



**XIX CONGRESO ARGENTINO
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO**
11° EXPOVIAL ARGENTINA



15 AL 18 DE SEPTIEMBRE 2026
Centro de Congresos y Exposiciones Emilio Civit
Mendoza, Argentina

Diseño de Refuerzos en Whitetopping para Proyectos en Latinoamérica

Ing. Edgardo BECKER

CO-ORGANIZA



ORGANIZAN



Líderes en
Innovación y
Transferencia
Tecnológica



**XIX CONGRESO ARGENTINO
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO**
11º EXPOVIAL ARGENTINA



SEMINARIO INTERNACIONAL
DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Diseño de Refuerzos en Whitetopping para Proyectos en Latinoamérica

Ing. Edgardo BECKER

INDICE DE LA PRESENTACIÓN

- Conceptos básicos del WT (whitetopping)
- ¿Por qué usar macrofibra? → ¿cómo condiciona el diseño?
- ¿Cómo encaramos un diseño? → influencia de algunas variables
- Consideraciones finales

WHITETOPPING – Conceptos Básicos

Opción de Capa de Refuerzo Adherida

(Mantenimiento preventivo/Rehabilitación menor)

En general, las capas adheridas se utilizan para eliminar deterioros superficiales cuando el pavimento existente presenta buenas condiciones estructurales.

La adherencia es esencial, de manera que es necesaria una cuidadosa preparación de la superficie antes de colocar la capa.

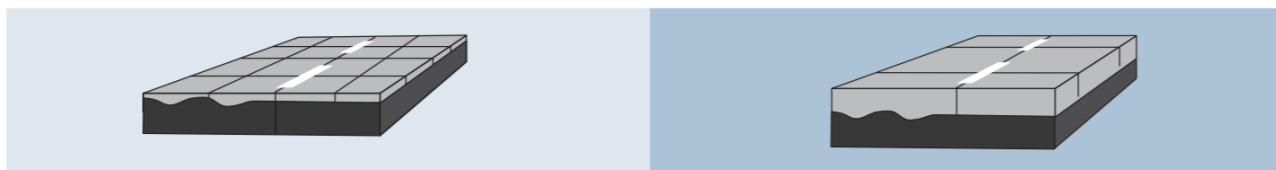
Opción de Capa de Refuerzo no Adherida

(Rehabilitación Mayor/Menor)

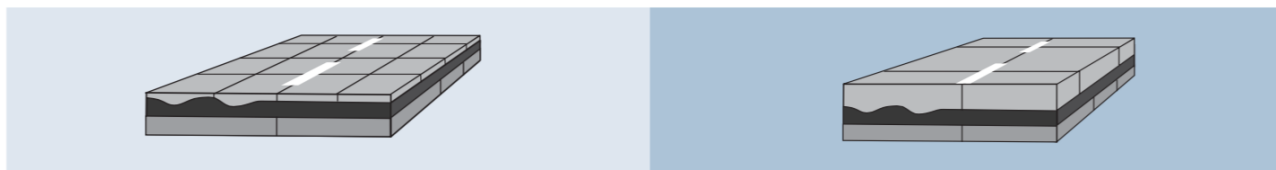
En general, las capas no adheridas son altamente confiables, proporcionando vidas de diseño mayores que una rehabilitación con asfalto.

Se necesita un mínimo de reparaciones previas a la colocación de la capa no adherida.

SOBRE ASFALTO



SOBRE PAVIMENTO COMPUESTO



SOBRE HORMIGÓN

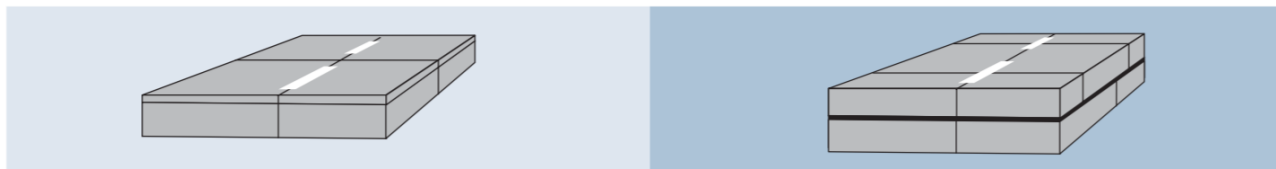
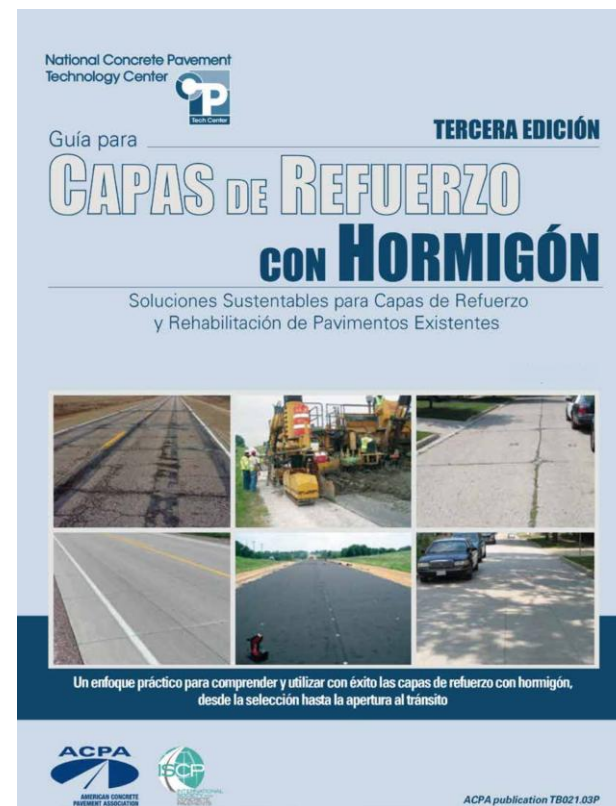


Figura 2. Tipos de capas de refuerzo con hormigón



Fuente: ACPA publication TB021.03P (2014).
Guía para CAPAS DE REFUERZO CON
HORMIGÓN, 3ª edición. Soluciones
Sustentables para Capas de Refuerzo y
Rehabilitación de Pavimentos Existentes.

WHITETOPPING – Conceptos Básicos

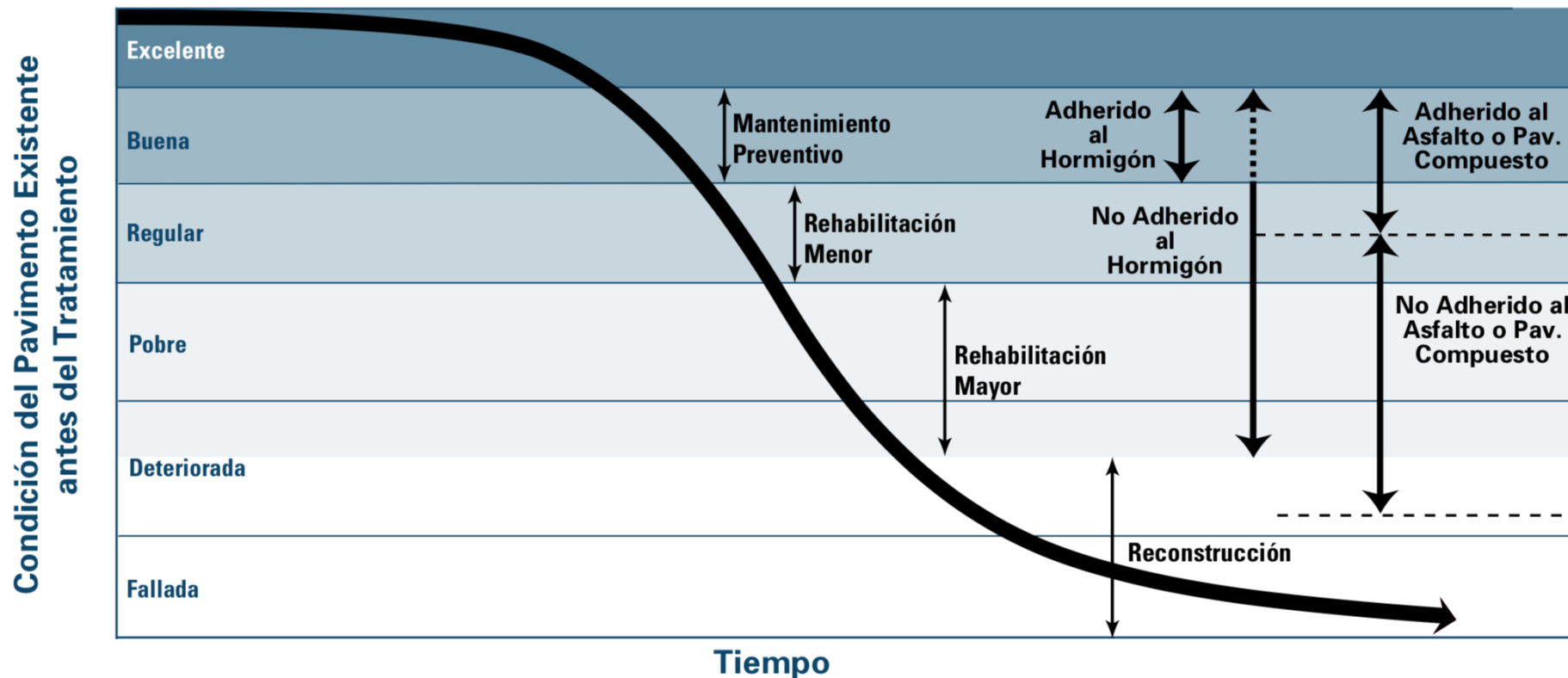
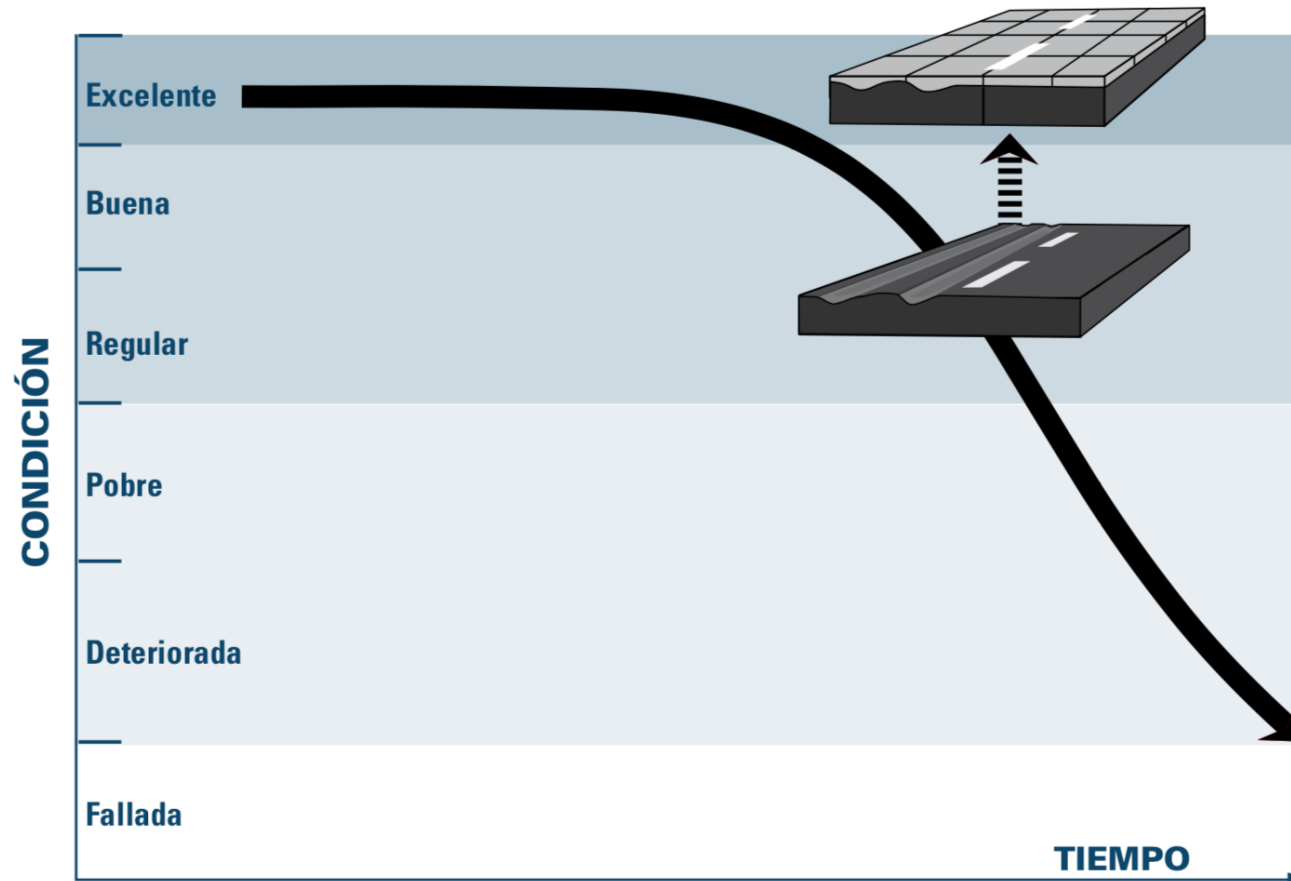


Figura 6 . Típicas soluciones con hormigón adherido y no adherido en diferentes etapas de la vida de servicio de un pavimento

Fuente: ACPA publication TB021.03P (2014). Guía para CAPAS DE REFUERZO CON HORMIGÓN, 3ª edición. Soluciones Sustentables para Capas de Refuerzo y Rehabilitación de Pavimentos Existentes.

WHITETOPPING – Conceptos Básicos

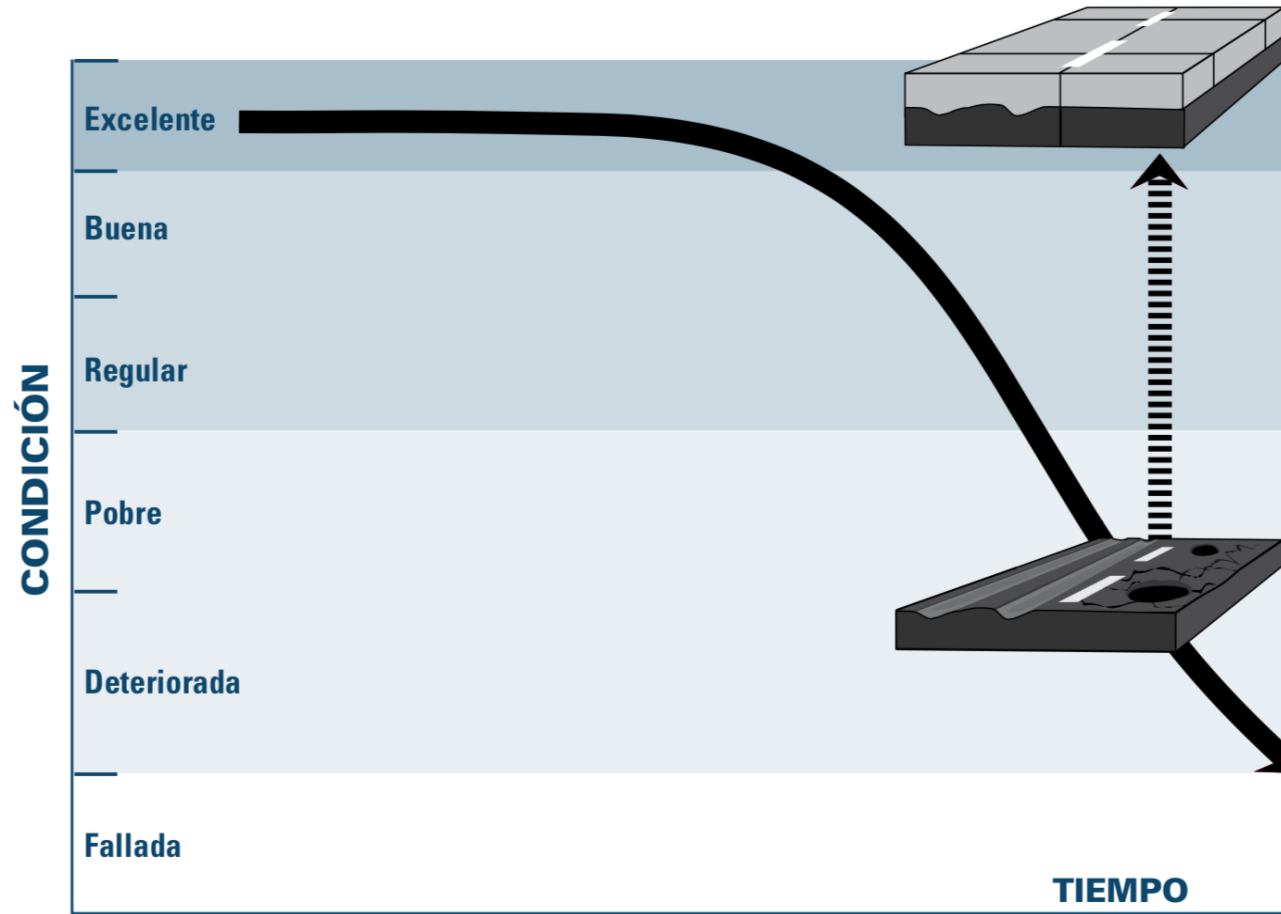
Refuerzo de hormigón sobre asfalto adherido (whitetopping adherido)



Fuente: ACPA publication TB021.03P (2014). *Guía para CAPAS DE REFUERZO CON HORMIGÓN*, 3^{era} edición. *Soluciones Sustentables para Capas de Refuerzo y Rehabilitación de Pavimentos Existentes.*

WHITETOPPING – Conceptos Básicos

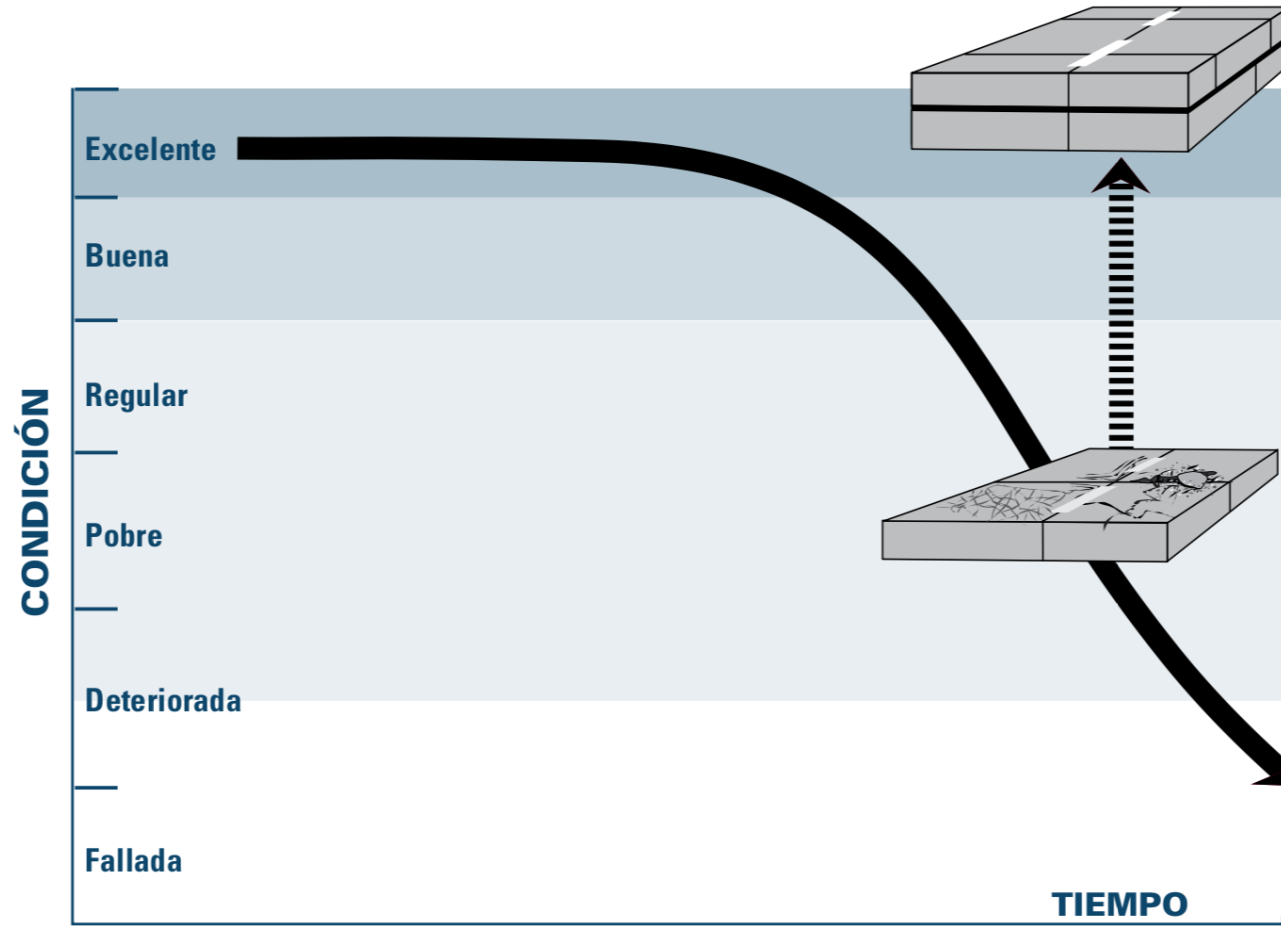
Refuerzo de hormigón sobre asfalto no adherido (whitetopping NO adherido)



Fuente: ACPA publication TB021.03P (2014). Guía para CAPAS DE REFUERZO CON HORMIGÓN, 3^{era} edición. Soluciones Sustentables para Capas de Refuerzo y Rehabilitación de Pavimentos Existentes.

WHITETOPPING – Conceptos Básicos

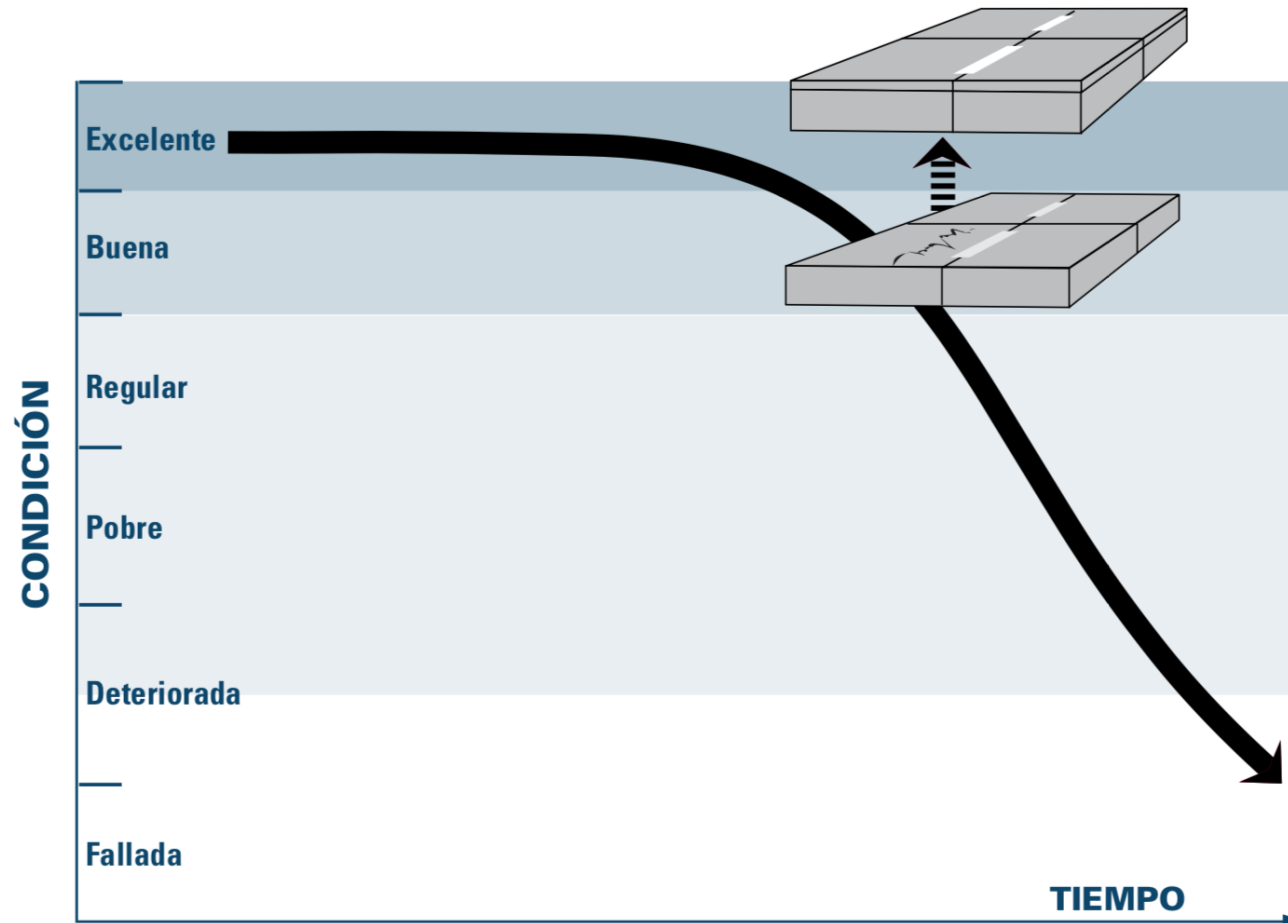
Refuerzo de hormigón sobre hormigón NO adherido



Fuente: ACPA publication TB021.03P (2014). Guía para CAPAS DE REFUERZO CON HORMIGÓN, 3^{era} edición. Soluciones Sustentables para Capas de Refuerzo y Rehabilitación de Pavimentos Existentes.

WHITETOPPING – Conceptos Básicos

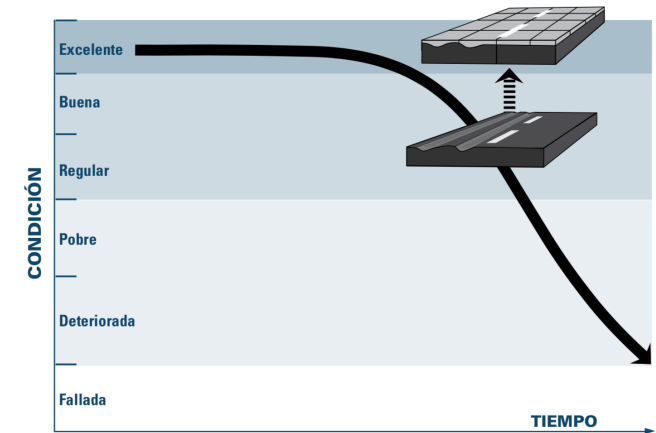
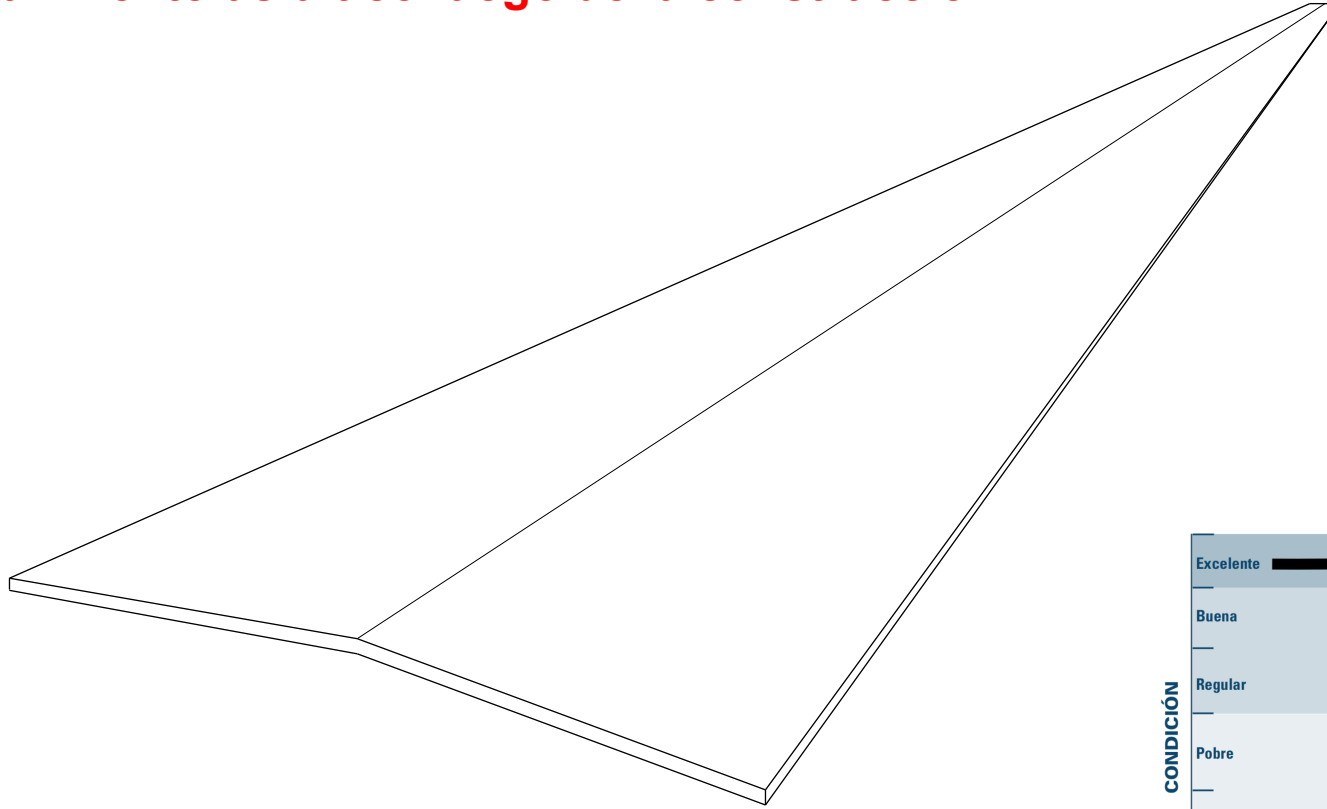
Refuerzo de hormigón sobre hormigón adherido



Fuente: ACPA publication TB021.03P (2014). Guía para CAPAS DE REFUERZO CON HORMIGÓN, 3^{era} edición. Soluciones Sustentables para Capas de Refuerzo y Rehabilitación de Pavimentos Existentes.

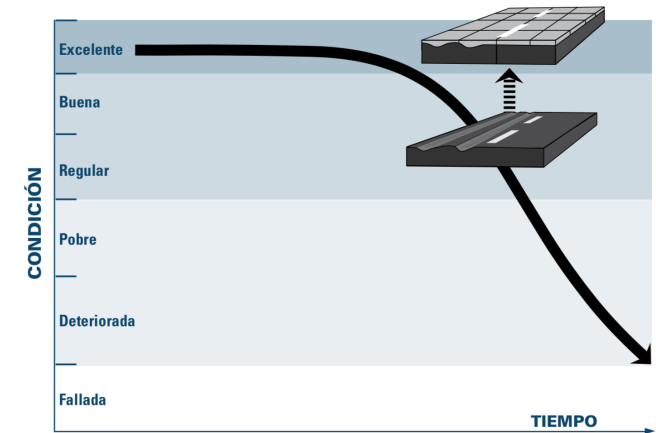
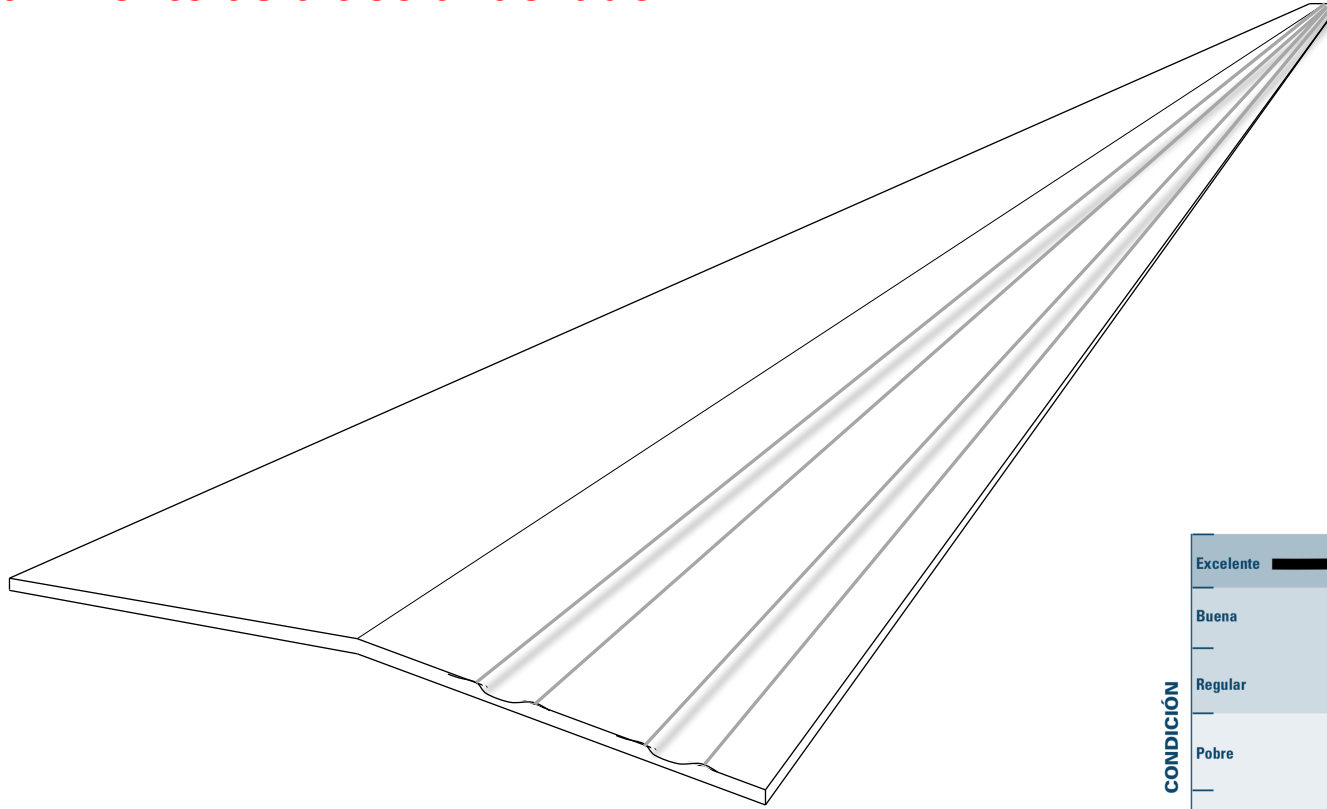
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Pavimento asfáltico luego de la construcción



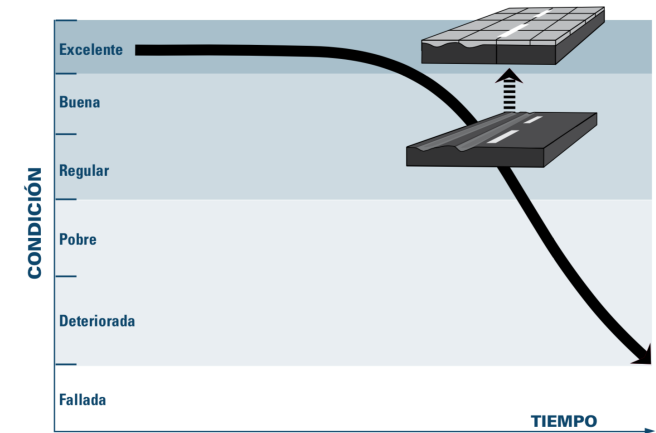
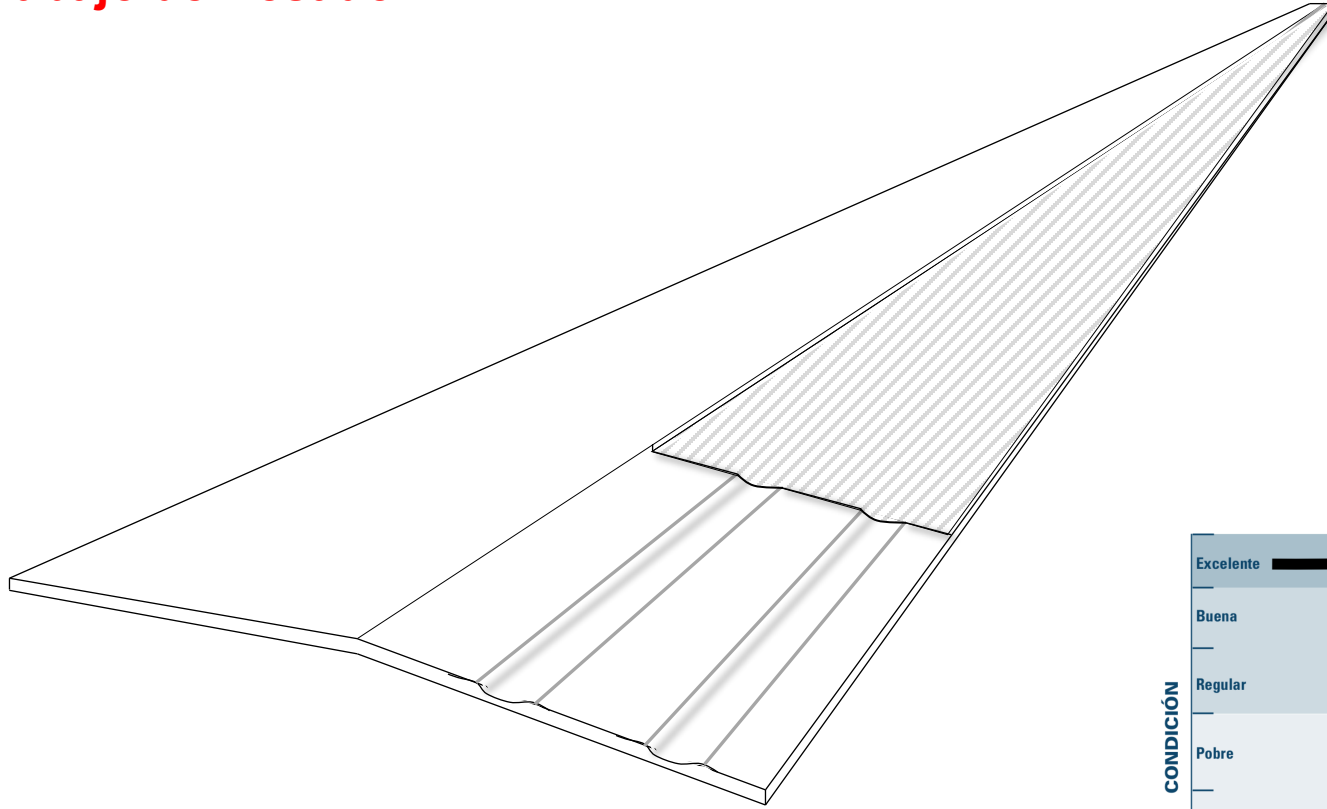
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Pavimento asfáltico ahuellado



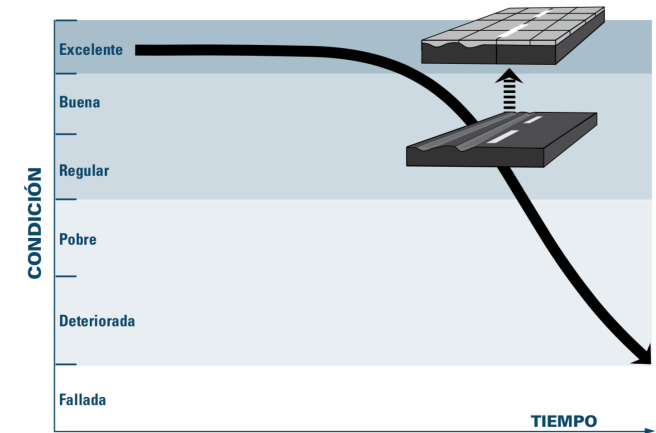
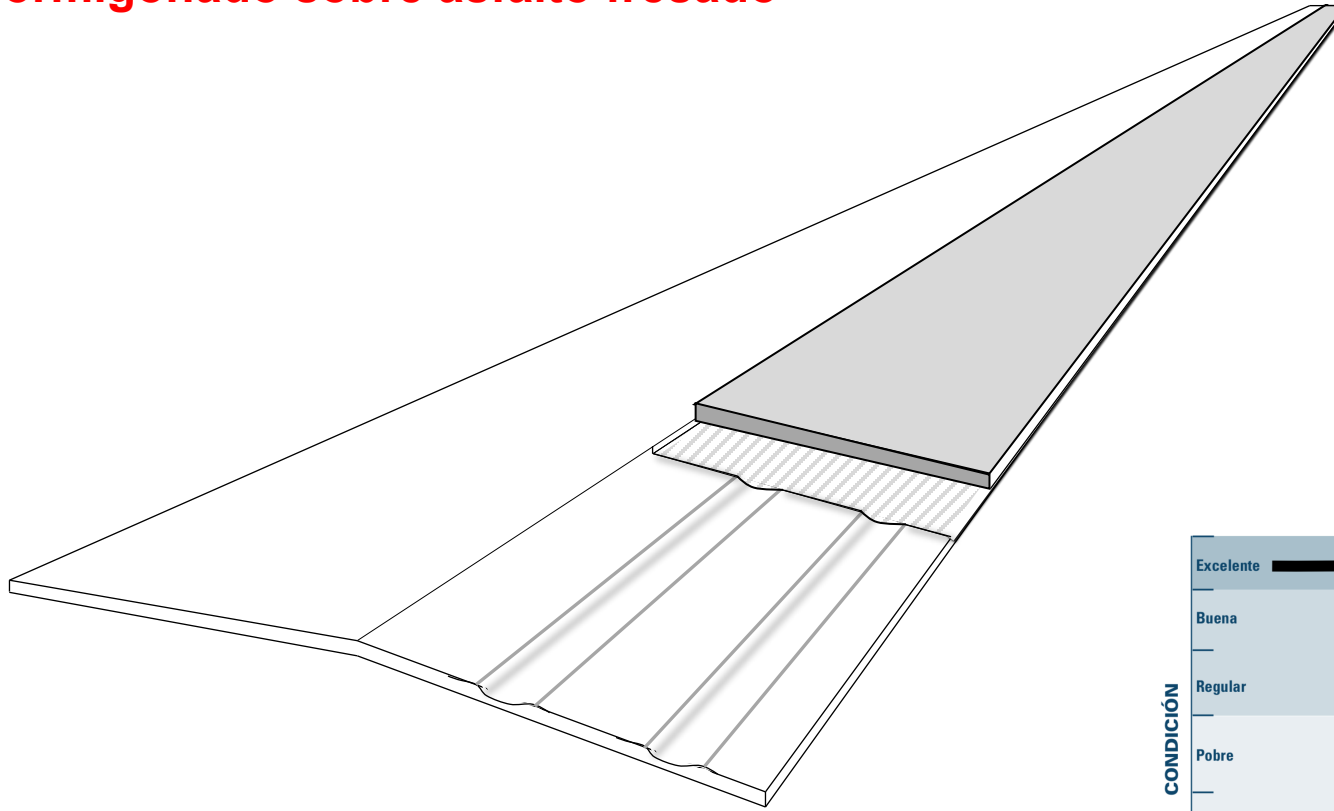
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Trabajo de fresado



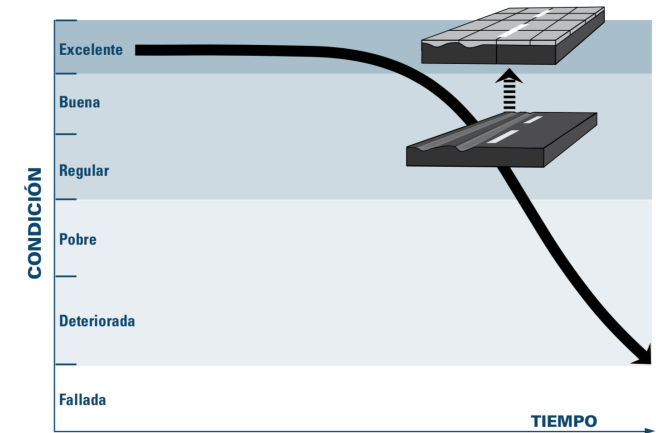
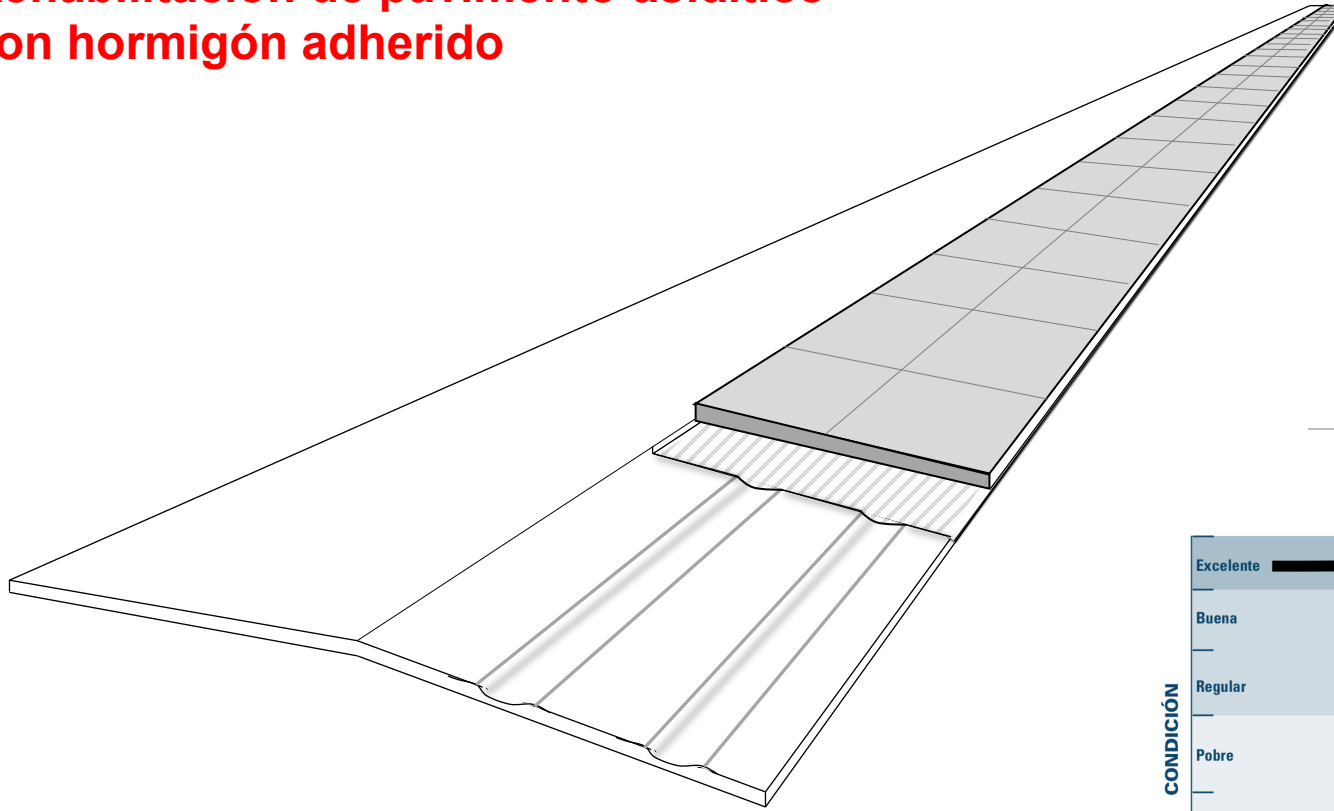
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Hormigonado sobre asfalto fresado



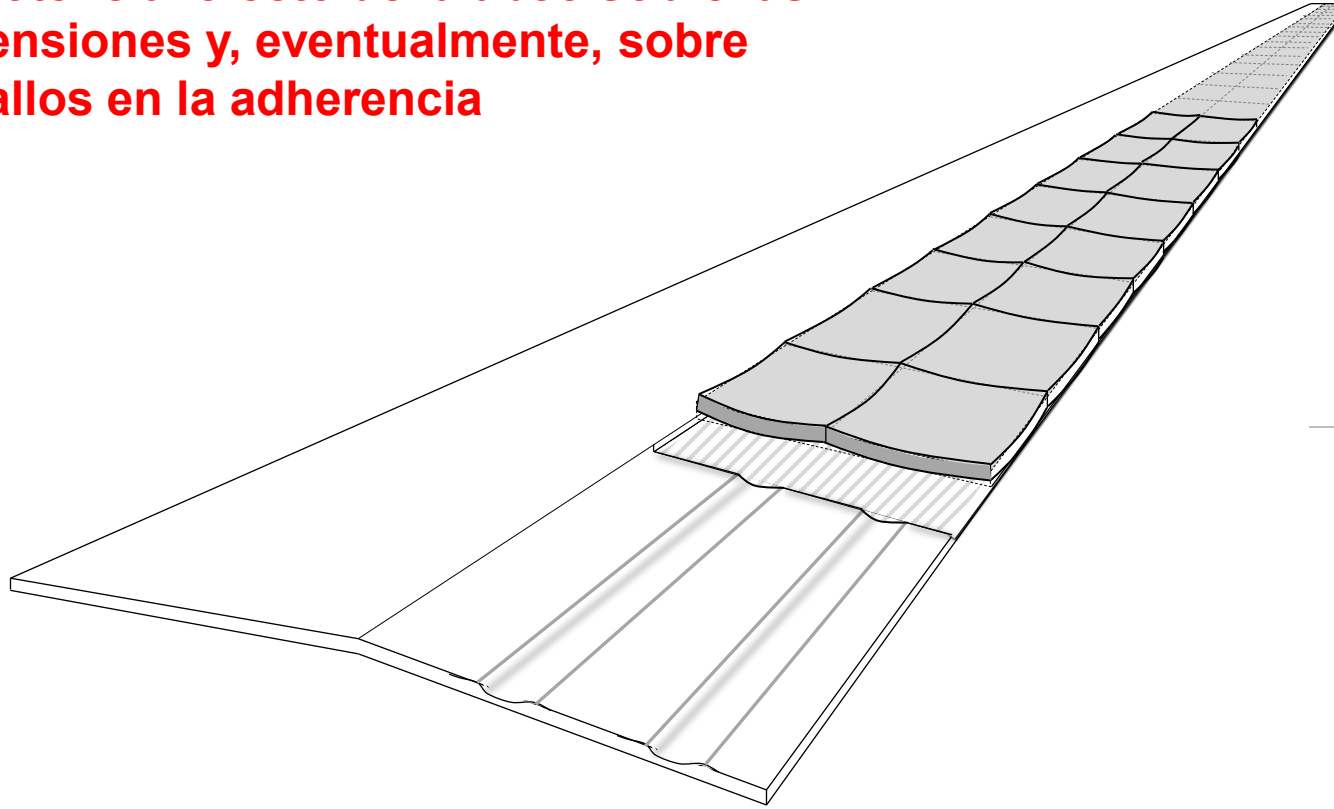
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Rehabilitación de pavimento asfáltico
con hormigón adherido



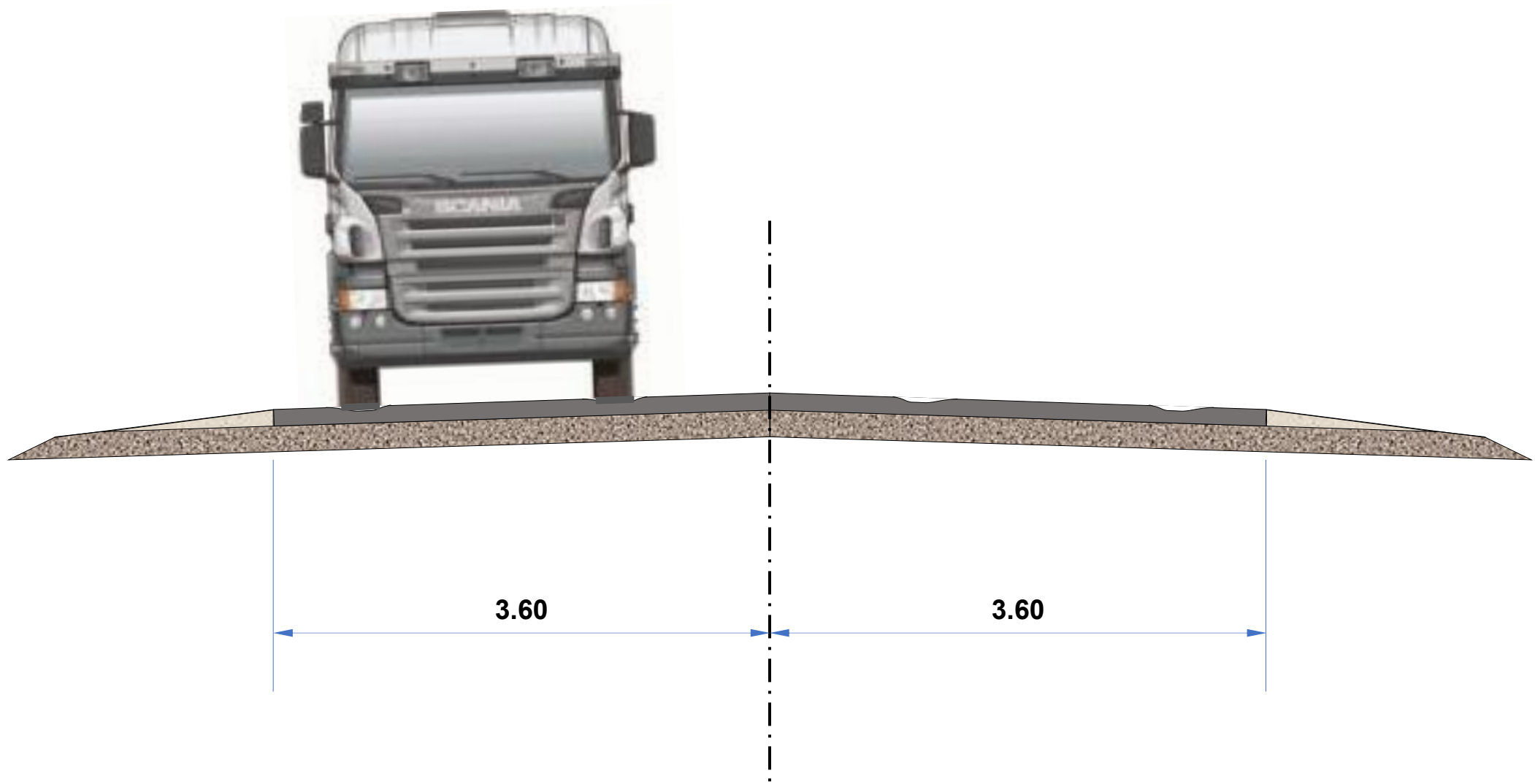
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Potencial efecto del alabeo sobre las tensiones y, eventualmente, sobre fallos en la adherencia



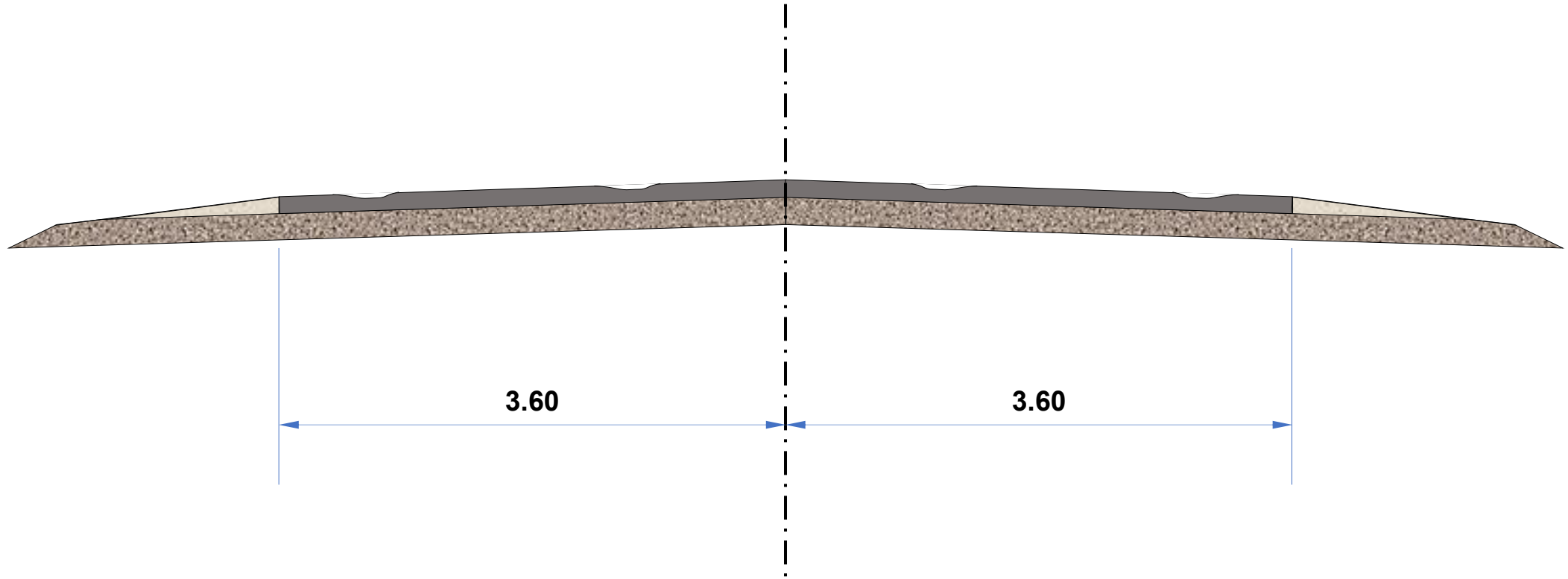
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Pavimento de asfalto ahuellado



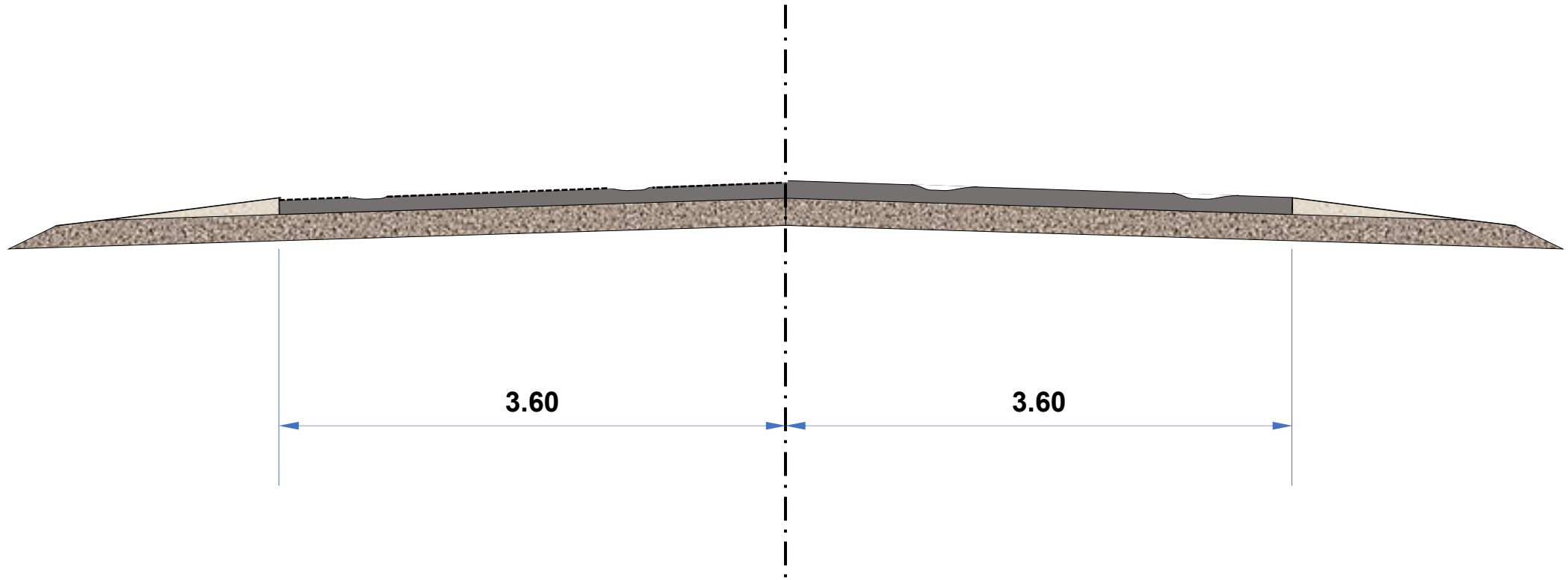
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Pavimento de asfalto ahuellado



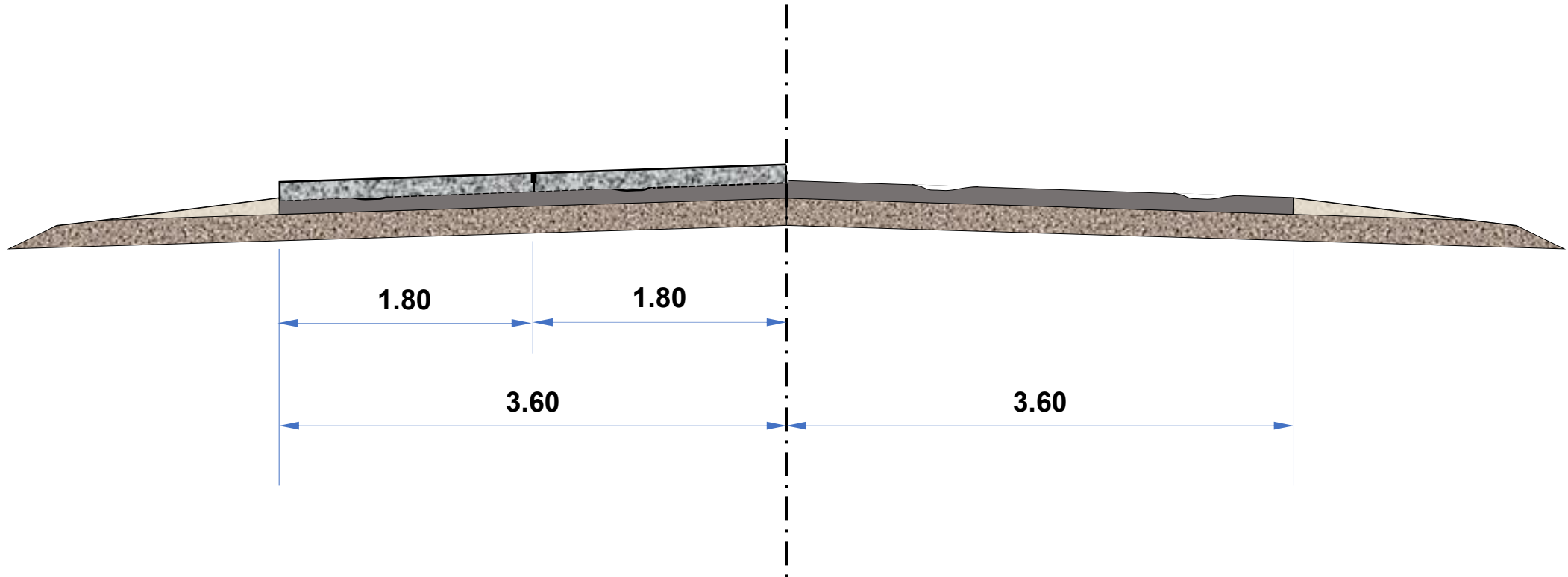
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Fresado de pavimento de asfalto ahuellado



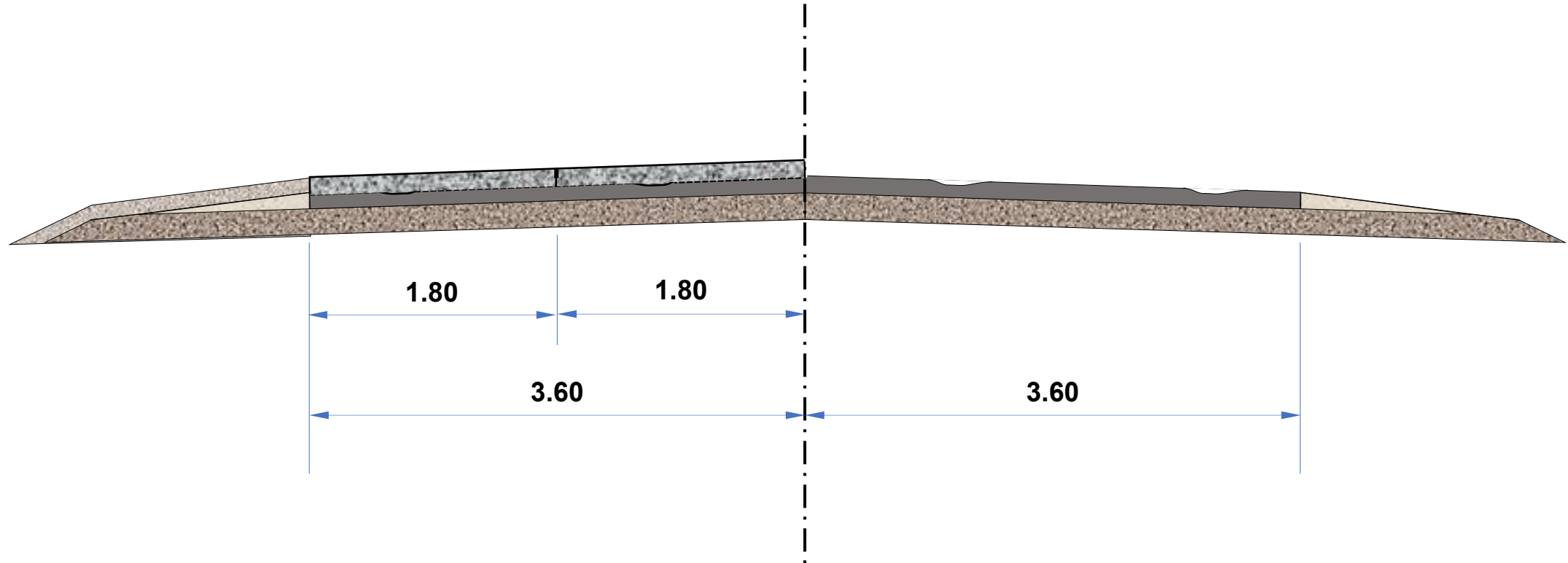
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Construcción de recubrimiento de hormigón adherido



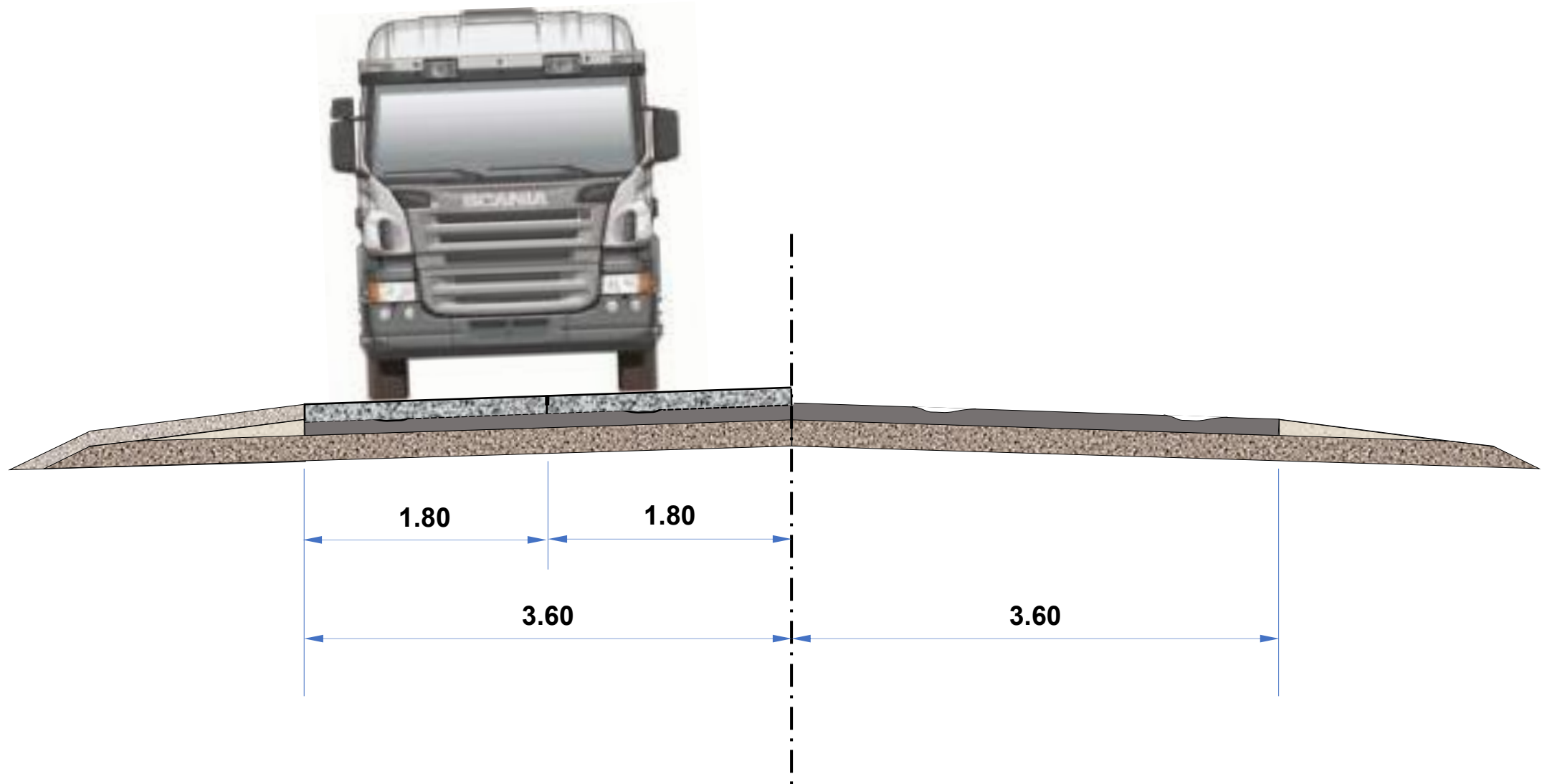
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Nivelación de la banquina



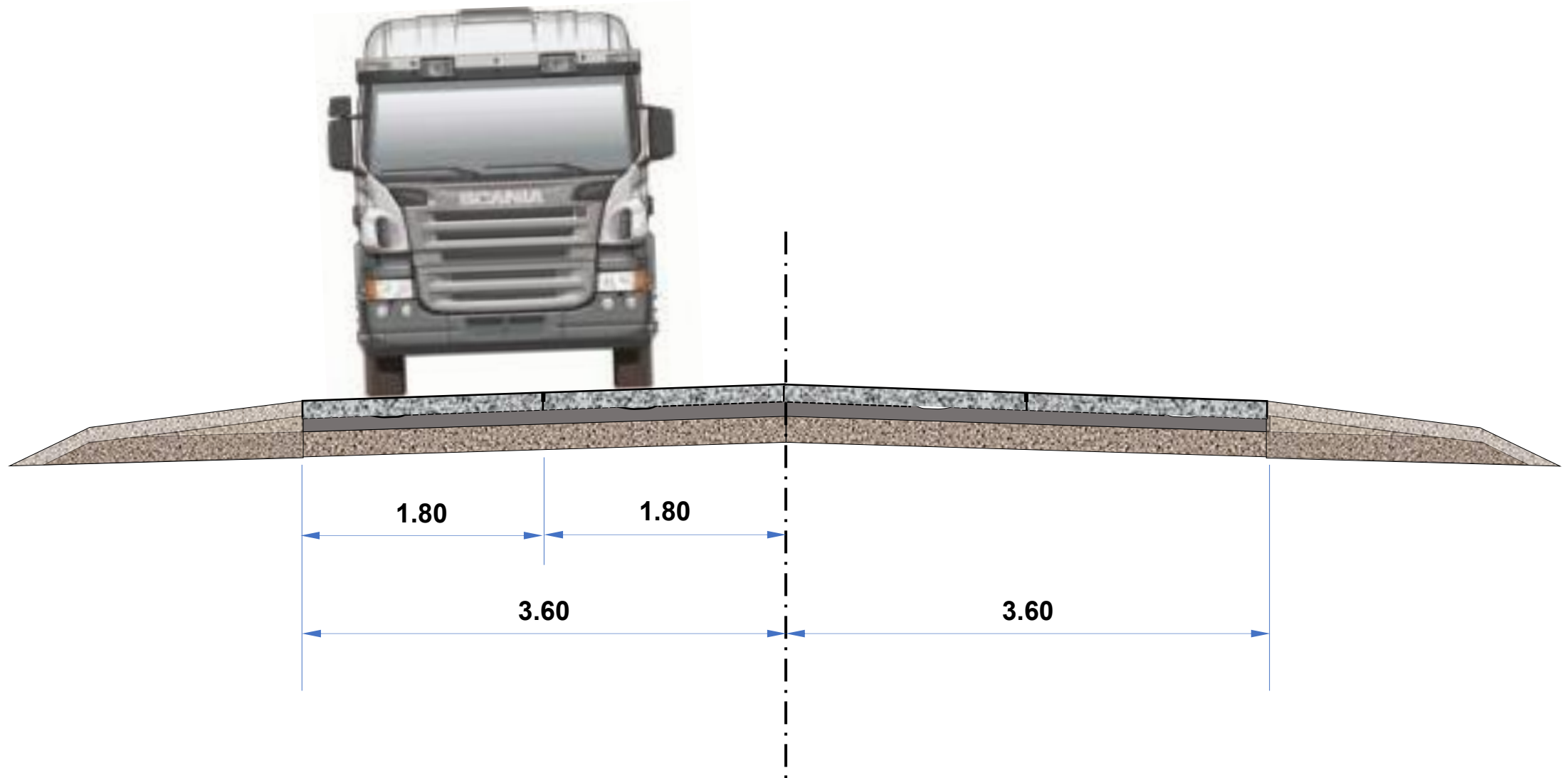
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Recubrimiento de hormigón adherido en servicio



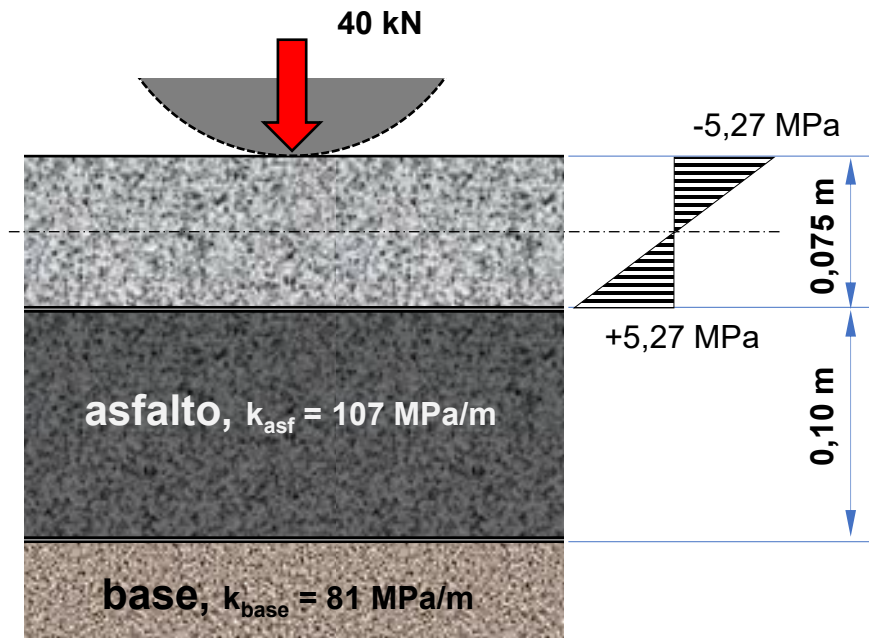
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Recubrimiento de hormigón adherido en servicio

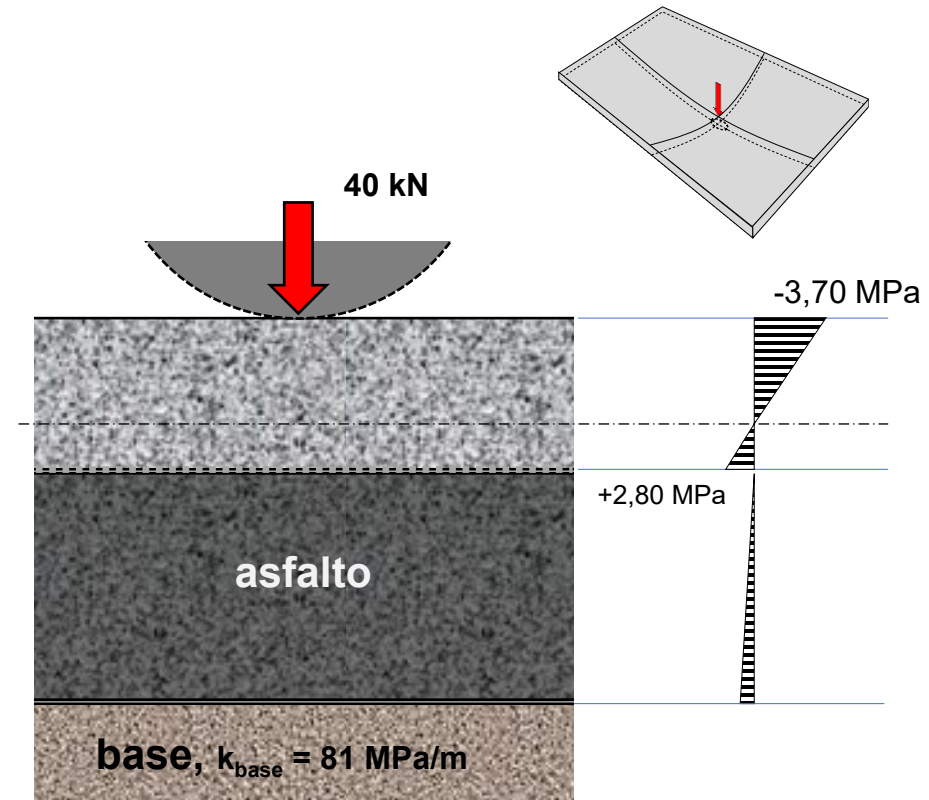


WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Influencia de la adherencia sobre las tensiones
carga dentro de la losa



a) Capa de hormigón NO adherida

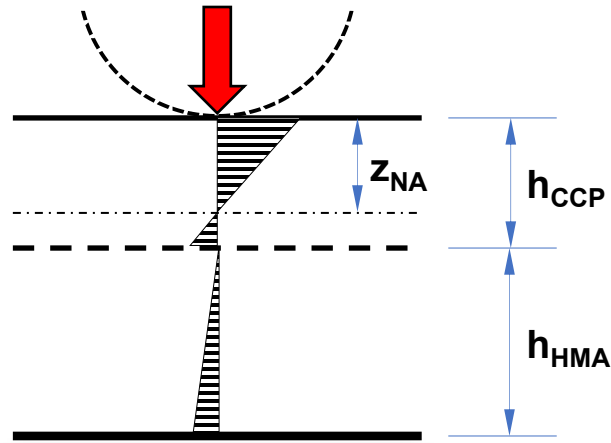


b) Capa de hormigón adherida

Fuente: adaptado de Mack, J.W, Hawbaker, L.D. & Cole, L.W. (1998). "Ultrathin Whitetopping – State-of-the-Practice for Thin Concrete Overlays of Asphalt". Transportation Research Record 1610, Aug., 1998. pp 39-43.

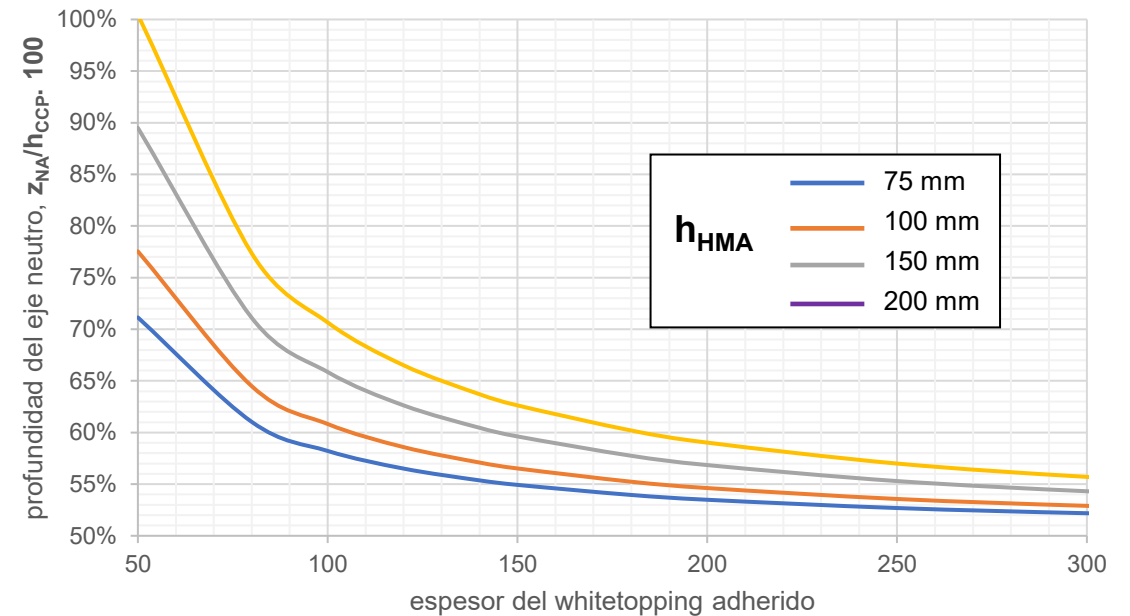
WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Ubicación del Eje Neutro



Profundidad del eje neutro:

$$z_{NA} = \frac{\frac{E_{CCP} \cdot h_{CCP}^2}{2} + E_{HMA} \cdot h_{HMA} \cdot \left(h_{CCP} + \frac{h_{HMA}}{2} \right)}{E_{CCP} \cdot h_{CCP} + E_{HMA} \cdot h_{HMA}}$$



$E_{CCP} = 27.500 \text{ MPa}$

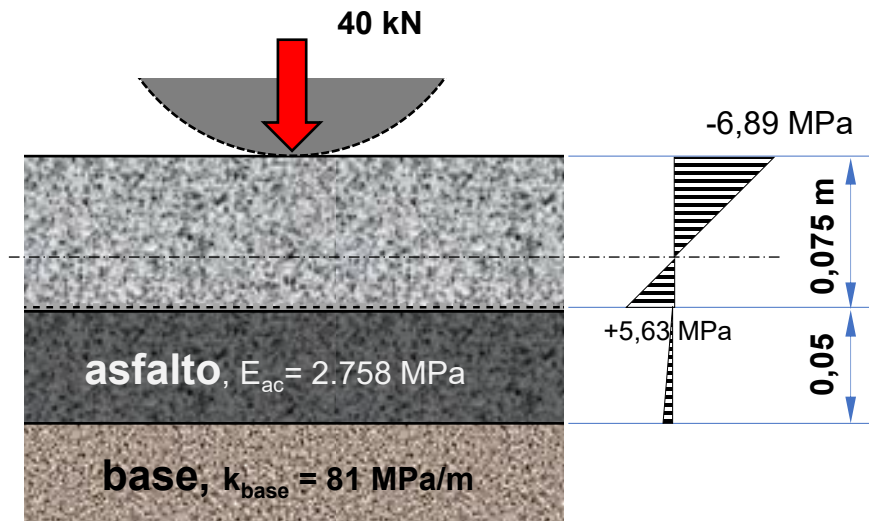
$E_{HMA} = 2.780 \text{ MPa}$

Figura 2: determinación de la profundidad del eje neutro en función de los espesores y módulo de elasticidad de las capas de hormigón y asfalto.

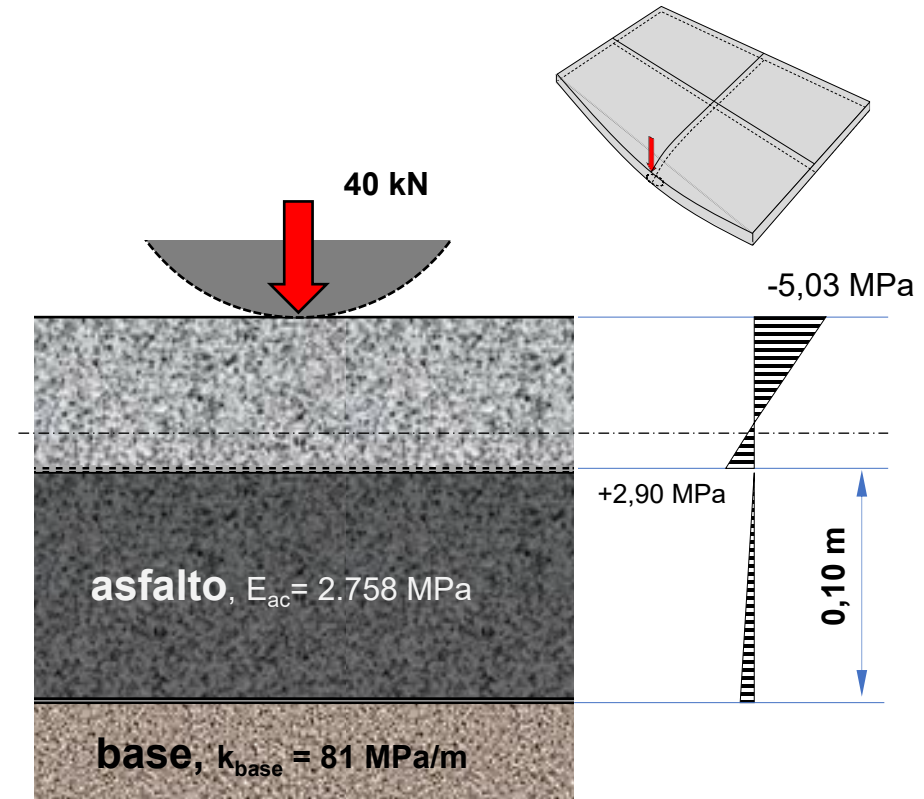
Fuente: cálculo realizado a partir de la ecuación tomada de Li, Z., Dufalla, N., Mu, F & Vandenbossche, J., 2013. "BCOA-ME. Bonded Concrete Overlay of Asphalt Pavements Mechanistic-Empirical Design Guide". FHWA Pooled Fund Project: TPF-5-165.

WHITETOPPING adherido – Conceptos Básicos

Influencia de la adherencia sobre las tensiones
carga sobre borde libre

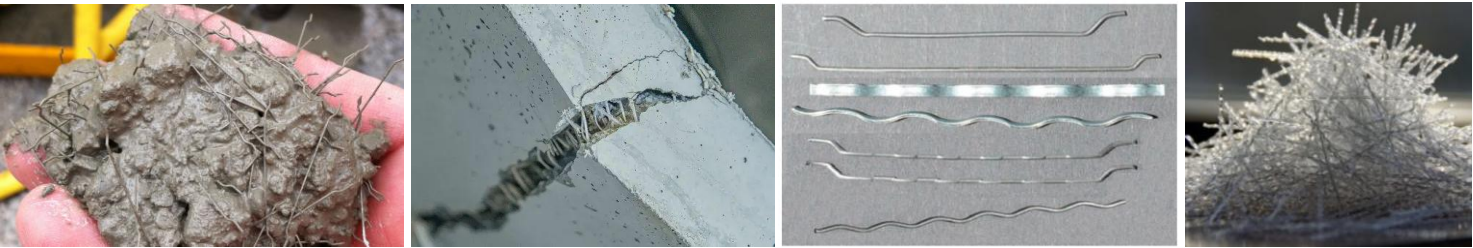


a) Capa de hormigón adherida
sobre asfalto de 5 cm



b) Capa de hormigón adherida
sobre asfalto de 10 cm

Fuente: adaptado de Mack, J.W, Hawbaker, L.D. & Cole, L.W. (1998). "Ultrathin Whitetopping – State-of-the-Practice for Thin Concrete Overlays of Asphalt". Transportation Research Record 1610, Aug., 1998. pp 39-43.



¿Qué es el HRF (hormigón reforzado con fibras)?

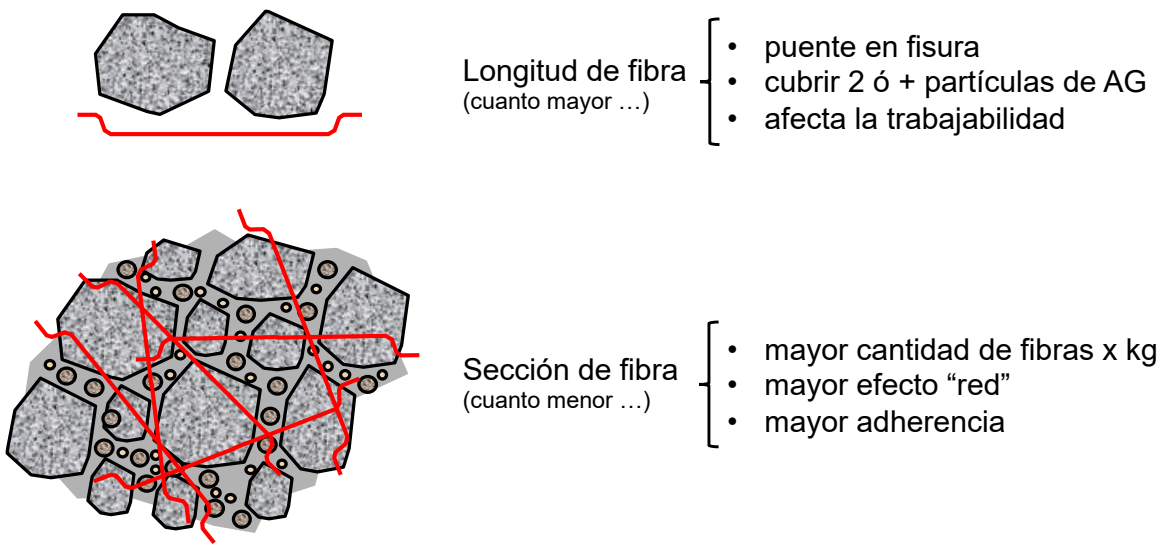


Figura 3.9: influencia de la longitud y sección de las fibras sobre la mezcla de hormigón.

Fibra	Diámetro [μm]	Densidad relativa	Módulo de Young [GPa]	Resistencia a tracción [MPa]	Elongación a la rotura [%]
Acero	5 - 500	7,84	200	500 – 2.000	0,5 – 3,5
Vidrio	9 – 15	2,60	70 - 80	2.000 – 4.000	2 – 3,5
Asbestos	0,02 – 0,04	3,00	180	3.300	2 – 3
Polipropileno	20 - 200	0,90	5 - 7	500 - 750	8
Nylon	-	1,10	4	900	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,30	0,7	10
Carbón	9	1,90	230	2.600	1
Kevlar®	10	1,45	65 - 133	3.600	2,1 - 4
Acrílico	18	1,18	14 – 19,5	400 – 1.000	3

Tabla 3.5: características típicas de las fibras que pueden utilizarse en la mezcla de hormigón.

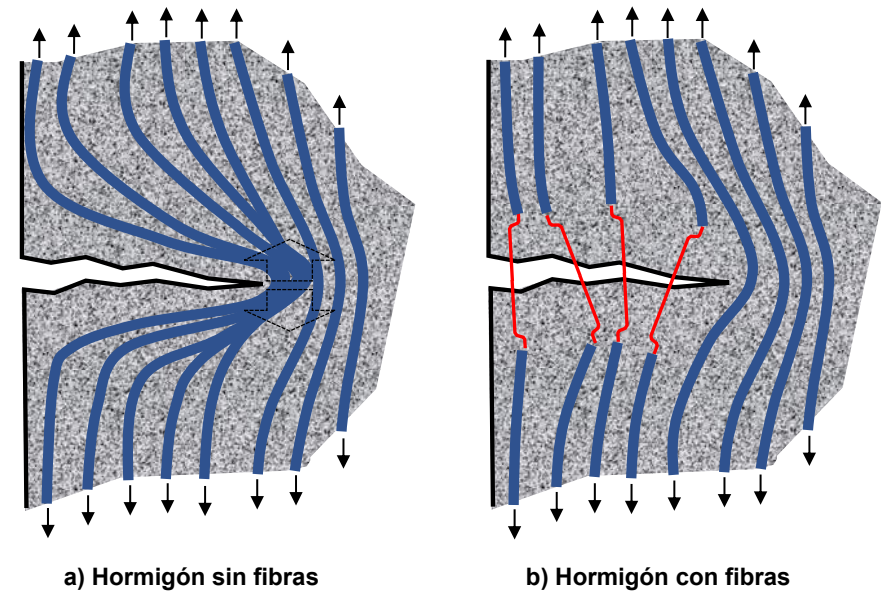
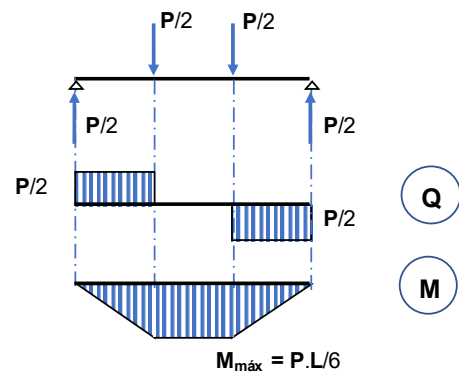
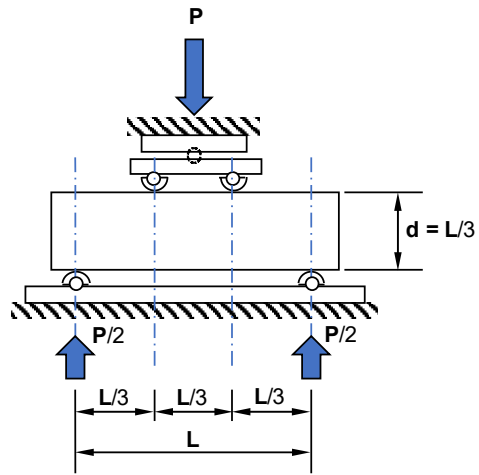
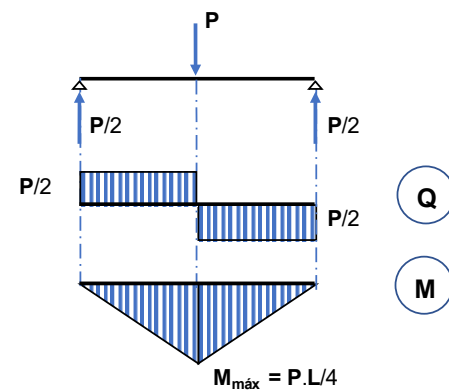
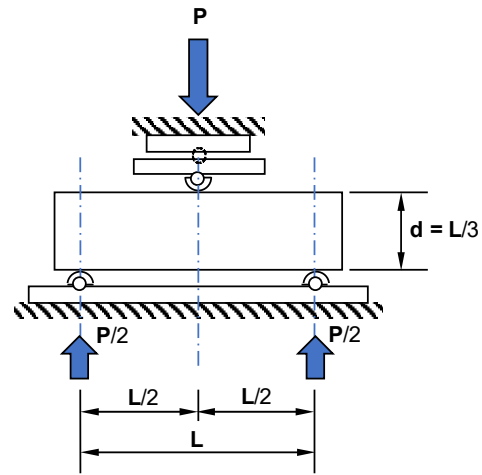


Figura 3.10: influencia de la presencia de fibras sobre las tensiones. En la figura b se observa claramente que la presencia de fibras favorece la transferencia de esfuerzos reduciendo considerablemente la concentración de tensiones.



$$\sigma_{\text{flexión}} = P.L/(b.d^2) \rightarrow MR = P_{\text{rotura}}.L/(b.d^2)$$

a) Ensayo con carga a los tercios de la luz



$$\sigma_{\text{flexión}} = 1,5 P.L/(b.d^2) \rightarrow MR = 1,5 P_{\text{rotura}}.L/(b.d^2)$$

b) Ensayo con carga central

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN (hormigón simple) según IRAM1547

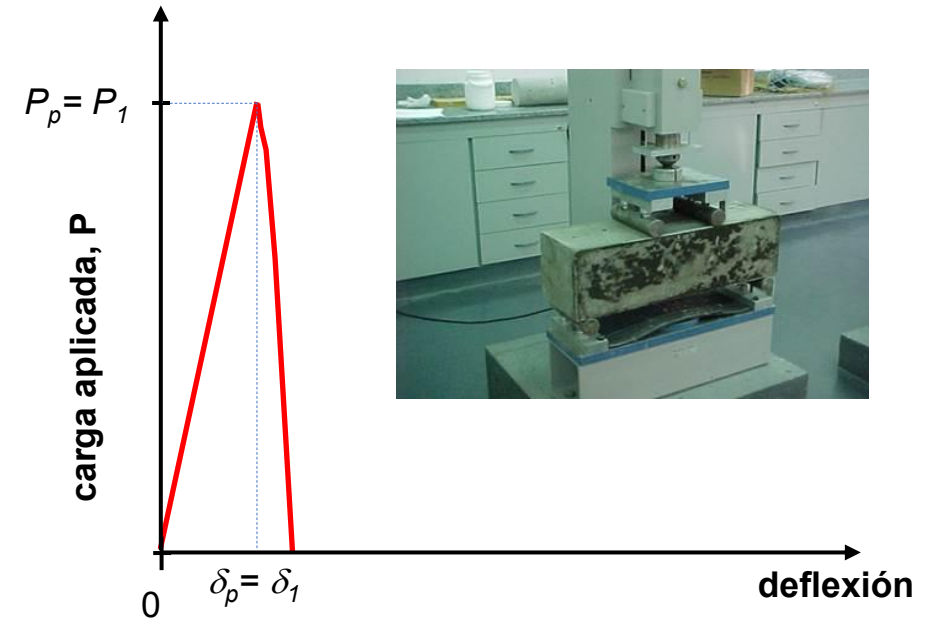


Figura 13.4: ensayo de flexión según IRAM 1547.

ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

ASTM C1609, *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*.

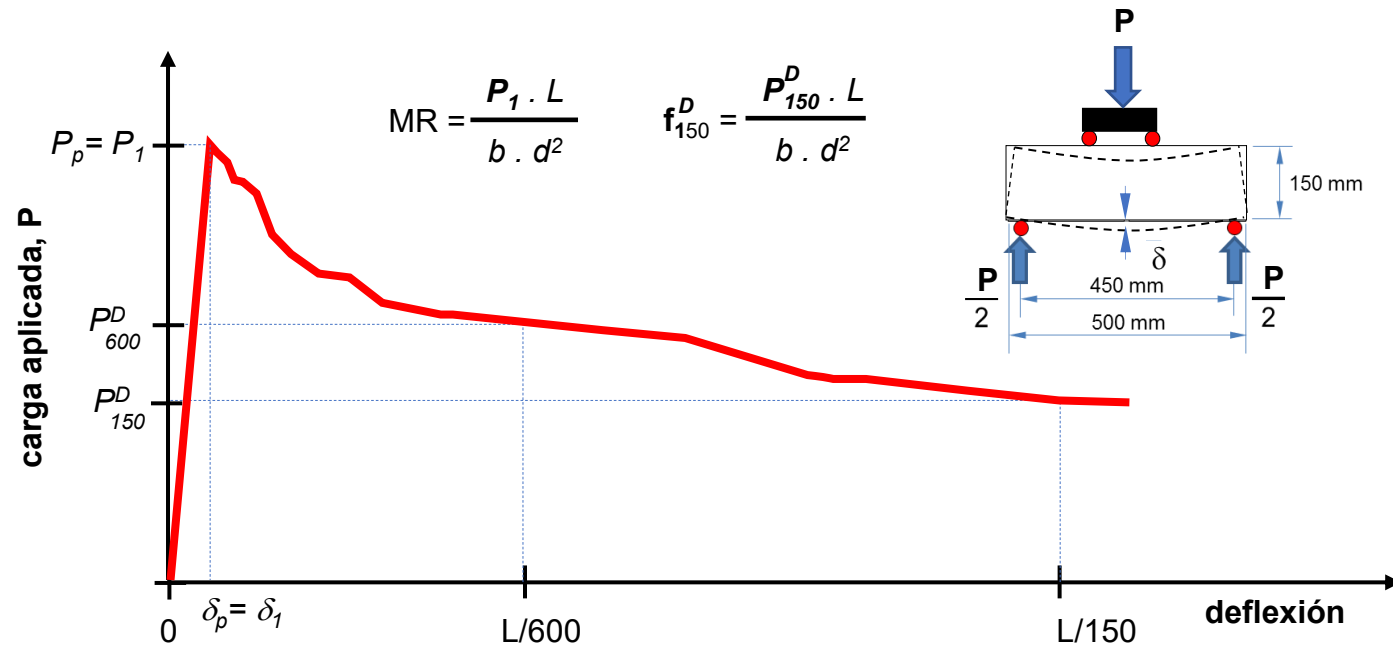


Figura 13.9: gráfico típico obtenido a partir del ASTM C1609 - *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*.



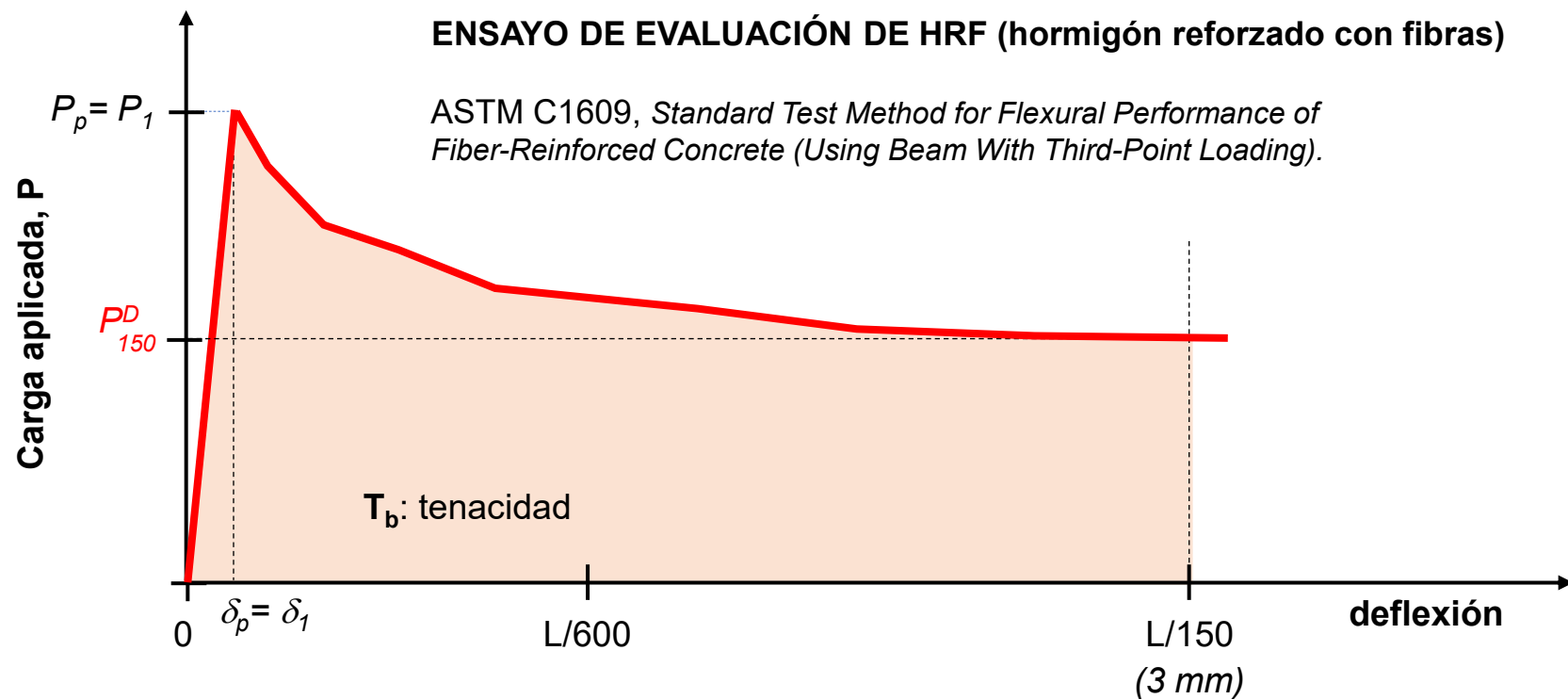
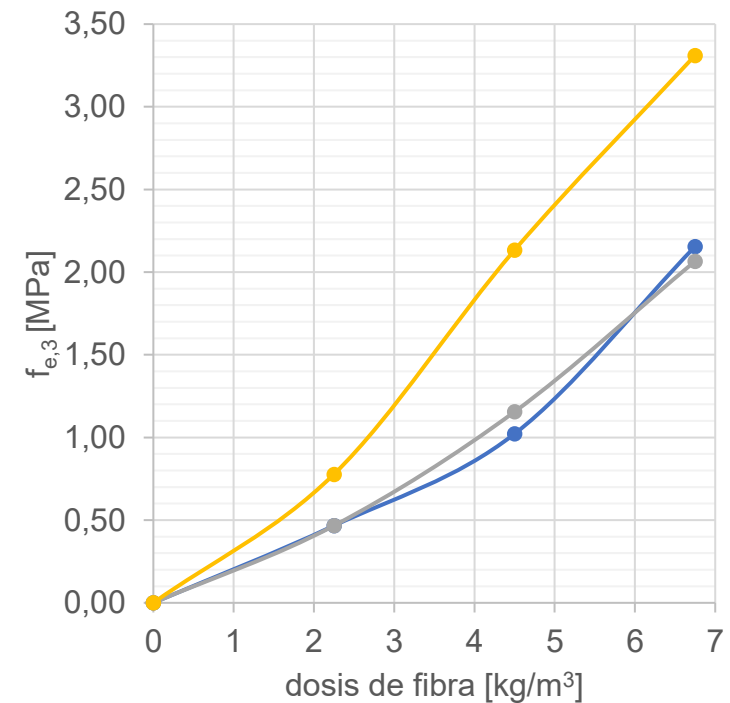


Figura: gráfico conceptual de comportamiento según ASTM C1609 - Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading).



Tensión de resistencia equivalente $\rightarrow f_{e,3} = \frac{T_b}{L/150} \cdot \frac{L}{b \cdot h^2} = 150 \frac{T_b}{b \cdot h^2}$

T_b : tenacidad, en J (Joule) o N.m
 b : ancho de viga de ensayo, en m
 h : alto de viga de ensayo, en mm

ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

ASTM C1609, *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*.

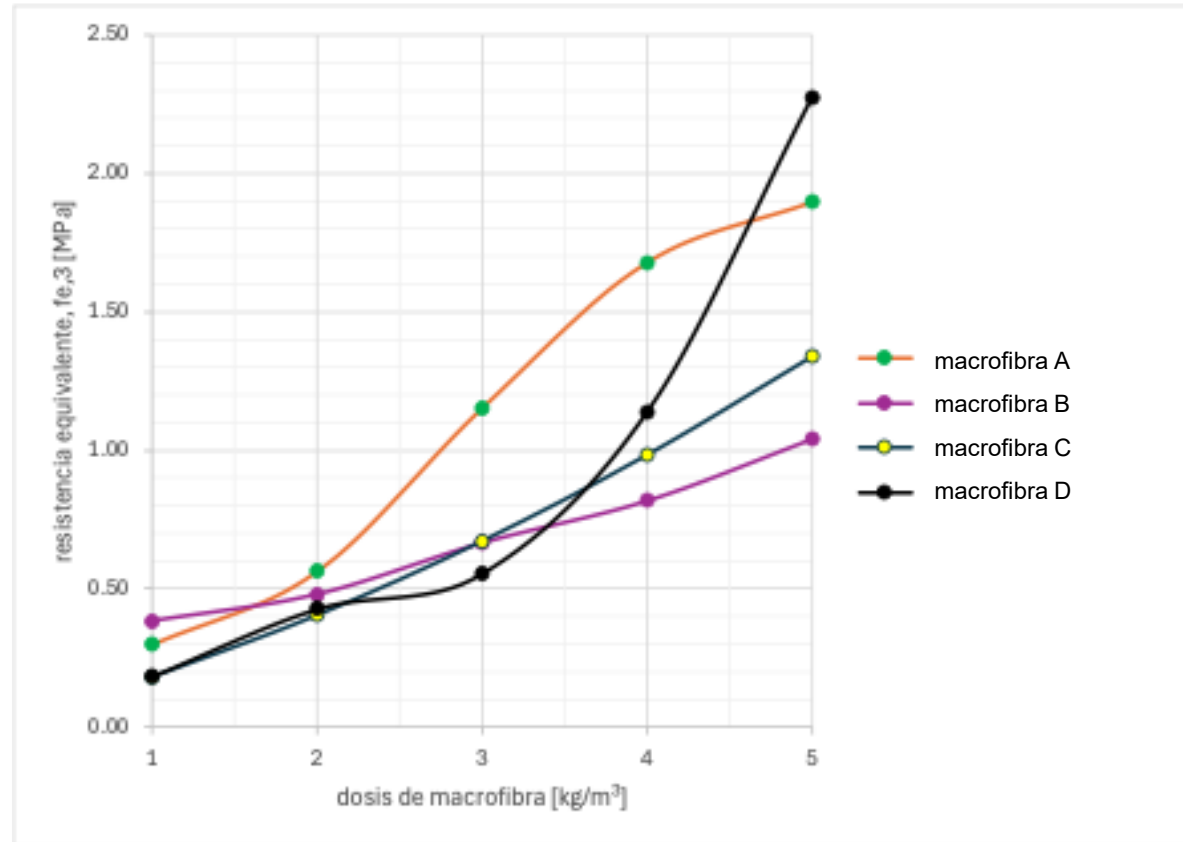


Figura: influencia de la macrofibra (diferenciación por marca y/o modelo) de polipropileno sobre la resistencia equivalente obtenida a partir del ensayo ASTM C1609.



ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

ASTM C1609, *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*.

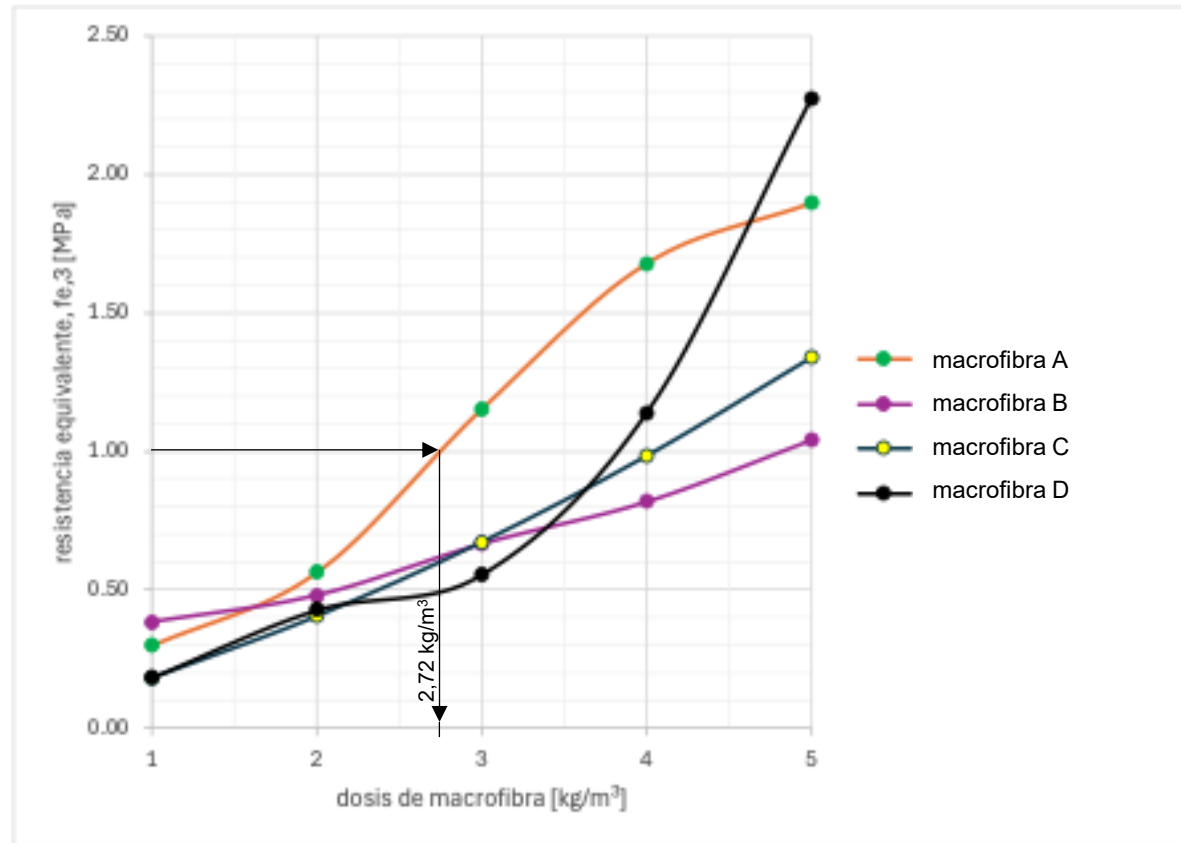


Figura: influencia de la macrofibra (diferenciación por marca y/o modelo) de polipropileno sobre la resistencia equivalente obtenida a partir del ensayo ASTM C1609.



ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

ASTM C1609, *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*.

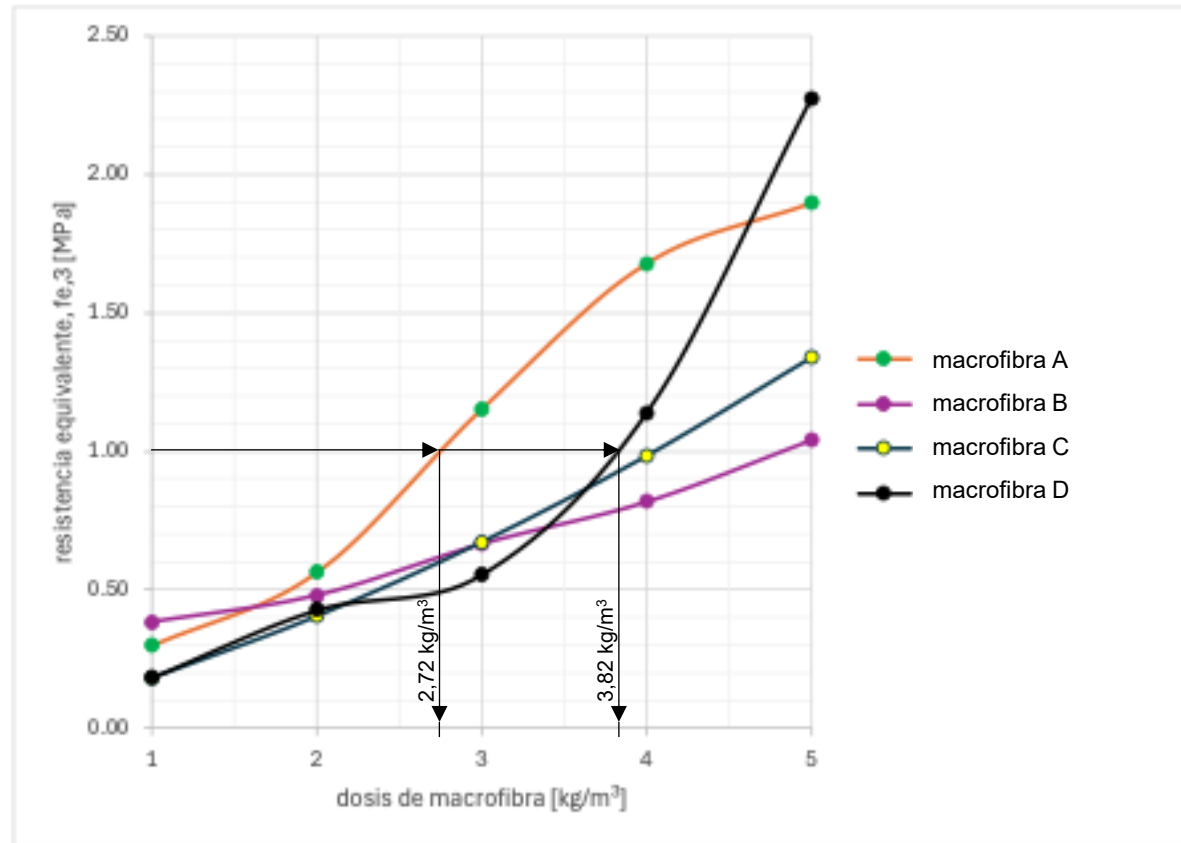


Figura: influencia de la macrofibra (diferenciación por marca y/o modelo) de polipropileno sobre la resistencia equivalente obtenida a partir del ensayo ASTM C1609.



ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

ASTM C1609, *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*.

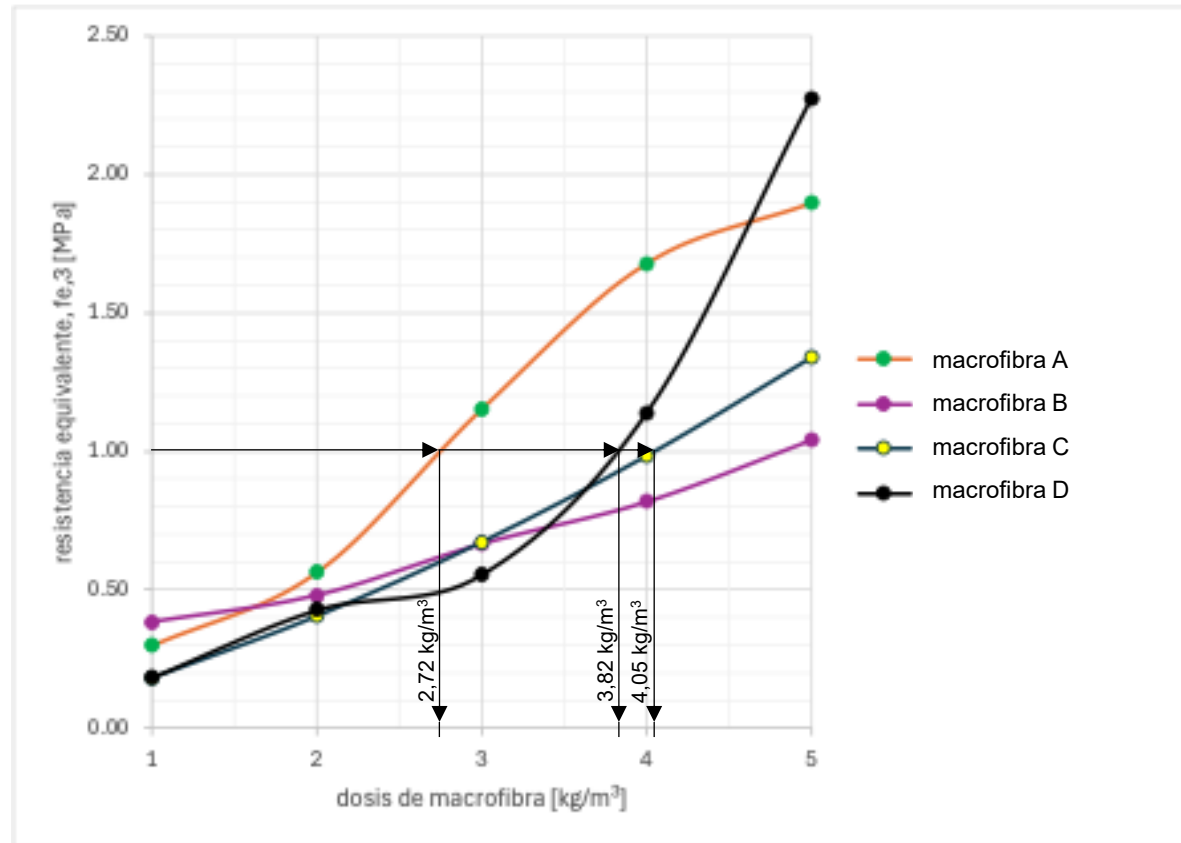


Figura: influencia de la macrofibra (diferenciación por marca y/o modelo) de polipropileno sobre la resistencia equivalente obtenida a partir del ensayo ASTM C1609.



ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

ASTM C1609, *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*.

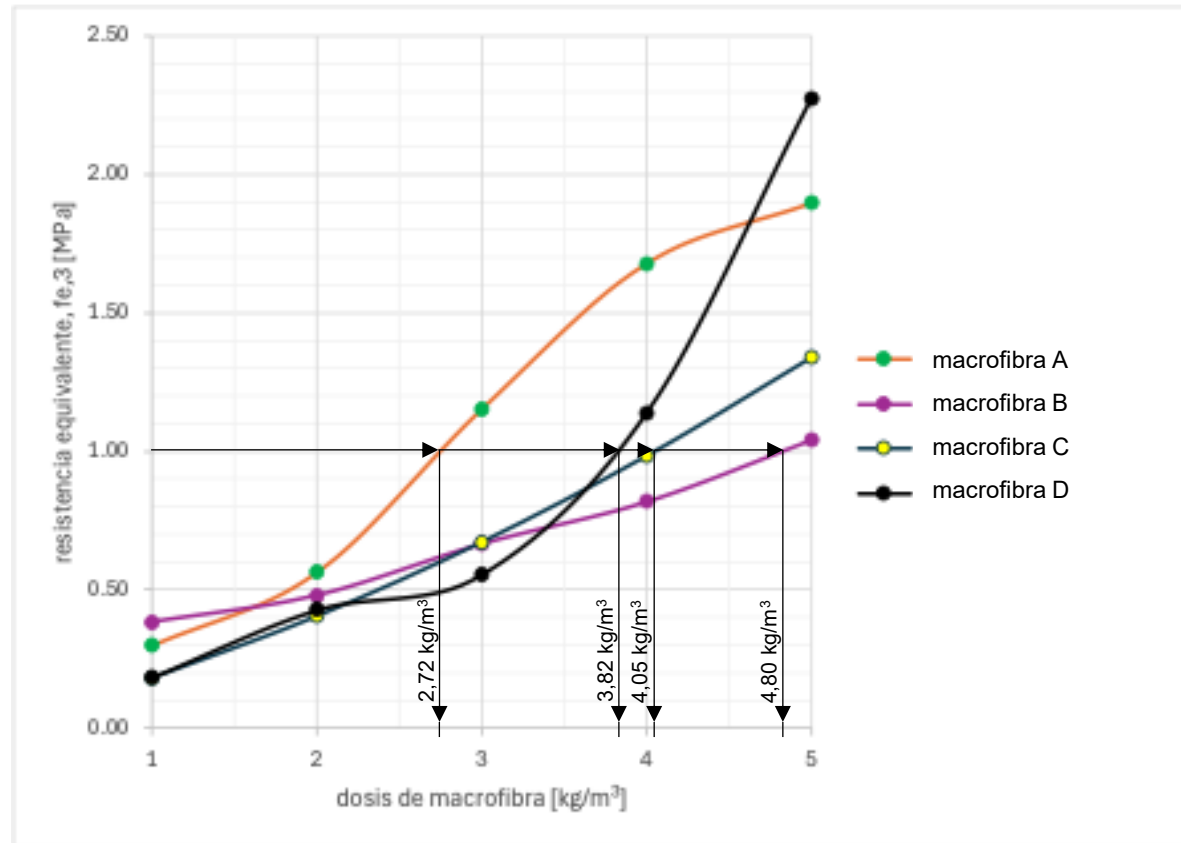


Figura: influencia de la macrofibra (diferenciación por marca y/o modelo) de polipropileno sobre la resistencia equivalente obtenida a partir del ensayo ASTM C1609.



ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

EN 14.651, *Test method for metallic fibre concrete. Measuring the flexural tensile strength.*

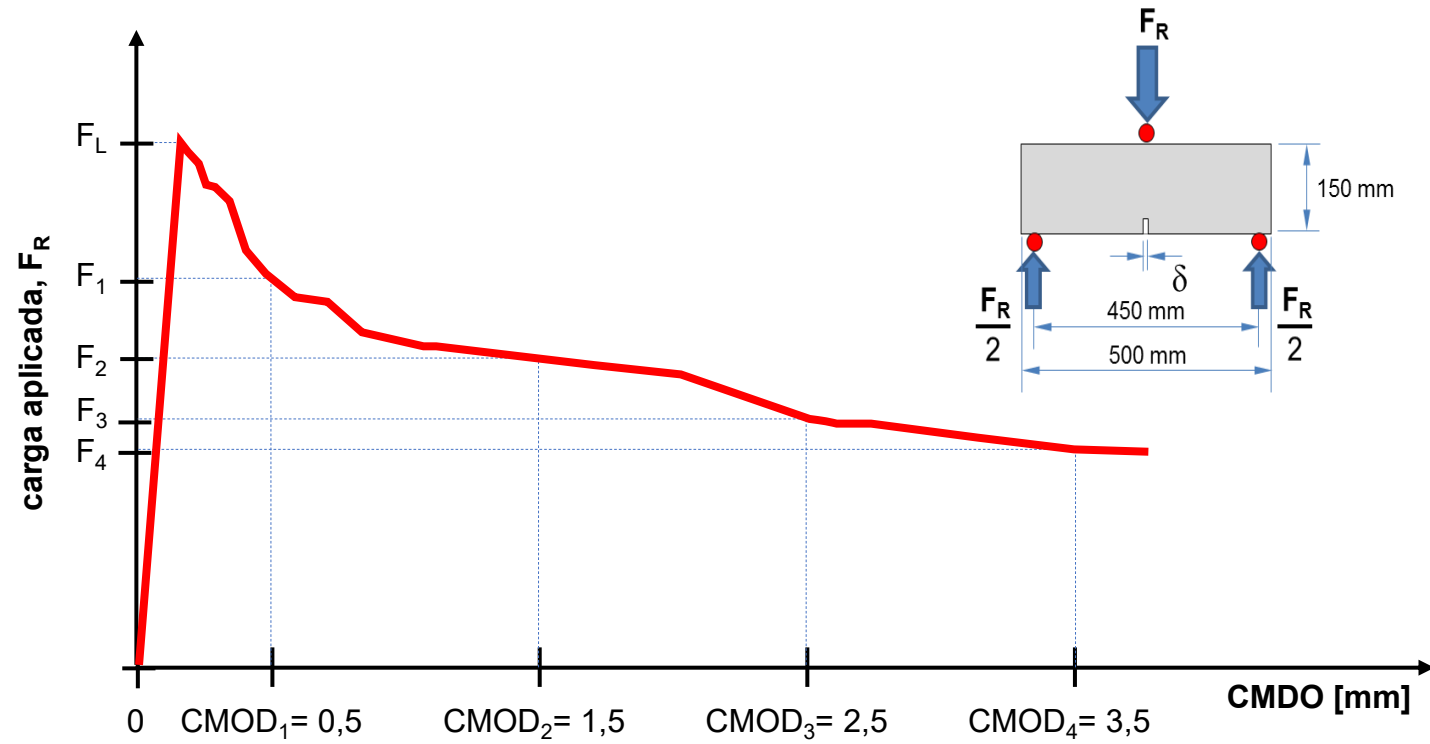


Figura 3.44: gráfico típico obtenido a partir del EN 14651 Test method for metallic fibre concrete. Measuring the flexural tensile strength.



ENSAYO DE EVALUACIÓN DE HRF (hormigón reforzado con fibras)

EN 14.651, *Test method for metallic fibre concrete. Measuring the flexural tensile strength.*

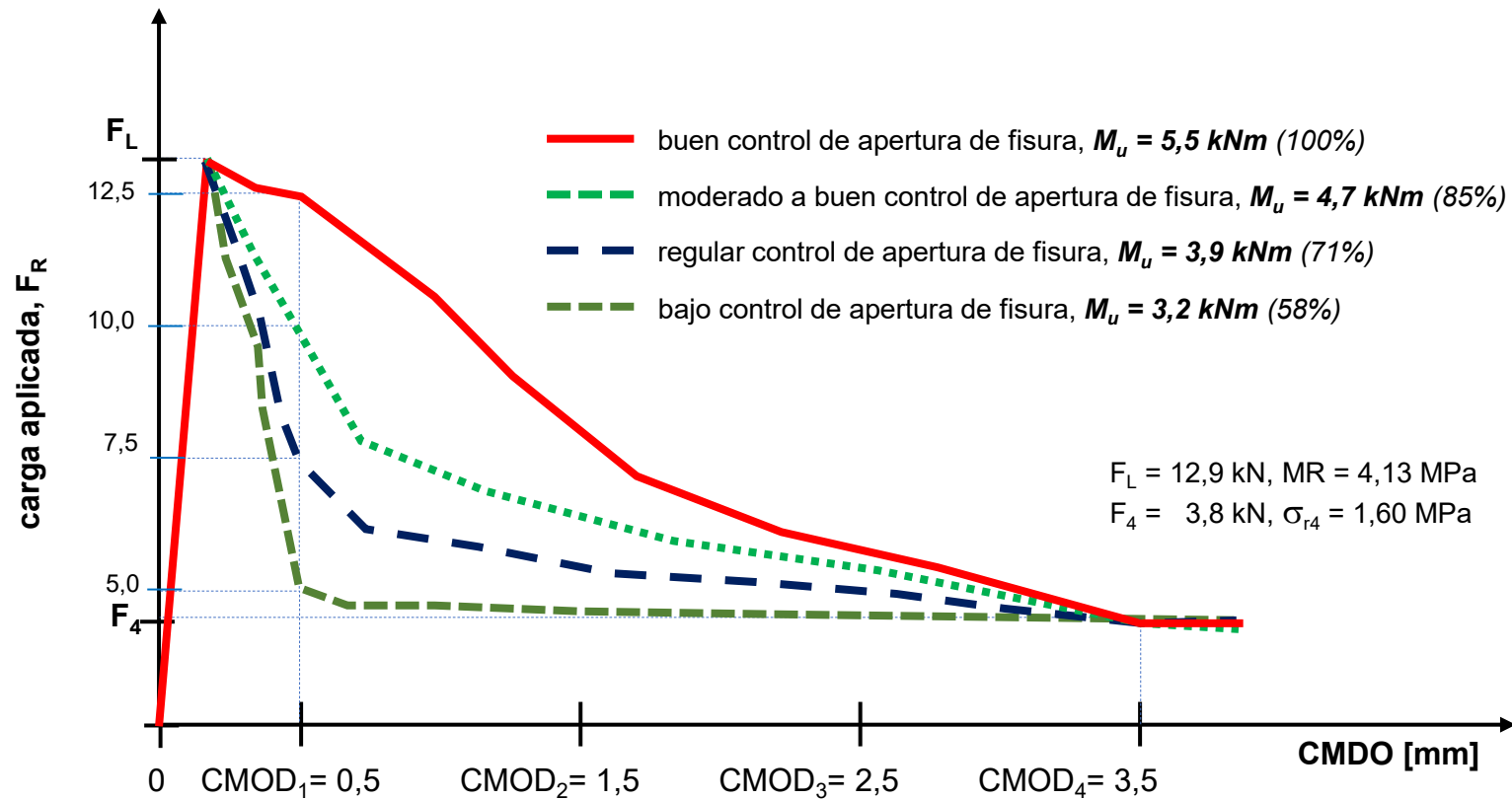


Figura 3.46: ejemplo teórico de determinación del momento último de equilibrio suponiendo un único valor de resistencia a flexión de un hormigón de clase H-30 con distintas dosis y tipos de macrofibras que poseen el mismo valor de resistencia residual utilizando las ecuaciones de equilibrio propuestas por el método indicado por RILEM en el documento TC 162-TDF (2002) .



XIX CONGRESO ARGENTINO
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO
11° EXPOVIAL ARGENTINA

expo»
2025 vial
Argentina



SEMINARIO INTERNACIONAL
DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

¿Cómo encaramos un diseño?

Ubicación Geográfica del Proyecto Duplicación Ruta 5

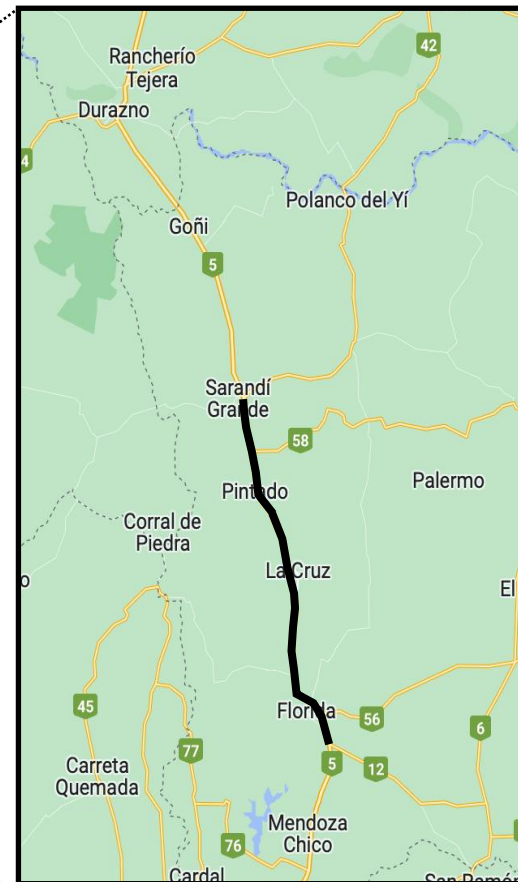
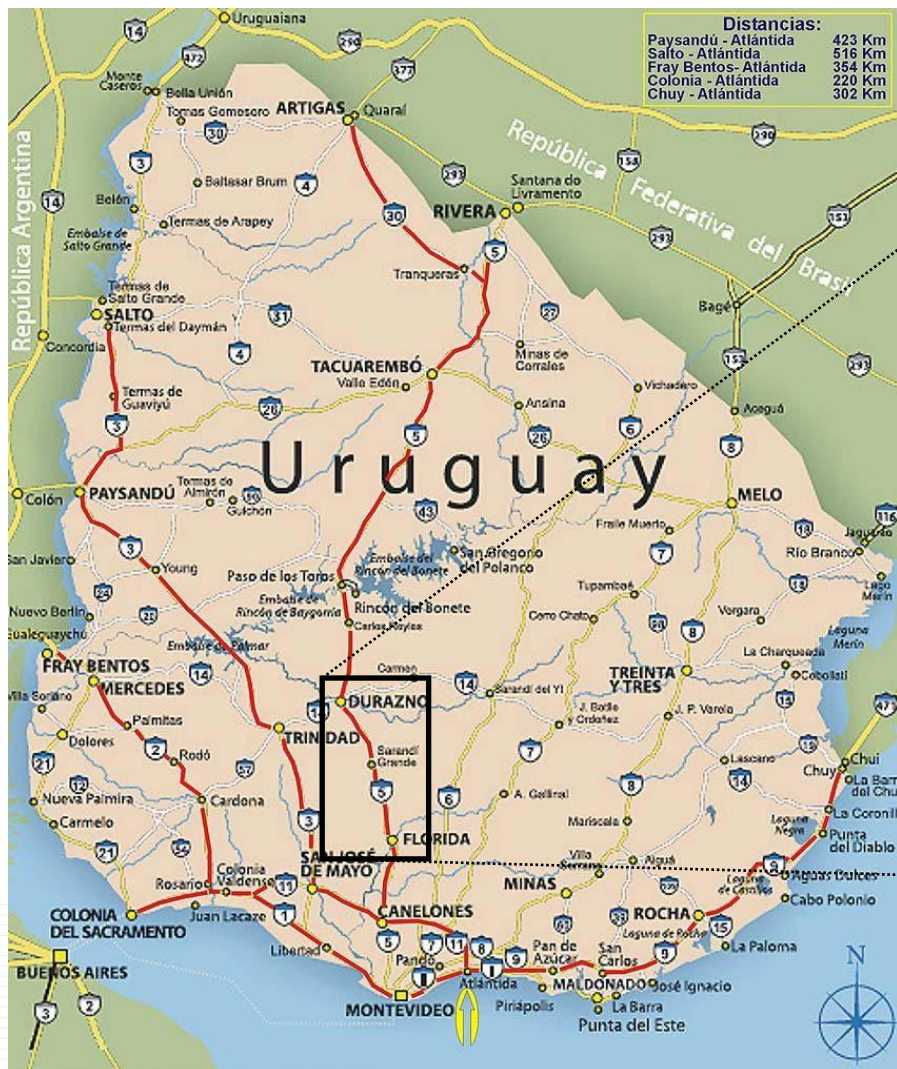


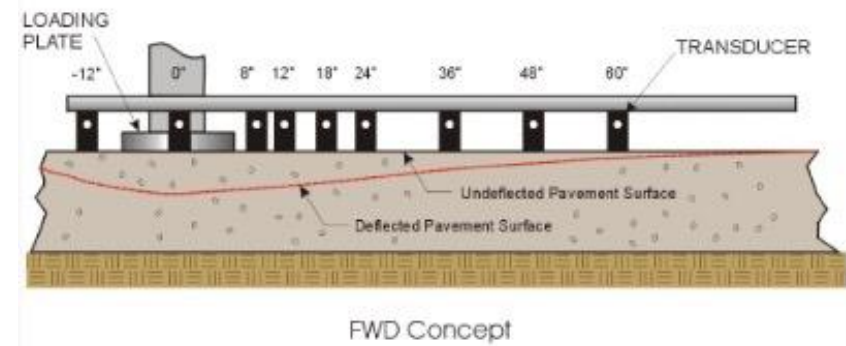
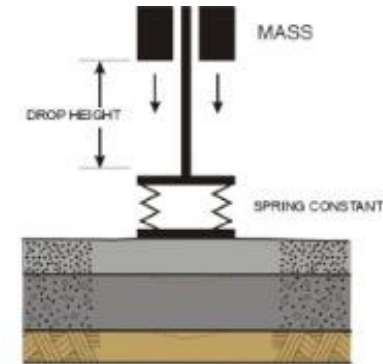
Figura 1: ubicación del proyecto de duplicación de calzada de ruta 5 que incluye el WT sobre la calzada asfáltica existente entre los km 100+500 a 133+300.

Contratista: INCOCI S.A. – Stiler S.A., UTE

Ensayo de módulo FWD (Falling Weight Deflectometer) o deflectómetro de impacto (ASTM D4694-96)



AASHTO T256
ASTM D4694-96



Fuente: Ricardo Bardadano González (2014), artículo "El origen del deflectómetro de impacto".

Evaluación Estructural

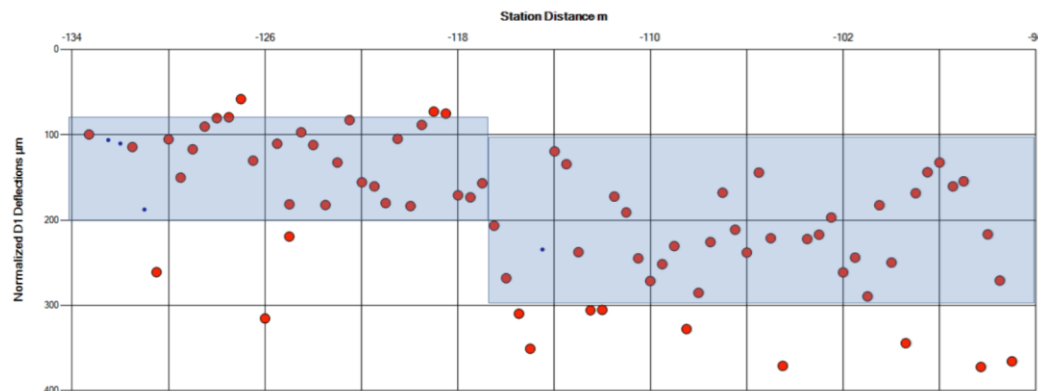


Figura 2: resultados de deflectometría informados por CDS ingenieros.
Fuente: CR5-D-FWD-01_RETROCALCULO RUTA 5_CREMAF T2. Ing. Álvaro López – AT José Cantero, 18/01/2023.

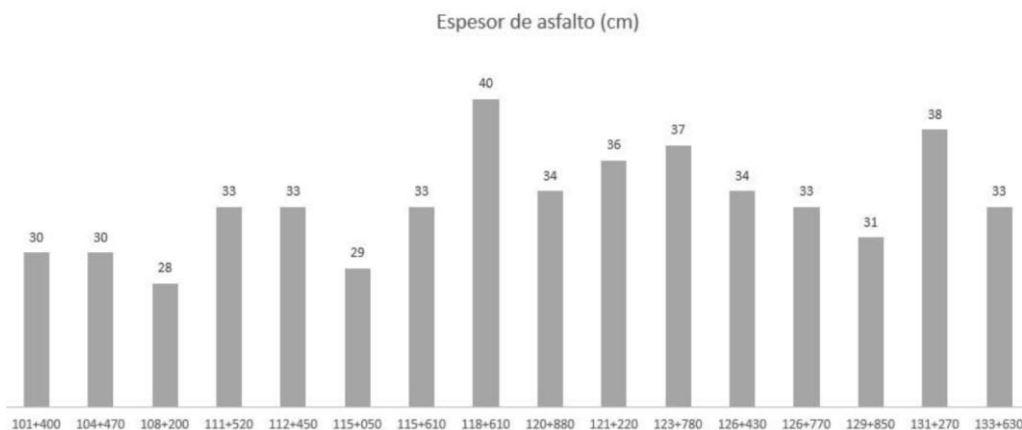


Figura 3: espesores de asfalto informados por CDS ingenieros.
Fuente: CR5-D-FWD-01_RETROCALCULO RUTA 5_CREMAF T2. Ing. Álvaro López – AT José Cantero, 18/01/2023.

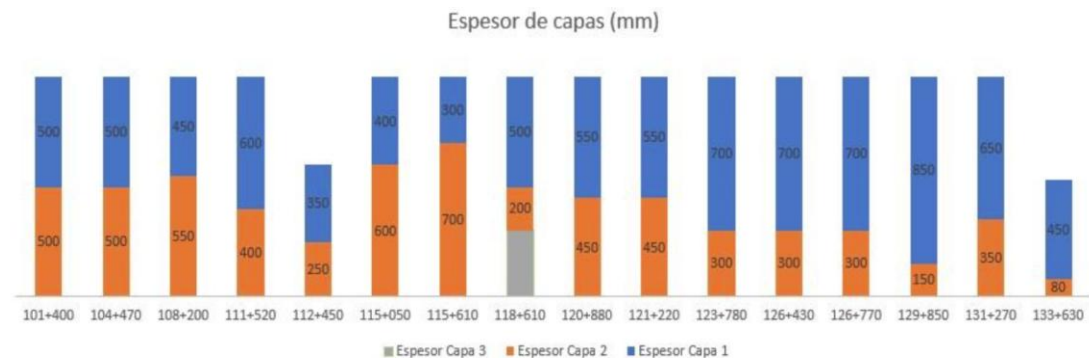


Figura 4: espesores de capa de suelo que forman parte del paquete estructural del pavimento existente informados por CDS ingenieros.
Fuente: CR5-D-FWD-01_RETROCALCULO RUTA 5_CREMAF T2. Ing. Álvaro López – AT José Cantero, 18/01/2023.

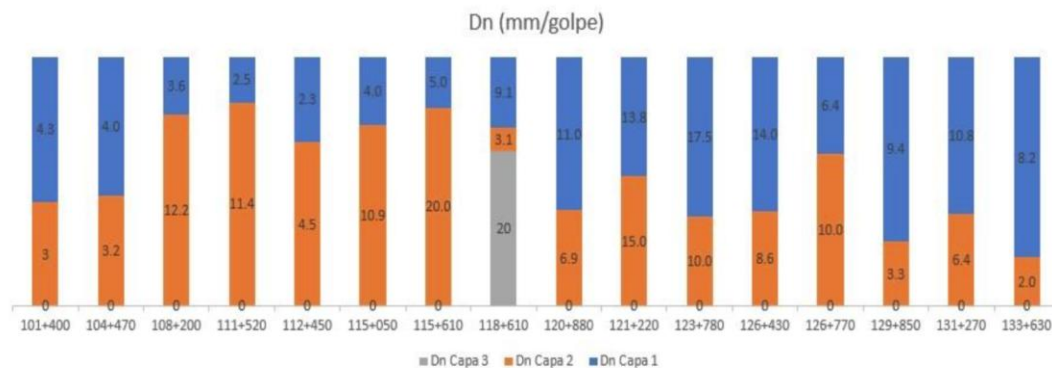


Figura 5: resultados de ensayos de DCP sobre las capas de suelo informados por CDS ingenieros.
Fuente: CR5-D-FWD-01_RETROCALCULO RUTA 5_CREMAF T2. Ing. Álvaro López – AT José Cantero, 18/01/2023.

Evaluación Estructural

Determinación de Secciones Homogéneas

Tabla 1: secciones homogéneas definidas a partir del análisis de espesores y ensayos de DCP.

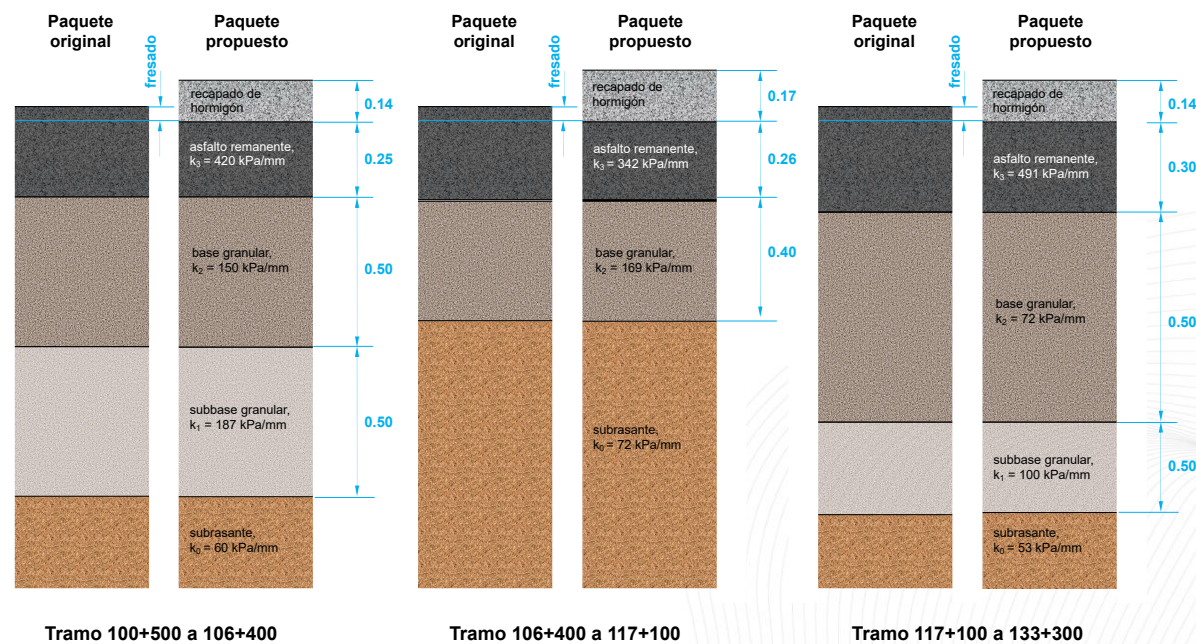
SECCIONES:	101+400 al 106+400		106+400 al 117+100		117+100 al 133.630	
CAPAS	Espesor (cm)	DN (mm/golpe)	Espesor (cm)	DN (mm/golpe)	Espesor (cm)	DN (mm/golpe)
Carpeta Asfáltica	30	-	31	-	35	-
Base Granular	50	4.2	40	3.5	70	11.1
Subbase Granular	50	3.2	-	-	30	7.3
Subrasante	∞	-	∞	11.8	∞	-

Fuente: CR5-D-FWD-01_RETROCALCULO RUTA 5_CREMAF T2. Ing. Álvaro López – AT José Cantero, 18/01/2023.

Tabla 2: valores de M_r (módulo resiliente) para las distintas capas obtenidos por retrocálculo.

SECCIONES:	95+000 al 106+400			106+400 al 117+100			117+100 al 133+500		
CAPAS	Espesor (cm)	M_r (MPa) Promedio	M_r (MPa) Percentil 15%	Espesor (cm)	M_r (MPa) Promedio	M_r (MPa) Percentil 15%	Espesor (cm)	M_r (MPa) Promedio	M_r (MPa) Percentil 15%
Carpeta Asfáltica	30	2500	1970	31	2450	1850	35	3400	2350
Base Granular	50	170	100	40	90	55	70	290	100
Subbase Granular	50	96	70	-	-	-	30	280	155
Subrasante	∞	320	230	∞	270	230	∞	300	210

Fuente: CR5-D-FWD-01_RETROCALCULO RUTA 5_CREMAF T2. Ing. Álvaro López – AT José Cantero, 18/01/2023.



Tramo 100+500 a 106+400

Tramo 106+400 a 117+100

Tramo 117+100 a 133+300



XIX CONGRESO ARGENTINO
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO
11º EXPOVIAL ARGENTINA

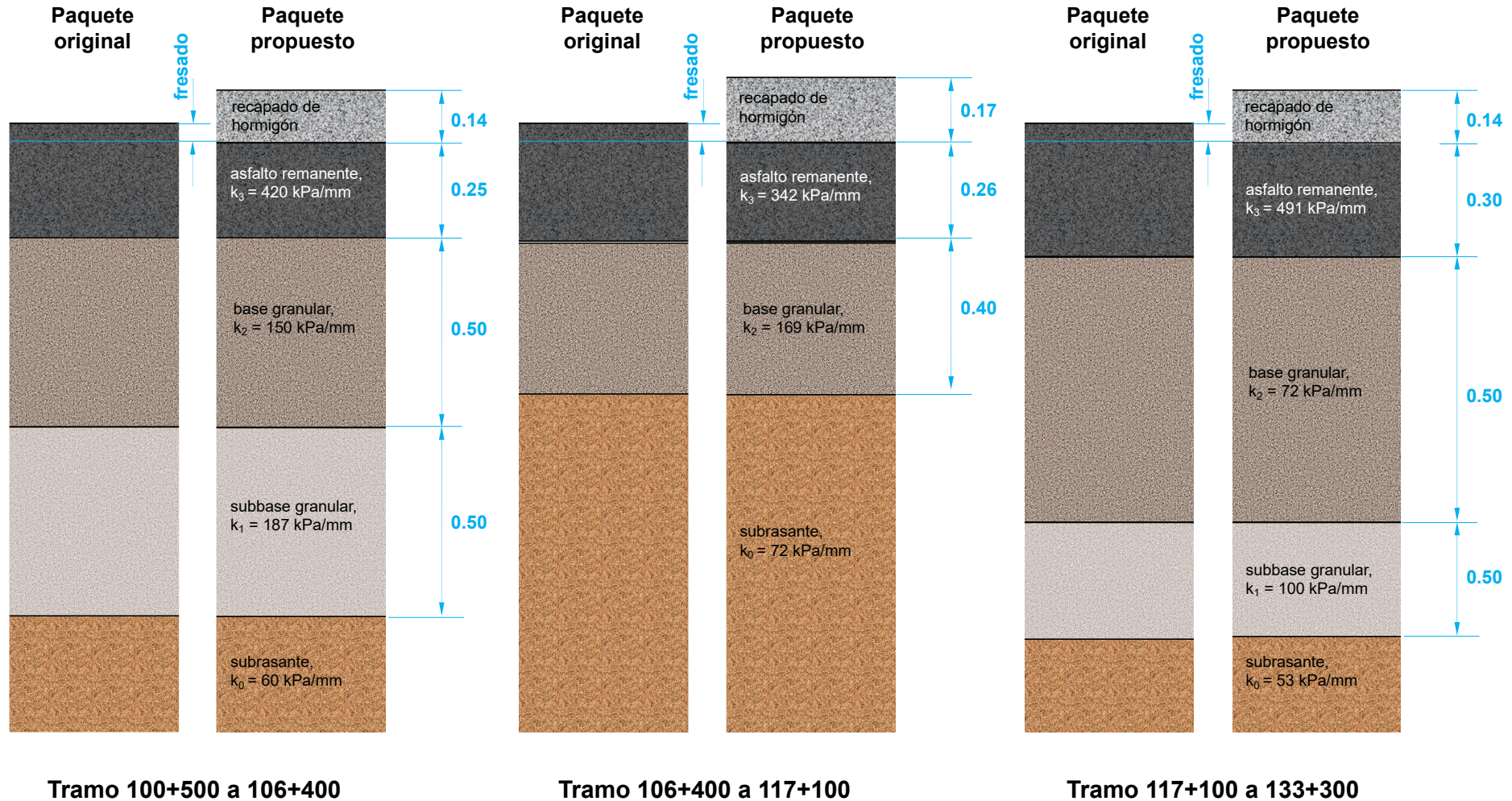


DIMENSIONADO

Métodos / softwares disponibles

- **AASHTOware**
- **BCOA-ME** (*Bonded Concrete Overlay of Asphalt Pavements Mechanistic- Empirical Design Guide*) → Universidad de Pittsburg
- **StreetPave** → PCA / ACPA
- **DESIGN AND CONCRETE MATERIAL REQUIREMENTS FOR ULTRA-THIN WHITETOPPING** → Jeffery Roesler /
Amanda Bordelon (University of Illinois at Urbana-Champaign)
- **Otros**

Paquetes Estructurales

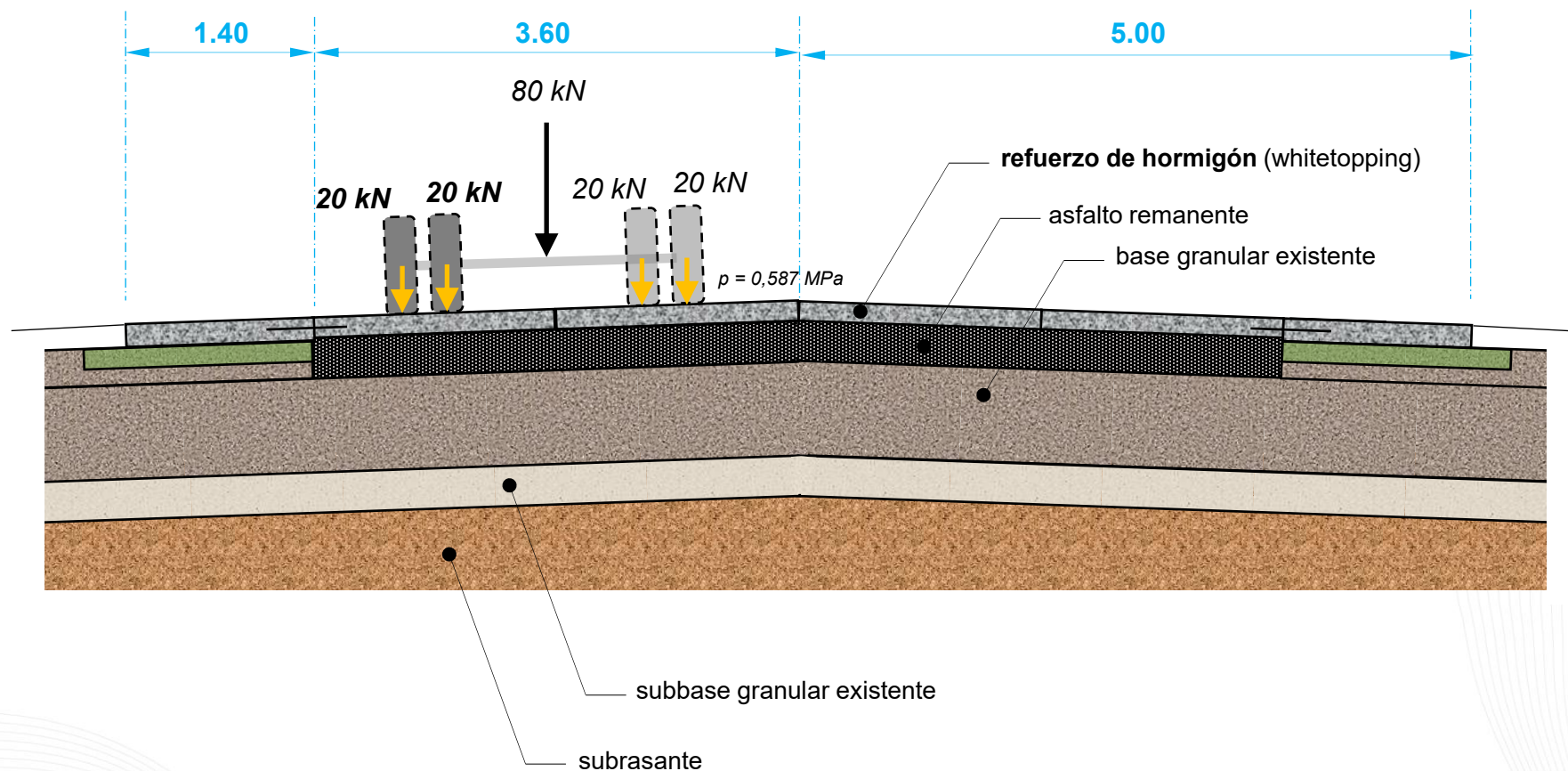


CORTE TÍPICO

Proyecto Ruta 5 (Uruguay)

Estudio del efecto de los ejes equivalentes

CORTE TRANSVERSAL



Technical drawing of a mobile robot platform, showing a top-down view. The robot is positioned on a grid floor. The drawing includes dimensions for the robot's footprint and the grid cells. The robot's footprint is defined by a central rectangular area (800 mm x 500 mm) and a surrounding area (1.800 mm x 1.400 mm). The grid cells are 1.800 mm wide and 1.400 mm high. The robot is shown with two arms and a central body.

VISTA LATERAL

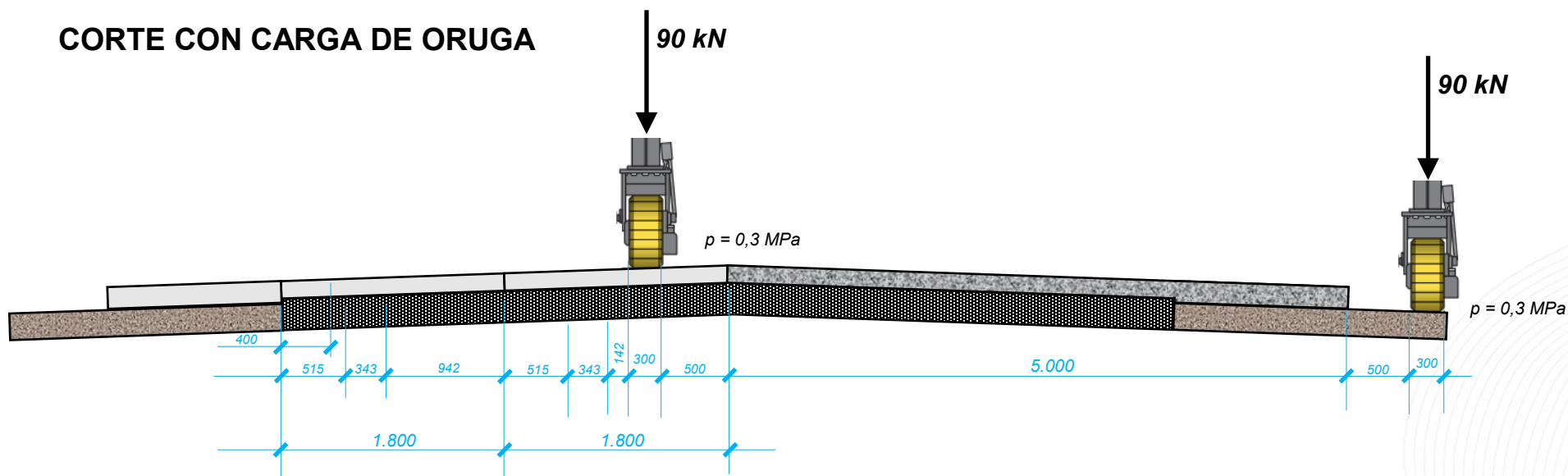
This diagram shows the excavator from a side profile. It features a yellow upper body with a hydraulic arm and bucket, and a grey lower body with wide, yellow-edged tracks. The machine is positioned on a grey ground surface. Two dimension lines are shown: a shorter one indicating a width of 1.000 and a longer one indicating a total width of 9.150.

CORTE TÍPICO

Proyecto Ruta 5 (Uruguay)

*Estudio del efecto de la carga de oruga en
situación de construcción (carga temprana)*

CORTE CON CARGA DE ORUGA

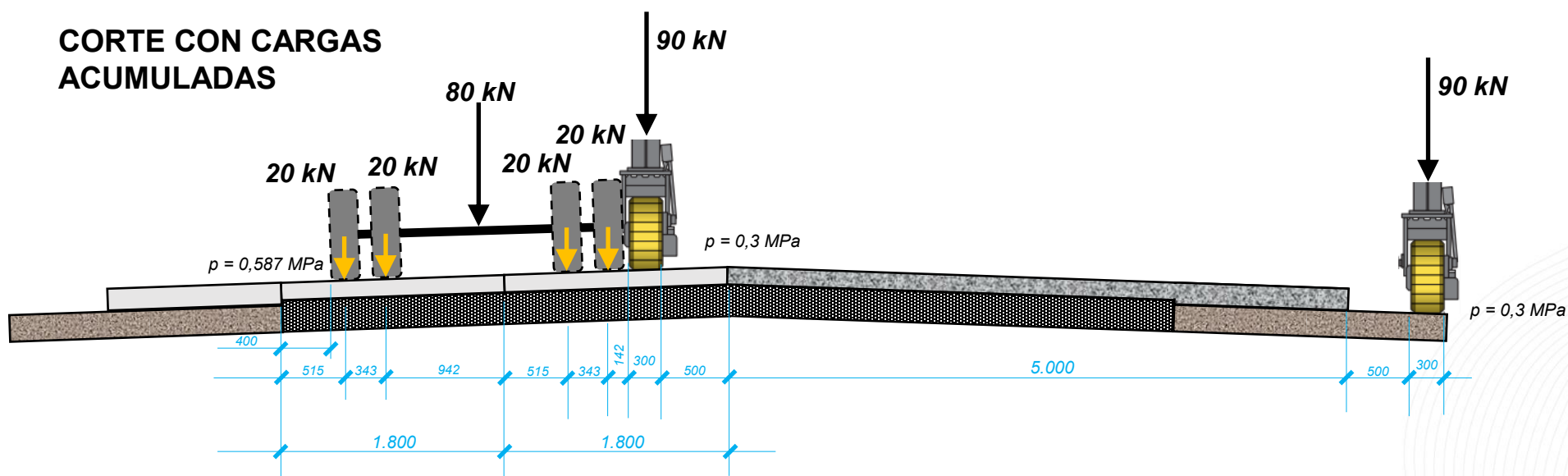


CORTE TÍPICO

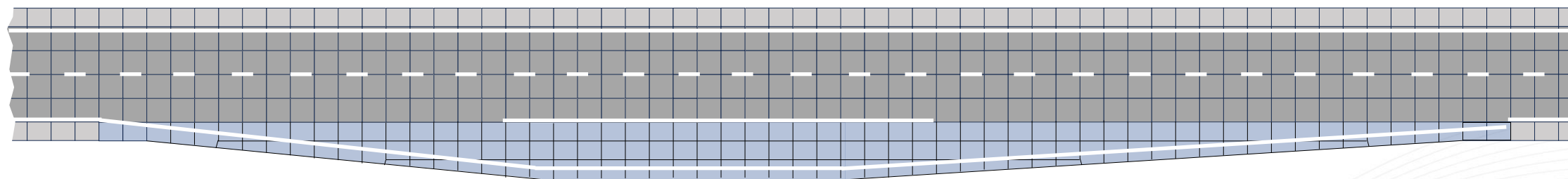
Proyecto Ruta 5 (Uruguay)

*Estudio del efecto de la carga de oruga en
situación de construcción (carga temprana) +
tránsito (temprano + vida en servicio)*

CORTE CON CARGAS ACUMULADAS



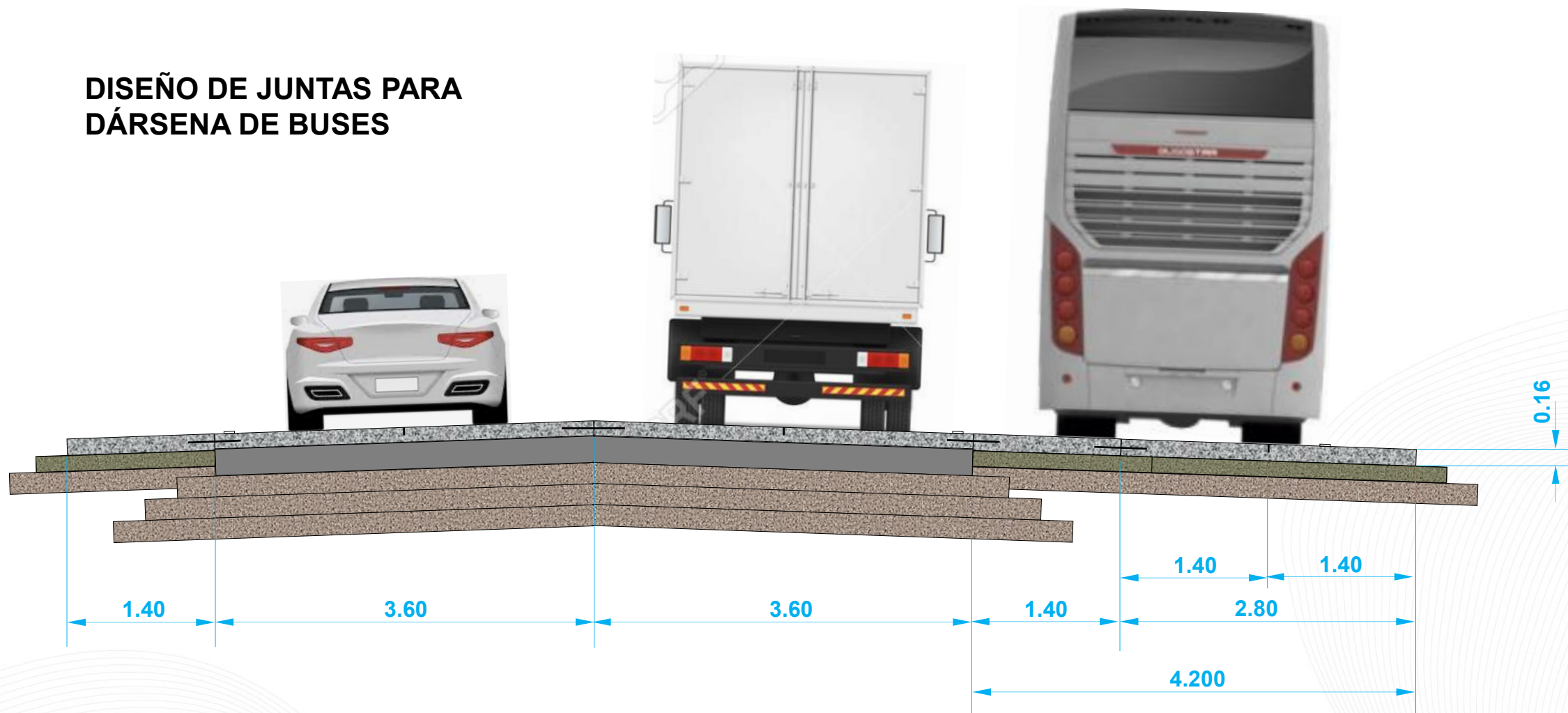
DISEÑO DE JUNTAS PARA DÁRSENA DE BUSES DÁRSENA DE BUSES



-  Pavimento WT adherido
-  Pavimento banquina
-  Pavimento dársena de buses



DISEÑO DE JUNTAS PARA DÁRSENA DE BUSES





XIX CONGRESO ARGENTINO
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO
11° EXPOVIAL ARGENTINA

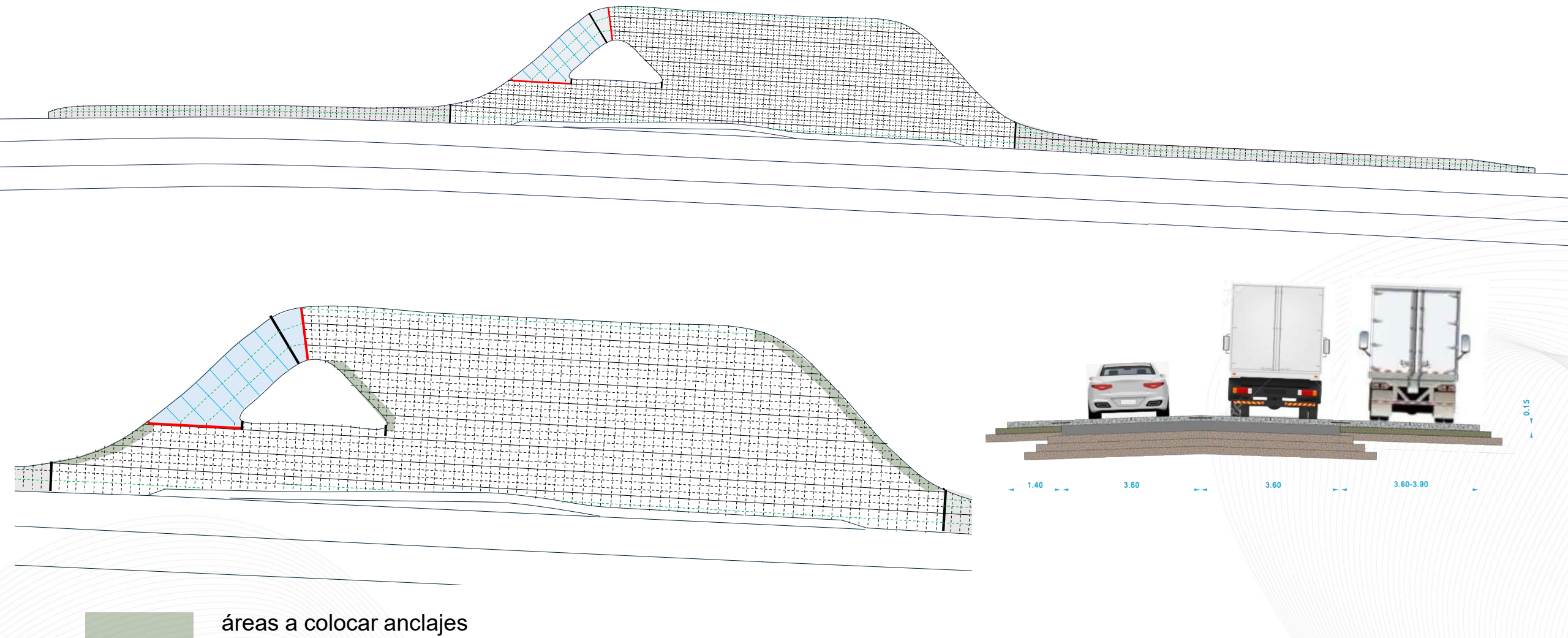
expo
2025 vial
Argentina

ICPA
SEMINARIO INTERNACIONAL
DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Proyecto Ruta 5 (Uruguay)

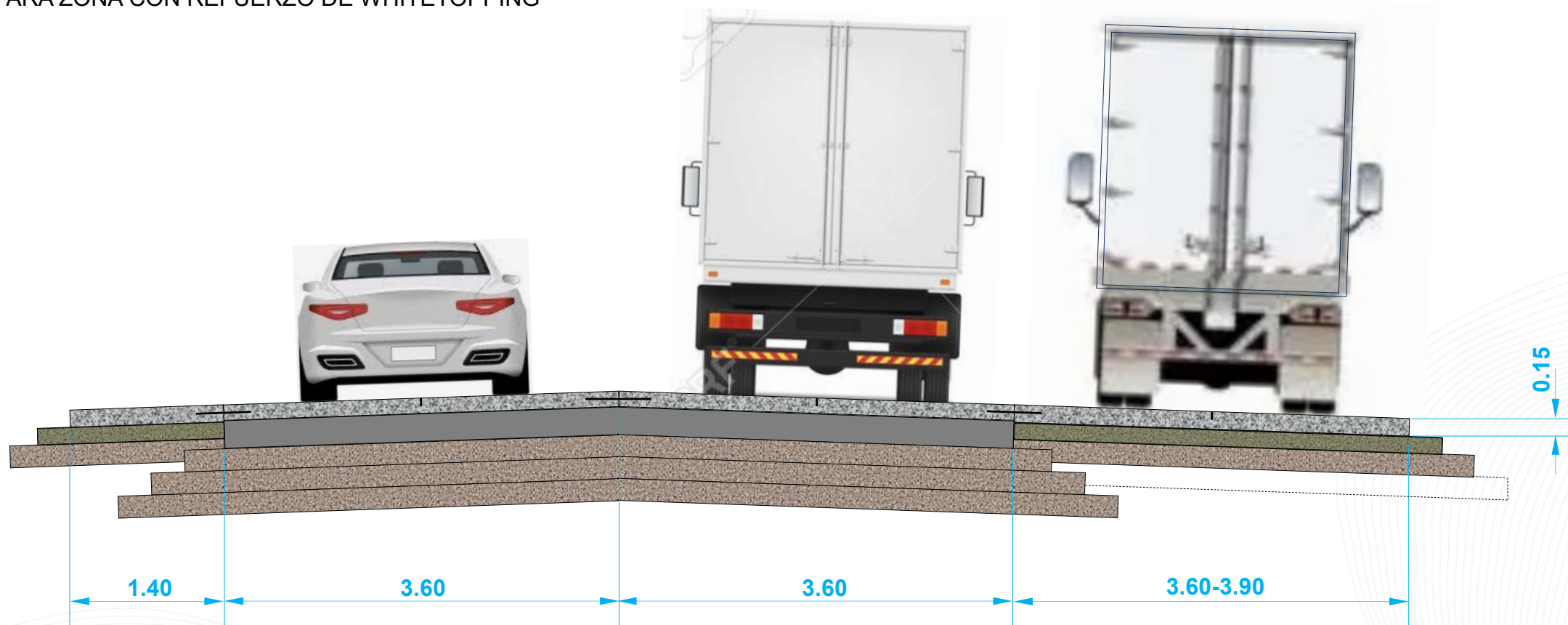
Estudio de pavimento de playa de camiones

PLANTA DE PLAYA DE ESTACIONAMIENTO CAMIONES
PARA ZONA CON REFUERZO DE WHITETOPPING



CORTE TRANSVERSAL EN RAMA DE ACCESO/EGRESO PLAYA DE ESTACIONAMIENTO CAMIONES

PARA ZONA CON REFUERZO DE WHITETOPPING





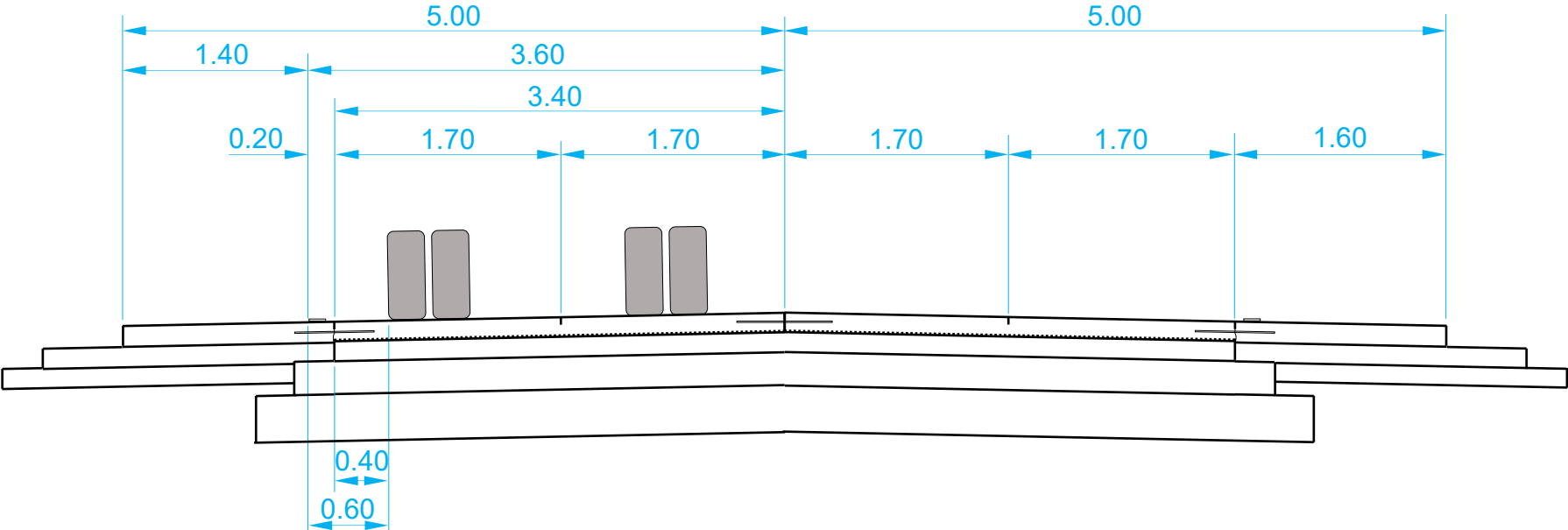
Proyecto Ruta 5 (Uruguay)

Algunas estudios de solución en la zona de paso de la ruta por la trama urbana

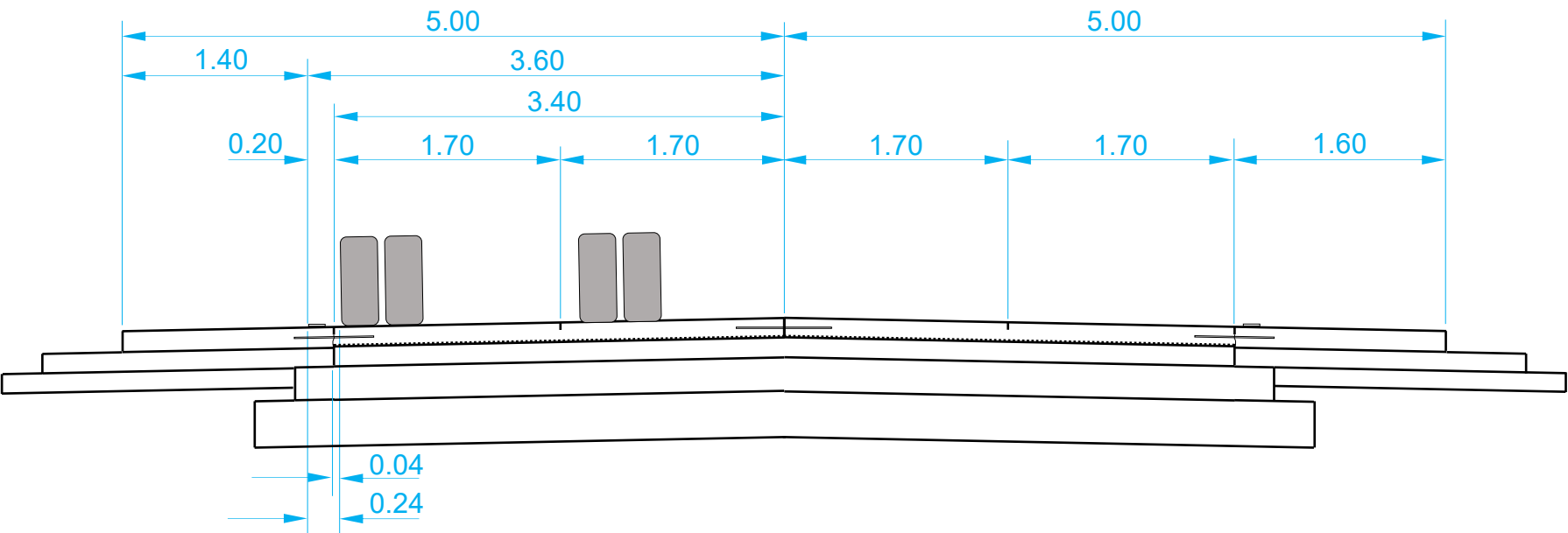
Proyecto Av. de las Américas (Paysandú, Uruguay)



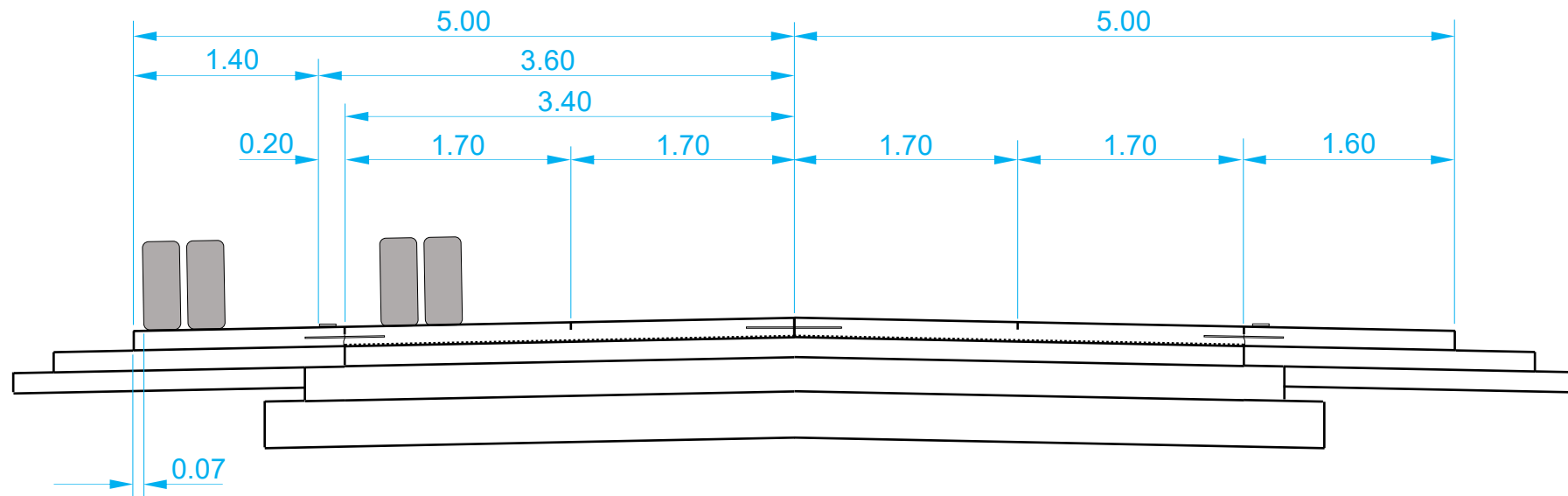
POSICIÓN DE EJE MÁS FRECUENTE



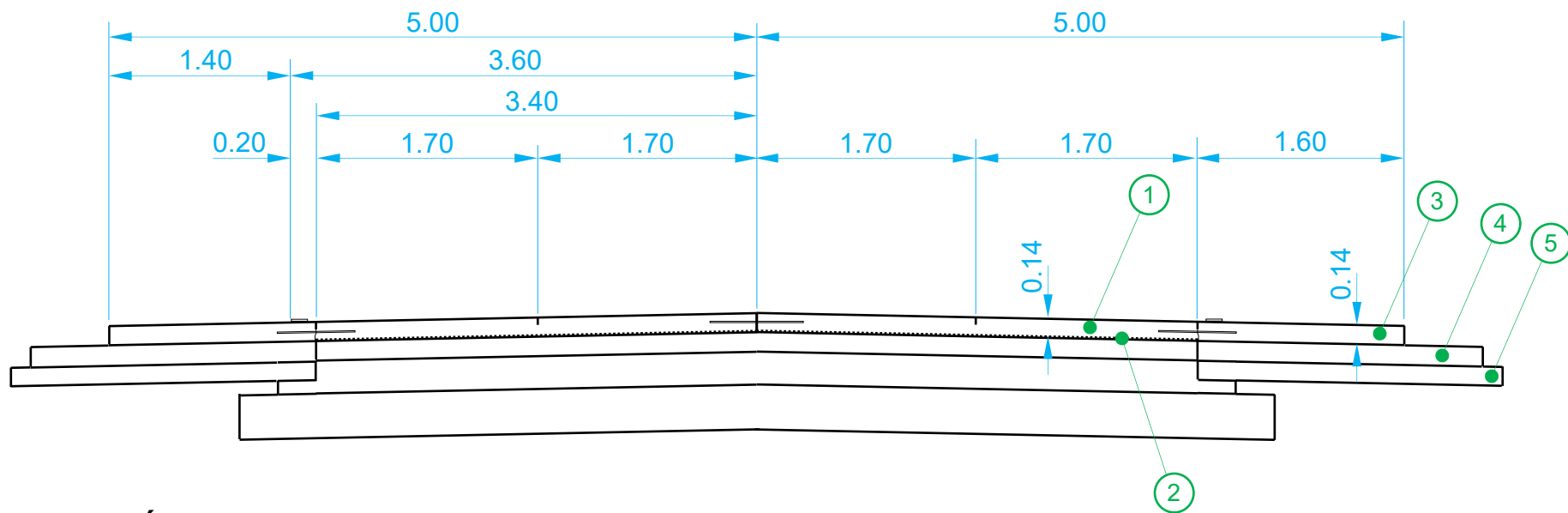
POSICIÓN DE EJE UTILIZADA EN EL DISEÑO DEL WHITETOPPING ADHERIDO



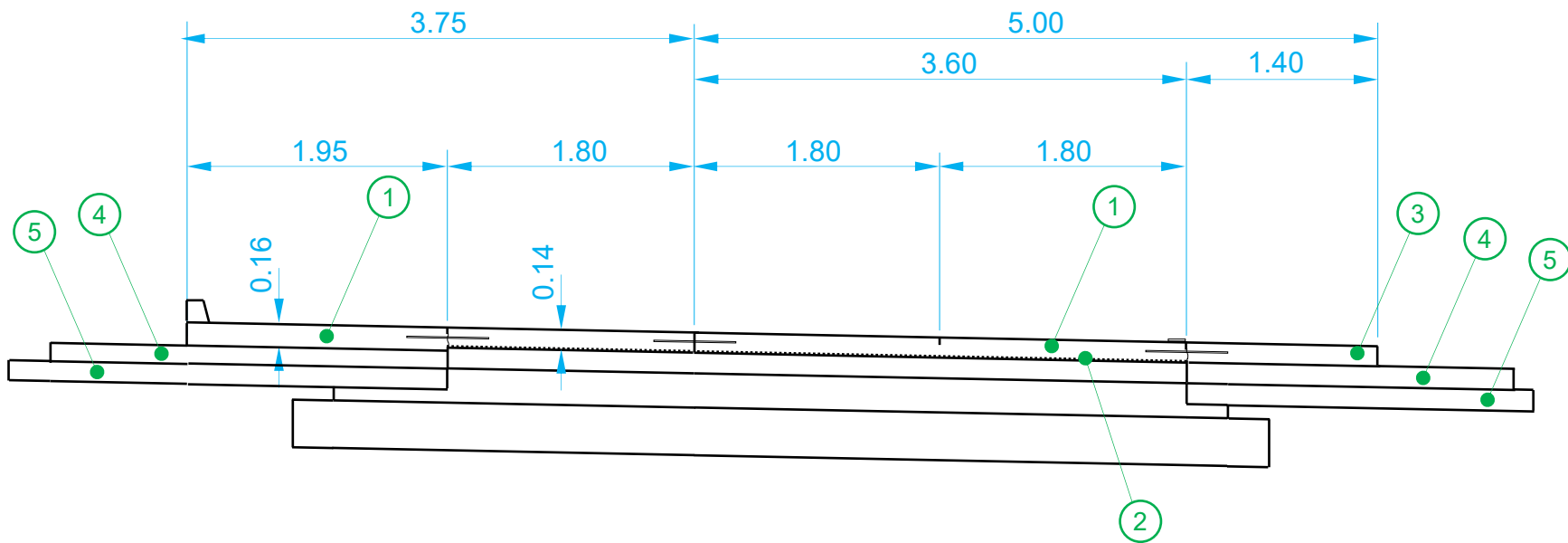
POSICIÓN DE EJE UTILIZADA EN EL DISEÑO DE LA BANQUINA (pavimento no adherido)



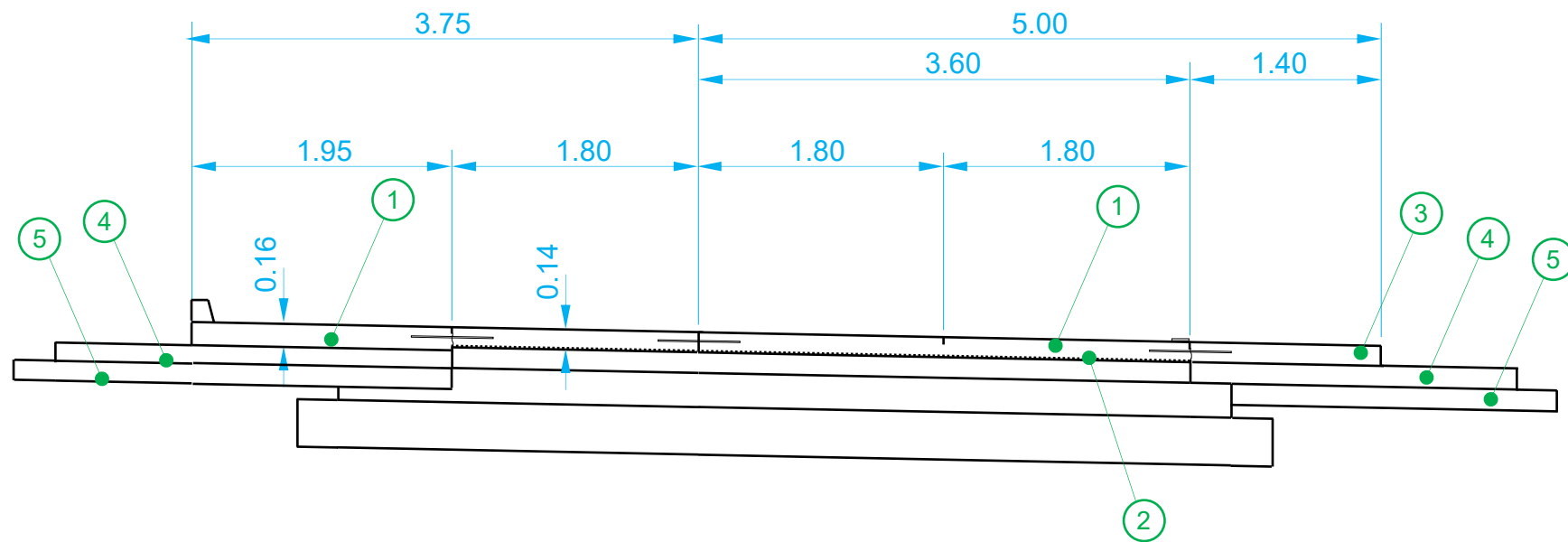
CORTE TÍPICO TRAMO 0+290 a 4+500



CORTE TÍPICO TRAMO 4+500 a 5+800, senda Sur



CORTE TÍPICO TRAMO 4+500 a 5+800, senda Sur



Temperatura y Asoleamiento

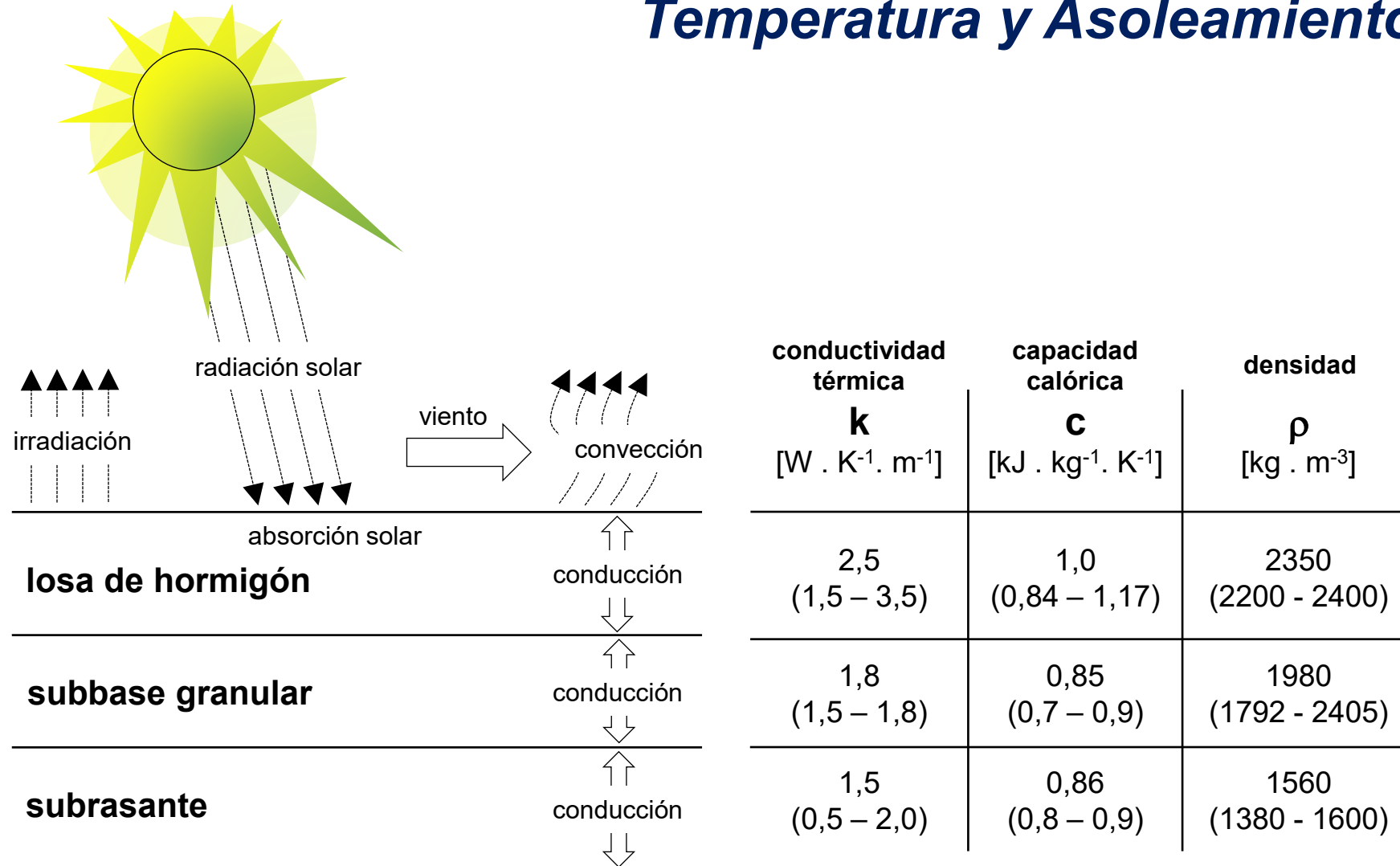


Figura 7.5: esquema del modelo de transferencia de calor y tabla con los valores típicos y rango de valores habitual de las propiedades térmicas de los materiales que componen cada una de las capas de un pavimento de hormigón.

Fuente: Yinghong Qin y Jacob Hiller, 2011. “Modelling the Temperature and Stress Distribution in Rigid Pavements: Impact of Solar Radiation Absorption and Heat History Development”.

Temperatura y Asoleamiento

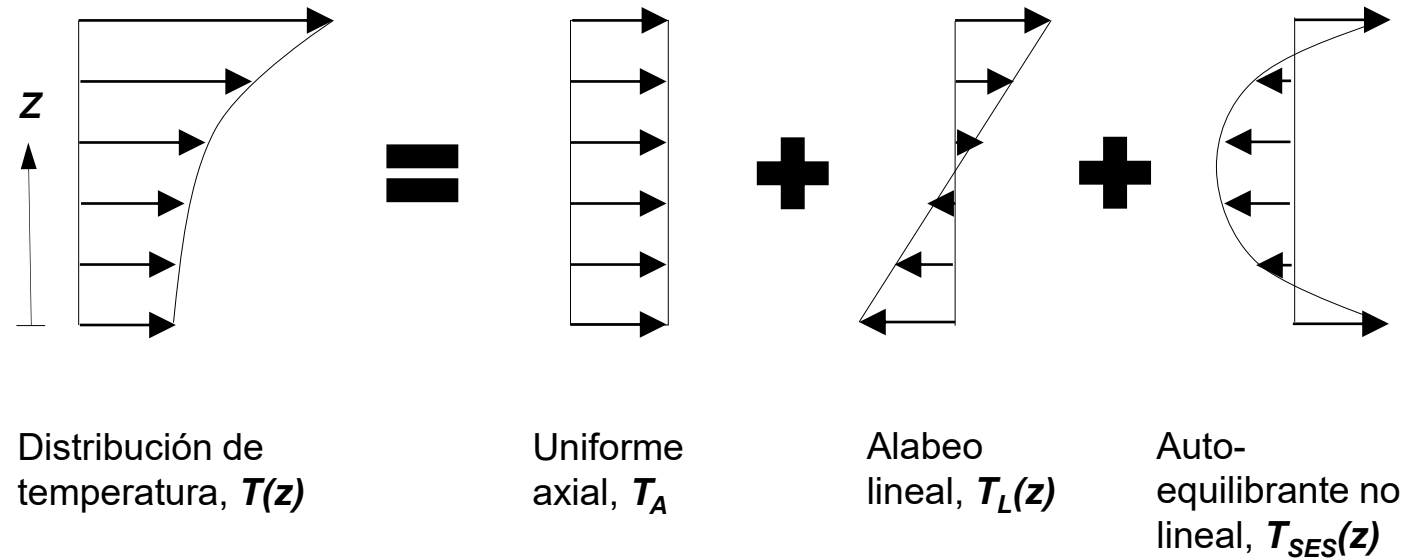


Figura 7.6: distribución total de temperatura en el espesor de una losa y detalle de cada uno de los efectos que la componen.

Fuente: Yinghong Qin 2011. "Numerical Study on the Curling and Warping of Hardened Rigid Pavement Slabs".

Temperatura y Asoleamiento

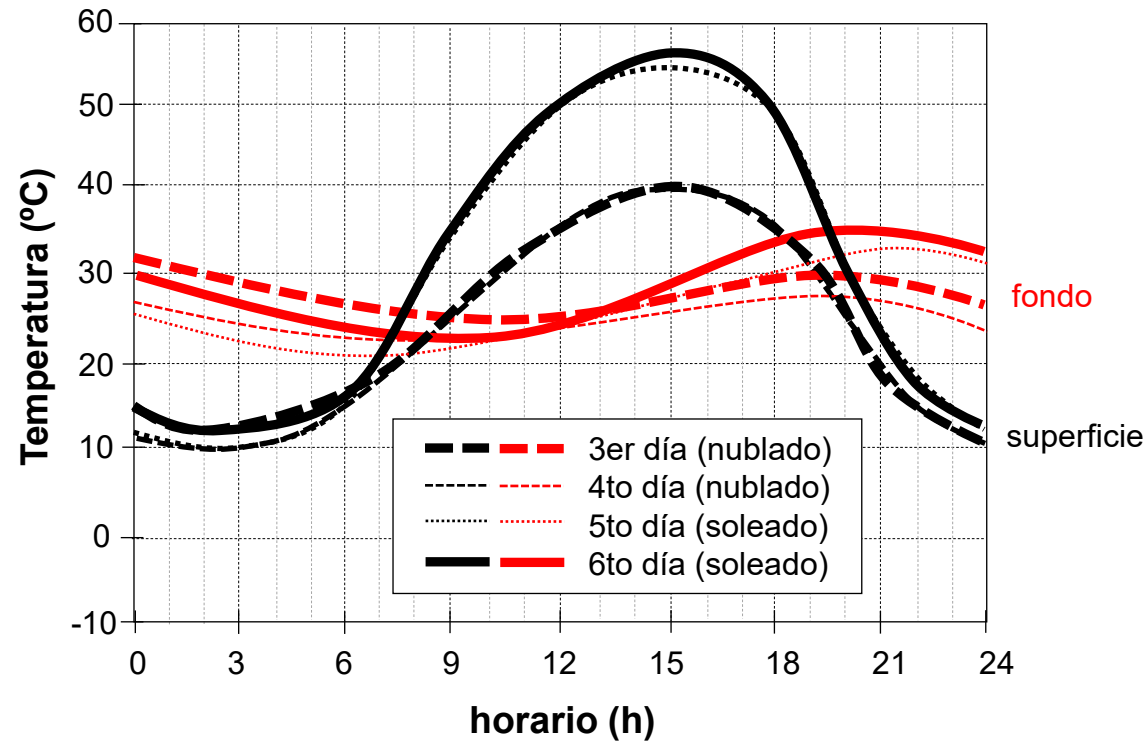
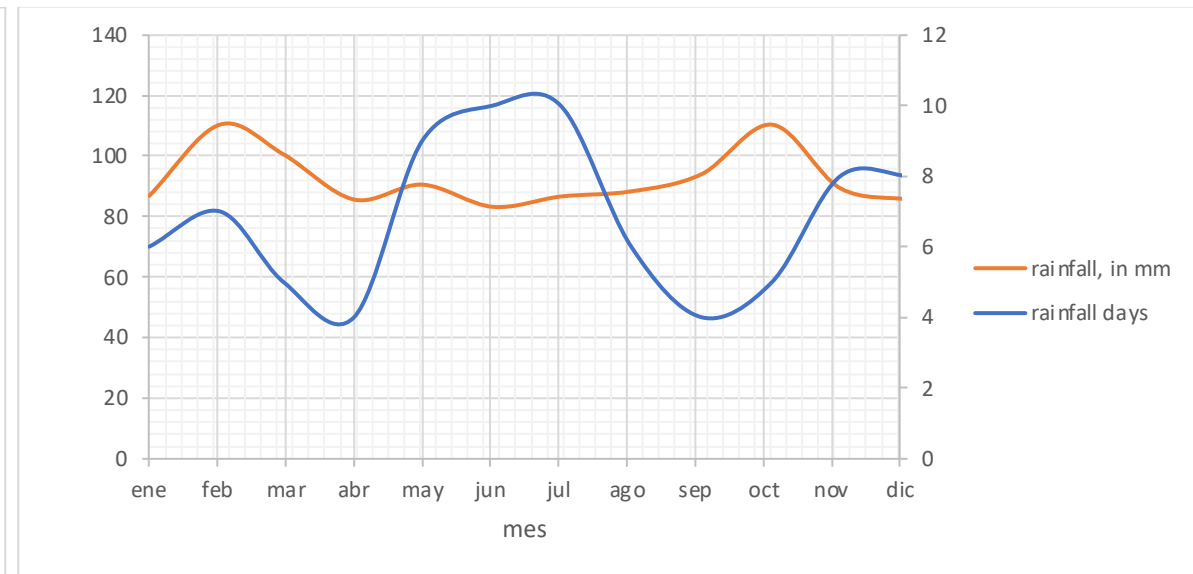
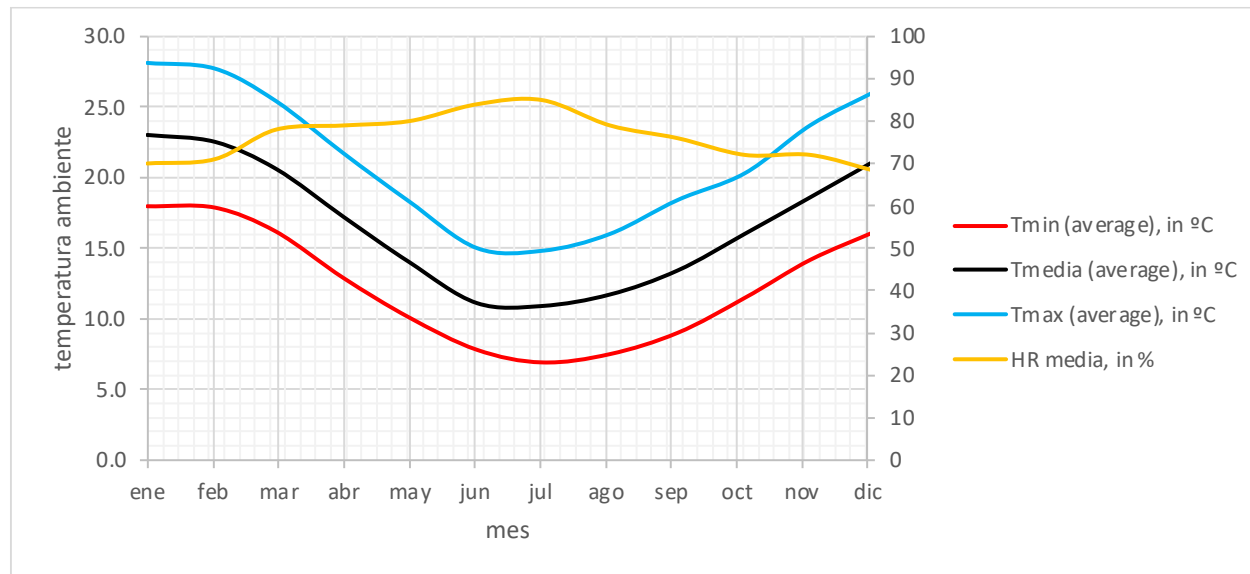


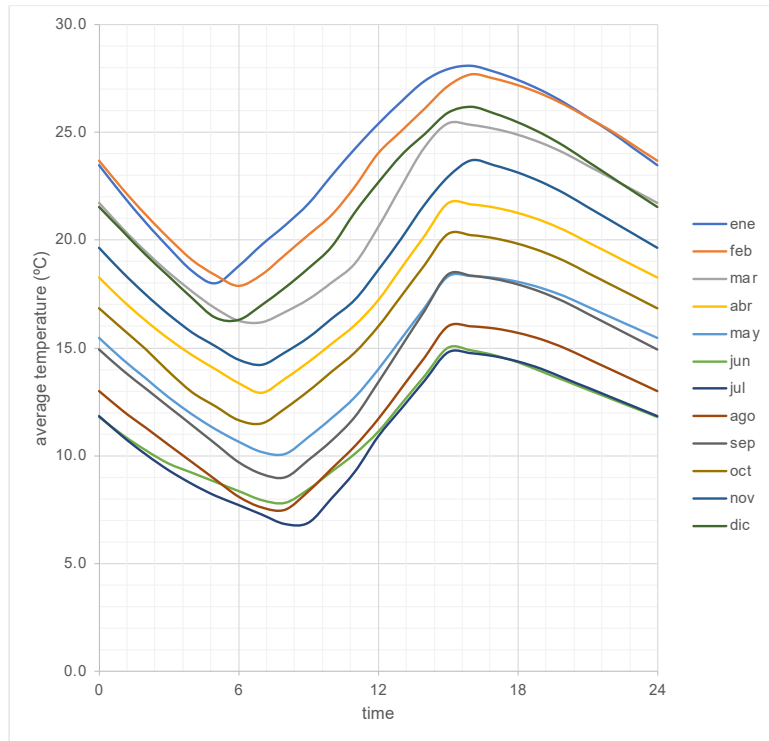
Figura 7.7: influencia de la historia térmica sobre el desarrollo de temperatura sobre un pavimento de hormigón simulando cambios de tiempo durante 6 días. Mientras que los primeros 2 días son soleados, el 3ero y 4to día son nublados y los días 5to y 6to son nuevamente soleados. Las mayores temperaturas se dan durante los días soleados.

Fuente: Yinghong Qin y Jacob Hiller, 2011. "Modelling the Temperature and Stress Distribution in Rigid Pavements: Impact of Solar Radiation Absorption and Heat History Development".

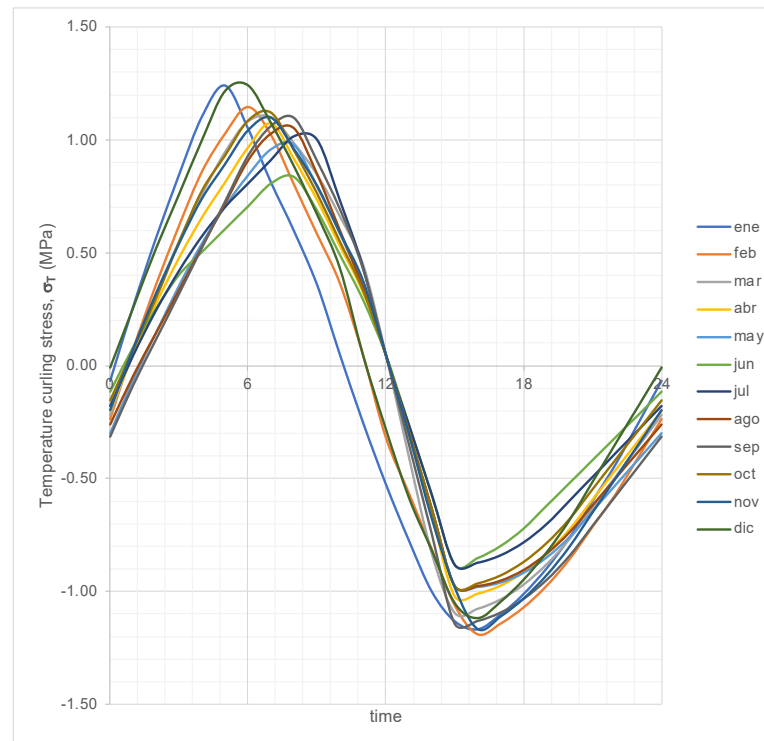
Influencia del Clima



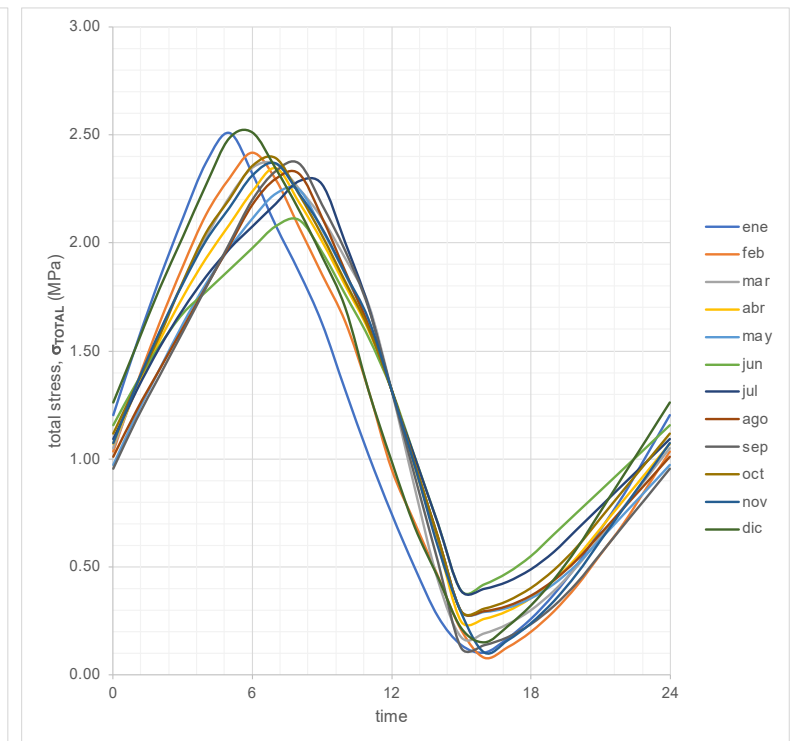
Efecto de Temperatura y Relación con Alabeo



a) Evolución diaria de temperatura promedio mensual



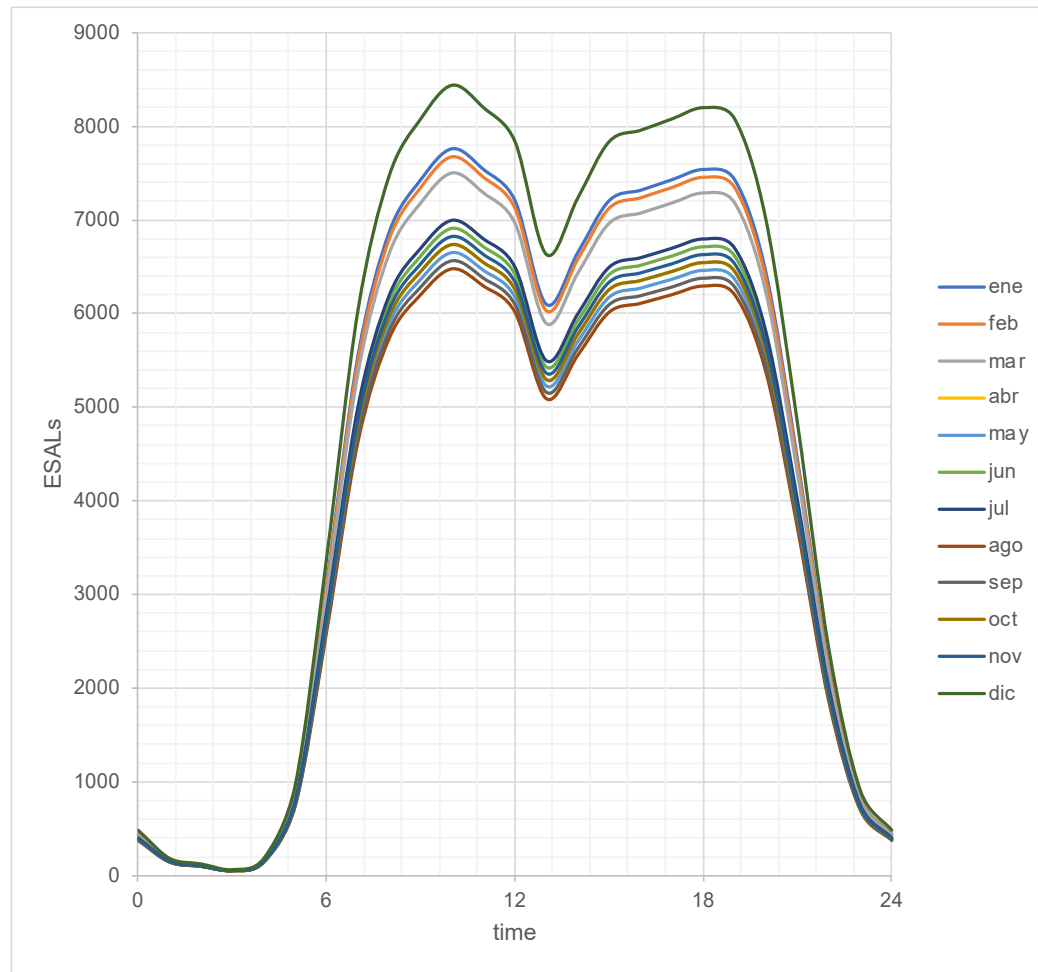
b) Evolución diaria de tensiones de alabeo



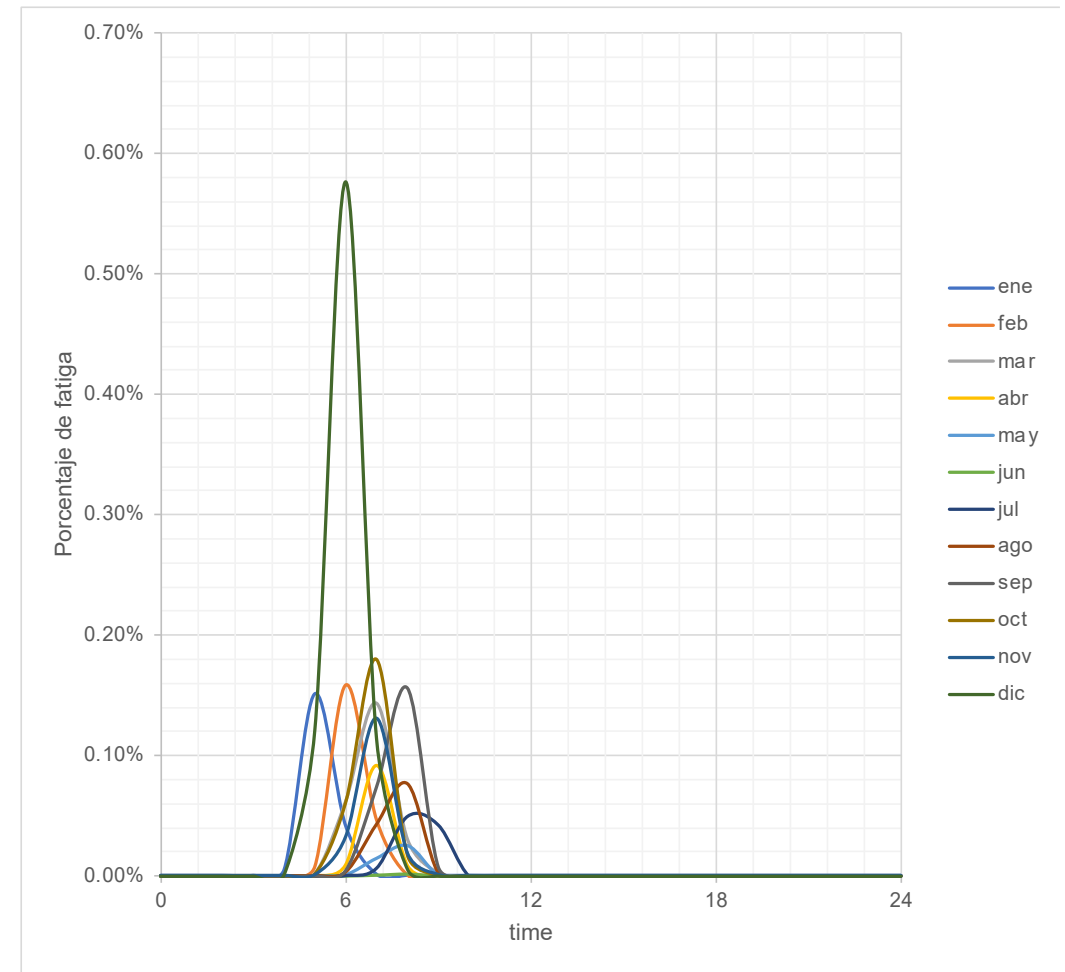
c) Evolución diaria de tensiones totales (carga de rueda + alabeo)

Figura 5: influencia de la variación diaria de temperatura sobre la evolución de las tensiones de alabeo. Nótese que las máximas tensiones de tracción se producen al amanecer cuando la temperatura diaria es mínima.

Efecto del Tránsito y su Relación con el Alabeo



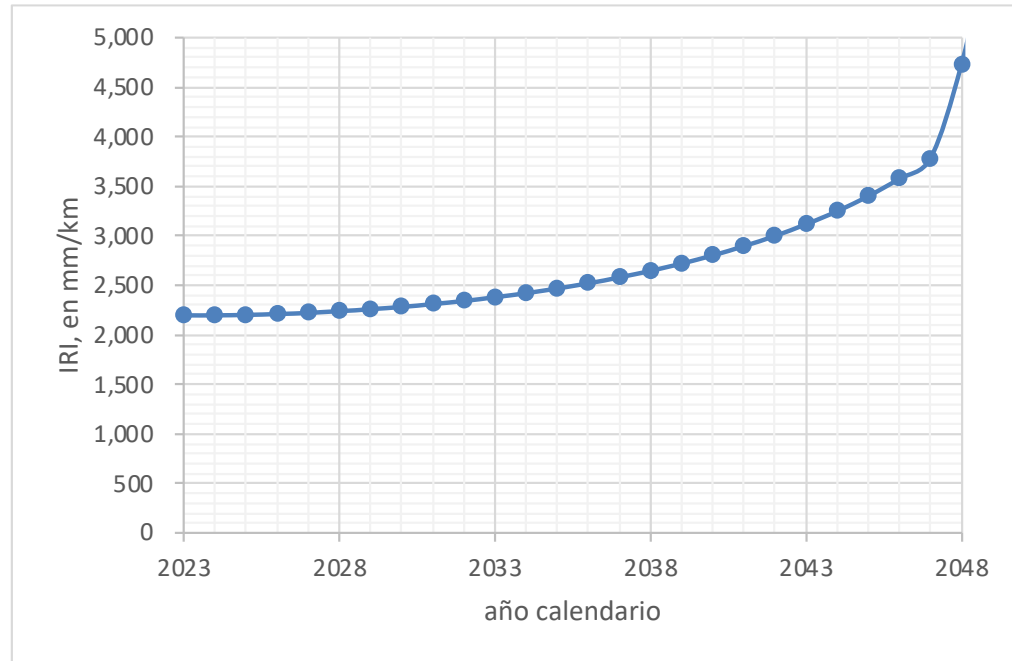
a) Evolución diaria del tránsito como promedio mensual



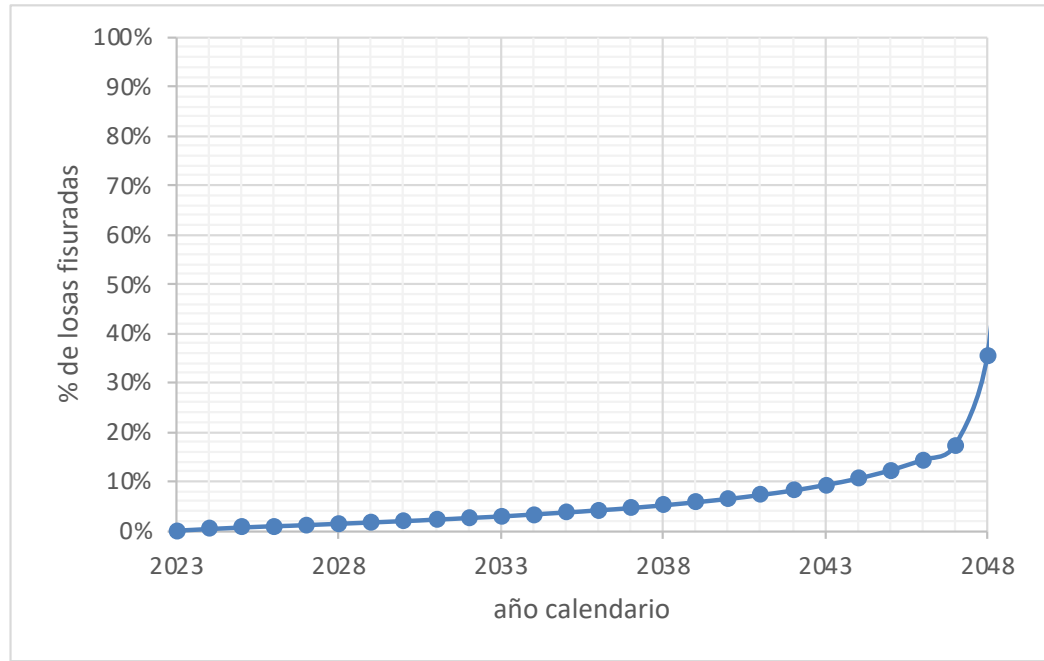
b) Evolución diaria del consumo de fatiga como promedio mensual

Figura 6: ejemplo de evolución diaria de tránsito mensual. La misma resulta especialmente influyente sobre el deterioro del pavimento ya que los mayores consumos de fatiga se producen por la mañana mientras la losa se mantiene con un cierto alabeo cóncavo.

Efecto del Tránsito sobre el Deterioro



a) Evolución en el tiempo del IRI prevista para un tramo de ruta 5



b) Evolución en el tiempo del % de losas fisuradas para un tramo de ruta 5

Figura 7: evolución en el tiempo del IRI (International Roughness Index) que brinda información respecto del nivel de servicio del pavimento y del porcentaje de losas fisuradas que permite evaluar el grado de deterioro del pavimento. En este caso, el modelo prevé que el pavimento se mantendrá en excelente estado durante los primeros 15 años y, luego, tenderá a disminuir progresivamente su nivel de servicio hasta los 24 años desde la puesta en servicio. Por otro lado, el aumento exponencial del deterioro previsto luego de los 24 años sugiere la necesidad de realizar una intervención mayor antes de ese momento a fin de restituir el nivel de servicio del pavimento a los niveles originales.

Algunas Fotografías de Ruta 3 (2018)



Contratista: INCOCI S.A. – Cujó S.A., UTE

Fotos: Ing. Jean Pierre Bidegain (Director de Obra de INCOCI S.A.)

Algunas Fotografías de Ruta 5 (2022-2023)



*Fotos: Ing. Jean Pierre Bidegain (Director de Obra de INCOCI S.A.)
Wirtgen Goup (desde página web de Carreteras Pan-Americanas)*

Diseño básico de WT: E. Becker
Contratista: INCOCI S.A. – Stiler, UTE

Algunas Fotografías de Av. de las Américas (2025)



Fotos: Ing. Nicolás Lima

Diseño básico de WT: E. Becker
Contratista: Lemiro Pablo Pietroboni

Consideraciones Finales

- La técnica de WT (whitetopping) es una alternativa de refuerzo de pavimentos existentes utilizada en USA desde hace varias décadas.
- Si bien hasta hace unos años se consideraba una técnica confiable para tránsitos bajos y moderados, la experiencia nos muestra que es posible diseñar para tránsitos mayores de 50 millones de ESALs que, dependiendo del caso, permiten buenos niveles de servicio durante 15 a 25 años sin mayores intervenciones de mantenimiento.
- Actualmente, en Latinoamérica tenemos ingenieros (diseño y construcción) y empresas (construcción) con experiencia en la construcción de recapados en hormigón.
- La experiencia en las rutas nacionales N° 24 y N° 3 en Uruguay donde el comportamiento en servicio de los WTs se mantiene dentro de lo esperado por lo que se los considera casos exitosos, nos muestran que es una técnica disponible para las condiciones tecnológicas y, además, de contexto social, económico y político de Latinoamérica.
- Las inversiones en WT de ruta N°5 (2023-2025) y Av. de las Américas (2025) en Uruguay ratifican que el MTOP está más que conforme con los resultados de la técnica en sus proyectos.
- Invito al resto de Latinoamérica a sumar esta alternativa en el análisis de soluciones para disponer de pavimentos que mantengan buenos niveles de servicio durante mayor tiempo y a menor costo.

Consideraciones Finales

!!!!!!Sólo hace falta animarnos, VAMOS LATINOAMÉRICA!!!!!!



*Fotografías del proyecto de refuerzo en WT
(whitetopping de ruta nacional N°3 en Uruguay.*

Foto: E. Becker, 2018.



Edgardo BECKER
Ingeniero en Construcciones UNCPBA
Argentina

+54 9 11 53879520

edgardo.becker@hotmail.com
EBecker@lomanegra.com

¡Muchas gracias por su atención!!!!

Ing. Edgardo BECKER



Tapa y contratapa del libro "PISOS INDUSTRIALES DE HORMIGÓN – Diseño, construcción y mantenimiento".



Primeras páginas del libro "HORMIGÓN para arquitectos".