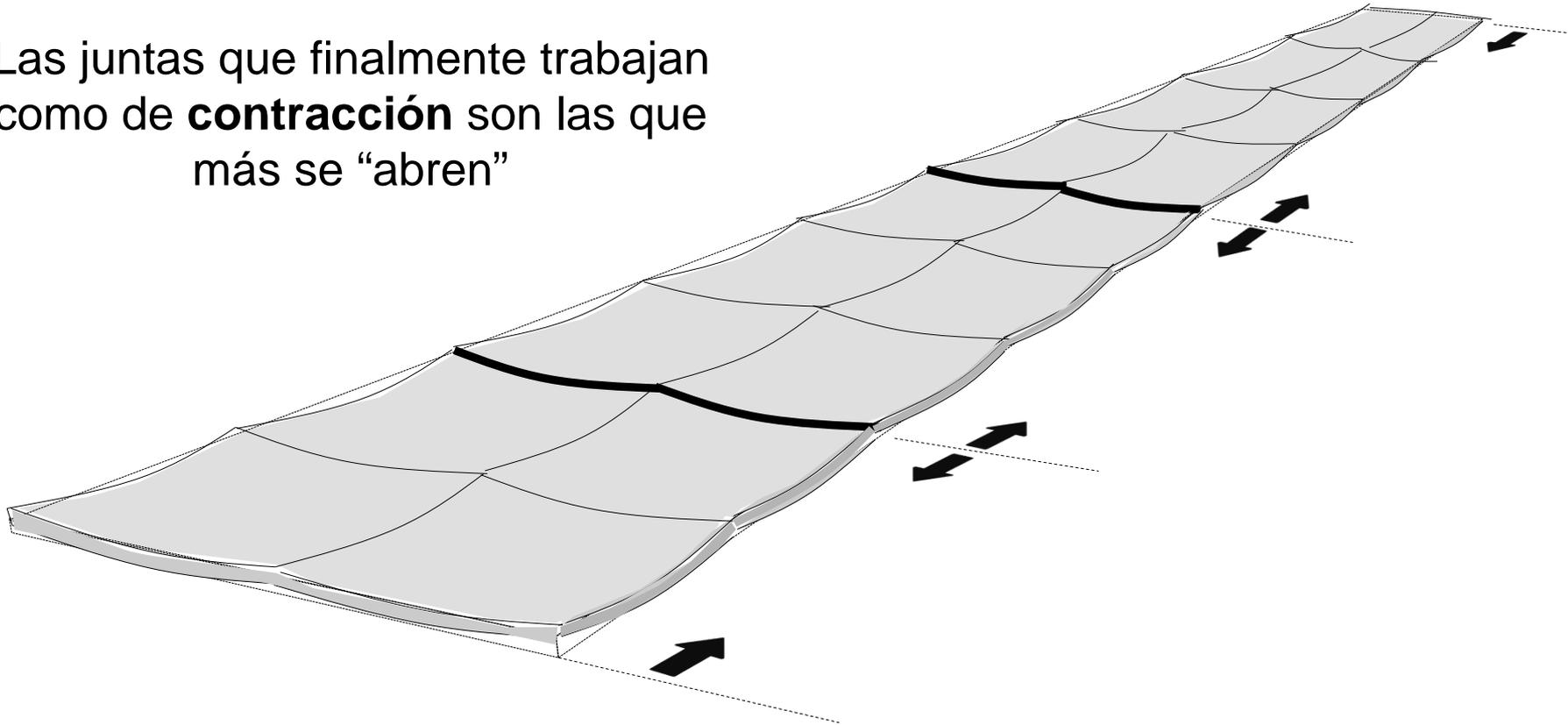


Foto: ICFA



# Influencia de las Juntas Constructivas alabeo constructivo

Las juntas que finalmente trabajan  
como de **contracción** son las que  
más se “abren”





# Influencia de las Juntas Constructivas tendencia al desportillado



**junta de contracción  
aserrada**



**junta constructiva**

*Comparación del estado típico de juntas de contracción y constructiva de un pavimento de hormigón luego de unos años de uso.*

**Fuente:** E. Becker & G. Cuaroni, 07/07/2011. RP6 (GBA, Argentina)



# Influencia de las juntas constructivas



*Detalle del estado de una junta constructiva en un homecenter luego de un par de años de uso.*

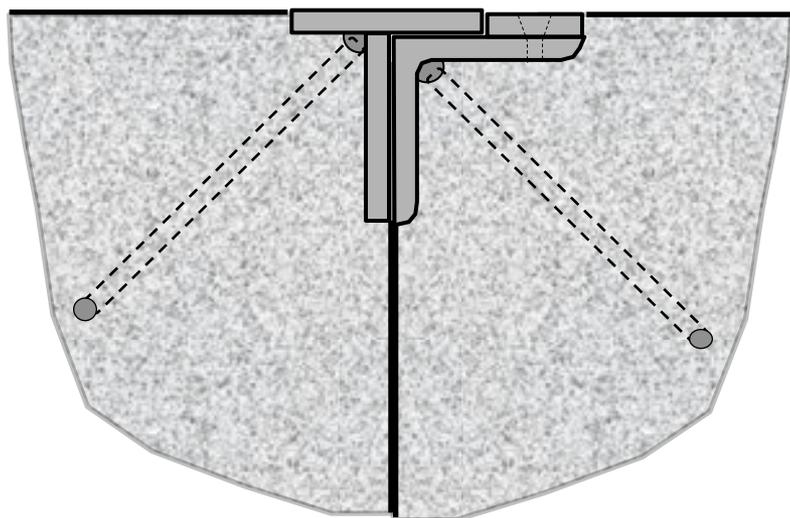
**Fuente:** E. Becker, 2014.



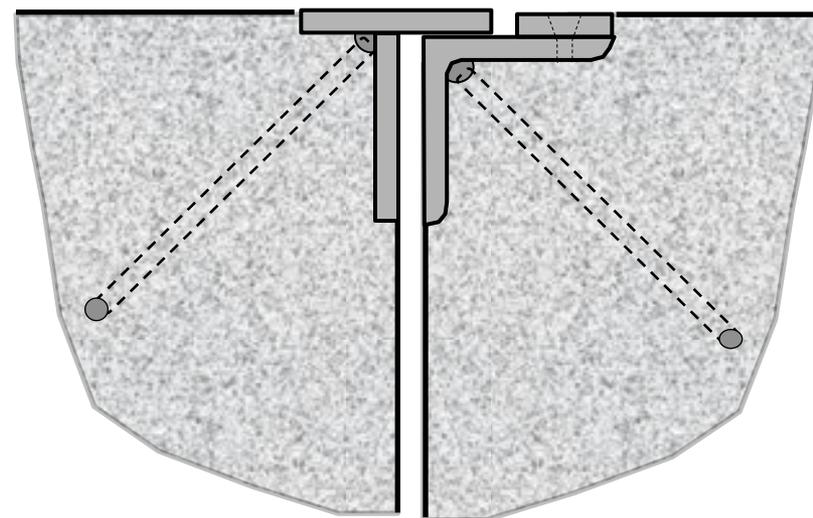
# Influencia de las juntas constructivas

## Recomendación de juntas constructivas en pisos industriales

Junta “cerrada”



Junta “abierta”



*Detalle típico de acorazado de juntas constructivas para pisos industriales.*

**Fuente:** E. Becker, 2012. Seminario sobre Pisos Industriales.

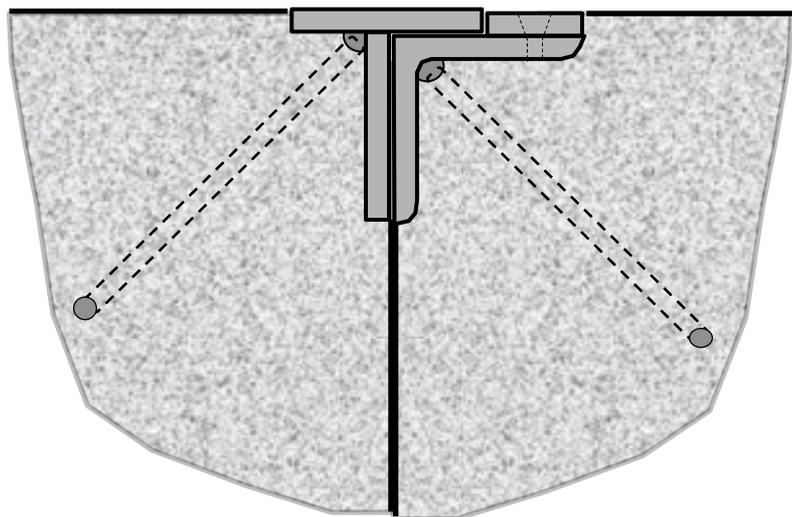


# Influencia de las juntas constructivas

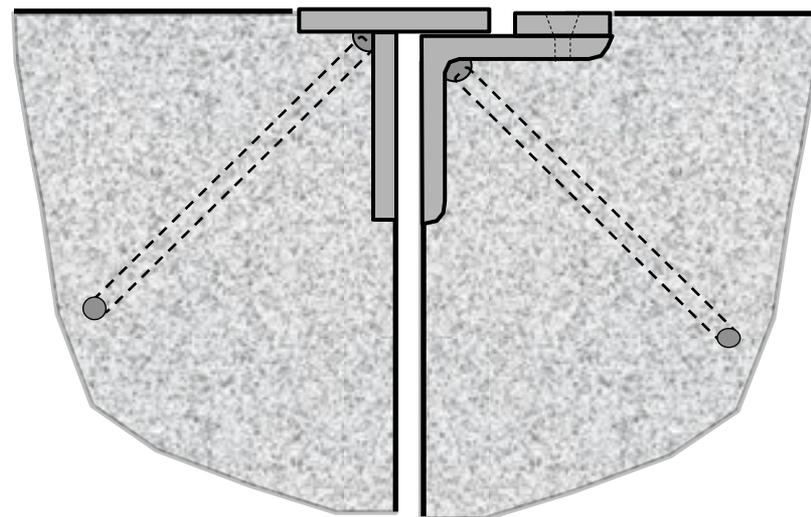
Recomendación de juntas constructivas en pisos industriales

**¿Podemos hacer lo mismo en pavimentos?**

Junta “cerrada”



Junta “abierta”

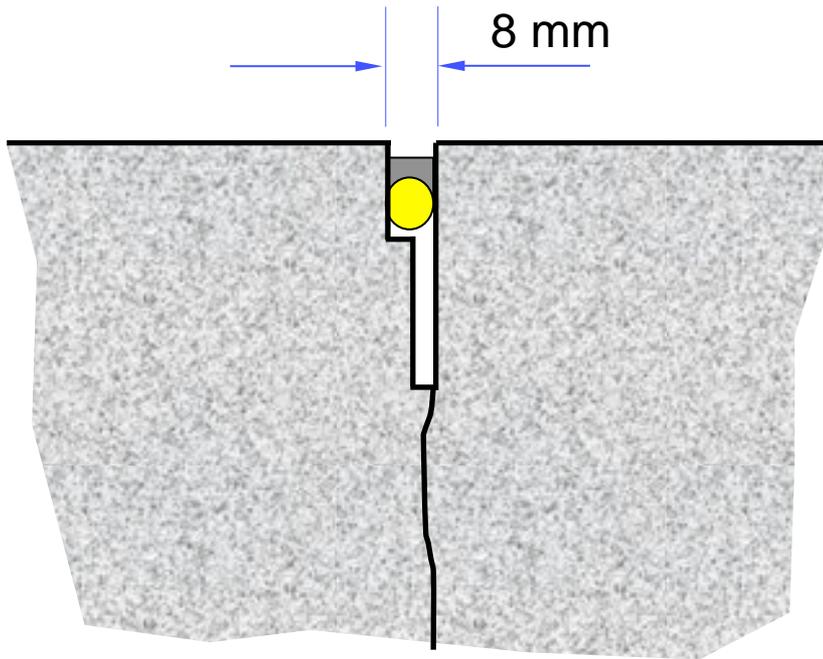


*Detalle típico de acorazado de juntas constructivas para pisos industriales.*

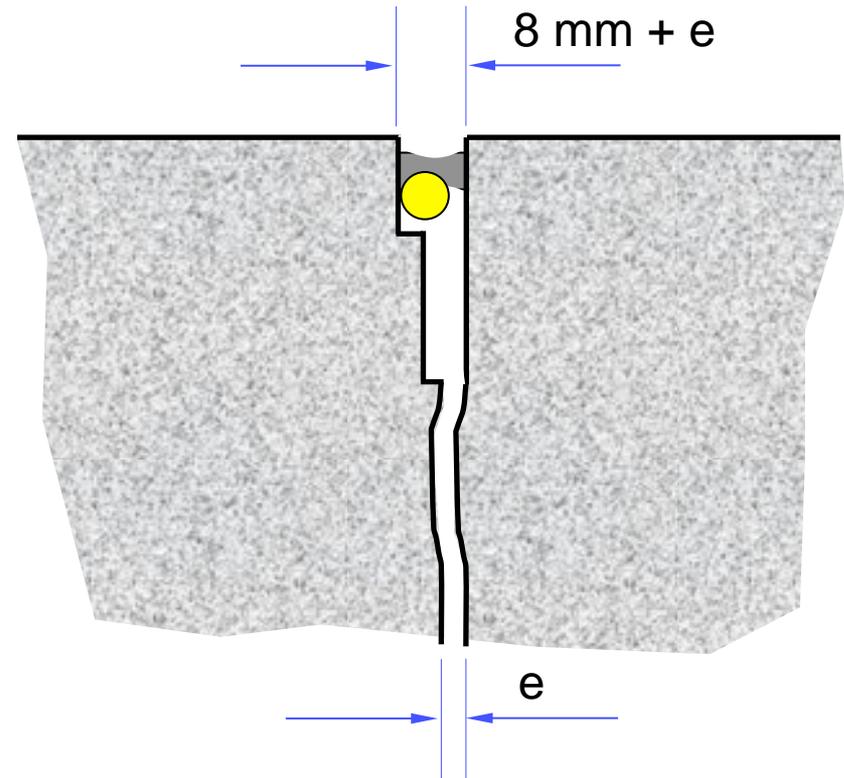
**Fuente:** E. Becker, 2012. Seminario sobre Pisos Industriales.



## Influencia del CET (coeficiente de expansión térmica)



Junta “cerrada”



Junta “abierta”



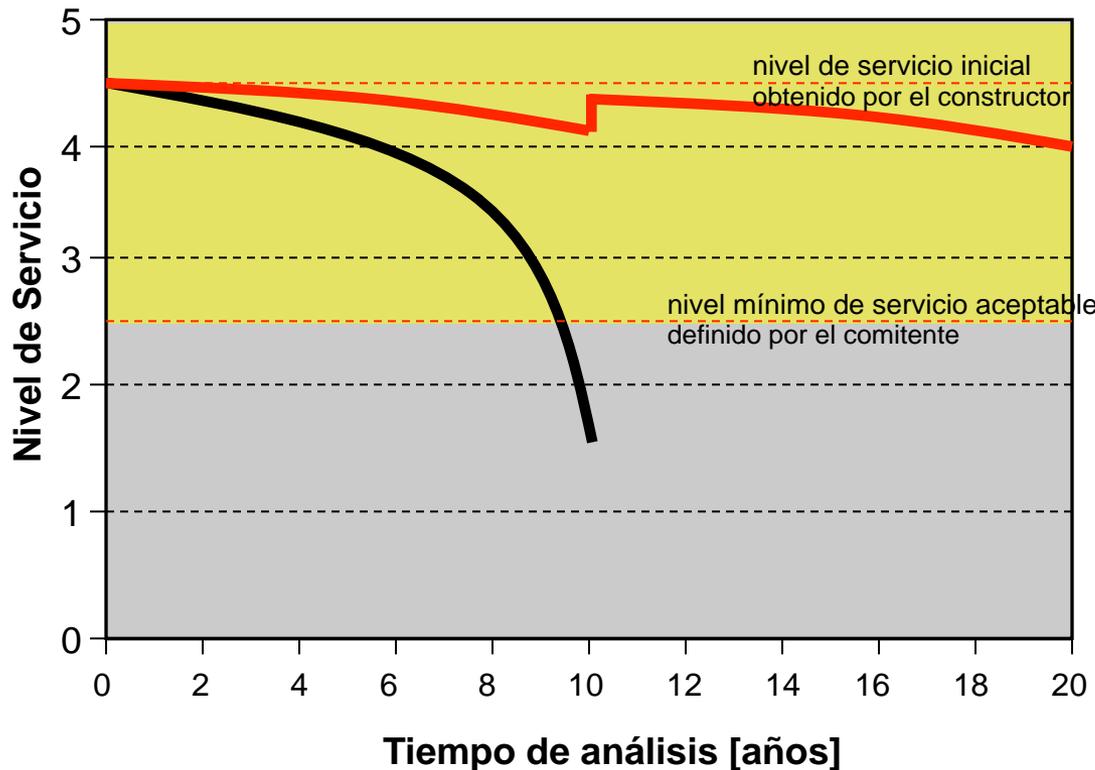
## Variables que inciden en el desempeño de un pavimento de hormigón

**¿cómo influyen las decisiones  
que se toman durante la vida  
en servicio ?**



# Influencia del Mantenimiento

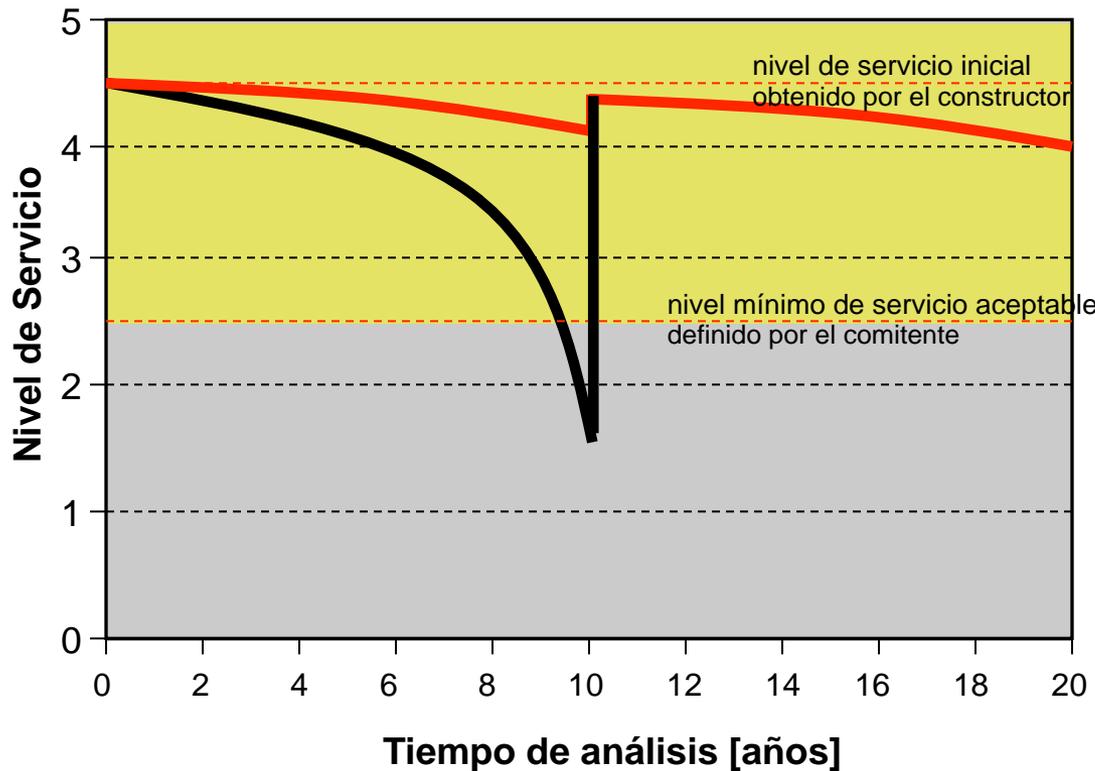
## CONSECUENCIA SOBRE EL DESEMPEÑO





# Influencia del Mantenimiento

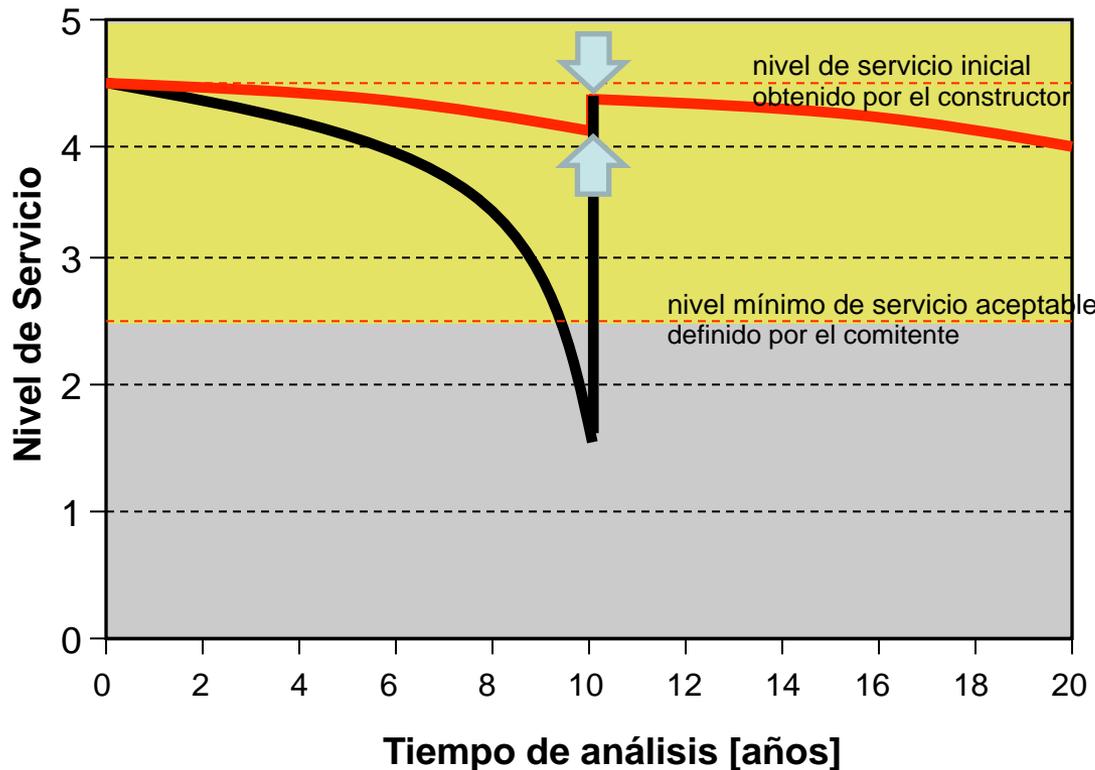
## CONSECUENCIA SOBRE EL DESEMPEÑO





# Influencia del Mantenimiento

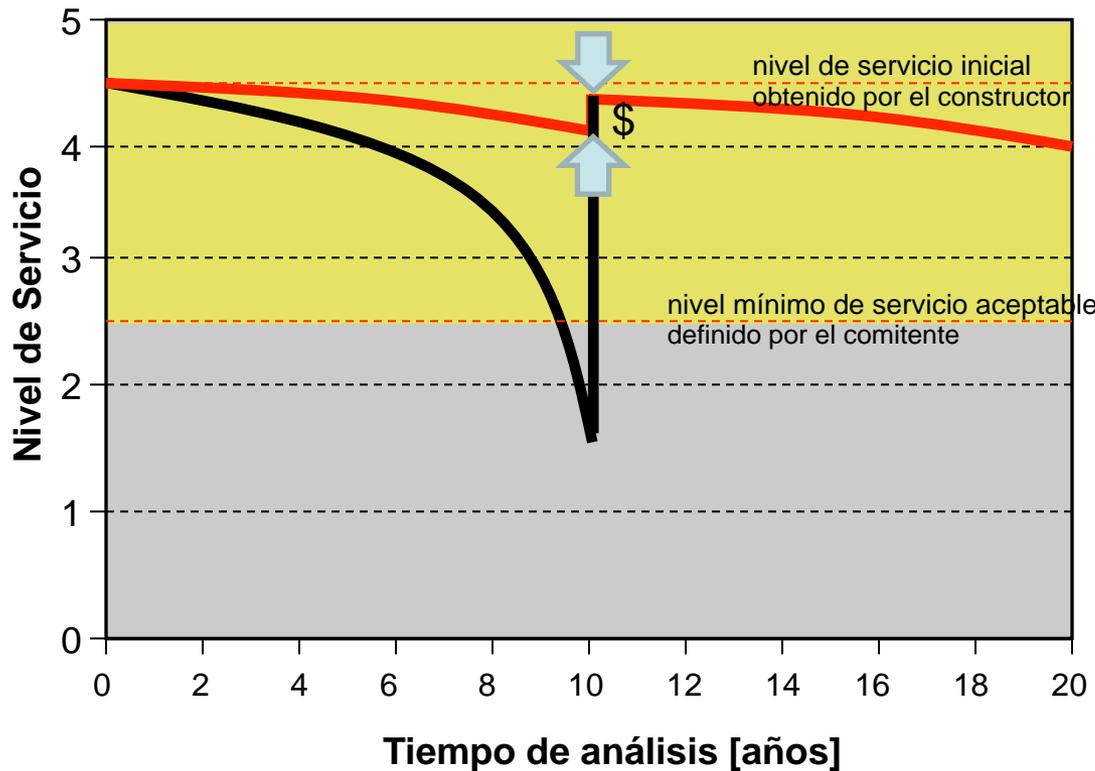
## CONSECUENCIA SOBRE EL DESEMPEÑO





# Influencia del Mantenimiento

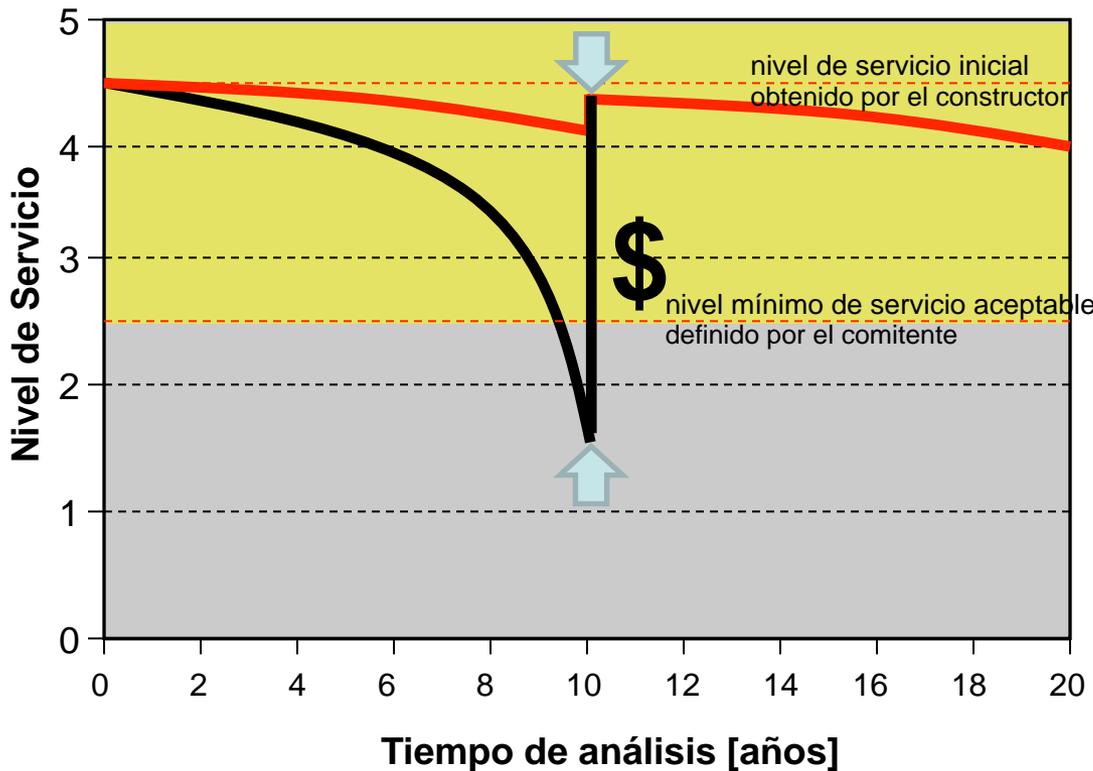
## CONSECUENCIA SOBRE EL DESEMPEÑO





# Influencia del Mantenimiento

## CONSECUENCIA SOBRE EL DESEMPEÑO





# Influencia del Mantenimiento

## CONSECUENCIA SOBRE EL DESEMPEÑO



Fuente: E. Becker & G. Cuaroni, 07/07/2015



# Influencia del Mantenimiento

## PAVIMENTO CON DESNIVELES



Fuente: E. Becker & G. Cuaroni, 07/07/2011. RP6 (GBA, Argentina)



# Influencia del Mantenimiento

## PAVIMENTO CON DESNIVELES



¿Ud. se animaría a estimar este costo?



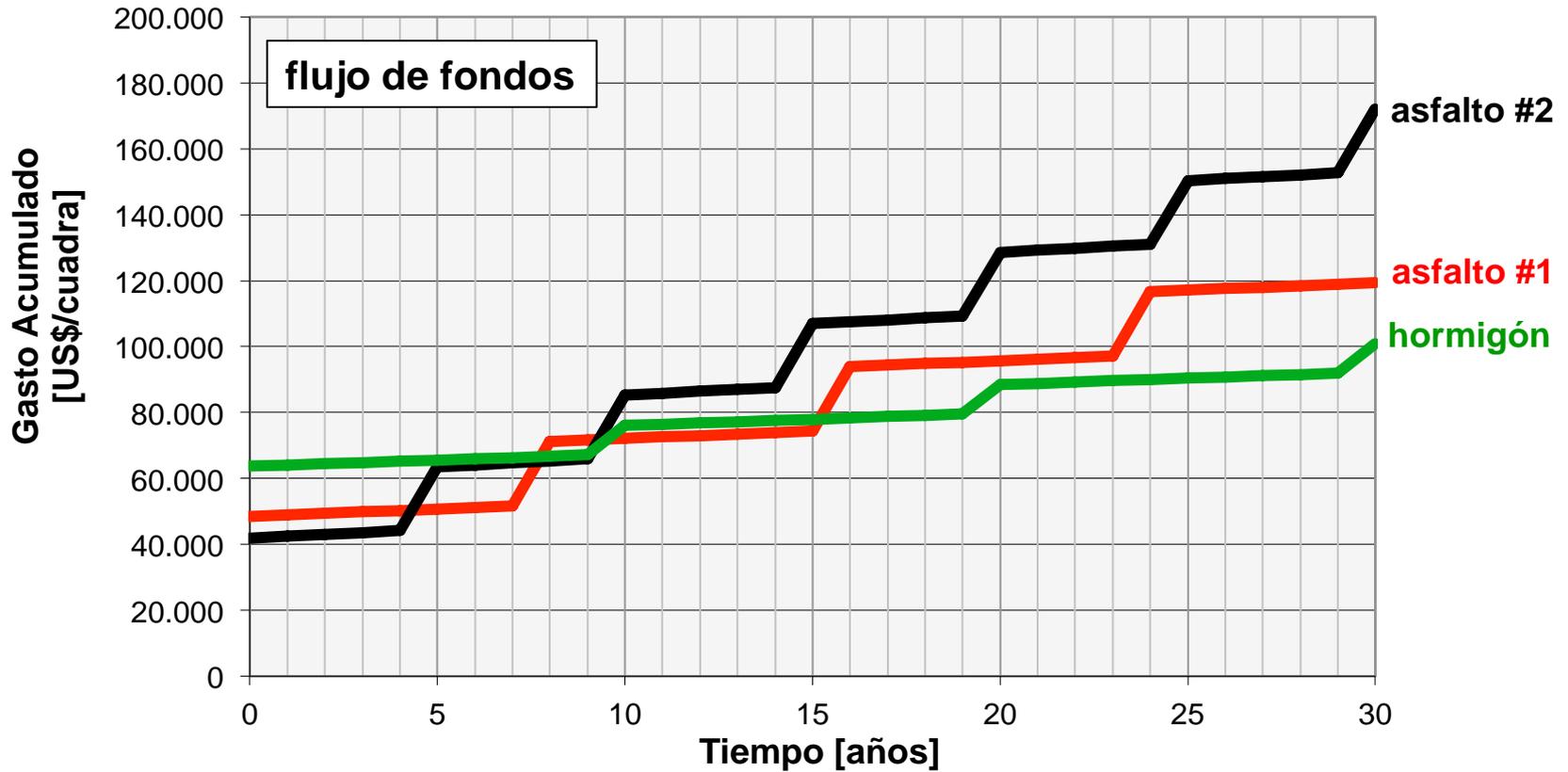


## Análisis de Costos del Ciclo de Vida

**¿es posible hacer una  
valoración “realista”?**



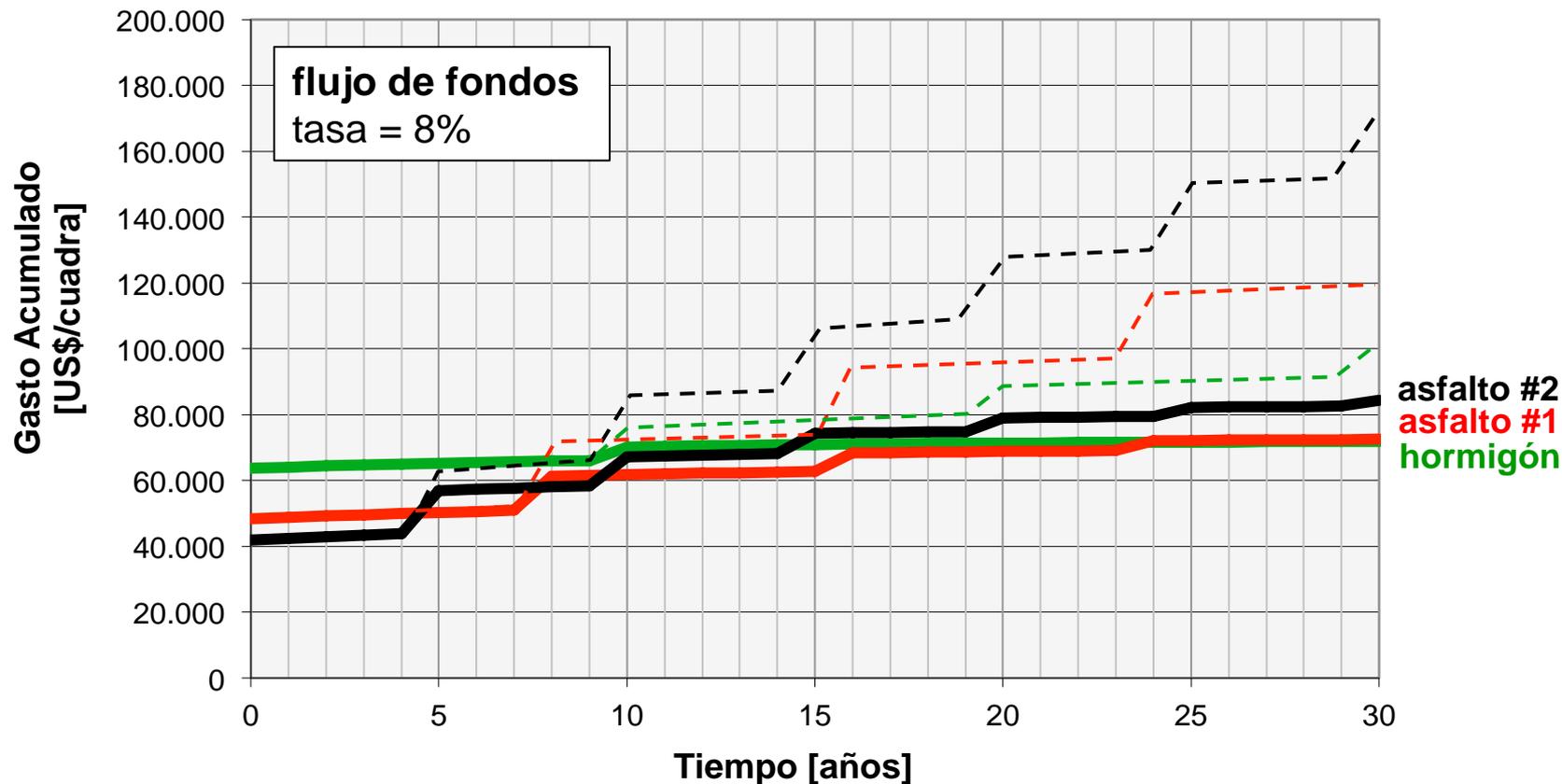
# Costo del Ciclo de Vida (life cycle cost)



Fuente: E. Becker, Agosto de 2011. Estudio Comparativo de Costos de Pavimentos Urbanos para Buenos Aires.

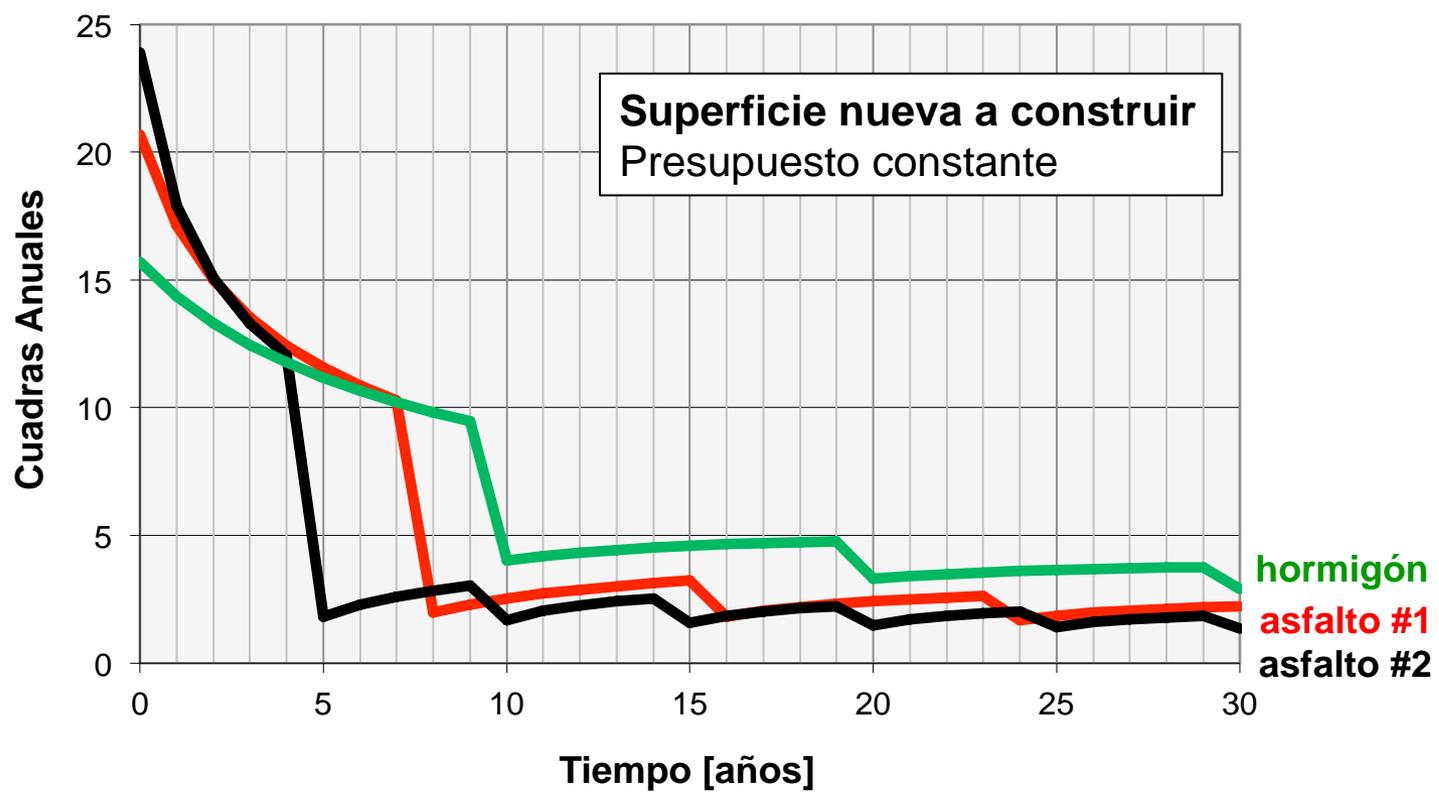


## Costo del Ciclo de Vida (life cycle cost)





# Costo del Ciclo de Vida (life cycle cost)

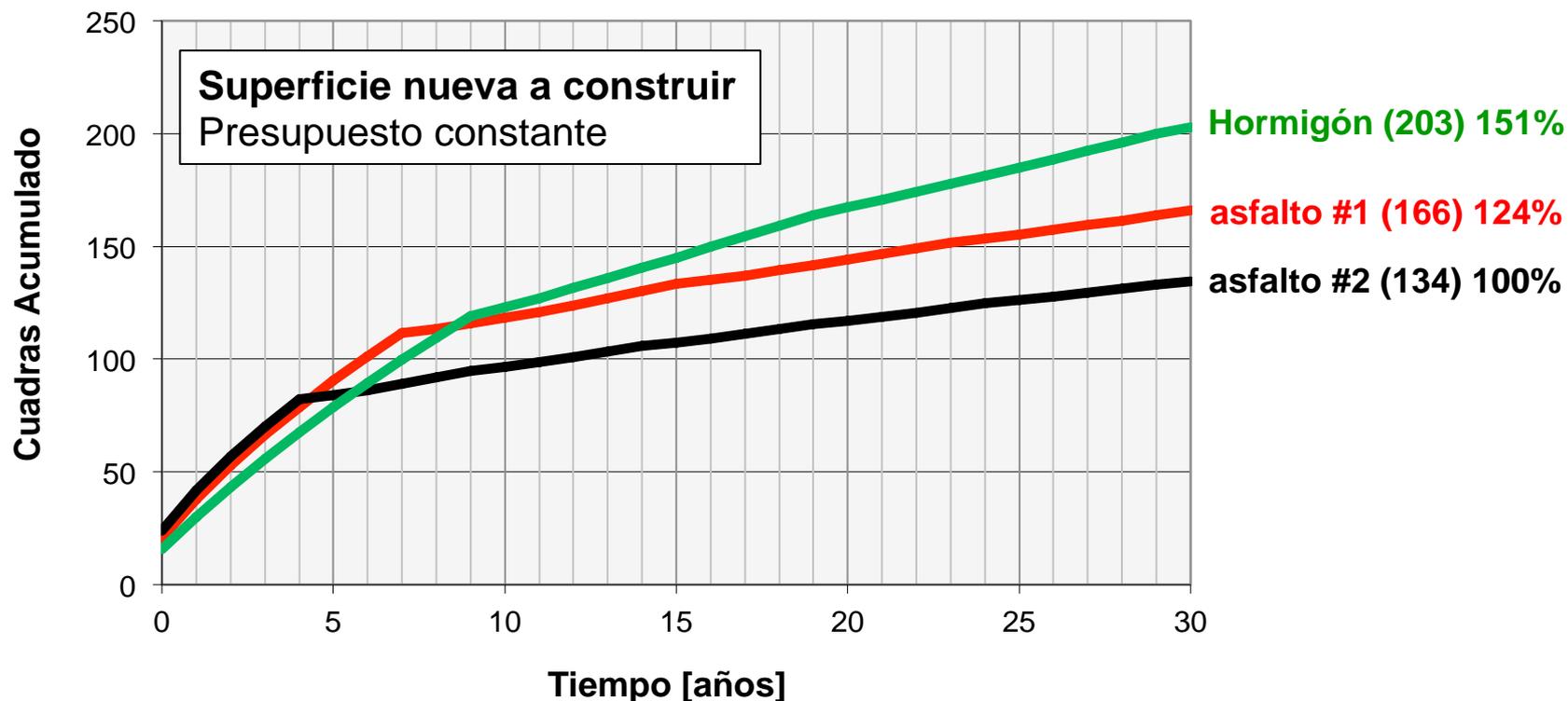


Cantidad de cuadras construidas por cada US\$ 1.000.000 de presupuesto municipal anual destinado a construcción, mantenimiento y reparación de pavimentos urbanos de 7,35 m de ancho.

Fuente: E. Becker, Agosto de 2011. Estudio Comparativo de Costos de Pavimentos Urbanos para Buenos Aires.



## Costo del Ciclo de Vida (life cycle cost)



Cantidad de cuadras acumuladas construidas por cada US\$ 1.000.000 de presupuesto municipal anual destinado a construcción, mantenimiento y reparación de pavimentos urbanos.

Fuente: E. Becker, Agosto de 2011 Estudio Comparativo de Costos de Pavimentos Urbanos para Buenos Aires.



# Variables que inciden en el desempeño de un pavimento de hormigón

## CONSIDERACIONES FINALES

TODAS las variables inciden sobre el desempeño de un pavimento. Consecuentemente, será responsabilidad de los involucrados en el proyecto cuidar que las mismas se mantengan en valores razonables.

Los proyectos deben ser realizados por Ingenieros adecuadamente formados y capacitados para la tarea.

Las empresas constructoras, no pueden desentenderse de su responsabilidad sobre el resultado de sus obras por lo que, antes de comenzar la construcción, deben realizar una revisión total del proyecto y, si encuentran inconsistencias, realizar las observaciones y cambios necesarios.

Por último y no menos importante, **las INSPECCIONES deben tener el conocimiento necesario para evaluar estos cambios y TOMAR las mejores DECISIONES.**



## Una reflexión:

La obtención de un título universitario y la posterior habilitación legal (matrícula) **no nos hace necesariamente aptos** para ejercer la profesión. Nuestra **pericia** profesional está asociada fundamentalmente a la **voluntad** y **compromiso** con los que abordamos los **proyectos** profesionales que nos **involucran**.

## Ingenieros a las cosas...



¡Gracias!  
¿preguntas?

[edgardo.becker@lomanegra.com.ar](mailto:edgardo.becker@lomanegra.com.ar)

ó

[edgardo.becker@hotmail.com](mailto:edgardo.becker@hotmail.com)