Medellín, 29 de agosto de 2025

Ingeniera
NATALIA ANDREA CALDERÓN
Directora de obra
CONSORCIO VIALMED 2025
Correo: directora.vialmed2025@gmail.com
Medellín

Asunto: Revisión y ajuste del diseño estructural de un pavimento
Obra: MALLA VIAL MEDELLÍN 2025 - CONTRATO 4600105052 DEL 2025

Cordial saludo.

Adjunto a la presente, se hace entrega del informe correspondiente a la revisión y ajuste del diseño correspondiente a la Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur y que fue presentado en el informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

Los resultados aquí presentados se refieren a la evaluación de la información entregada por el cliente, referente a los estudios existentes y los ajustes propuestos adecuados a las condiciones actuales del proyecto.

El presente informe no debe ser reproducido, excepto íntegramente, sin la aprobación por escrito de Evaltec S.A.S. Los resultados obtenidos se relacionan únicamente con la información revisada y referida en el estudio.

Agradeciendo la atención prestada, quedamos a la espera de cualquier aclaración o ampliación que considere conveniente.

Atentamente,

JORGE ALBERTO TOBÓN GARCÍA
Ingeniero Civil
Especialista en Patología de la construcción
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Elaboró	I.C. I.E. Stella Martinez Naranjo	Revisó	I.C. I.E. Jorge Alberto Tobón García
Fecha	Agosto 29 de 2025	Fecha	Agosto 29 de 2025

EVALUACIÓN Y AJUSTE DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO

REVISIÓN DEL INFORME
CL-0625-25-623-01-06 REVISIÓN 0 (23-MAYO-2025)

ESTUDIO Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN DEL CORREDOR AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR MEDELLÍN, ANTIOQUIA
(CONTRATO MALLA VIAL 2024)
ELABORADO POR INTEINSA PAVIMENTOS S.A.S.

PROYECTO:

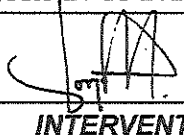
MALLA VIAL MEDELLIN 2025
CONTRATO 4600105052 DEL 2025

CLIENTE:

CONSORCIO VIALMED 2025

INFORME CO-AP-9539-145-2025 VERSIÓN 1
AGOSTO DE 2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL DOCUMENTO

EVALUACIÓN Y AJUSTE DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO (INFORME CL-0625-25-623-01-06 REV 0) – AVDA. EL POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR MALLA VIAL MEDELLÍN 2025 - CONTRATO 4600105052 DEL 2025			
INFORME CO-AP-9539-145-2025 EVALTEC S.A.S. Versión 1 – Agosto 29 de 2025			
EVALTEC S.A.S.			
Datos	***Elaboró***	***Revisó***	***Aprobó***
Nombre	*Stella Martínez Naranjo*	*Jorge A. Tobón García*	*Jorge A.Tobón García*
Título	*I.C. Esp. en geotecnia vial y pavimentos*	*I.C. Esp. en geotecnia vial y pavimentos*	*I.C. Esp. en geotecnia vial y pavimentos*
Matrícula No.	*05202-73636 ANT*	*05202-21709 ANT*	*05202-21709 ANT*
Fecha	*Agosto 29 de 2025*	*Agosto 29 de 2025*	*Agosto 30 de 2025*
Firma			
CONSORCIO VIALMED 2025		***INTERVENTORÍA / ENTE DE CONTROL***	
Datos	***Aprobó***	***Datos***	***Aprobó***
Nombre	*Ing. Natalia A. Calderón*	***Nombre***	
Cargo	*Directora de obra*	***Cargo***	
Fecha		***Fecha***	
Firma		***Firma***	
Observaciones:			

CONTROL DE CAMBIOS

EVALUACIÓN Y AJUSTE DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO (INFORME CL-0625-25-623-01-06 REV 0) – AVDA. EL POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR MALLA VIAL MEDELLÍN 2025 - CONTRATO 4600105052 DEL 2025			
Versión	***Identificación del documento***	***Fecha de elaboración***	***Observaciones o cambios***
1	*Informe CO-AP-9539-145-2025*	*Agosto 29 de 2025*	*Documento original*

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 7

1. OBJETIVO Y ALCANCE 7

2. METODOLOGÍA EMPLEADA 7

3. INFORMACIÓN SUMINISTRADA 8

4. IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO E INSPECCIÓN DIRECTA 8

5. REVISIÓN DE ESTUDIOS 11

5.1 OBJETIVOS Y ALCANCES 11
5.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA 11
5.3 TRÁNSITO DE DISEÑO 19
5.4 TRABAJOS DE CAMPO 23
5.5 CÁLCULO DE LA DEFLECTOMETRÍA 28
5.6 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO 35
5.7 PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN 37
5.7.1 Alternativas propuestas en diseño en revisión 38
5.7.2 Ajuste de alternativas según parámetros indicados 41
5.8 RESUMEN DE LAS INTERVENCIONES PROPUESTAS 51

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53

7. LIMITACIONES 58

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58

ANEXOS 59

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparativo de módulos empleados en diseño y obtenidos en laboratorio..... 15

Tabla 2. Módulos a 10 Hz y 4/5 Hz según ensayos disponibles 16

Tabla 3. Valores de módulo de mezclas y coeficiente estructural, ajustados para las condiciones de operación de la vía..... 16

Tabla 4. Comparativo de Ley de fatiga de mezclas asfálticas empleadas en diseño y obtenidos en laboratorio para mezclas a emplear..... 17

Tabla 5. TPD establecido para el año 2010 – Estación 23: Carrera 43ª por C. Comercial Oviedo..... 19

Tabla 6. Factores de daño por tipo de camión adoptados 20

Tabla 7. Resultado de la proyección del TPD en el carril y periodo de diseño – Estación 23: Carrera 43ª por C. Comercial Oviedo 21

Tabla 8. Resultado del cálculo del total de ejes equivalentes a 80 kN en el carril y periodo de diseño- Estación 23: Carrera 43ª por C. Comercial Oviedo 22

Tabla 9. Resumen de exploraciones de campo mediante sondeos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur..... 23

Tabla 10. Resumen de exploraciones de campo mediante núcleos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur..... 24

Tabla 11. Exploraciones de campo complementarias – Agosto 27 de 2025– Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur..... 25

Tabla 12. Registro fotográfico de las exploraciones de campo complementarias – Agosto 27 de 2025– Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur..... 25

Tabla 13. Resumen de exploraciones de campo – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur..... 27

Tabla 14. Resultados obtenidos a partir de la deflectometría (diseño) – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental..... 30

Tabla 15. Resultados obtenidos a partir de la deflectometría (diseño) – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental..... 30

Tabla 16. Resultados verificados/ajustados a partir de la deflectometría – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental..... 31

Tabla 17. Resultados verificados/ajustados a partir de la deflectometría – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental..... 32

Tabla 18. Sectores homogéneos por calzada – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur 34

Tabla 19. Resultados de parámetros de diseño – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur 34

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Tabla 20. Caracterización de las estructuras por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur 35

Tabla 21. Número estructural requerido por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental 36

Tabla 22. Número estructural requerido por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental 36

Tabla 23. Coeficiente estructural para las capas asfálticas existentes, recomendados por el INVIAS 37

Tabla 24. Coeficiente estructural de la mezcla asfáltica existente por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur 37

Tabla 25. Estructuras definidas por AASHTO-93 y ajustadas en diseño en revisión – Avenida El Poblado entre Calle 10 y 7 sur – Calzada Occidental 38

Tabla 26. Estructuras definidas por AASHTO-93 y ajustadas en diseño en revisión – Avenida El Poblado entre Calle 10 y 7 sur – Calzada Oriental 40

Tabla 27. Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 1W – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 5 Sur – Calzada Occidental - Medellín 42

Tabla 28. Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 2W – Avenida El Poblado entre calle 5 sur y calle 7 Sur – Calzada Occidental - Medellín 43

Tabla 29. Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 1E – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 1 Sur – Calzada Oriental - Medellín 44

Tabla 30. Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 2E – Avenida El Poblado entre calle 1 sur y calle 7D – Calzada Oriental - Medellín 45

Tabla 31. Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 3E – Avenida El Poblado entre calle 7D y calle 10 – Calzada Oriental - Medellín 46

Tabla 32. Deformación radial admisible en la mezcla asfáltica 47

Tabla 33. Deformación y esfuerzo admisible por compresión en la subrasante 47

Tabla 34. Alternativas iniciales para revisión de esfuerzos y deformaciones – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur – Medellín 48

Tabla 35. Verificación de esfuerzos y deformaciones para cada sector. Alternativas iniciales y ajustadas – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur – Medellín 49

Tabla 36. Alternativas ajustadas – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur – Medellín 52

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del tramo en estudio – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur - Medellín 8

Figura 2. Factor de desplazamiento propuesto para evaluación de deformación por fatiga en mezclas 18

Figura 3. Metodología de diferencias acumulativas para sectorización (parámetro: deflexiones) - Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental 33

Figura 4. Metodología de diferencias acumulativas para sectorización (parámetro: deflexiones) - Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental ... 34

Consultoria en estudios, diseños y asesorias en ingenieria civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del trabajo solicitado, Evaltec S.A.S. ha realizado las actividades correspondientes, con el fin de evaluar y en caso de requerirse, ajustar el diseño estructural de pavimentos entregado por el municipio de Medellín al Consorcio Vialmed 2025, para la vía Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur del municipio de Medellín, teniendo como finalidad principal, revisar las premisas de diseño y verificar la posibilidad de cumplir con ellas con los materiales disponibles y, de ser necesario, recomendar ajustes o recomendaciones que permitan mejorar u optimizar los procesos constructivos.

1. OBJETIVO Y ALCANCE

Revisar técnicamente el informe identificado como CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S., con el fin de evaluar y determinar la necesidad de complementar, actualizar y/o ajustar el diseño estructural de pavimentos existente para la vía, teniendo en cuenta las consideraciones de diseño y las características previstas de los materiales a emplear, en concordancia con los materiales disponibles actualmente para usar en el proyecto.

El tramo de evaluación está definido como la Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur, en las dos calzadas (oriental y occidental).

No hacen parte de este trabajo, la revisión estudios geotécnicos detallados, ni de estabilidad, diseños de obras de contención, alcantarillas, estudios hidráulicos y de drenaje, estudios de tránsito, diseños geométricos, estudios de redes y demás obras complementarias, ni ningún otro que no se defina específicamente en el alcance de este informe.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA

El trabajo se desarrolló según la siguiente metodología:

- *Inspección directa de la vía para evaluar condiciones actuales de la misma.*

- *Recopilación de información empleada para el diseño de pavimentos, revisión de los parámetros de diseño y evaluación y análisis de las alternativas planteadas.*

- *Elaboración de informe con los hallazgos, las observaciones, conclusiones y recomendaciones generales para la intervención de la vía, incluyendo posibles ajustes o complementaciones.*

3. INFORMACIÓN SUMINISTRADA

La información suministrada para revisión es la siguiente:

- *Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025, elaborado por Inteinsa Pavimentos. Estudio realizado para el contrato Malla Vial 2024 (incluye siete anexos).*

4. IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO E INSPECCIÓN DIRECTA

La vía en estudio se desarrolla entre el casco urbano del municipio de Medellín, en la comuna 14 El Poblado, específicamente en la Avenida El Poblado (Carrera 43A) con una longitud total de aproximadamente 1520 m por sentido, con dos calzadas (oriental y occidental).

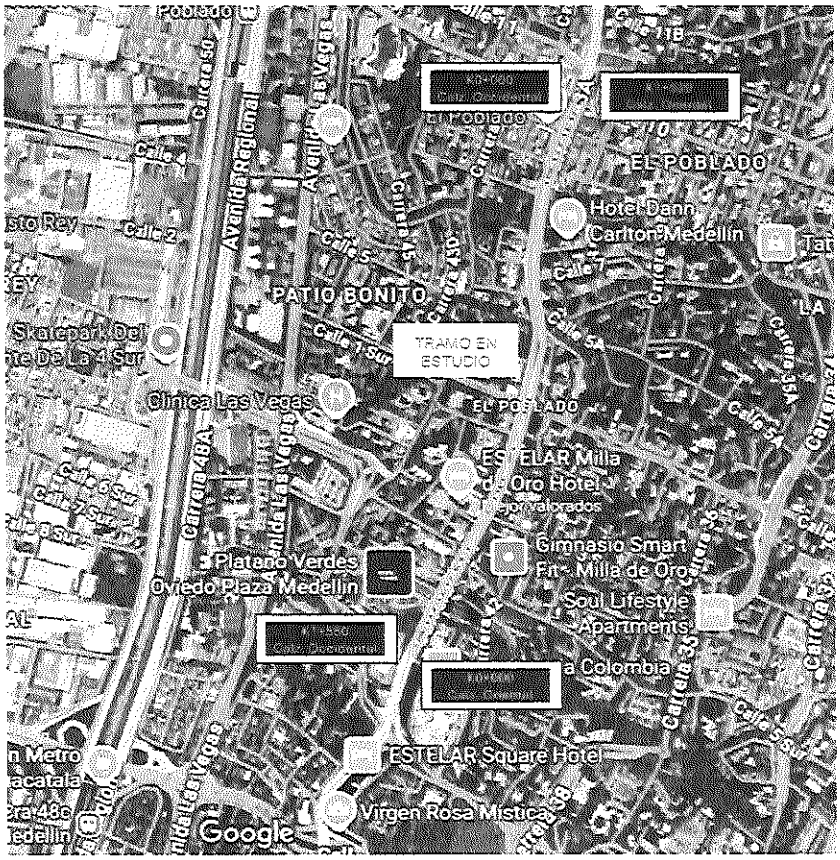


Figura 1. *Localización del tramo en estudio – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur - Medellín*
Fuente: Google Maps

Se presenta a continuación una breve semblanza sobre el estado superficial de los diversos sectores del tramo de la avenida El Poblado, entre la calle 10 y la calle 7 sur, ambas calzadas.

El tramo en estudio presenta predominantemente, dos calzadas de dos carriles cada una en un mismo sentido. En algunos sectores del recorrido, se observan importantes ampliaciones a manera de bahía sobre el carril externo, prácticamente convirtiéndose en tres carriles. Tramos como la calzada oriental entre la calle 8 y la calle 10, están estructurados en tres carriles, propiamente dichos.

Los trabajos previos suministrados, se han concentrado en los carriles originales sin medir deflexiones ni ejecutar exploraciones en las bahías. Aun así, ese trabajo ha propuesto las soluciones para toda el área, por lo que debe tenerse cuidados especiales que se detallan más adelante.

Se trata de un tramo de vía con capa de rodadura en pavimento asfáltico, conformado con mezcla densa en caliente.

En la calzada oriental, desde el cruce con 7 sur se observan daños, parcheos nuevamente agrietados, entre otras manifestaciones. El agrietamiento es frecuente y en general de anchos mayores de 5 mm, configurándose principalmente grietas longitudinales con alguna ramificación, pérdida de los bordes y en algunos casos afloramiento de finos desde la grava subyacente. En algunas zonas se observan agrietamientos horizontales y diagonales, aparentemente reflejos de estructuras inferiores. Se observa claramente las juntas de sobreanchos para configuración de carriles o bahías adyacentes. En los recorridos detallados, se verifica la presencia de cunetas de concreto construidas en placas cortas individuales, contra los bordillos. Las redes de servicio se presentan habilitadas pero generadoras de fuertes afectaciones en la superficie vial.

La textura superficial es generalmente desgastada, envejecida abierta, permeable y generadora de ruido. Es muy evidente la pérdida de finos en la misma.

En la longitud del tramo, pueden observarse cámaras de inspección de redes de servicios públicos y válvulas de control, entre otros, que son parte del amoblamiento urbano que debe ser intervenido.

La sección transversal es generalmente errática, presentado una superficie ajustada forzadamente a los cruces con las calles ortogonales y en algunos casos con el eje

geométrico desplazado hacia un costado, producto de los cambios planimétricos de la calzada. La superficie vial, ya no corresponde a un diseño por las frecuentes intervenciones que se han ejecutado. Atender este aspecto implica cambiar elementos como el eje vial, mayor fresado o mayores nivelaciones, ajustes de sumideros y similares. En general será necesario recrecer las tapas de cámaras, los sumideros, las válvulas y eventualmente algo de la cordonería existente. Algunas obras complementarias como cruces peatonales serán afectadas con la intervención.

Aunque no se trata de un gran incremento en la cota, se menciona que en las quebradas La Presidenta y la Volcana hay estructuras hidráulicas importantes bajo la banca, sobre las cuales se recomienda una inspección general y en caso de recrecimiento de cota, validar con ingeniero estructural. Estas estructuras no fueron revisadas en esta consultoría.

Las bahías son zonas de frenado y parada de vehículos tipo bus principalmente. Sobre estas zonas se ha planteado, en el trabajo existente suministrado, la misma intervención que sobre la calzada evaluada, sin embargo, es pertinente analizar la posibilidad de una mezcla capacitada para atender esas condiciones, por ejemplo, una mezcla con aporte de fibras, adicionalmente a lo ya mencionado sobre la estructura diferente. Para el tema estructural, se recomienda validar en la etapa constructiva la validez de los diseños de las calzadas interiores en las bahías, lo que se logra inspeccionando antes de intervenir dichas ampliaciones.

En el costado occidental de la vía, calzada de norte a sur, se ha observado que, a partir del parque de El Poblado, calle 10 y hasta la calle 5 sur, se cuenta con una situación de agrietamientos menos frecuentes que la calzada oriental, y grietas en general más finas. Algunas zonas presentan pieles de cocodrilo y grietas reflejas transversales y diagonales. La afectación de redes de servicio es alta y se evidencian brechas mal ejecutadas algunas con pieles de cocodrilo que implican la reconstrucción de estas. Frente al parque la vía tiene tres carriles hasta la calle 7 y alto desgaste.

En algunos sectores como entre las calles 8 y 7 se observan 3 carriles y una bahía en concreto que podría requerir intervención por efecto de las cotas. En este subsector se tienen grietas muy anchas, sin motivo aparente. Otros tramos como entre la calle 5 y la calle 3, presentan pocas lesiones superficiales. Entre la calle 3 y la calle 1 se observan fuertes deformaciones asociadas a ahuellamientos. Entre la calle 6 sur hasta la calle 7sur las fallas son mayores y de mayor severidad.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

En general se presentan hundimientos aislados y ahuellamientos fuertes en los semáforos.
Desde la calle 5 sur hasta la calle 7 sur, la situación es similar pero la severidad de las afectaciones es mayor, siendo relevante entre la calle 6 sur y la calle 7 sur, con daños frecuentes, descascaramientos y en general una condición de deterioro mayor.

La calzada está dotada de cunetas de concreto conformadas por placas ajustadas a los cordones.

En general, se observan mezclas aparentemente más jóvenes que la calzada oriental, pero se notan ahuellamiento a simple vista en muchos de los tramos.

5. REVISIÓN DE ESTUDIOS

A continuación, se presentan los resultados de la actividad realizada sobre los estudios existentes y suministrados por el Municipio.

5.1 OBJETIVOS Y ALCANCES

Los objetivos y alcances planteados en el estudio se consideran que son adecuados y suficientes para el proyecto y consisten básicamente en presentar el diseño de la estructura del pavimento flexible del corredor, Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur, considerando los siguientes aspectos: medición de deflexiones con deflectómetro de impacto (FWD), exploración de campo mediante núcleos y apiques, asignación del tránsito, cálculo de espesores de refuerzo en concreto asfáltico por medio de la metodología AASHTO 93 y la posterior verificación racional por esfuerzos y deformaciones, incluyendo recomendaciones de intervención.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La metodología empleada consiste en realizar el diseño de las estructuras por metodología AASHTO 93, previa medición de deflexiones y exploraciones de campo, y posteriormente, verificarlas por metodología racional (análisis de esfuerzos y deformaciones). Esta metodología se considera adecuada y suficiente para lograr los objetivos propuestos.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

5.2.1 Metodología AASHTO 1993

Se emplea la metodología de refuerzo propuesta por AASHTO-93 que consiste en determinar el módulo resiliente de la subrasante y posteriormente, el número estructural efectivo, todo con base en las deflexiones medidas y las estructuras encontradas. Posteriormente, se establece el número estructural requerido para las condiciones específicas del proyecto y se compara con el SN efectivo, para establecer la necesidad o no de refuerzo.

Para estimar los módulos de las capas granulares y asfálticas, se emplean métodos de cálculo directo basados en las deflexiones y los espesores, como el del Departamento de Transporte del Estado de Washington para la capa granular y el propuesto en el documento FHWA-RD-05-152 para la capa asfáltica.

En el informe se plantea la siguiente expresión para la determinación del módulo de la capa granular:

$$\log E_G = 0.50634 + 0.03474\left[\frac{5.9}{H_{CA}}\right] + 0.12541\sqrt{\frac{5.9}{H_G}} + 0.51386\log E_0 + 0.2454\log\left[\frac{P \times A_1}{D_0^2}\right]$$

Al respecto, se requiere revisar si esta fue la expresión usada en los cálculos, dado que la ecuación referida como la del Departamento de Transporte del Estado de Washington es diferente a la mencionada:

$$\log E_G = 0.50634 + 0.03474\left[\frac{5.9}{H_{CA}}\right] + 0.12541\sqrt{\frac{5.9}{H_G}} - 0.09416\sqrt{\frac{H_{CA}}{H_G}} + 0.51386\log E_0 + 0.2454\log\left[\frac{P * A_1}{D_0^2}\right]$$

En el informe se plantean las siguientes expresiones para la determinación del módulo de las capas asfálticas:

$$E_{CA} = \frac{\left[E_P \times AF_{CA} \times k_3^{\left(\frac{1}{AF_{AC}}\right)}\right]}{k_3^2}$$

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

$$AF_{AC} = \left[\frac{k_2 - 1}{\left\{k_2 - \frac{AREA_{300}}{k_1}\right\}}\right]$$

Donde:

K1 = 6,81

K2 = 1,752

K3 = HCA/2ª

Al respecto, se requiere revisar si estas fueron las expresiones usadas en los cálculos, dado que la ecuación referida para el cálculo del factor de área AF_{AC} de la fuente referida es diferente a la mencionada:

$$AF_{AC} = \left[\frac{k_2 - 1}{\left\{k_2 - \frac{AREA_{300}}{k_1}\right\}}\right]^{1.35}$$

Donde: k_1 = 6.85

k_2 = 1.752

k_3 = H_{CA}/2a

Para el uso de la metodología AASHTO-93, se han definido los siguientes valores:

- *Se considera una vía principal a nivel urbano, por lo que se define una confiabilidad del 90%, para la cual corresponde un valor de desviación Zr = -1.282.*

  La confiabilidad seleccionada se considera adecuada para las condiciones de la vía en estudio.

- *Error normal combinado So, que considera el error o desviación del diseño, la variación de las propiedades de los materiales de subrasante, la variación en la estimación del tránsito, la variación de las condiciones climáticas y la variación en la calidad de la construcción, para este caso se tomó como 0.45.*

Consultoria en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

El error normal combinado seleccionado es recomendado para pavimentos flexibles nuevos. Para el caso de rehabilitaciones, usualmente es usado el valor de 0.49 que mejora las condiciones de confiabilidad del diseño.

- *El índice de serviciabilidad, tomado de las recomendaciones de la AASHTO, son:*

  Índice de servicio inicial = 4.2
  Índice de servicio final = 2.8

  Los valores de índices de servicio seleccionados se consideran adecuados para las condiciones iniciales, sin embargo, el valor final de 2.8 pareciera alto para una vía urbana como la que está en estudio, donde el principal tráfico está dado por vehículo livianos. Valores del orden de 2.8 se emplean usualmente para autopistas o carreteras principales. Se considera que el valor a emplear deberá estar entre 2.0 y 2.5 como máximo.

- *Se define la temperatura media anual ponderada de la zona como de 21.5°C y se estima con base en ella, la temperatura de la mezcla asfáltica (Tmezcla), para un espesor de mezcla asfáltica de 5 cm, obteniendo una Tmezcla de 33°C.*

  La temperatura de mezcla establecida corresponde a un espesor de 5 cm que seguramente será superado al establecer las alternativas de diseño, acorde a las condiciones de tránsito previstas, por lo que Tmezcla puede ser un poco menor, sin embargo, la consideración está por el lado de la seguridad del diseño.

- *Características de los materiales: Se define usar mezclas asfálticas MSC-19 con adición de fibras, MAM-25 y SMA, con las siguientes características:*

  - *MSC-19 Invías 2013 con fibra Forta-fi, con módulo de 4285 MPa (43693 kg/cm^2) para una temperatura de mezcla de 33°C y una frecuencia de 10 Hz y un coeficiente estructural de 0.50 (AASHTO-93).*

  - *MAM-25 Invías 2013, con módulo de 5446 MPa (55531 kg/cm^2) para una temperatura de mezcla de 33°C y una frecuencia de 10 Hz y un coeficiente estructural de 0.54 (AASHTO-93).*

  - *SMA, con módulo de 967 MPa (9856 kg/cm^2) para una temperatura de mezcla de 33°C y una frecuencia de 10 Hz y un coeficiente estructural de 0.24 (AASHTO-93). Se especifica que esta mezcla debe cumplir con especificación*

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Invías 467-13, sin embargo, esta aplica solo para mezclas con asfalto modificado con grano de caucho reciclado.

Al respecto se tienen las siguientes consideraciones:

La mezcla por emplear debería ajustarse a las especificaciones vigentes, es decir 2022.

Los valores de módulo establecidos se observan un poco más altos que los valores alcanzados por las mezclas a emplear, las cuales se ajustan a las especificaciones Invías artículo 450-22, específicamente las mezclas MSC-19 y MAM-25 y la mezcla SMA, diseñada bajo el protocolo AMAAC PA-CR 04/2015.

- *Mezcla MSC-19 con fibra, empleando los resultados del informe ITF-004-025, para una temperatura de 33°C y una frecuencia de 10 Hz, la mezcla alcanza un módulo dinámico de 2909 MPa.*

- *Mezcla MAM-25, empleando los resultados del informe ITF-003-025, para una temperatura de 33°C y una frecuencia de 10 Hz, la mezcla alcanza un módulo resiliente de 4854 MPa.*

- *Mezcla SMA tipo B, empleando los resultados de los informes ITF-019-019, IT-233-023, IT-166-019 e ITF-050-020, para una temperatura de 33°C y una frecuencia de 10 Hz, respectivamente, las mezclas alcanzan unos módulos resilientes de 842 MPa, 796 MPa, 757 MPa y 1580 MPa, con un valor promedio de 994 MPa.*

Este aspecto requiere ser evaluado dado que el módulo juega un papel muy importante en los análisis y la mayoría de las mezclas a emplear, no parecen alcanzar los valores planteados por el diseñador.

***Tabla 1.** Comparativo de módulos empleados en diseño y obtenidos en laboratorio*

Mezcla	**Módulos de mezcla a temperatura de 33°C y frecuencia de 10 Hz**	
	Módulo considerado en diseño, MPa	**Módulo que alcanzan materiales según ensayos disponibles, MPa**
MSC-19 fibra	*4285*	*2909*
MAM-25	*5446*	*4854*
SMA	*967*	*994*

Fuente: archivo Evaltec S.A.S.

Tal como se ha indicado hasta ahora, se han establecido los módulos de las mezclas para una frecuencia de 10 Hz que representan condiciones de velocidad de la vía cercanos a 60 km/h. Sin embargo, para las condiciones de operación de la vía en estudio, estas velocidades raramente se alcanzan y por el contrario, predominan velocidades cercanas a los 25 km/h a 30 km/h, las cuales corresponden a frecuencias cercanas a los 5 Hz. Usualmente, la relación entre los módulos establecidos a 5 Hz y los módulos a 10 Hz se ha encontrado variando entre 0.75 y 0.85, como se muestra para las mezcla SMA y MSC-19 con fibra para las que se cuenta con información. Para el presente estudio, se tomará un valor de 0.80 para corregir los módulos de la mezcla MAM-25, que se presentan en la tabla 1.

Tabla 2. *Módulos a 10 Hz y 4/5 Hz según ensayos disponibles*

Mezcla	Informe	Módulos de mezcla a temperatura de 33°C		
		Módulo que alcanzan mezclas a 10 Hz, MPa	Módulo que alcanzan mezclas a 5 Hz, MPa	Relación E 5Hz / E 10Hz
MSC-19 fibra	ITF-004-025	2909	2256	0.78
SMA	IT-050-020	1580	1304	0.83

Fuente: archivo Evaltec S.A.S.

Así, se establecen los módulos a emplear para las mezclas asfálticas y los coeficientes estructuras definidos de acuerdo con la metodología AASHTO-93 con base en estos valores

Tabla 3. *Valores de módulo de mezclas y coeficiente estructural, ajustados para las condiciones de operación de la vía*

Mezcla	Valores de módulo y coeficiente estructural para condiciones de operación de la vía		
	Módulo para condiciones de 33°C y 10 Hz	Módulo ajustado para diseño a 33°C y 5 Hz	Coeficiente estructural de mezclas asfálticas
MSC-19 fibra	2909	2209	0.38
MAM-25	4854	3883	0.48
SMA	994	825	0.20

5.2.2 Metodología Racional

Se indica que el diseño racional permite verificar elásticamente el dimensionamiento empírico y sensibilizar o refinarlo.

Consultoria en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Para la caracterización de los materiales se han empleado relaciones de Poisson de 0.35, 0.40 y 0.45 para capas asfálticas, granulares no tratados y subrasantes, respectivamente, los cuales se consideran valores adecuados.

Parámetros admisibles

A continuación, se indican los parámetros admisibles empleados y los valores disponibles para las mezclas a emplear:

- ***ε_t, Deformación específica por tracción para las mezclas asfálticas***

Tabla 4. *Comparativo de Ley de fatiga de mezclas asfálticas empleadas en diseño y obtenidos en laboratorio para mezclas a emplear*

Mezcla	Ley de fatiga diseño	Deformación para 10^6 repeticiones - diseño	Ley de fatiga para mezcla a usar - ensayos	Deformación para 10^6 repeticiones - ensayos
MAM-25	$Ln(\varepsilon)=-0.1216\ Ln(N)+6.8724$	179.9	$Ln(\varepsilon)=-0.1063\ Ln(N)+6.3853$	136.6
MSC-19 Fibra	$Ln(\varepsilon)=-0.1836\ Ln(N)+7.3576$	124.1	$Ln(\varepsilon)=-0.1915\ Ln(N)+7.4367$	120.4
SMA	$Ln(\varepsilon)=-0.1061 Ln(N)+7.2031$	310.2	$Ln(\varepsilon)=-0.0790 Ln(N)+6.8420$	314.4
Donde N= tránsito en ejes equivalentes de 80 kN				

Para cada caso se presenta la deformación inicial ε estimada, correspondiente a una vida hasta la fatiga de 10^6 ciclos para el criterio de falla y las condiciones de ensayo elegidas, encontrando valores similares para las mezclas MSC-19 con fibra y SMA, sin embargo, los valores para MAM-25 obtenidos para la mezcla a emplear son menores a los considerados en el diseño, por lo que se requiere evaluar el efecto en la vida de la estructura.

Para la mezcla asfáltica existente se usa la expresión propuesta por Shell:

$$\varepsilon = 2.91 \times 10^{-3}\ N^{-0.1626}$$

- ***σ_z, Esfuerzo de compresión de la subrasante:*** *Para determinar el esfuerzo admisible, se emplea la formulación de Kerhoven y Dormon, la cual se considera adecuada:*

$$\sigma_z = \frac{0.007 * E_{SR}}{1 + 0.7 * \log N}$$

- ***ε_z, Deformación por compresión de la subrasante:*** *Para determinar la deformación admisible, se emplea el criterio Shell para un nivel de confianza del 95%:*

$$\varepsilon_z = 1.8 * 10^{-2} * N^{-0.25}$$

Se considera que para el proyecto puede emplearse la expresión Shell establecida para un nivel de confianza del 85%, dado que los demás parámetros se establecen con algunos factores de seguridad, tal como se indica en cada caso. La expresión por emplear es:

$$\varepsilon z = 2.1 \times 10^{-2} \times N^{-0.25}$$

Al evaluar las estructuras, se encuentra que el diseñador considera que las capas granulares y de subrasante no están ligadas, es decir, que no existe fricción entre ellas, situación que afecta directamente la deformación por compresión de la subrasante. Esta consultoría, en sus análisis, establece que estas capas si tienen fricción entre ellas.

En cuanto al factor de desplazamiento, el diseñador propone lo siguiente:

La Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras [3]. presenta un rango en el factor de desplazamiento para el análisis de la deformación unitaria de fatiga de las capas asfálticas con valores que oscilan entre 10 y 20. En la ecuación del Instituto del Asfalto, el factor recomendado es 18.4. Unificando los criterios para la asignación del factor de desplazamiento y como cada ley de fatiga presentada fue calculada para las características propias de los materiales de la región, se propone un factor de desplazamiento en base a la confiabilidad utilizada para el proyecto de la siguiente manera:

Tabla 6. Valor del factor de desplazamiento en función del nivel de confiabilidad

CONFIABILIDAD	FACTOR DE DESPLAZAMIENTO
Mayor a 90%	12
Igual 90%	15
Menor a 90%	18

Para el proyecto **(confiabilidad del 90%)** se adopta un factor de desplazamiento de 15. Se considerará que las deformaciones por tracción calculadas en relación con las admisibles deben estar por debajo del 1; así mismo deberán estar los esfuerzos y las deformaciones en la interfaz entre las capas granulares y la subrasante en relación con los admisibles (Calculado/Admisible< 1), al igual que las deflexiones.

Figura 2. *Factor de desplazamiento propuesto para evaluación de deformación por fatiga en mezclas*
Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Respecto a este criterio, no es clara su determinación, pero se asemeja a los valores propuestos por el Instituto del Asfalto de 18.4, que se recomienda usar para las leyes de fatiga establecidas para las mezclas evaluadas en laboratorio. Para la mezcla existente, dado que se plantea el uso de la expresión Shell, se recomienda usar el factor de acuerdo con el tipo de mezcla y temperatura de 8.25.

5.3 TRÁNSITO DE DISEÑO

Para establecer el tránsito de diseño, se ha tomado información de estudios previos del año 2010, encontrándose un valor para diseño de ejes equivalentes de 80 kN de $N_{80\ kN}$ = ***17'128,096*** *para un período de 10 años. Al respecto se hacen las siguientes consideraciones:*

- *Al realizar recorridos de inspección sobre la vía actual, se observa que el tránsito principal se relaciona con vehículos livianos, varias rutas de buses y pocos vehículos comerciales y de carga, por lo que los valores presentados parecen altos para el tramo en estudio.*

- *Los buses que generalmente circulan por la vía son urbanos, con bajos factores de equivalente carga, inferiores a 1.0 que son usado para buses grandes interurbanos.*

- *Los valores de tránsito presentados en el estudio del año 2010 para la estación 23 (Carrera 43ª por Comercial Oviedo) ya corresponden a un TPD y no es clara la afectación de un 33% que se realiza, situación que incrementa considerablemente los resultados. Adicionalmente, los estudios usados como referencia tienen más de 15 años, tiempo en el cual se han presentado importantes cambios en la movilidad de la ciudad y especialmente en la zona donde se desarrolla el proyecto.*

Las anteriores observaciones, sugieren realizar una revisión del tránsito actual del tramo con el fin de ajustar el parámetro, sin embargo, dado que el alcance para realizar aforos no está cubierto en el contrato y para fines de diseño, se presenta un análisis ajustando, considerando las observaciones previas realizadas:

Tabla 5. *TPD establecido para el año 2010 – Estación 23: Carrera 43ª por C. Comercial Oviedo*

Código	Jerarquia	Dirección	TPD							
			AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5	C6	TOTAL
23	Arteria Mayor	Carrera 43A por C. Comercial Oviedo	36471	2471	131	60	2	1	0	39136

Fuente: Tabla 2 -Tránsito Promedio Diario TPD. Actualización del inventario y diagnóstico de la malla vial de la ciudad de Medellín-Fase 1. Estudio de tránsito. Determinación y asignación del TPD a los segmentos viales. CONSORCIO DIAGNÓSTICO MEDELLÍN. 2010.

Aplicando la metodología AASHTO 1993 para el diseño de la rehabilitación del pavimento flexible, inicialmente se requiere convertir el tránsito mixto (vehículos comerciales) de diferentes cargas por eje y diferentes configuraciones de éstos en un único número de repeticiones de ejes equivalentes a ejes simples de 80 kN en el mismo periodo. En este caso, dichas conversiones se realizan con los factores camión promedio establecidos por la Universidad del Cauca en 1996, los cuales se indican a continuación.

***Tabla 6.** Factores de daño por tipo de camión adoptados*

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR CAMIÓN
Buses	0.42
C2 P	1.14
C2 G	3.44
C3-C4	3.76
C5	4.4
>C5	4.72

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes

Posteriormente, mediante la siguiente ecuación, se calculan los ejes equivalentes a 80 kN acumulados durante la vida útil del tramo en estudio:

$$\textbf{Número total de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño}_i = \sum FDN \times FC \times TPD_i \times FDCi$$

Donde:

- *i: tipo de vehículo considerado.*
- *FDN: Factor direccional.*
- *FC: Factor distribución por número de carriles.*
- *TPD: Tránsito promedio diario (para los buses y camiones) en el periodo de diseño.*
- *FDC: Factor de daño por tipo de camión.*

Tomando como base el tránsito promedio diario (TPD) correspondiente al año 2010, y teniendo en cuenta los siguientes parámetros, se realiza el cálculo los ejes equivalentes de 80 kN.

- *Ejes equivalentes de 80 kN acumulados desde la etapa de entrada en servicio del pavimento, es decir para el periodo de diseño de 10 años (2026-2035).*

- *Factor de distribución direccional del 55%, dado que no se cuenta con información actualizada sobre el particular, se recomienda adoptar un DD = 0.55. Este valor es*

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

levemente conservativo y concuerda con el adoptado por defecto en la Guía de diseño AASHTO 2002[1].

- *Se adopta un factor carril del 90% para una calzada con dos carriles (generalmente sin contar con bahías intermitentes) por cada sentido de circulación. Estos valores fueron acogidos según lo indicado en el numeral 2.1.1 del AASHTO Guide of Pavement Structures, página II-9.*

- *Factor de daño por camión, se adoptaron los valores presentados en la tabla 6.*

- *Tasa de crecimiento vehicular: Se emplea la tasa definida en el estudio en revisión (4.1%), que corresponde a valores típicos para tasas de crecimiento, según el tráfico de la vía.*

- *Una vez definido el periodo de diseño de 10 años y la tasa anual de crecimiento igual al 4.1%, se proyecta el TPD del año 2010 (estación 23) empleando el modelo exponencial. En la tabla se presenta el TPD proyectado para el carril y período de diseño.*

***Tabla 7.** Resultado de la proyección del TPD en el carril y periodo de diseño – Estación 23: Carrera 43ª por C. Comercial Oviedo*

Año	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	Total Camiones	TPD (vehículos comerciales/día)
2010	36471	2471	131	60	2	1	0	193	2665
2011	37967	2573	136	62	2	1	0	201	2774
2012	39523	2678	142	65	2	1	0	210	2888
2013	41144	2788	147	68	2	1	0	218	3006
2014	42831	2902	153	70	3	1	0	227	3129
2015	44587	3021	160	73	3	1	0	236	3258
2016	46415	3145	166	76	3	1	0	246	3391
2017	48318	3274	173	80	3	1	0	256	3530
2018	50299	3408	180	83	3	1	0	267	3675
2019	52361	3548	188	86	3	1	0	278	3826
2020	54508	3693	195	90	3	1	0	289	3982
2021	56742	3845	203	93	3	1	0	301	4146
2022	59069	4002	212	97	3	1	0	313	4316
2023	61491	4167	220	101	4	1	0	326	4493
2024	64012	4337	229	105	4	1	0	339	4677
2025	66636	4515	239	110	4	1	0	353	4869
2026	69368	4700	249	114	4	1	0	368	5068
2027	72213	4893	259	119	4	1	0	383	5276

[1] *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. INVIAS. Segunda edición.2008. Tabla 2.3.3. Página 30.*

Año	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	Total Camiones	TPD (vehículos comerciales/día)
2028	75173	5094	269	124	4	1	0	399	5492
2029	78255	5302	280	129	5	1	0	415	5717
2030	81464	5520	292	134	5	1	0	432	5952
2031	84804	5746	304	140	5	1	0	450	6196
2032	88281	5982	316	145	5	1	0	468	6450
2033	91900	6227	329	151	5	1	0	487	6714
2034	95668	6482	343	157	6	1	0	507	6990
2035	99591	6748	357	164	6	2	0	528	7276

Finalmente, en la siguiente tabla se presenta la estimación de los ejes equivalentes a 80 kN calculados durante el período de diseño (10 años), en el carril de diseño, desde el año adoptado como base para la proyección, hasta el año donde finaliza la vida útil de la estructura de pavimento. El cálculo se realiza según el factor carril adoptado, quedando de esta manera:

Tabla 8. *Resultado del cálculo del total de ejes equivalentes a 80 kN en el carril y periodo de diseño-Estación 23: Carrera 43ª por C. Comercial Oviedo*

Proyección Ejes Equivalentes 80kN en el carril de diseño									
Año	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	NESE ANUAL	NESE ANUAL CONSIDERADO	NESE ACUMULADO
2025	342,627	49,177	68,156	2,670	827	0	463,457	154,486	154,486
2026	356,674	51,194	70,953	2,778	859	0	482,458	482,458	636,944
2027	371,298	53,293	73,862	2,894	890	0	502,237	502,237	1,139,181
2028	386,521	55,478	76,888	3,009	930	0	522,826	522,826	1,662,007
2029	402,368	57,752	80,040	3,132	970	0	544,262	544,262	2,206,269
2030	418,866	60,120	83,321	3,261	1,010	0	566,578	566,578	2,772,847
2031	436,039	62,586	86,740	3,397	1,049	0	589,811	589,811	3,362,658
2032	453,916	65,152	90,295	3,539	1,089	0	613,991	613,991	3,976,649
2033	472,527	67,824	93,999	3,682	1,137	0	639,169	639,169	4,615,818
2034	491,900	70,604	97,852	3,831	1,185	0	665,372	665,372	5,281,190
2035	512,068	73,498	101,867	3,988	1,232	0	692,653	692,653	**5,973,843**

Una vez determinado el número de ejes equivalentes de 80 kN, se aplica una confiabilidad del 90%, tomando como referencia los errores encontrados por la AASHTO para estructuras de pavimentos flexibles, y asumiendo una distribución normal para la diferencia entre el tránsito real y estimado, se utiliza la siguiente expresión, con el fin de proporcionar la confianza requerida en la variable tránsito[1]:

$$N' = 10^{0.05\,Zr} * N$$

Donde:

N´: N corregido para proporcionar un determinado nivel de confianza.

[1] *Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito. INVIAS, 2016*

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Z_r: distribución normal y a la confiabilidad deseada.
N: número total de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño.

Para terminar, empleando la ecuación anterior con una confiabilidad del 90%, a la cual le corresponde un Z_r igual a 1.282, se adopta como ***valor de diseño:***

N' = 6'923,948 ejes equivalentes a 80 kN durante el periodo de diseño (10 años, 2026-2035).

5.4 TRABAJOS DE CAMPO

5.4.1 Deflectometría con deflectómetro de impacto (FWD)

Inicialmente, se realiza la medición de deflexiones con FWD, los días 8 y 9 de abril de 2025. Al respecto, se cuenta con una medida cada 50 m de calzada, es decir cada 100 m por carril, para un total de 63 datos en el corredor (32 en calzada occidental y 31 en calzada oriental), distribuidos en los dos carriles continuos de circulación (sobre las bahías y/o tercer carril no se cuenta con información). Esta información debe ser revisada en cuanto a la homogeneidad de los datos, para establecer, de acuerdo con la respuesta del pavimento, si es suficiente o requiere complementarse.

5.4.2 Exploración geotécnica

Para complementar la caracterización y conocimiento de los materiales existentes en el corredor vial, se realizaron tres apiques en cada calzada de la vía en estudio y adicionalmente se tomaron siete núcleos por cada calzada, para conocer características de la mezcla asfáltica existente.

Los resultados de las exploraciones son los siguientes:

Tabla 9. *Resumen de exploraciones de campo mediante sondeos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur*

			Espesor[cm]		
	Localización	Apiques	CA ext	MG ext	Percentil 90%
Occidental	Avenida el Poblado Calle 10 - 7SurCarrera 43A #8-21	AP-9	16,0	35,00	37,5
	Avenida el Poblado Calle 10 - 7SurCalle 10 + 500m	AP-10	16,0	10,00	
	Avenida el Poblado Calle 10 - 7SurCarrera 43A #1A Sur - 69	AP-11	16,5	60,00	
Oriental	Avenida el Poblado Calle 7Sur - Calle 10Frente a Panamericana	AP-12	18,0	60,00	33,6
	Avenida el Poblado Calle 7Sur - Calle 10Frente a Davivienda	AP-13	16,0	30,00	
	Avenida el Poblado Calle 7Sur - Calle 10Frente a Clínica Medellín	AP-14	18,0	48,00	

Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Tabla 10. *Resumen de exploraciones de campo mediante núcleos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur*

			Espesor[cm]
	Localización	**Núcleos**	**CA ext**
Occidental	Carrera 43A # 10 + 250m	N13	23,95
	Carrera 43A # 10 + 390m	N14	11,05
	Carrera 43A # 10 + 600m	N15	19,95
	Carrera 43A # 10 + 760m	N16	13,125
	Carrera 43A # 10 + 1000m	N17	12,925
	Carrera 43A # 10 + 1180m	N18	21,55
	Carrera 43A # 10 + 1400m	N19	16,15
Oriental	Carrera 43 #7 Sur + 200m	N6	24,30
	Carrera 43 #7 Sur + 340m	N7	17,88
	Carrera 43 #7 Sur + 600m	N8	22,025
	Carrera 43 #7 Sur + 740m	N9	13,875
	Carrera 43 #7 Sur + 880m	N10	16,7
	Carrera 43 #7 Sur + 220m	N11	12,65
	Carrera 43 #7 Sur + 380m	N12	22,875

Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

Notas:

- *En el anexo 5 se presentan los registros de los núcleos tomados. Aunque los espesores y las direcciones coinciden con lo indicado en el informe de diseño, los registros fotográficos no corresponden a la ubicación del tramo en estudio. Adicionalmente, sería adecuado conocer los espesores de las capas asfálticas presentes y de ser posible, el tipo de agrietamiento (ascendente o descendente) y la afectación de las capas.*

- *Las ubicaciones de los núcleos 11 y 12, aparentemente corresponden a 1+220 y 1+380 de la calzada oriental.*

Se establecen en el diseño en revisión los siguientes espesores, usando el criterio del percentil del 90%:

- ***Calzada Occidental:*** *Carpeta asfáltica existente 12.7 cm y Material granular existente 37.5 cm.*
- ***Calzada Oriental:*** *Carpeta asfáltica existente 13.8 cm y Material granular existente 33.6 cm.*

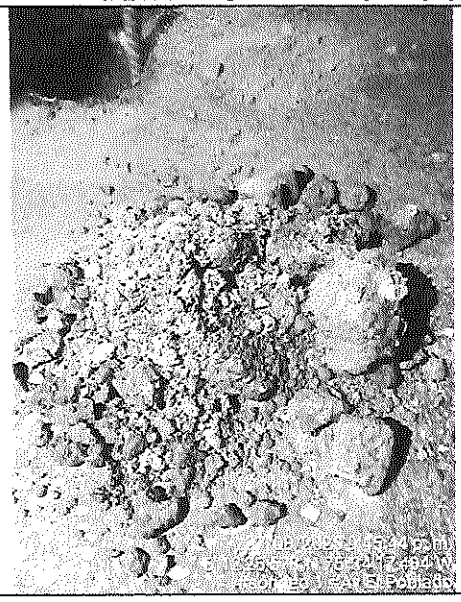
Adicional a las exploraciones realizadas, el día 27 de agosto de 2025, se hacen algunas exploraciones de campo adicionales, obteniendo los siguientes resultados:

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Tabla 11. *Exploraciones de campo complementarias – agosto 27 de 2025– Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur*

Exploración	Ubicación	Resultado	
Sondeo 1	**Calz. Occidental** K0+350 Frente a Hotel Dann Carlton. Carril derecho	0.0 m - 0.055 m 0.055 m - 0.23 m 0.23 m - 0.65 m 0.65 m - 1.10 m	Mezcla asfáltica Reciclado asfáltico com cuescos hasta de 12 cm Grava arenosa café de cantera Arenilla café
Sondeo 2	**Calz. Occidental** K0+850 – A 50 m de la calle 1 a sur – Frente a BBVA - Carril izquierdo	0.0 m - 0.15 m 0.15 m - 0.60 m	Mezcla asfáltica Grava arenosa café com rocas hasta de 20 cm
Sondeo 3	**Calz. Occidental** K1+425 - Frente a Casino Oviedo - Carril derecho	0.0 m - 0.17 m 0.17 m - 0.85 m	Mezcla asfáltica Grava arenosa aluvial con TM 3"
Núcleo 1	**Calz. Oriental** K0+090 – frente Panamericana - Carril derecho	0.0 m - 0.06 m Desde 0.06 m (Se inspecciona hasta 26 cm de profundidad)	Mezcla asfáltica Grava aluvial café TM 2"
Núcleo 2	**Calz. Oriental** K1+350 – frente al No. 8-50 Carril izquierdo	0.0 m - 0.09 m 0.09 m - 0.25 m	Mezcla asfáltica Material reciclado aparentemente con material cementante

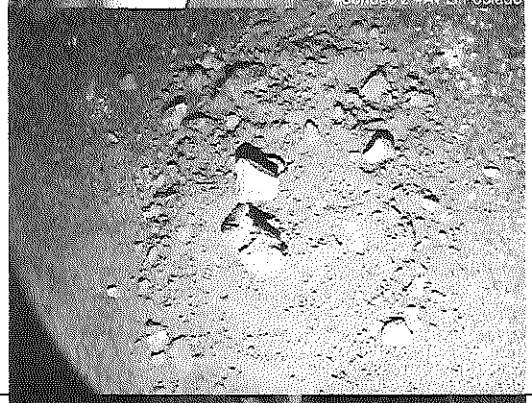
Tabla 12. *Registro fotográfico de las exploraciones de campo complementarias – Agosto 27 de 2025– Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur*

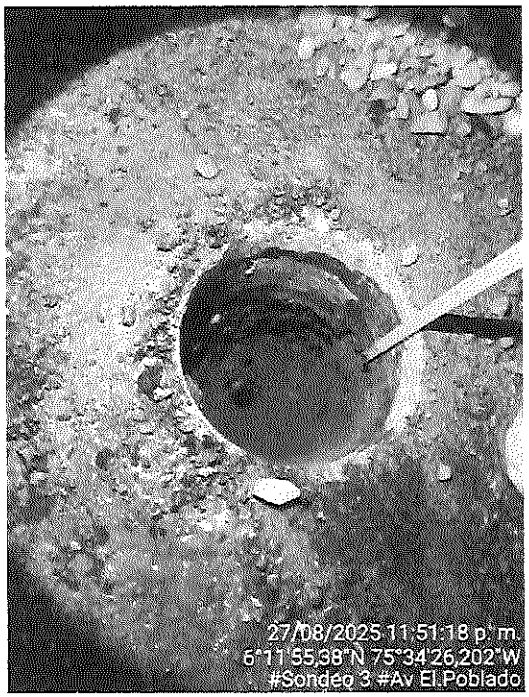
DETALLES DE EXPLORACIONES DE CAMPO – AGOSTO 27 DE 2025	
	

DETALLES DE EXPLORACIONES DE CAMPO – AGOSTO 27 DE 2025

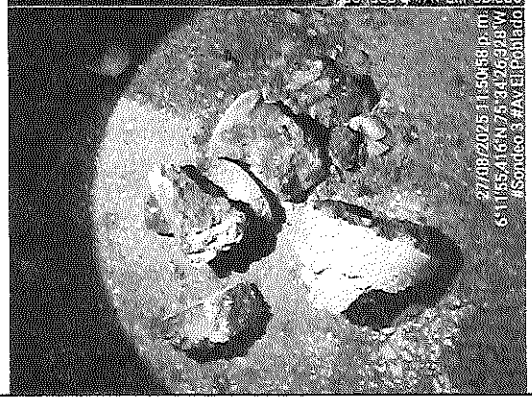






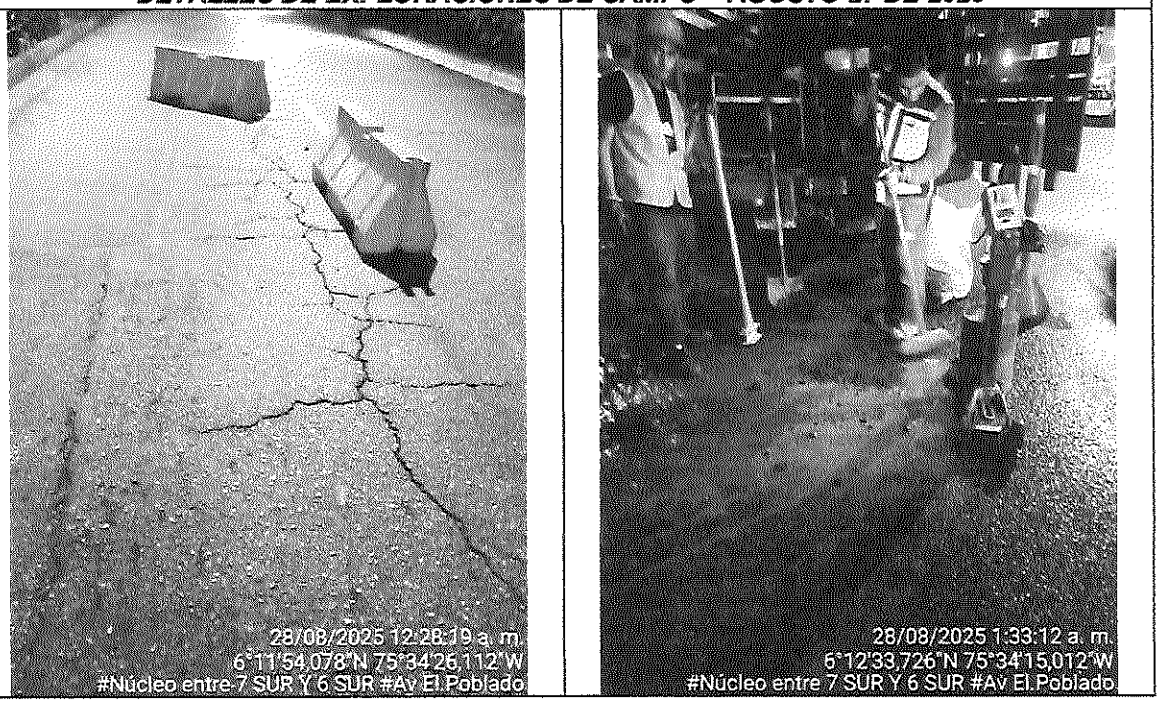






Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

DETALLES DE EXPLORACIONES DE CAMPO – AGOSTO 27 DE 2025



En la tabla siguiente se resumen todas las exploraciones disponibles para el corredor en estudio:

Tabla 13. *Resumen de exploraciones de campo – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur*

Calzada	Abscisa	Explo-ración	Fecha mm-aa	Espesores, cm			Observaciones
				Mezcla asfáltica	Reciclado	Granular	
Occidental	k0+155	AP-9	Marzo-25	16.0	-	35	Subrasante: suelo arcilloso
Occidental	k0+250	N13	Marzo-25	24.0	-	-	
Occidental	k0+350	Sondeo 1	Agosto-25	5.5	17.5	42	Subrasante: Arenilla
Occidental	k0+390	N14	Marzo-25	11.1	-	-	
Occidental	k0+500	AP-10	Marzo-25	16.0	-	10	Se encuentra roca
Occidental	k0+600	N15	Marzo-25	20.0	-	-	
Occidental	k0+760	N16	Marzo-25	13.1	-	-	
Occidental	k0+850	Sondeo 2	Agosto-25	15.0	-	45	Se encuentra roca
Occidental	k0+920	AP-11	Marzo-25	16.5	-	60	
Occidental	k1+000	N17	Marzo-25	12.9	-	-	
Occidental	k1+180	N18	Marzo-25	21.6	-	-	
Occidental	k1+400	N19	Marzo-25	16.2	-	-	
Occidental	k1+425	Sondeo 3	Agosto-25	17.0	-	68	Continua grava
Oriental	k0+075	AP-12	Marzo-25	18.0	-	60	
Oriental	k0+090	Núcleo 1	Agosto-25	6.0	-	> 20	Continua grava
Oriental	k0+200	N6	Marzo-25	24.3	-	-	

Calzada	Abscisa	Explo-ración	Fecha mm-aa	Espesores, cm			Observaciones
				Mezcla asfáltica	Reciclado	Granular	
Oriental	k0+340	N7	Marzo-25	17.9	-	-	
Oriental	k0+500	AP-13	Marzo-25	16.0	-	30	Subrasante: Arenilla
Oriental	k0+600	N8	Marzo-25	22.0	-	-	
Oriental	k0+740	N9	Marzo-25	13.9	-	-	
Oriental	k0+880	N10	Marzo-25	16.7	-	-	
Oriental	k1+100	AP-14	Marzo-25	18.0	-	48	Subrasante: suelo limoso
Oriental	k1+220	N11	Marzo-25	12.7	-	-	
Oriental	k1+350	Núcleo 2	Agosto-25	9.0	16	-	Reciclado con cementante
Oriental	k1+380	N12	Marzo-25	22.9	-	-	

5.5 CÁLCULO DE LA DEFLECTOMETRÍA

Se indica que se emplea el geófono 12 para la determinación del módulo de la subrasante. Dado que se toma una distancia r de 180 cm, muy alejada de la estructura del pavimento definida como de 50 cm (12.7 cm y 13.8 cm de mezcla asfáltica y 37.5 cm y 33.6 cm de granulares), los valores estimados para el módulo de la subrasante se están determinando a una mayor profundidad, situación que no representa las consideraciones previas, por lo que los valores pueden estarse subvalorando o sobrevalorando, según sean las características de los materiales que se encuentren a dicha profundidad.

Los valores de módulos de las capas granulares se determinan empleando las ecuaciones de regresión del Departamento de Transporte del Estado de Washington, tal como se menciona en la metodología descrita.

Los valores que se obtienen para los módulos de las mezclas asfálticas se observan muy altos en la mayoría de los casos (Percentil del 90% = 146807 kg/cm^2 calzada occidental y 71159 kg/cm^2 calzada oriental) y no es claro a que temperatura se estima o si se corrigen. Por tanto, para evaluar el parámetro para la revisión y ajuste, se hará uso de la metodología del Departamento de Transporte del Estado de Washington, mediante la siguiente ecuación de regresión (también contenida en la Guía Metodología para rehabilitación de pavimento – Invías 2008):

Capas asfálticas: $Log\ Eac = -4{,}13464 + 0{,}25726\ (5{,}9/hac) + 0{,}92874\ (5{,}9/hb)^{0{,}5} - 0{,}69727\ (hac/hb)^{0{,}5} - 0{,}96687\ Log(Esr) + 1{,}88298\ Log\ (P \times A / Do^2)$

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Donde:

P = Carga aplicada sobre una placa de 300 mm
hac = Espesor de capa asfáltica en pulgadas
hb = Espesor de las capas granulares en pulgadas
Eac = Módulo de la capa asfáltica en lb/pg²
Esr = Módulo de la subrasante, lb/pg²
D_o = Deflexión bajo el centro de aplicación de carga, pulgadas
A: Área aproximada bajo el cuenco de deflexión hasta una distancia de 900mm.

$$A = 2[2(D_0 + D_{200}) + (D_{200} + D_{300}) + 3(D_{300} + D_{600}) + 3(D_{600} + D_{900})]$$

Donde:

D_{200}: Deflexión a 200 mm del centro de aplicación de la carga (pulg.).
D_{300}: Deflexión a 300 mm del centro de aplicación de la carga (pulg.).
D_{600}: Deflexión a 600 mm del centro de aplicación de la carga (pulg.).
D_{900}: Deflexión a 900 mm del centro de aplicación de la carga (pulg.).

Los módulos dinámicos de las capas asfálticas determinados a partir de las deflexiones deben se ajustados si la temperatura del pavimento a la que se tiene la medida es diferente a la temperatura promedio ponderadas del pavimento del sitio.

Entonces, el valor del módulo en servicio del concreto asfáltico (Ea) se determina así:

$$E_a = E_{BC} \times FA$$

Donde:

- *E_{BC} = Módulo dinámico determinado a partir de las deflexiones.*
- *FA= Factor de ajuste, FA= $(E_a/E_{BC})=1.054^{(Tmezcla-Tmedición)}$*

En las tablas 14 y 15 se presentas los valores obtenidos en el diseño en revisión y en la tabla 16 y 17 se presentan los valores revisados y calculados por esta consultoría, de acuerdo con las observaciones que se han realizado.

Para los análisis, se emplean los espesores determinados en las exploraciones de campo. Cabe aclarar que para los análisis se toma un espesor máximo de la estructura de 70 cm, en atención a las observaciones planteada en la guía metodológica para el

diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, Invías 2008, página 362.

Tabla 14. *Resultados obtenidos a partir de la deflectometría (diseño) – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental*

Carril	Abscisa	D0 [µm]	$SN_{efectivo}$ [in]	Mr [kg/cm²]	M. Granular [kg/cm²]	M. CA [kg/cm²]
Externo	k0+018	225	6,18	620	1122	202343
Externo	k0+100	149	7,09	738	1383	1190499
Externo	k0+200	110	7,11	1098	1773	684042
Externo	k0+300	349	4,71	574	940	147936
Externo	k0+400	250	5,44	574	997	91250
Externo	k0+501	116	6,74	1333	1893	180772
Externo	k0+600	212	5,73	800	1284	380551
Externo	k0+703	201	6,14	756	1279	269051
Externo	k0+801	146	6,84	934	1592	370215
Externo	k0+900	296	4,75	807	1219	240694
Externo	k1+000	216	5,93	711	1205	181164
Externo	k1+100	162	7,19	666	1254	194464
Externo	k1+201	140	8,58	674	1376	516652
Externo	k1+300	294	4,99	680	1104	137652
Externo	k1+400	283	5,28	550	1004	181937
Externo	k1+500	160	7,34	669	1299	330020
Interno	k0+050	155	6,62	906	1492	290146
Interno	k0+151	161	6,82	798	1423	381038
Interno	k0+250	137	7,40	720	1383	447896
Interno	k0+352	202	7,04	502	1074	411580
Interno	k0+450	129	8,20	791	1466	505075
Interno	k0+551	138	6,24	1253	1811	819438
Interno	k0+650	144	7,15	795	1463	2018994
Interno	k0+750	217	6,62	502	1032	368386
Interno	k0+850	255	5,25	670	1131	430781
Interno	k0+950	161	6,57	831	1434	877025
Interno	k1+050	137	7,57	702	1332	146681
Interno	k1+159	58	10,06	1300	2357	1041095
Interno	k1+250	148	6,58	977	1583	390187
Interno	k1+350	152	7,45	657	1310	644039
Interno	k1+451	275	5,05	650	1056	354776
Interno	k1+550	467	3,65	737	947	28637
Percentil 90%			5,00	574	1007	146807

Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

Tabla 15. *Resultados obtenidos a partir de la deflectometría (diseño) – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental*

Carril	Abscisa	D0 [µm]	$SN_{efectivo}$ [in]	Mr [kg/cm²]	M. Granular [kg/cm²]	M. CA [kg/cm²]
Externo	k0+000	209	6,79	502	1014	186625
Externo	k0+101	272	6,36	382	861	296919
Externo	k0+200	161	8,28	547	1164	631594
Externo	k0+300	137	6,62	1041	1708	501657
Externo	k0+400	121	7,54	1100	1738	293348
Externo	k0+501	456	3,56	757	1027	62237
Externo	k0+601	121	9,29	615	1327	581519

Carril	Abscisa	D0 [µm]	$SN_{efectivo}$ [in]	Mr [kg/cm²]	M. Granular [kg/cm²]	M. CA [kg/cm²]
Externo	k0+696	360	4,95	446	856	338779
Externo	k0+803	348	5,11	418	802	68953
Externo	k0+900	258	5,00	719	1137	93656
Externo	k1+000	363	4,64	489	885	281926
Externo	k1+100	208	6,01	692	1212	193611
Externo	k1+200	181	6,19	846	1348	359894
Externo	k1+300	161	8,24	523	1118	947636
Externo	k1+400	96	8,56	1049	1846	1802272
Externo	k1+500	240	5,49	751	1209	304862
Interno	k0+051	154	6,33	924	1527	396759
Interno	k0+150	117	7,06	949	1644	752001
Interno	k0+251	120	8,03	863	1552	442620
Interno	k0+350	149	6,26	977	1533	302333
Interno	k0+450	154	6,24	912	1520	523770
Interno	k0+550	60	8,72	1676	2564	1039388
Interno	k0+650	71	9,31	1139	2028	1386410
Interno	k0+751	566	4,13	272	581	71159
Interno	k0+851	238	6,02	513	1029	382132
Interno	k0+950	198	6,04	740	1280	253719
Interno	k1+081	281	4,34	1011	1310	105477
Interno	k1+150	380	4,05	698	986	51199
Interno	k1+249	155	6,95	660	1219	247361
Interno	k1+351	91	8,95	923	1737	1425701
Interno	k1+450	221	5,51	799	1228	116293
Percentil 90%			4,34	446	861	71159

Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

Tabla 16. *Resultados verificados/ajustados a partir de la deflectometría – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental*

Localización		Deflexiones normalizadas por temperatura a 20°C (µm) D(0)	Módulo resiliente de la subrasante MR (kg/cm²)	SN efectivo AASHTO	Módulo de granulares (kg/cm²)	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla de 33°C (kg/cm²)
Abscisa	Carril					
K0+018	Externo	227.8	470.3	4.96	1,634	39030
K0+050	Interno	155.2	728.7	5.53	2,247	52435
K0+100	Externo	142.7	616.9	5.91	2,147	83745
K0+151	Interno	164.6	563.0	5.76	1,995	74883
K0+200	Externo	104.4	913.0	6.37	2,752	82137
K0+250	Interno	129.9	575.0	6.34	2,105	101819
K0+300	Externo	372.1	487.2	4.68	1,705	43349
K0+352	Interno	210.0	385.6	6.40	1,862	269157
K0+400	Externo	240.8	519.8	4.67	1,690	30515
K0+450	Interno	129.7	767.5	6.19	2,550	105936
K0+501	Externo	116.2	1154.0	6.51	2,945	43800
K0+551	Interno	133.3	869.9	6.27	2,540	56392
K0+600	Externo	203.5	585.8	5.74	1,801	28267
K0+650	Interno	140.5	665.3	6.87	2,190	67935
K0+703	Externo	205.0	554.5	5.36	1,872	49044
K0+750	Interno	210.9	419.4	5.47	1,635	68323

Localización		Deflexiones normalizadas por temperatura a 20°C (µm) D(0)	Módulo resiliente de la subrasante MR (kg/cm²)	SN efectivo AASHTO	Módulo de granulares (kg/cm²)	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla de 33°C (kg/cm²)
Abscisa	Carril					
K0+801	Externo	152.8	622.5	6.23	2,209	98956
K0+850	Interno	251.9	511.6	5.16	1,668	30259
K0+900	Externo	309.1	423.2	4.95	1,462	27933
K0+950	Interno	155.7	671.8	7.07	2,164	58653
K1+000	Externo	216.6	538.5	6.28	1,792	40684
K1+050	Interno	135.1	678.0	7.60	2,253	75831
K1+100	Externo	164.4	604.5	7.12	2,041	62359
K1+159	Interno	58.7	1217.6	10.71	3,899	288074
K1+201	Externo	141.8	548.2	7.98	1,975	79882
K1+250	Interno	147.3	744.0	7.23	2,300	56713
K1+300	Externo	305.1	436.0	5.63	1,452	22928
K1+350	Interno	151.3	560.4	7.51	2,018	83733
K1+400	Externo	278.4	423.5	5.76	1,469	29047
K1+451	Interno	267.3	650.8	5.52	1,762	14222
K1+500	Externo	164.3	531.6	7.40	1,904	69484
K1+550	Interno	462.1	537.7	4.48	1,336	4332

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. *Resultados verificados/ajustados a partir de la deflectometría – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental*

Localización		Deflexiones normalizadas por temperatura a 20°C (µm) D(0)	Módulo resiliente de la subrasante MR (kg/cm²)	SN efectivo AASHTO	Módulo de granulares (kg/cm²)	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla de 33°C (kg/cm²)
Abscisa	Descripción					
K0+000	Externo	208.0	475.1	6.57	1,641	38616
K0+051	Interno	151.0	579.3	7.41	2,011	69551
K0+101	Externo	281.8	264.1	5.96	1,402	196922
K0+150	Interno	108.7	766.6	8.20	2,391	66916
K0+200	Externo	159.4	491.6	7.54	1,762	56976
K0+251	Interno	115.1	775.6	8.06	2,366	58369
K0+300	Externo	141.2	670.8	7.67	2,239	77245
K0+350	Interno	143.4	818.2	7.11	2,335	40085
K0+400	Externo	126.5	950.4	7.69	2,637	48888
K0+450	Interno	146.7	583.0	5.47	2,076	85468
K0+501	Externo	468.0	337.4	3.32	1,141	12692
K0+550	Interno	56.9	1455.5	10.24	3,904	123344
K0+601	Externo	117.6	585.1	8.49	2,103	94087
K0+650	Interno	67.1	1140.1	9.84	3,321	118218
K0+696	Externo	379.4	312.5	4.82	1,213	29405
K0+751	Interno	556.5	199.7	4.14	857	18430
K0+803	Externo	359.4	364.6	4.77	1,276	20455
K0+851	Interno	226.7	317.9	6.25	1,362	66469
K0+900	Externo	261.7	531.4	5.44	1,618	19972
K0+950	Interno	199.1	554.9	6.15	1,841	43531

Localización		Deflexiones normalizadas por temperatura a 20°C (µm) D(0)	Módulo resiliente de la subrasante MR (kg/cm²)	SN efectivo AASHTO	Módulo de granulares (kg/cm²)	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla de 33°C (kg/cm²)
Abscisa	Descripción					
K1+000	Externo	361.7	320.5	4.98	1,191	22758
K1+081	Interno	281.4	611.6	5.22	1,670	12803
K1+100	Externo	207.3	547.2	6.14	1,778	35748
K1+150	Interno	378.7	513.7	4.65	1,392	7434
K1+200	Externo	187.3	810.5	6.18	2,156	22763
K1+249	Interno	144.4	747.7	6.74	2,187	37831
K1+300	Externo	157.9	581.3	5.42	2,085	88692
K1+351	Interno	90.1	955.0	6.29	3,304	261498
K1+400	Externo	100.4	910.3	6.18	3,160	234579
K1+450	Interno	219.2	682.1	5.17	1,823	14783
K1+500	Externo	247.1	586.3	5.09	1,698	18057

Fuente: Elaboración propia

Al realizar una revisión de los valores de deflexiones mediante la metodología de las diferencias acumuladas y el estado actual de la vía, el cual no se detalla en el informe de diseño, esta consultoría considera que se debe realizar una sectorización por tramos homogéneos, así:

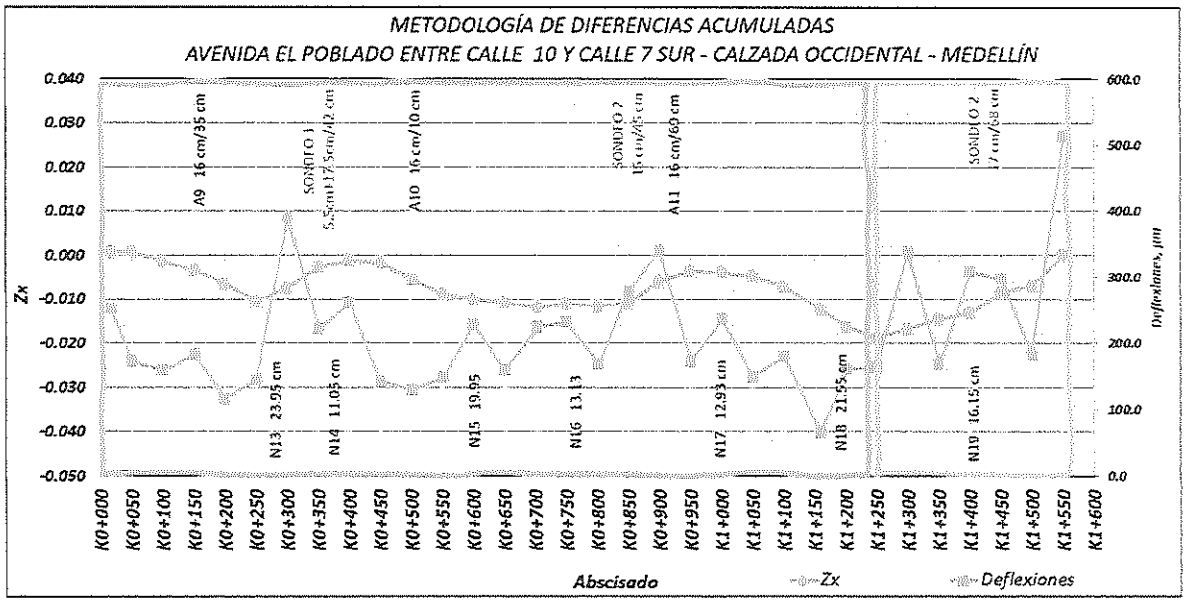


Figura 3. *Metodología de diferencias acumulativas para sectorización (parámetro: deflexiones) - Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental*

Fuente: Elaboración propia

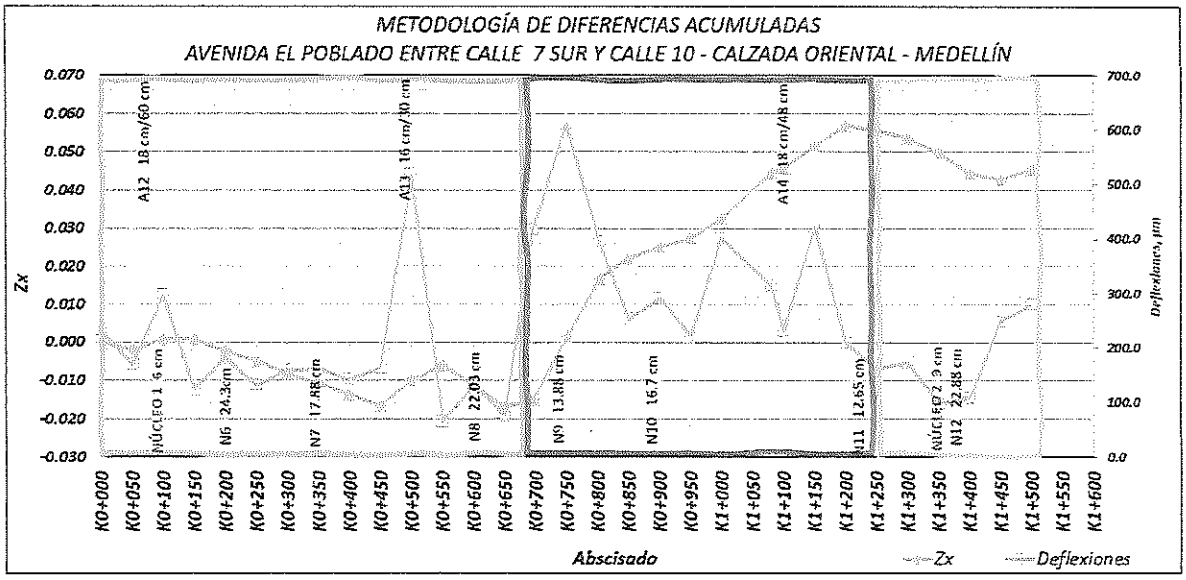


Figura 4. *Metodología de diferencias acumulativas para sectorización (parámetro: deflexiones) - Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental*
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los criterios mencionados, se plantean los siguientes sectores homogéneos:

Tabla 18. *Sectores homogéneos por calzada – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur*

Calzada	**Calzada Occidental**		**Calzada Oriental**		
Sector	*Sector 1W*	*Sector 2W*	*Sector 1E*	*Sector 2E*	*Sector 3E*
Abscisa	*K0+000 – k1+250*	*k1+250 - K1+550*	*K0+000 – k0+700*	*k0+700 - k1+250*	*k1+250 - k1+500*
Dirección	*Entre calles 10 y 5 sur*	*Entre calles 5 sur y 7 sur*	*Entre calles 7 sur y 1 sur*	*Entre calles 1 sur y 7D*	*Entre calles 7D y 10*

En la tabla 19 se presenta el resumen de parámetros determinados en el diseño en revisión para cada calzada de la Avenida El Poblado, usando como criterio el percentil del 90%.

Tabla 19. *Resultados de parámetros de diseño – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur*

Localización		$SN_{efectivo}$	Mr [kg/cm^2]	Granular [MPa]	Granular [kg/cm^2]
Av Poblado (Calzada Occidental)	PR 0+000 a PR 1+550	5,00	574,0	98,75	1.007
Av Poblado (Calzada Oriental)	PR 0+000 a PR 1+550	4,34	446,0	84,43	861

Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

En la tabla 20 se presenta el resumen de parámetros determinados por esta consultoría para los sectores homogéneos definidos previamente, usando como criterio el percentil del 87.5% (recomendado por el Instituto del Asfalto para tránsitos superiores a $1x10^6$ ejes equivalentes) y el valor promedio, recomendado por la metodología AASHTO-93.

Tabla 20. *Caracterización de las estructuras por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur*

Parámetros		Calzada Occidental		Calzada Oriental		
		Sector 1W	Sector 2W	Sector 1E	Sector 2E	Sector 3E
		K0+000 – k1+250	k1+250 - K1+550	K0+000 – k0+700	k0+700 - k1+250	k1+250 - k1+500
		Entre calles 10 y 5 sur	Entre calles 5 sur y 7 sur	Entre calles 7 sur y 1 sur	Entre calles 1 sur y 7D	Entre calles 7D y 10
Espesores considerados	Capa Granular, cm	35	54	30	48	35
	Mezcla asfáltica, cm	13	16	16	13	9.0
Módulo resiliente de la subrasante, kg/cm2	Promedio	647.5	523.3	706.6	486.0	743.0
	Percentil 87.5%	472.4	431.3	423.5	314.5	583.8
Módulo de capas granulares kg/cm^2	Promedio	2,132	1,657	2,238	1,545	2,414
	Percentil 87.5%	1670.7	1408.1	1551.4	1199.0	1760.6
Módulo de mezcla asfáltica kg/cm^2	Promedio	77543	37291	77670	28133	123522
	Percentil 87.5%	31580	10513	39534	14913	16420
Número estructural efectivo	Promedio	6.28	6.05	7.40	5.46	5.63
	Percentil 87.5%	4.99	5.13	5.77	4.70	5.13

5.6 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

En el informe de diseño en revisión se establece un número estructural requerido de 5.51 para la calzada occidental y 5.98 para la calzada oriental. Sin embargo, teniendo en cuenta las consideraciones presentadas anteriormente, se presenta al cálculo de los números estructurales para cada sector homogéneo.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Tabla 21. *Número estructural requerido por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur – Calzada Occidental*

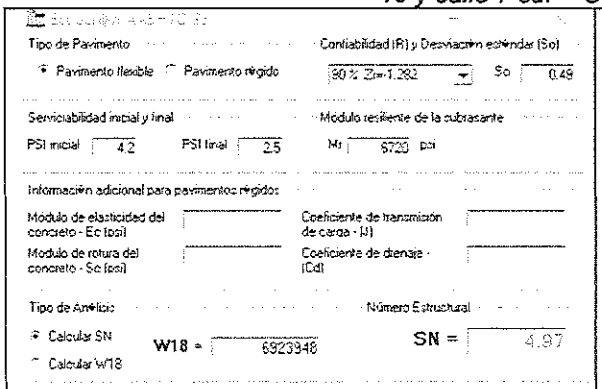
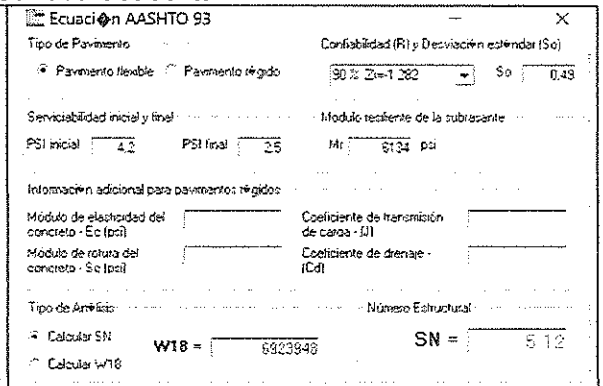
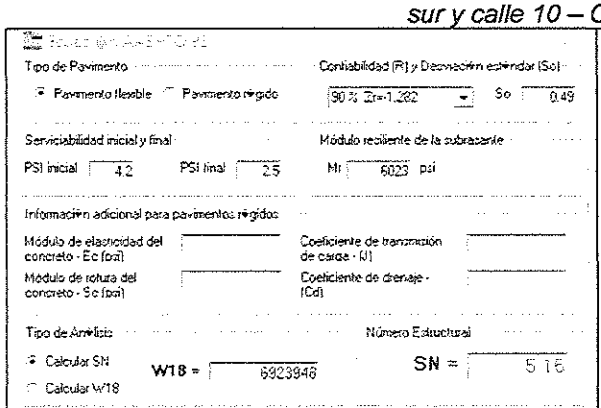
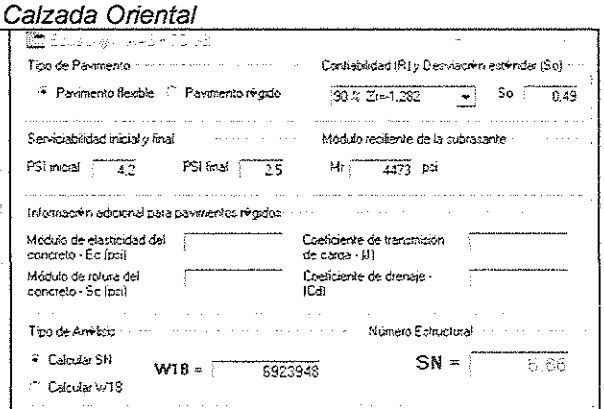
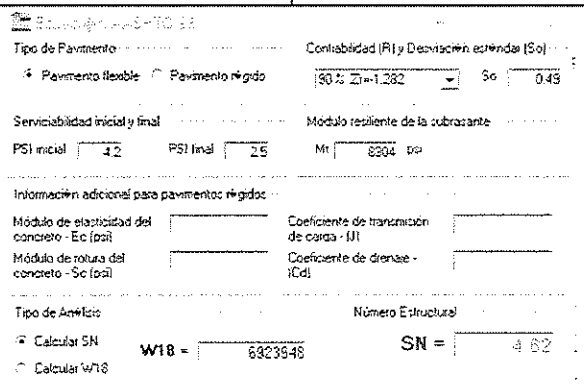
	
SN requerido sector 1W k0+000-k1+250	*SN requerido Sector 2W K1+250-K1+550*

Tabla 22. *Número estructural requerido por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 10 – Calzada Oriental*

	
SN requerido sector 1E k0+000-k0+700	*SN requerido Sector 2E K0+700-K1+250*
	
SN requerido sector 3E k1+250-k1+500	

5.7 PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN

Para el planteamiento de las propuestas de intervención, se define el coeficiente estructural de la mezcla asfáltica existente como 0.30 para ambas calzadas del corredor en estudio.

Teniendo en cuenta los sectores homogéneos definidos, los módulos de mezcla estimados y el estado actual de la vía, se plantean los valores que se muestran más adelante:

Tabla 23. *Coeficiente estructural para las capas asfálticas existentes, recomendados por el INVIAS*

MATERIAL	CONDICIÓN SUPERFICIAL	COEFICIENTE ESTRUCTURAL
Concreto asfáltico	No hay fisuras tipo piel de cocodrilo y/o hay solamente fisuras transversales de severidad baja.	0.35 a 0.40
Concreto asfáltico	<10% de fisuras tipo piel de cocodrilo de severidad baja y/o <5% de fisuras transversales de severidad media o alta	0.25 a 0.35
Concreto asfáltico	>10% de fisuras tipo piel de cocodrilo de severidad baja y/o <10% de fisuras tipo piel de cocodrilo de severidad media y/o 5 a 10% de fisuras transversales de severidad media o alta.	0.20 a 0.30
Concreto asfáltico	>10% de fisuras tipo piel de cocodrilo de severidad media y/o <10% de fisuras tipo piel de cocodrilo de severidad alta y/o >10% de fisuras transversales de severidad media o alta.	0.14 a 0.20
Concreto asfáltico	>10% de fisuras tipo piel de cocodrilo de severidad alta y/o >10% de fisuras transversales de severidad alta.	0.08 a 0.15

SECTORES 1W, 2E y 3E

SECTOR 2W y 1E

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, Instituto Nacional de Vías, Segunda Ed. Bogotá, 2008.

Tabla 24. *Coeficiente estructural de la mezcla asfáltica existente por sectores homogéneos – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 sur*

Parámetros		*Calzada Occidental*		*Calzada Oriental*		
		Sector 1W	*Sector 2W*	*Sector 1E*	*Sector 2E*	*Sector 3E*
		K0+000 – k1+250	*k1+250 - K1+550*	*K0+000 – k0+700*	*k0+700 - k1+250*	*k1+250 - k1+500*
		Entre calles 10 y 5 sur	*Entre calles 5 sur y 7 sur*	*Entre calles 7 sur y 1 sur*	*Entre calles 1 sur y 7D*	*Entre calles 7D y 10*
Módulo de mezcla asfáltica kg/cm²		*31580*	*10513*	*39534*	*14913*	*16420*
Coeficiente estructural de mezcla asfáltica existente	*Estimado a partir del módulo*	*0.44*	*0.24*	*0.48*	*0.30*	*0.32*
	Definido por estado actual (Tabla 23)	*0.25-0.35*	*0.20-0.30*	*0.20-0.30*	*0.25-0.35*	*0.25-0.35*
	Valor adoptado	*0.30*	*0.25*	*0.25*	*0.30*	*0.30*

5.7.1 Alternativas propuestas en diseño en revisión

5.7.1.1 Calzada Occidental

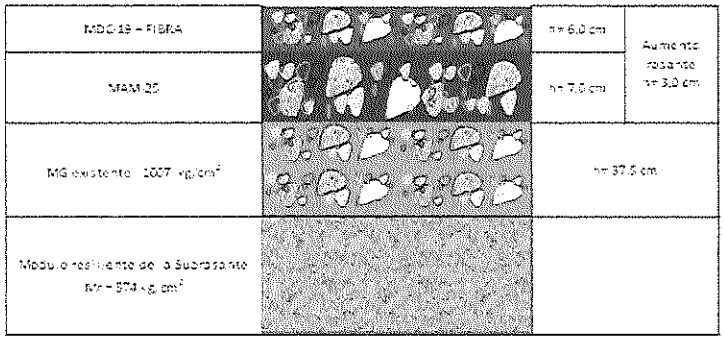
En el diseño, se plantean dos alternativas de intervención para todo el tramo, que consisten en fresar 11 cm (alternativa 1) y 12.7 cm (alternativa 2) de la mezcla asfáltica existente y colocar sobre la superficie remanente una capa de mezcla tipo MAM -25 y sobre esta, como rodadura una capa de MSC-19 con fibra para la alternativa 1 o SMA para la alternativa 2. El resumen de las alternativas se presenta a continuación:

***Tabla 25.** Estructuras definidas por AASHTO-93 y ajustadas en diseño en revisión – Avenida El Poblado entre Calle 10 y 7 sur – Calzada Occidental*

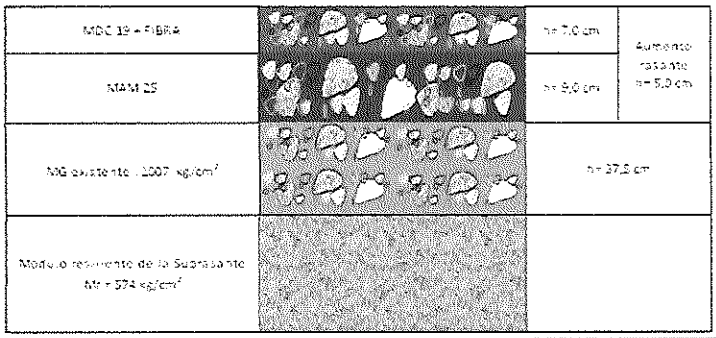
ALTERNATIVA 1

Alternativa Inicial					
Módulo Concreto Asfáltico [kg/cm²]	13.661	Coef. Estructural Concreto Asfáltico	[in]	0,30
Espesor Fresado	[cm]	10,0	Aporte Estructural del Fresado	[in]	1,18
Módulo Granular	[kg/cm²]	1.007	Coef. Estructural Granular	[in]	0,10
Espesor Granular Fresado	[cm]	0,0	Aporte Estructural Granular Fresado	[in]	0,00
$SN_{efectivo}$	[in]	5,00	$SN_{requerido}$	[in]	5,51
Déficit Estructural	[in]	0,51	Déficit Estructural Total (+Fresado)	[in]	1,69

Alternativa 1			
Mezcla	Espesor/cm	Coeficiente Estructural	Aporte
MSC-19+ Fibra	6,0	0,50	1,18
MAM-25	7,0	0,54	1,49
$SN_{efectivo}$ de la estructura propuesta		[in]	6,49
Aumento de la nueva rasante en relación a la actual		[cm]	3,00



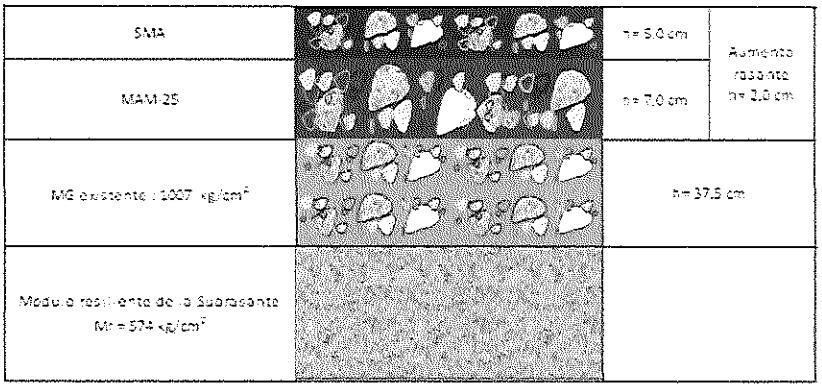
ALTERNATIVA 1 AJUSTADA



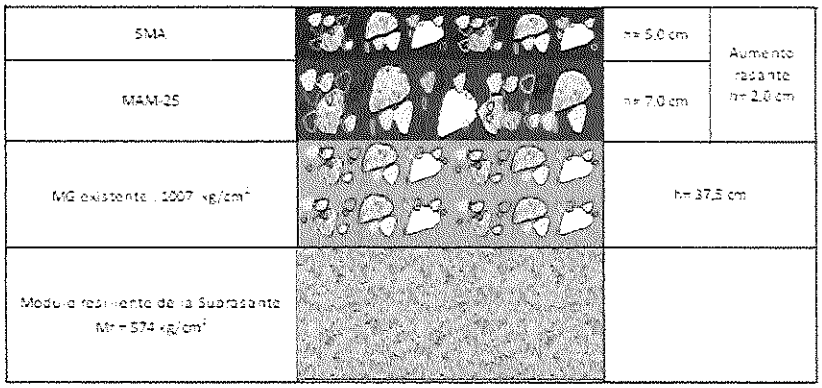
ALTERNATIVA 2

Alternativa Inicial					
Módulo Concreto Asfáltico	[kg/cm²]	13.661	Coef. Estructural Concreto Asfáltico	[in]	0,30
Espesor Fresado	[cm]	10,0	Aporte Estructural del Fresado	[in]	1,18
Módulo Granular	[kg/cm²]	1.007	Coef. Estructural Granular	[in]	0,10
Espesor Granular Fresado	[cm]	0,0	Aporte Estructural Granular Fresado	[in]	0,00
$SN_{efectivo}$	[in]	5,00	$SN_{requerido}$	[in]	5,51
Déficit Estructural	[in]	0,51	Déficit Estructural Total (+Fresado)	[in]	1,69

Alternativa 2			
Mezcla	Espesor/cm	Coeficiente Estructural	Aporte
SMA	5,0	0,24	0,47
MAM-25	7,0	0,54	1,49
$SN_{efectivo}$ de la estructura propuesta		[in]	5,78
Aumento de la nueva rasante en relación a la actual		[cm]	2,00



ALTERNATIVA 2 AJUSTADA



Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

5.7.1.2 Calzada Oriental

En el diseño, se plantean dos alternativas de intervención para todo el tramo, que consisten en fresar 12 cm (alternativa 1) y 12.7 cm (alternativa 2) de la mezcla asfáltica existente y colocar sobre la superficie remanente una capa de mezcla tipo MAM -25 y

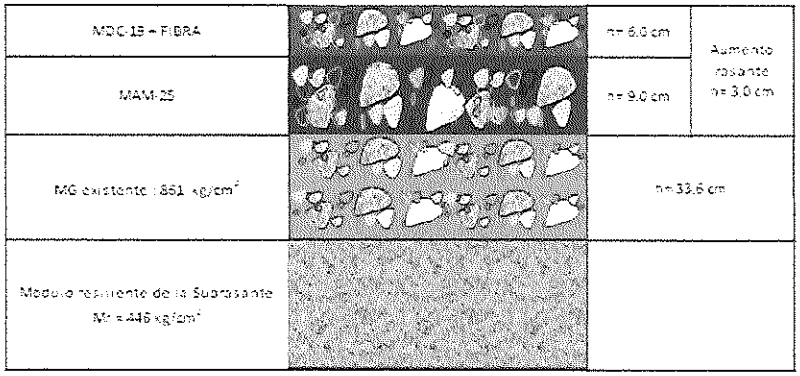
sobre esta, como rodadura una capa de MSC-19 con fibra para la alternativa 1 o SMA para la alternativa 2. El resumen de las alternativas se presenta a continuación:

***Tabla 26.** Estructuras definidas por AASHTO-93 y ajustadas en diseño en revisión – Avenida El Poblado entre Calle 10 y 7 sur – Calzada Oriental*

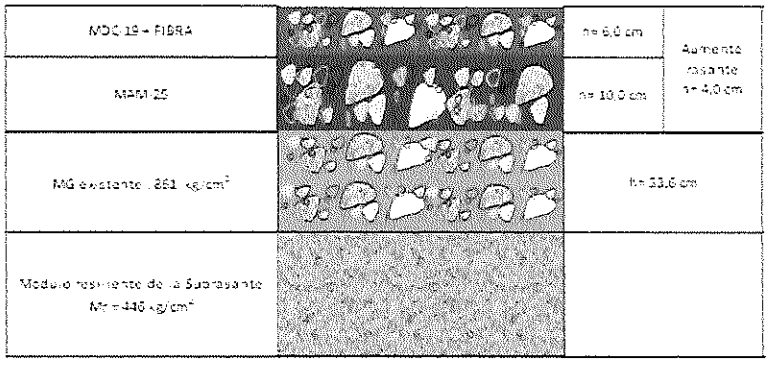
ALTERNATIVA 1

Alternativa Inicial					
Módulo Concreto Asfáltico	[kg/cm²]	13.661	Coef. Estructural Concreto Asfáltico	[in]	0,30
Espesor Fresado	[cm]	12,0	Aporte Estructural del Fresado	[in]	1,42
Módulo Granular	[kg/cm²]	861	Coef. Estructural Granular	[in]	0,08
Espesor Granular Fresado	[cm]	0,0	Aporte Estructural Granular Fresado	[in]	0,00
$SN_{efectivo}$	[in]	4,34	$SN_{requerido}$	[in]	5,98
Déficit Estructural	[in]	1,64	Déficit Estructural Total (+Fresado)	[in]	3,06

Alternativa 1			
Mezcla	**Espesor/cm**	**Coeficiente Estructural**	**Aporte**
MSC-19+ Fibra	6,0	0,50	1,18
MAM-25	9,0	0,54	1,91
$SN_{efectivo}$ de la estructura propuesta		[in]	6,02
Aumento de la nueva rasante en relación a la actual		[cm]	3,00



ALTERNATIVA 1 AJUSTADA

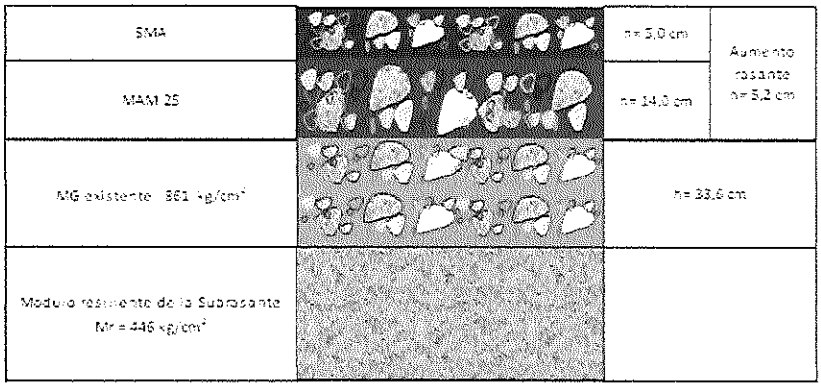


Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

ALTERNATIVA 2

Alternativa Inicial					
Módulo Concreto Asfáltico	[kg/cm²]	13.661	Coef. Estructural Concreto Asfáltico	[in]	0,30
Espesor Fresado	[cm]	13,8	Aporte Estructural del Fresado	[in]	1,63
Módulo Granular	[kg/cm²]	861	Coef. Estructural Granular	[in]	0,08
Espesor Granular Fresado	[cm]	0,0	Aporte Estructural Granular Fresado	[in]	0,00
$SN_{efectivo}$	[in]	4,34	$SN_{requerido}$	[in]	5,98
Déficit Estructural	[in]	1,64	Déficit Estructural Total (+Fresado)	[in]	3,27

Alternativa 2			
Mezcla	Espesor/cm	Coeficiente Estructural	Aporte
SMA	5,0	0,24	0,47
MAM-25	14,0	0,54	2,98
$SN_{efectivo}$ de la estructura propuesta		[in]	6,16
Aumento de la nueva rasante en relación a la actual		[cm]	5,20



Fuente: Informe CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025 realizado por Inteinsa Pavimentos S.A.S.

5.7.2 Ajuste de alternativas según parámetros indicados

Dado que a lo largo del documento se han planteado diversos aspectos para tener en cuenta en el diseño, a continuación, se presenta un diseño de alternativas ajustadas:

Tabla 27. *Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 1W – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 5 Sur – Calzada Occidental - Medellín*

AVENIDA EL POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL					
SECTOR HOMOGÉNEO		LOCALIZACIÓN		ABSCISAS	
1W		Entre Calle 10 y Calle 5 Sur		K0+000 - K1+250	
CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE					
Módulo resiliente de la subrasante (psi):				6720	(472 kg/cm2)
Módulo del material granular (kg/cm2):				1670.7	
Módulo de capas asfálticas existentes (kg/cm2):				31580	
Coeficiente estructura de mezcla asfáltica existente, a_i				0.30	
Espesor de mezcla asfáltica existente (cm)				13.0	
Espesor de granulares existentes (cm)				35	
Número estructural existente, SN eff				4.99	
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO - AASHTO -93					
Confiabilidad:				90%	
So:				0.49	
ΔPSI:				1.7	
Tránsito de diseño (10 años) - N80 kN:				6,923,948	
Número estructural requerido				4.97	
NÚMERO ESTRUCTURAL FALTANTE - AASHTO -93					
Espesor de fresado considerado (cm):				7.0	
Número estructural de material fresado, SNfresado				0.83	
Espesor de mezcla remanente luego de fresado (cm):				6.0	
Número estructural remanente después de fresar:				4.16	
Uso estructural de las capas asfáltica remanentes:				Si se considera en el análisis	
Espesor de granulares considerado para los análisis (cm):				35	
Número estructural faltante (aporte)				0.81	
ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES					
No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
1	Rodadura	MSC-19 Fibra	50	0.38	0.748
	Base	MAM-25	60	0.48	1.134
	Total espesor, mm:		110	Total aporte SN:	1.88
	Incremento de nivel de rasante, cm:		4.0	CUMPLE:	CUMPLE
No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
2	Rodadura	SMA TIPO B	50	0.19	0.374
	Base	MAM-25	60	0.48	1.134
	Total espesor, mm:		110	Total aporte SN:	1.51
	Incremento de nivel de rasante, cm:		4.0	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 28. *Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 2W – Avenida El Poblado entre calle 5 sur y calle 7 Sur – Calzada Occidental - Medellín*

AVENIDA EL POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL		
SECTOR HOMOGÉNEO	**LOCALIZACIÓN**	**ABSCISAS**
2W	Entre calle 5 Sur y Calle 7 sur	K1+250-K1+550

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE		
Módulo resiliente de la subrasante (psi):	6134	(523.3 kg/cm2)
Módulo del material granular (kg/cm2):	1408.1	
Módulo de capas asfálticas existentes (kg/cm2):	10513	
Coeficiente estructura de mezcla asfáltica existente, a_i	0.25	
Espesor de mezcla asfáltica existente (cm)	16.0	
Espesor de granulares existentes (cm)	54	
Número estructural existente, SN eff	5.13	
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO - AASHTO -93		
Confiabilidad:	90%	
So:	0.49	
ΔPSI:	1.7	
Tránsito de diseño (10 años) - N80 kN:	6,923,948	
Número estructural requerido	5.12	
NÚMERO ESTRUCTURAL FALTANTE - AASHTO -93		
Espesor de fresado considerado (cm):	10.0	
Número estructural de material fresado, SNfresado	0.98	
Espesor de mezcla remanente luego de fresado (cm):	6.0	
Número estructural remanente después de fresar:	4.15	
Uso estructural de las capas asfáltica remanentes:	Si se considera en el análisis	
Espesor de granulares considerado para los análisis (cm):	54	
Número estructural faltante (aporte)	0.97	

ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
1	Rodadura	MSC-19 Fibra	50	0.38	0.748
	Base	MAM-25	60	0.48	1.134
	Total espesor, mm:		110	Total aporte SN:	1.88
	Incremento de nivel de rasante, cm:		1.0	CUMPLE:	CUMPLE
No.	**Tipo**	**Mezcla**	**Espesor mm**	**Coeficiente estructural a1**	**Total aporte estructural**
2	Rodadura	SMA TIPO B	50	0.19	0.374
	Base	MAM-25	60	0.48	1.134
	Total espesor, mm:		110	Total aporte SN:	1.51
	Incremento de nivel de rasante, cm:		1.0	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 29. *Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 1E – Avenida El Poblado entre calle 7 sur y calle 1 Sur – Calzada Oriental - Medellín*

AVENIDA EL POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA ORIENTAL					
SECTOR HOMOGÉNEO		LOCALIZACIÓN		ABSCISAS	
1E		Entre Calle 7 sur y calle 1 sur		K0+000 - K0+700	
CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE					
Módulo resiliente de la subrasante (psi):				6023	(423.5 kg/cm2)
Módulo del material granular (kg/cm2):				1551.4	
Módulo de capas asfálticas existentes (kg/cm2):				39534	
uctura de mezcla asfáltica existente, a_i				0.25	
Espesor de mezcla asfáltica existente (cm)				16.0	
Espesor de granulares existentes (cm)				30	
Número estructural existente, SN eff				5.77	
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO - AASHTO -93					
Confiabilidad:				90%	
So:				0.49	
ΔPSI:				1.7	
Tránsito de diseño (10 años) - N80 kN:				6,923,948	
Número estructural requerido				5.15	
NÚMERO ESTRUCTURAL FALTANTE - AASHTO -93					
Espesor de fresado considerado (cm):				12.0	
Número estructural de material fresado, SNfresado				1.18	
Espesor de mezcla remanente luego de fresado (cm):				4.0	
Número estructural remanente después de fresar:				4.59	
Uso estructural de las capas asfáltica remanentes:				Si se considera en el análisis	
Espesor de granulares considerado para los análisis (cm):				30	
Número estructural faltante (aporte)				0.56	
ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES					
No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
1	Rodadura	MSC-19 Fibra	60	0.38	0.898
	Base	MAM-25	60	0.48	1.134
	Total espesor, mm:		120	Total aporte SN:	2.03
	Incremento de nivel de rasante, cm:		0.0	CUMPLE:	CUMPLE
No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
2	Rodadura	SMA TIPO B	50	0.19	0.374
	Base	MAM-25	70	0.48	1.323
	Total espesor, mm:		120	Total aporte SN:	1.70
	Incremento de nivel de rasante, cm:		0.0	CUMPLE	CUMPLE

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Tabla 30. Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 2E – Avenida El Poblado entre calle 1 sur y calle 7D – Calzada Oriental - Medellín

AVENIDA EL POBLADO ENTR E CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA ORIENTAL		
SECTOR HOMOGÉNEO	**LOCALIZACIÓN**	**ABSCISAS**
2E	Entre calle 1 sur y calle 7D	K0+700 - K1+250

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE		
Módulo resiliente de la subrasante (psi):	4473	(314.5 kg/cm2)
Módulo del material granular (kg/cm2):	1199.0	
Módulo de capas asfálticas existentes (kg/cm2):	14913	
Coeficiente estructura de mezcla asfáltica existente, a_i	0.30	
Espesor de mezcla asfáltica existente (cm)	13.0	
Espesor de granulares existentes (cm)	48	
Número estructural existente, SN eff	4.70	
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO - AASHTO -93		
Confiabilidad:	90%	
So:	0.49	
ΔPSI:	1.7	
Tránsito de diseño (10 años) - N80 kN:	**6,923,948**	
Número estructural requerido	**5.66**	
NÚMERO ESTRUCTURAL FALTANTE - AASHTO -93		
Espesor de fresado considerado (cm):	13.0	
Número estructural de material fresado, SNfresado	1.54	
Espesor de mezcla remanente luego de fresado (cm):	0.0	
Número estructural remanente después de fresar:	3.16	
Uso estructural de las capas asfáltica remanentes:	No se considera en el análisis	
Espesor de granulares considerado para los análisis (cm):	48	
Número estructural faltante (aporte)	**2.50**	

ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
1	Rodadura	MSC-19 Fibra	70	0.38	1.047
	Base	MAM-25	80	0.48	1.512
	Total espesor, mm:		150	Total aporte SN:	2.56
	Incremento de nivel de rasante, cm:		2.0	CUMPLE:	**CUMPLE**
No.	**Tipo**	**Mezcla**	**Espesor mm**	**Coeficiente estructural a1**	**Total aporte estructural**
2	Rodadura	SMA TIPO B	50	0.19	0.374
	Base	MAM-25	120	0.48	2.268
	Total espesor, mm:		170	Total aporte SN:	2.64
	Incremento de nivel de rasante, cm:		4.0	CUMPLE	**CUMPLE**

Tabla 31. *Planteamiento de alternativas por metodología AASHTO-93 para el sector 3E – Avenida El Poblado entre calle 7D y calle 10 – Calzada Oriental - Medellín*

AVENIDA EL POBLADO E NTR E CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA ORIENTAL					
SECTOR HOMOGÉNEO	LOCALIZACIÓN		ABSCISAS		
3E	Entre calle 7D sur y calle 10		K0+700 - K1+250		
CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE					
Módulo resiliente de la subrasante (psi):			8304	(583.8 kg/cm2)	
Módulo del material granular (kg/cm2):			1760.6		
Módulo de capas asfálticas existentes (kg/cm2):			16420		
Coeficiente estructura de mezcla asfáltica existente, a_i			0.30		
Espesor de mezcla asfáltica existente (cm)			9.0		
Espesor de granulares existentes (cm)			35		
Número estructural existente, SN eff			5.13		
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO - AASHTO -93					
Confiabilidad:			90%		
So:			0.49		
ΔPSI:			1.7		
Tránsito de diseño (10 años) - N80 kN:			6,923,948		
Número estructural requerido			4.62		
NÚMERO ESTRUCTURAL FALTANTE - AASHTO -93					
Espesor de fresado considerado (cm):			10.0		
Número estructural de material fresado, SNfresado			1.18		
Espesor de mezcla remanente luego de fresado (cm):			-1.0		
Número estructural remanente después de fresar:			3.95		
Uso estructural de las capas asfáltica remanentes:			No se considera en el análisis		
Espesor de granulares considerado para los análisis (cm):			35		
Número estructural faltante (aporte)			0.67		
ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES					
No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
1	Rodadura	MSC-19 Fibra	40	0.38	0.598
	Base	MAM-25	60	0.48	1.134
	Base	-	-	-	-
	Total espesor, mm:		100	Total aporte SN:	1.73
	Incremento de nivel de rasante, cm:		0.0	CUMPLE:	CUMPLE
No.	Tipo	Mezcla	Espesor mm	Coeficiente estructural a1	Total aporte estructural
2	Rodadura	SMA TIPO B	50	0.19	0.374
	Base	MAM-25	60	0.48	1.134
	Base	-	-	-	-
	Total espesor, mm:		110	Total aporte SN:	1.51
	Incremento de nivel de rasante, cm:		1.0	CUMPLE	CUMPLE

Cada una de las estructuras se verifica mediante la evaluación de esfuerzos y deformaciones, para lo cual se establecen los siguientes parámetros admisibles, según lo indicado previamente:

- *Deformación radial o por tracción en la mezcla asfáltica. ε_t*

***Tabla 32.** Deformación radial admisible en la mezcla asfáltica*

Mezcla	$N_{80\ kN}$	Factor desplazamiento	ε_t admisible
SMA	6,923,948	18.4	**3.40.E-04**
MSC-19 Fibra	6,923,948	18.4	**1.45.E-04**
MAM-25	6,923,948	18.4	**1.47.E-04**
Mezcla existente	6,923,948	8.25	**3.17.E-04**

- *Deformación y esfuerzo por compresión en la subrasante, ε_z y σ_z*

***Tabla 33.** Deformación y esfuerzo admisible por compresión en la subrasante*

Sector homogéneo	E (psi)	E (kg/cm²)	$N_{80\ kN}$	σ_z (kg/cm²)	σ_z (MPa)	ε_z
Sector 1W	6,720	472.4	6,923,948	0.57133	**0.0560**	**4.094E-04**
Sector 2W	6,134	431.3	6,923,948	0.52157	**0.0511**	**4.094E-04**
Sector 1E	6,023	423.5	6,923,948	0.51215	**0.0502**	**4.094E-04**
Sector 2E	4,473	314.5	6,923,948	0.38033	**0.0373**	**4.094E-04**
Sector 3E	8,304	583.8	6,923,948	0.70605	**0.0692**	**4.094E-04**

En resumen, las alternativas a evaluar son las siguientes:

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Tabla 34. *Alternativas iniciales para revisión de esfuerzos y deformaciones – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur – Medellín*

Sector homomgéneo				Alter-nativa	Retiro de capas asfálticas / fresado cm	Mezcla asfáltica remanente considerada, cm	Tratamiento superficie actual o remanente después de fresar	Mezcla asfaltica			Espesor total (cm)	Incremento cota, (cm)
								Base	Rodadura			
Calzada	No.	Descripción	Abscisa					MAM-25	MSC-19 con fibra	SMA Tipo B		
Occidental	1W	Carrera 43A entre calle 10 y calle 5 Sur	K0+000 a K1+250	1	7.0	6.0	Parcheo fallos /sello grietas	6.0	5.0	-	11.0	4.0
				2	7.0	6.0		6.0	-	5.0	11.0	4.0
	2W	Carrera 43A entre calle 5 Sur y calle 7 Sur	K1+250 a K1+550	1	10.0	6.0	Parcheo fallos /sello grietas	6.0	5.0	-	11.0	1.0
				2	10.0	6.0		6.0	-	5.0	11.0	1.0
Oriental	1E	Carrera 43A entre calle 7 sur y calle 1 sur	K0+000 a K0+700	1	12.0	4.0	Parcheo fallos /sello grietas	6.0	6.0	-	12.0	0.0
				2	12.0	4.0		7.0	-	5.0	12.0	0.0
	2E	Carrera 43A entre calle 1 sur y calle 7D	K0+700 a K1+250	1	13.0	0.0	Retiro de mezcla remanente suelta y compactación superficial de granular. En sectores con mezcla remanente: parcheo de fallos y sello de grietas	8.0	7.0	-	15.0	2.0
				2	13.0	0.0		12.0	-	5.0	17.0	4.0
	3E	Carrera 43A entre calle 7D y Calle 10	K1+250 a K1+500	1	10.0	0.0	Retiro de mezcla remanente suelta y compactación superficial de granular. En sectores con mezcla remanente: parcheo de fallos y sello de grietas	6.0	4.0	-	10.0	0.0
				2	10.0	0.0		6.0	-	5.0	11.0	1.0

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

El resultado de la verificación elástica se resume en la tabla siguiente, donde se puede apreciar para cada condición que la relación de los valores actuantes sobre los admisibles, denominada como consumo de fatiga, se excede el 100% en algunos casos, los cuales se presentan resaltados en rojo y requieren ajuste, por lo que se presenta la estructura ajustada (valores en verde) y validada.

Tabla 35. *Verificación de esfuerzos y deformaciones para cada sector. Alternativas iniciales y ajustadas – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur – Medellín*

SECTOR	ALTER-NATIVA	CAPA	ESPESOR cm	PARÁMETRO	VALOR DE SERVICIO	VALOR ADMISIBLE	CONSUMO (Vs/Vadm) x 100	RESERVA (100 - CONSUMO)
SECTOR 1W	1	MSC-19 Fibra	5.0	ε_t	7.58E-05	-1.45E-04	-52.28	152.28
		MAM-25	6.0	ε_t	-5.95E-05	-1.47E-04	40.48	59.52
		Mezcla existente	6.0	ε_t	-1.86E-04	-3.17E-04	58.68	41.32
		Subrasante	-	ε_z	3.94E-04	4.09E-04	96.24	3.76
			-	σ_z (kg/cm2)	0.20190	0.5713	35.34	64.66
SECTOR 1W	2	SMA	5.0	ε_t	1.28E-04	-3.40E-04	-37.65	137.65
		MAM-25	6.0	ε_t	-4.79E-05	-1.47E-04	32.59	67.41
		Mezcla existente	6.0	ε_t	-2.03E-04	-3.17E-04	64.04	35.96
		Subrasante	-	ε_z	4.42E-04	4.09E-04	107.97	-7.97
			-	σ_z (kg/cm2)	0.22535	0.5713	39.44	60.56
SECTOR 1W	2 AJUSTADA	SMA	5.0	ε_t	1.14E-04	-3.40E-04	-33.53	133.53
		MAM-25	8.0	ε_t	-5.86E-05	-1.47E-04	39.86	60.14
		Mezcla existente	6.0	ε_t	-1.79E-04	-3.17E-04	56.47	43.53
		Subrasante	-	ε_z	3.87E-04	4.09E-04	94.53	5.47
			-	σ_z (kg/cm2)	0.19782	0.5713	34.62	65.38
SECTOR 2W	1	MSC-19 Fibra	5.0	ε_t	6.78E-05	-1.45E-04	-46.76	146.76
		MAM-25	6.0	ε_t	-1.45E-04	-1.47E-04	98.64	1.36
		Mezcla existente	6.0	ε_t	-2.75E-04	-3.17E-04	86.75	13.25
		Subrasante	-	ε_z	3.28E-04	4.09E-04	80.12	19.88
			-	σ_z (kg/cm2)	0.14582	0.5216	27.96	72.04
SECTOR 2W	2	SMA	5.0	ε_t	1.35E-04	-3.40E-04	-39.71	139.71
		MAM-25	6.0	ε_t	-1.49E-04	-1.47E-04	101.36	-1.36
		Mezcla existente	6.0	ε_t	-3.08E-04	-3.17E-04	97.16	2.84
		Subrasante	-	ε_z	3.58E-04	4.09E-04	87.45	12.55
			-	σ_z (kg/cm2)	0.15907	0.5216	30.50	69.50
SECTOR 2W	2 AJUSTADA	SMA	5.0	ε_t	1.32E-04	-3.40E-04	-38.82	138.82
		MAM-25	7.0	ε_t	-1.43E-04	-1.47E-04	97.28	2.72
		Mezcla existente	6.0	ε_t	-2.85E-04	-3.17E-04	89.91	10.09
		Subrasante	-	ε_z	3.40E-04	4.09E-04	83.05	16.95
			-	σ_z (kg/cm2)	0.15194	0.5216	29.13	70.87

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR	ALTER-NATIVA	CAPA	ESPESOR cm	PARÁMETRO	VALOR DE SERVICIO	VALOR ADMISIBLE	CONSUMO (Vs/Vadm) x 100	RESERVA (100 - CONSUMO)
SECTOR 1E	1	MSC-19 Fibra	6.0	ε_t	6.54E-05	-1.45E-04	-45.10	145.10
		MAM-25	6.0	ε_t	-8.07E-05	-1.47E-04	54.90	45.10
		Mezcla existente	4.0	ε_t	-1.91E-04	-3.17E-04	60.25	39.75
		Subrasante	-	ε_z	4.88E-04	4.09E-04	119.20	-19.20
			-	σ_z (kg/cm2)	0.22943	0.5121	44.80	55.20
SECTOR 1E	1 AJUSTADA	MSC-19 Fibra	6.0	ε_t	6.25E-05	-1.45E-04	-43.10	143.10
		MAM-25	9.0	ε_t	-8.10E-05	-1.47E-04	55.10	44.90
		Mezcla existente	4.0	ε_t	-1.58E-04	-3.17E-04	49.84	50.16
		Subrasante	-	ε_z	3.95E-04	4.09E-04	96.49	3.51
			-	σ_z (kg/cm2)	0.18661	0.5121	36.44	63.56
SECTOR 1E	2	SMA	5.0	ε_t	1.45E-04	-3.40E-04	-42.65	142.65
		MAM-25	7.0	ε_t	-7.56E-05	-1.47E-04	51.43	48.57
		Mezcla existente	4.0	ε_t	-2.09E-04	-3.17E-04	65.93	34.07
		Subrasante	-	ε_z	5.51E-04	4.09E-04	134.59	-34.59
			-	σ_z (kg/cm2)	0.25798	0.5121	50.37	49.63
SECTOR 1E	2 AJUSTADA	SMA	5.0	ε_t	1.05E-04	-3.40E-04	-30.88	130.88
		MAM-25	12.0	ε_t	-7.98E-05	-1.47E-04	54.29	45.71
		Mezcla existente	4.0	ε_t	-1.51E-04	-3.17E-04	47.63	52.37
		Subrasante	-	ε_z	3.83E-04	4.09E-04	93.56	6.44
			-	σ_z (kg/cm2)	0.18151	0.5121	35.44	64.56
SECTOR 2E	1	MSC-19 Fibra	7.0	ε_t	4.12E-05	-1.45E-04	-28.41	128.41
		MAM-25	8.0	ε_t	-2.14E-04	-1.47E-04	145.58	-45.58
		Mezcla existente	-	ε_t		-3.17E-04	0.00	100.00
		Subrasante	-	ε_z	4.56E-04	4.09E-04	111.39	-11.39
			-	σ_z (kg/cm2)	0.15296	0.3803	40.22	59.78
SECTOR 2E	1 AJUSTADA	MSC-19 Fibra	9.0	ε_t	2.71E-05	-1.45E-04	-18.69	118.69
		MAM-25	12.0	ε_t	-1.47E-04	-1.47E-04	100.00	0.00
		Mezcla existente	-	ε_t	-	-3.17E-04	-	-
		Subrasante	-	ε_z	3.21E-04	4.09E-04	78.41	21.59
			-	σ_z (kg/cm2)	0.11013	0.3803	28.96	71.04
SECTOR 2E	2	SMA	5.0	ε_t	1.41E-04	-3.40E-04	-41.47	141.47
		MAM-25	12.0	ε_t	-2.04E-04	-1.47E-04	138.78	-38.78
		Mezcla existente	-	ε_t		-3.17E-04	0.00	100.00
		Subrasante	-	ε_z	4.43E-04	4.09E-04	108.21	-8.21
			-	σ_z (kg/cm2)	0.14888	0.3803	39.14	60.86
SECTOR 2E	2 AJUSTADA	SMA	5.0	ε_t	1.02E-04	-3.40E-04	-30.00	130.00
		MAM-25	17.0	ε_t	-1.47E-04	-1.47E-04	100.00	0.00
		Mezcla existente		ε_t	-	-3.17E-04	-	-
		Subrasante	-	ε_z	3.24E-04	4.09E-04	79.14	20.86
			-	σ_z (kg/cm2)	1.11E-01	0.3803	29.22	70.78

SECTOR	ALTER-NATIVA	CAPA	ESPESOR cm	PARÁMETRO	VALOR DE SERVICIO	VALOR ADMISIBLE	CONSUMO (Vs/Vadm) x 100	RESERVA (100 - CONSUMO)
SECTOR 3E	1	MSC-19 Fibra	4.0	ε_t	9.62E-05	-1.45E-04	-66.34	166.34
		MAM-25	6.0	ε_t	-2.66E-04	-1.47E-04	180.95	-80.95
		Mezcla existente	0.0	ε_t	-	-3.17E-04	-	-
		Subrasante	-	ε_z	5.54E-04	4.09E-04	135.33	-35.33
			-	σ_z (kg/cm2)	3.47E-01	0.7060	49.10	50.90
SECTOR 3E	1 AJUSTADA	MSC-19 Fibra	9.0	ε_t	-1.75E-06	-1.45E-04	1.21	98.79
		MAM-25	10.0	ε_t	-1.47E-04	-1.47E-04	100.00	0.00
		Mezcla existente	0.0	ε_t	-	-3.17E-04	-	-
		Subrasante	-	ε_z	3.11E-04	4.09E-04	75.97	24.03
			-	σ_z (kg/cm2)	0.19884	0.7060	28.16	71.84
SECTOR 3E	2	SMA	5.0	ε_t	1.50E-04	-3.40E-04	-44.12	144.12
		MAM-25	6.0	ε_t	-2.70E-04	-1.47E-04	183.67	-83.67
		Mezcla existente	0.0	ε_t	-	-3.17E-04	-	-
		Subrasante	-	ε_z	5.86E-04	4.09E-04	143.14	-43.14
			-	σ_z (kg/cm2)	0.36607	0.7060	51.85	48.15
SECTOR 3E	2 AJUSTADA	SMA	5.0	ε_t	1.00E-04	-3.40E-04	-29.41	129.41
		MAM-25	15.0	ε_t	-1.47E-04	-1.47E-04	100.00	0.00
		Mezcla existente	0.0	ε_t	-	-3.17E-04	-	-
		Subrasante	-	ε_z	3.15E-04	4.09E-04	76.94	23.06
			-	σ_z (kg/cm2)	0.20088	0.7060	28.45	71.55

Tal como se observa en la tabla anterior, algunas de las estructuras iniciales no cumplen con los valores admisibles de deformación en la subrasante, por lo que se hace un ajuste y una nueva verificación (Espesores ajustados se resaltan en verde).

Las memorias de cálculo de los esfuerzos y deformaciones actuantes, que fueron obtenidos mediante el software DEPAV, se presentan en el anexo D.

5.8 RESUMEN DE LAS INTERVENCIONES PROPUESTAS

Finalmente, luego de verificar los espesores dimensionados a través de la metodología AASHTO 1993 y mediante el método racional, se realizaron ajustes con el fin de no exceder los parámetros de control:

El resumen de las alternativas obtenidas para los diferentes sectores. se presenta a continuación:

Tabla 36. *Alternativas ajustadas – Avenida El Poblado entre calle 10 y calle 7 Sur – Medellín*

RESUMEN DE INTERVENCIONES FINALES PROPUESTAS EN TRAMOS DE REHABILITACIÓN AVENIDA EL POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - MEDELLÍN												
Sector homomgéneo				Alter-nativa	Retiro de capas asfálticas / fresado cm	Mezcla asfáltica remanente considerada, cm	Tratamiento superficie actual o remanente después de fresar	Mezcla asfaltica			Espesor total (cm)	Incremento cota, (cm)
								Base	Rodadura			
Calzada	No.	Descripción	Abscisa					MAM-25	MSC-19 con fibra	SMA Tipo B		
Occidental	1W	Carrera 43A entre calle 10 y calle 5 Sur	K0+000 a K1+250	1	7.0	6.0	Parcheo fallos /sello grietas	6.0	5.0	-	11.0	4.0
				2	7.0	6.0		8.0	-	5.0	13.0	6.0
	2W	Carrera 43A entre calle 5 Sur y calle 7 Sur	K1+250 a K1+550	1	10.0	6.0	Parcheo fallos /sello grietas	6.0	5.0	-	11.0	1.0
				2	10.0	6.0		7.0	-	5.0	12.0	2.0
Oriental	1E	Carrera 43A entre calle 7 sur y calle 1 sur	K0+000 a K0+700	1	12.0	4.0	Parcheo fallos /sello grietas	9.0	6.0	-	15.0	3.0
				2	12.0	4.0		12.0	-	5.0	17.0	5.0
	2E	Carrera 43A entre calle 1 sur y calle 7D	K0+700 a K1+250	1	13.0	0.0	Retiro de mezcla remanente suelta y compactación superficial de granular. En sectores con mezcla remanente: parcheo de fallos y sello de grietas	12.0	9.0	-	21.0	8.0
				2	13.0	0.0		17.0	-	5.0	22.0	9.0
	3E	Carrera 43A entre calle 7D y Calle 10	K1+250 a K1+500	1	10.0	0.0	Retiro de mezcla remanente suelta y compactación superficial de granular. En sectores con mezcla remanente: parcheo de fallos y sello de grietas	10.0	9.0	-	19.0	9.0
				2	10.0	0.0		15.0	-	5.0	20.0	10.0

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para las actividades previstas, se atenderá todo lo enunciado en las Especificaciones generales de construcciones de carreteras del ***INVIAS 2022.*** *Se requieren diseños de mezclas actualizados, además se sugiere realizar la caracterización dinámica de la mezcla, que permita establecer su módulo y su ley de fatiga y realizar los ajustes que sean necesarios.*

Los materiales para usar en la estructura se identifican de la siguiente manera:

- *Mezcla asfáltica tipo MSC-19 con fibra, para rodadura para NT3, según Invías, artículo 450-22*

- *Mezcla asfáltica tipo MAM-25 como capa de base para NT3, según Invías, artículo 450-22*

- *Mezcla asfáltica SMA Tipo B como capa de rodadura, según protocolo AMAAC PA-CR 04/2015.*

Todos los materiales que se usen para la construcción de la estructura vial deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras del INVÍAS, versión 2022 para niveles de tránsito NT3 y se deberán realizar los controles allí exigidos, con la frecuencia normalizada.

Es necesario garantizar una rápida evacuación de las aguas superficiales en todas las etapas de la construcción, mediante la implementación de cunetas y obras provisionales que eviten el encharcamiento y la alteración de los materiales.

En la revisión realizada al diseño suministrado, identificado como CL-0625-25-623-01-06 Rev 0 del 23-05-2025, se han encontrado algunos aspectos, que esta consultoría considera, deben ser ajustados, tales como:

- *Revisión del tránsito de diseño*
- *Expresiones empleadas para establecer el módulo de las capas granulares y asfálticas.*
- *Parámetros de evaluación a partir de la metodología AASHTO-93*
- *Metodología empleada para determinar módulo resiliente de subrasante, número estructural efectivo, pues no es claro el uso de las deflexiones para este fin y no se presentan memorias de cálculo.*

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

- *Sectorización del tramo por condiciones estructurales evidenciadas.*
- *Ajuste de módulos de las mezclas para las condiciones de operación de la vía y materiales disponibles.*
- *Criterios de evaluación elástica, referentes a la fricción de capas granulares con subrasante, situación que cambia considerablemente los resultados de la deformación por compresión de la subrasante.*

Los resultados de los análisis realizados, muestran un vía afectada superficialmente, viéndose comprometida la capacidad estructural del pavimento en algunos sectores, lo cual se está reflejando en agrietamientos por fatiga, deformaciones y reparaciones, con severidad media y alta. Con base en esto, se plantea dentro de las recomendaciones de intervención, el retiro total o parcial de la carpeta asfáltica existente, según las condiciones encontradas en cada caso.

Se definen cinco (5) sectores homogéneos (dos para la calzada occidental y tres para la calzada oriental), de acuerdo a su condición estructural evidenciada, así:

Calzada Occidental:

- *Sector 1W: k0+000-k1+250. Avenida El Poblado entre calles 10 y 5 sur*
- *Sector 2W: k1+250-k1+550. Avenida El Poblado entre calles 5 sur y 7 sur*

Calzada Oriental:

- *Sector 1E: k0+000-K0+700. Avenida El Poblado entre calles 7 sur y 1 sur*
- *Sector 2E: k0+700-k1+250. Avenida El Poblado entre calles 1 sur y 7D*
- *Sector 3E: k01+250-k1+500. Avenida El Poblado entre calles 7D y 10*

El tránsito de diseño establecido, de 17'128,096 ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño para el período de diseño de 10 años, parece alto al contrastar con las observaciones directas de campo, por lo que se hace un análisis y una nueva evaluación con base en la información disponible, obteniendo un valor por calzada de 6'923,948.

Se analizan diferentes alternativas de intervención y se plantea como adecuadas: el refuerzo previo fresado de la capa superficial de mezcla asfáltica y reposición de mezclas, empleando SMA, MSC-19 con fibra y MAM-25, según lo solicitado.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Se recomienda realizar una evaluación de campo, previa a la intervención, donde se validen los espesores de las capas granulares y asfálticas presentes, encontradas en la exploración de campo del diseño existente, con el fin de minimizar la incertidumbre. Una situación especial se presenta con las bahía de la calzada, ya que estas han sido construidas en diferetentes momento, acorde con el desarro urbanístico del corredor. Se recomienda inspeccionarlas previamente a los trabajos y garantizar una estructura similar a la encontrada y diseñada para la calzada.

Se analizan diferentes alternativas de intervención y se plantea como adecuadas: el refuerzo previo fresado de la capa superficial de mezcla asfáltica y reposición de mezclas, empleando SMA, MSC-19 con fibra y MAM-25, según lo solicitado.

Debe tenerse en cuenta que se ha considerado un espesor de fresado promedio para cada tramo, sin embargo, algunos sectores pueden presentar algunos valores inferiores y puede exponerse el material granular existente. Cuando se presente esta situación, debe garantizarse que se mantienen las condiciones del material granular, evitando su humedecimiento.

También debe tenerse el cuidado de sellar las grietas y reparar los daños remanentes después de fresar. .

Dado que las alternativas planteadas, generan incrementos de cota, debe garantizarse una transición adecuada, excavando la estructura propuesta, en un desarrollo longitudinal de aproximadamente 10 metros, con el fin de no disminuir la estructura requerida para atender el tránsito previsto. Además, debe garantizarse el adecuado drenaje superficial de la vía, garantizando que el agua llega a las estructuras de drenaje existentes.

Tal como es bien sabido, los resultados obtenidos en el diseño, deben ser sólo una guía para el constructor, quien debe hacer los ajustes necesarios y oportunos, a medida que avanza el trabajo.

En el proceso de fresado y retiro de la capa asfáltica, se requiere revisar la superficie remanente después de realizar la actividad, garantizando que los daños que permanezcan sean tratados previamente a la colocación de nuevas mezclas mediante bacheos profundos y en caso de ser expuesta la grava, debe hacerse un trabajo de recompactación de la misma. En caso de que la superficie expuesta al realizar el fresado, presente desprendimiento de capas asfálticas remanentes delgadas, se

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

recomienda su retiro, dado que estas capas tan delgadas puede generar superficies débiles.

Adicionalmente, se sugiere revisar periódicamente la presencia de la capa de grava remanente, en el espesor considerado en el diseño, para lo cual se sugiere realizar exploraciones de campo previo al inicio del proceso de construcción.

De cualquier manera, las obras de pavimentación deberán precaver la acción del agua y evitar la alteración de los materiales que se expongan mediante los fresados, debido a la acción del agua y tránsito.

Se requieren todos los datos de producción actualizados, para asegurar que los materiales que se empleen cumplan los requisitos de calidad establecidos en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS 2022.

Antes de iniciar el trabajo de campo, deben definirse los ensayos y controles a realizar, la periodicidad, la forma de presentación, los responsables del trabajo y todo lo necesario, con el objeto de planear y coordinar personal y equipos, de tal forma que se obtengan rápidamente los datos necesarios.

La durabilidad de las mezclas asfáltica en rodadura no solo depende del diseño estructural adelantado, sino de las condiciones medioambientales, el tipo y calidad de los asfaltos utilizados, los cambios que pudiesen presentarse en el tipo y cargas permitidos para los vehículos en el tiempo y el mantenimiento de la vía principalmente.

El éxito de estos procesos radica en un control preciso de todos los parámetros involucrados, por lo que debe exigirse al constructor una infraestructura suficiente.

Los tramos en los que cambien las características de los materiales encontrados o los espesores de los mismos, deben ser revisados cuidadosamente, evaluando mediante ensayos de campo y laboratorio su comportamiento.

Cualquier cambio que se presente durante la ejecución de la obra, relacionado con los diseños ejecutados, deberá ser informado oportunamente a esta oficina, para realizar los ajustes a que haya lugar.

En caso de que se requiere tratar zonas mediante parcheos o bacheos, con o sin capas de pavimento continuas sobre ellos, se establecen las recomendaciones para realizar los parcheos estructurales:

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

- *La geometría de las zonas a intervenir debe ser de ángulos rectos y su tamaño debe ser tal que sea posible operar una máquina compactadora adecuada para los espesores a compactar, trabajando cómodamente.*

- *Las marcas deberán hacerse por fuera de las zonas falladas, por lo menos 0,30 metros, eliminando zonas débiles alrededor de los fallos.*

- *En lo posible, si hay fallos a lado y lado del eje, se recomienda tratar todo el ancho de la calzada.*

- *Se debe eliminar la grava de apoyo que se encuentre contaminada o excesivamente húmeda y remplazarla por materiales de base granular tipo Invias 2013. Si se definen pequeñas áreas y no puede lograrse el 100% de la densidad de la base granular, se recomienda colocar por lo menos 0,15 m de mezcla asfáltica.*

- *Cuando se tiene un espesor igual o menor a 0,15 metros en la caja del bacheo, se deberá rellenar totalmente con mezcla asfáltica apropiada.*

- *El control de calidad de los parcheos o bacheos, deberá incluir la extracción de núcleos para medición de espesores y densidad, conforme la norma Invias 2013. Esto debe hacerse antes de la colocación de las capas asfálticas continuas, cuando aplique.*

- *Especial tratamiento requieren los parcheos existentes y que ya presentan lesiones evidentes, pues será necesario establecer el motivo de la falla reiterada, antes de volver a incurrir en el mismo problema. Si se requiere deberá realizarse un apique y si no se encuentra el problema o no se autoriza un tratamiento seguro, sería preferible no adelantar el trabajo, dado la incertidumbre del comportamiento futuro.*

- *En general, deberán seguirse con detalle las Especificaciones Generales de Carreteras Invias 2022*

Todo lo anterior deberá ser confrontado y complementado con las observaciones de campo durante la construcción y en caso de situaciones no previstas en este informe, deberá avisarse a esta oficina.

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

7. LIMITACIONES

El presente estudio se basa en la información disponible al momento, tanto de tránsito como las exploraciones y mediciones realizadas y la información de las mezclas asfálticas a emplear. Cualquier cambio en dicha información implica cambios en los diseños.

La información de tránsito disponible data del año 2010, por lo que debe ser verificado en detalle su vigencia, lo que está por fuera del alcance de este estudio.

Las observaciones, opiniones y recomendaciones presentadas, se basan en la experiencia y conocimientos de los profesionales que apoyan este trabajo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Ara Inc, Eres Consultants Division (March 2004). Guide for mechanistic – empirical design of new and rehabilitated pavement structures. Final report, Part 2, Chapter 2, Champaign, Illinois.*
- *Instituto Nacional de Vías, Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, Segunda Ed. Bogotá, 2008.*
- *Instituto Nacional de Vías. Especificaciones generales para construcción de carreteras. Bogotá, 2022*
- *AASTHO, American Association of State Hiqhway and Transportation Officials. Guide for design of pavement structures 1993. Washington D.C., 1993*
- *Serrano Lean, Jorge. Auscultación de las características estructurales. Deflectómetros de impacto. Centro de Estudios de Carreteras, CEDEX, 2002*
- *Fernando Sánchez Sabogal, Fernando; Campagnoli Martínez, Sandra Ximena. Pavimentos asfálticos de carreteras: guía Práctica para los estudios y diseños.- Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2016.*

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

ANEXOS

A. DETERMINACIÓN DE MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE Y NÚMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO

B. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE CAPAS GRANULARES Y ASFÁLTICAS

C. VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

ANEXO A

DETERMINACIÓN DE MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE Y NÚMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

DEFLEXIONES MEDIDAS EN LA AVENIDA EL POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR

(c) ROAD SYSTEM 2018, Metric

Client Code:	Inteinsa Pavimentos S.A.S.									
Road number:	Malla vial Medellin									
Name of Client:	Inteinsa Pavimentos S.A.S.									
Districtnumber:	Medellin, Ant									
Road reference:	-									
Start reference:	K0+000									
Date [dd/mm/yy]:	21/03/2025									
FWD Number:	Evaltech [1109-445]									
Load plate radius [mm]	150									
	R(2)	R(3)	R(4)	R(5)	R(6)	R(7)	R(9)	R(11)	R(12)	R(14)
Radial offset [cm]	0	20	30	45	60	90	120	150	180	210
Tolerance [%]	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10
Correction [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filter ON:	60 Hz									

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
DEFLEXIONES MALLA VIAL MUNICPIO DE MEDELLÍN
AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL

Localización del punto		Coordenadas		Caída	Deflexiones (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Temperatura(°C)			Tiempo de Pulso (ms)	Observaciones
Carril	Abscisa	Latitud	Longitud		D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)			Sup.	Aire	Man		
Externo	K0+018	6.210418	-75.570630	1	252.2	218.5	195.9	152.8	112.1	89.3	60.8	45.6	35.5	26.6	42.25	597.8	24.3	24.4	26.8	26.0	
				2	252.5	218.8	196.2	153.6	104.8	89.9	61.6	46.2	36.2	27.1	42.01	594.3	24.3	24.4	26.8	25.8	
Externo	K0+100	6.209705	-75.570880	1	158.5	156.2	128.1	103.0	84.8	64.8	46.1	34.6	27.6	21.0	40.45	572.3	24.4	24.2	26.8	25.8	
				2	158.1	156.1	127.4	101.4	89.9	64.9	46.2	34.5	27.3	20.5	39.77	562.7	24.5	24.2	26.8	25.0	
Externo	K0+200	6.208870	-75.571155	1	119.8	115.1	90.9	69.6	49.6	44.7	33.4	25.3	19.6	13.6	40.54	573.5	24.3	24.4	26.8	25.3	
				2	115.7	108.8	87.3	65.9	49.7	43.3	31.3	24.0	17.9	12.0	39.25	555.3	24.3	24.4	26.8	25.8	
Externo	K0+300	6.207995	-75.571358	1	404.6	363.2	256.2	179.0	127.9	85.1	63.0	48.0	38.6	29.1	42.29	598.3	23.7	24.1	26.8	26.0	Dann Carlton
				2	391.1	361.6	255.4	178.6	127.2	86.7	62.5	48.8	39.1	29.3	41.98	593.8	23.7	24.1	26.8	25.5	
Externo	K0+400	6.207122	-75.571533	1	269.1	223.6	165.0	133.3	99.0	79.1	57.9	45.1	36.3	28.1	39.73	562.1	24.0	24.2	26.8	25.5	Librería Lerner
				2	261.8	215.0	160.6	129.3	86.9	75.8	55.5	42.5	34.0	25.8	39.16	554.0	24.0	24.2	26.8	26.0	
Externo	K0+501	6.206182	-75.571612	1	131.0	105.7	85.1	66.1	46.0	36.7	25.5	20.4	16.6	12.0	41.64	589.0	24.1	24.2	26.8	26.0	
				2	128.8	100.3	84.5	65.8	46.1	36.3	24.9	20.4	16.5	12.3	41.60	588.6	24.1	24.2	26.8	25.8	
Externo	K0+600	6.205305	-75.571478	1	233.1	221.0	174.7	137.9	97.1	70.1	46.8	34.6	26.2	18.6	40.65	575.1	24.2	24.4	26.8	26.0	
				2	229.1	216.4	172.7	136.5	93.2	69.6	46.4	34.5	26.1	18.5	40.49	572.8	24.2	24.4	26.8	25.8	
Externo	K0+703	6.204400	-75.571577	1	221.2	202.1	163.4	132.3	102.8	74.2	50.4	35.8	28.4	22.3	41.11	581.6	24.2	24.4	26.8	25.5	Notaría 11
				2	224.7	202.6	166.2	134.4	101.3	76.0	51.6	38.1	29.5	21.9	41.87	592.4	24.2	24.4	26.8	25.5	
Externo	K0+801	6.203538	-75.571787	1	166.9	140.6	130.1	116.1	96.2	75.7	51.0	33.7	24.2	16.5	41.22	583.2	24.3	24.3	26.8	25.5	
				2	167.5	147.3	134.1	119.5	97.7	78.2	51.9	34.9	24.9	17.3	42.78	605.1	24.3	24.3	26.8	25.5	
Externo	K0+900	6.202678	-75.572013	1	331.4	304.0	253.9	202.9	159.2	98.7	58.0	38.3	28.4	20.5	41.99	594.0	24.2	24.3	26.8	26.0	Colpensiones
				2	341.3	314.2	262.0	209.7	164.8	102.7	60.6	40.2	29.4	21.3	43.19	611.0	24.2	24.3	26.8	25.5	

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
DEFLEXIONES MALLA VIAL MUNICPIO DE MEDELLÍN
AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL

Localización del punto		Coordenadas			Deflexiones (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Temperatura(°C)			Tiempo de Pulso (ms)	Observaciones
Carril	Abscisa	Latitud	Longitud	Calda	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)			Sup.	Aire	Man		
Externo	K1+000	6.201840	-75.572290	1	231.2	216.2	178.5	144.2	108.9	79.3	53.0	39.5	30.6	22.3	42.25	597.7	24.4	24.7	26.8	25.5	Percimon
				2	237.1	205.5	171.8	139.2	107.3	76.6	51.6	39.1	30.1	21.8	40.99	579.8	24.4	24.7	26.8	25.5	
Externo	K1+100	6.200998	-75.572653	1	184.7	153.4	123.8	101.0	78.9	65.4	51.1	40.8	32.8	23.9	41.21	583.0	24.5	24.8	26.8	26.0	
				2	180.1	151.4	125.0	102.2	82.5	66.3	51.9	41.1	32.9	24.6	41.52	587.4	24.5	24.8	26.8	25.5	
Externo	K1+201	6.200247	-75.573123	1	147.5	138.2	127.0	112.9	94.7	76.8	56.8	42.6	33.1	23.8	41.50	587.1	24.3	24.8	26.8	26.0	Gran Casino
				2	159.9	144.4	132.4	117.6	97.6	80.6	59.0	44.8	34.7	25.2	42.88	606.6	24.3	24.8	26.8	25.5	
Externo	K1+300	6.199477	-75.573593	1	303.9	271.8	233.7	184.8	145.8	94.4	62.1	43.3	32.1	23.5	40.37	571.1	24.3	24.9	26.8	26.0	McDonalds
				2	338.4	291.7	246.8	195.3	152.2	99.5	65.3	46.1	34.7	25.9	43.11	609.8	24.2	24.9	26.8	25.8	
Externo	K1+400	6.198677	-75.573993	1	320.7	287.5	252.5	203.3	160.0	111.0	74.9	54.6	40.7	29.6	42.02	594.5	24.3	24.8	26.8	25.8	CC Oviedo
				2	308.8	272.4	243.8	196.4	156.3	108.5	72.8	50.9	38.5	27.5	40.84	577.8	24.3	24.7	26.8	26.3	
Externo	K1+500	6.197907	-75.574353	1	178.0	160.8	131.0	115.8	99.5	79.4	59.2	44.5	33.6	24.0	41.22	583.1	24.4	24.6	26.8	25.8	
				2	182.8	163.9	135.0	119.2	99.4	81.6	60.6	45.6	34.7	24.5	42.71	604.2	24.3	24.6	26.8	25.8	
Interno	K0+050	6.210125	-75.570722	1	178.5	158.6	131.8	101.9	83.6	59.6	42.1	32.2	24.6	17.8	42.62	603.0	24.3	23.6	26.8	25.3	Parque Poblado
				2	172.0	151.2	127.2	98.5	79.7	57.4	40.7	31.3	24.2	17.6	41.51	587.3	24.3	23.6	26.8	25.0	
Interno	K0+151	6.209270	-75.571033	1	176.0	153.7	141.3	114.7	103.5	72.3	50.1	36.9	27.3	18.7	41.00	580.0	24.4	23.7	26.8	25.8	
				2	182.4	163.5	146.1	119.0	102.4	75.6	52.4	38.4	28.5	20.1	42.27	598.0	24.3	23.7	26.8	25.5	
Interno	K0+250	6.208467	-75.571372	1	147.6	135.6	114.9	95.1	83.7	70.1	55.2	40.9	28.1	18.5	39.97	565.5	24.2	23.9	26.8	25.3	
				2	143.9	131.1	112.4	92.6	80.3	68.7	54.7	40.2	27.3	17.9	39.27	555.5	24.2	23.9	26.8	25.8	
Interno	K0+352	6.207605	-75.571518	1	225.0	205.2	193.0	165.8	148.3	111.7	81.5	58.5	42.7	29.6	41.29	584.2	24.0	23.8	26.8	25.8	
				2	220.6	201.1	189.3	162.4	141.6	109.8	80.1	58.0	42.4	29.2	40.91	578.7	24.0	23.8	26.8	25.8	
Interno	K0+450	6.206692	-75.571657	1	145.2	138.5	105.2	82.3	71.9	54.8	40.2	32.7	27.3	21.3	41.52	587.4	24.1	23.7	26.8	26.0	Viajes Molitur Corp
				2	141.0	130.8	103.8	81.5	70.2	53.7	40.1	32.5	27.0	21.2	40.97	579.7	24.1	23.7	26.8	25.5	
Interno	K0+551	6.205765	-75.571552	1	149.4	148.2	113.2	85.9	70.2	46.9	30.4	21.9	16.3	11.0	40.65	575.1	24.2	23.8	26.8	25.8	
				2	147.7	143.8	111.6	85.4	69.5	46.3	30.7	22.1	16.3	11.7	40.05	566.6	24.2	23.8	26.8	25.3	
Interno	K0+650	6.204922	-75.571477	1	158.7	159.7	124.4	100.1	85.5	63.9	45.4	34.3	26.2	19.0	39.41	557.6	24.0	23.5	26.8	25.8	
				2	158.1	159.2	128.5	102.5	88.3	65.5	46.7	35.3	27.1	19.7	41.18	582.5	23.9	23.5	26.8	25.3	
Interno	K0+750	6.204033	-75.571663	1	239.9	223.2	189.4	155.5	139.7	98.1	69.8	53.1	41.4	30.9	40.98	579.7	24.0	23.4	26.8	26.0	Global Seguros
				2	231.1	215.5	183.1	150.1	133.8	95.6	67.8	51.6	40.2	30.3	39.83	563.5	24.0	23.4	26.8	26.0	
Interno	K0+850	6.203165	-75.571907	1	292.9	280.9	213.1	160.2	129.7	81.3	54.2	40.5	31.8	23.5	41.47	586.6	24.1	23.4	26.8	26.0	BBVA
				2	278.0	269.9	209.4	157.4	127.6	80.4	54.5	40.3	31.7	23.4	40.84	577.8	24.1	23.4	26.8	25.3	
Interno	K0+950	6.202330	-75.572122	1	172.8	173.5	135.2	108.1	90.6	64.4	44.8	34.6	24.8	17.7	39.78	562.8	24.2	23.6	26.8	26.0	
				2	172.6	169.0	135.5	108.5	91.1	65.7	45.2	34.1	24.7	17.3	40.19	568.6	24.2	23.6	26.8	25.8	

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
DEFLEXIONES MALLA VIAL MUNICPIO DE MEDELLÍN
AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL

Localización del punto		Coordenadas		Calda	Deflexiones (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Temperatura(°C)			Tiempo de Pulso (ms)	Observaciones
Carril	Abscisa	Latitud	Longitud		D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)			Sup.	Aire	Man		
Interno	K1+050	6.201477	-75.572463	1	145.4	114.4	97.5	81.1	71.5	56.4	44.0	34.8	29.0	21.4	39.30	556.0	24.3	23.9	26.8	25.8	Almacen BoConcept
				2	147.9	119.9	99.8	82.7	71.0	58.1	45.0	36.1	29.6	22.1	40.40	571.6	24.3	23.9	26.8	25.8	
Interno	K1+159	6.200630	-75.572832	1	64.4	63.4	49.5	41.1	35.6	34.3	26.3	21.3	16.6	10.3	41.66	589.4	24.0	23.8	26.8	25.5	
				2	64.3	58.2	49.6	41.7	36.9	33.3	25.8	21.6	16.9	11.3	41.57	588.1	24.0	23.8	26.8	25.8	
Interno	K1+250	6.199932	-75.573257	1	158.4	146.0	121.8	95.6	79.7	58.0	39.9	29.0	21.1	13.9	39.81	563.2	24.2	23.7	26.8	25.5	
				2	163.3	147.4	125.6	99.2	81.8	60.2	41.8	30.2	22.1	14.4	41.20	582.9	24.1	23.7	26.8	25.8	
Interno	K1+350	6.199107	-75.573730	1	166.7	157.4	134.5	110.9	99.4	75.4	55.3	42.2	32.4	23.1	40.87	578.2	24.2	24.0	26.8	25.5	Bancoomeva
				2	167.8	158.2	135.4	112.2	98.8	75.8	55.6	42.7	33.0	23.8	41.26	583.6	24.2	24.0	26.8	25.5	
Interno	K1+451	6.198285	-75.574113	1	307.2	290.7	231.4	152.5	83.3	64.6	48.2	39.5	33.1	25.7	41.18	582.6	24.2	24.1	26.8	26.0	Almacen Carulla
				2	297.4	285.5	226.0	148.8	80.5	62.5	48.3	38.2	31.9	25.2	40.39	571.4	24.2	24.1	26.8	26.0	
Interno	K1+550	6.197512	-75.574578	1	536.8	400.1	287.9	192.1	141.9	79.0	53.8	39.0	30.1	22.0	42.70	604.0	24.3	23.9	26.8	26.0	Almacen Carulla
				2	514.1	370.3	277.9	185.2	133.3	77.2	52.4	38.2	29.3	21.4	41.21	583.1	24.3	23.9	26.8	26.3	

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
DEFLEXIONES MALLA VIAL MUNICPIO DE MEDELLÍN
AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 7 SUR Y CALLE 10 - CALZADA ORIENTAL

Localización del punto		Coordenadas		Calda	Deflexiones (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Temperatura(°C)			Tiempo de Pulso (ms)	Observaciones
Carril	Abscisa	Latitud	Longitud		D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)			Sup.	Aire	Man		
Externo	K0+000	6.197710	-75.574352	1	243.5	227.8	174.7	138.1	112.2	89.7	68.7	55.6	45.9	36.4	42.90	606.9	24.4	24.4	26.8	25.8	CC Santa Fe
				2	232.3	206.3	167.1	132.2	105.9	85.8	65.7	52.7	43.6	34.7	41.37	585.3	24.4	24.4	26.8	25.8	
Externo	K0+101	6.198482	-75.573918	1	298.6	271.0	256.9	227.9	202.3	156.6	116.4	83.9	55.7	37.3	40.71	576.0	24.1	23.7	26.8	25.5	
				2	297.1	273.6	257.6	228.2	197.8	156.4	116.2	83.4	55.3	36.3	40.64	574.9	24.1	23.7	26.8	25.5	
Externo	K0+200	6.199245	-75.573527	1	178.9	174.8	140.1	117.2	101.0	81.8	63.5	50.1	40.1	29.0	40.93	579.1	24.2	23.7	26.8	26.0	
				2	180.4	174.1	141.7	118.6	101.8	82.2	64.0	50.3	40.6	29.6	41.70	590.0	24.1	23.7	26.8	25.8	
Externo	K0+300	6.199960	-75.573088	1	159.7	145.2	134.6	116.6	97.4	71.2	48.3	33.3	22.4	15.0	43.21	611.3	24.1	23.8	26.8	25.8	Starbucks
				2	157.7	143.4	132.8	115.2	97.3	71.0	48.2	32.2	22.5	14.9	42.82	605.8	24.1	23.7	26.8	25.3	
Externo	K0+400	6.200835	-75.572655	1	134.5	118.3	94.2	75.8	60.5	44.1	32.7	26.0	20.6	15.3	41.38	585.5	24.0	24.0	26.8	25.8	Banco Occidente
				2	141.2	123.5	98.7	79.5	60.9	45.7	34.4	27.2	21.9	16.6	43.36	613.4	24.0	24.0	26.8	25.5	
Externo	K0+501	6.201675	-75.572270	1	504.6	425.5	376.9	288.9	224.5	124.9	68.7	41.7	28.6	20.7	41.65	589.2	24.2	24.2	26.8	26.0	Davivienda
				2	518.7	430.6	382.7	293.7	229.3	126.4	70.6	43.1	30.3	22.0	42.36	599.3	24.2	24.1	26.8	25.5	
Externo	K0+601	6.202523	-75.571988	1	135.3	126.6	110.4	97.5	82.3	68.3	52.8	43.1	35.3	26.6	41.10	581.4	24.3	24.1	26.8	26.0	Hotel Bambu
				2	132.8	122.8	108.3	95.9	78.2	66.6	52.7	42.6	34.7	26.6	40.88	578.3	24.3	24.1	26.8	26.0	

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
DEFLEXIONES MALLA VIAL MUNICPIO DE MEDELLÍN
AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 7 SUR Y CALLE 10 - CALZADA ORIENTAL

Localización del punto		Coordenadas			Deflexiones (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Temperatura(°C)			Tiempo de Pulso (ms)	Observaciones
Carril	Abscisa	Latitud	Longitud	Calda	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)			Sup.	Aire	Man		
Externo	K0+696	6.203368	-75.571743	1	415.6	407.6	313.5	250.1	206.7	131.6	89.9	65.2	51.2	38.7	41.21	583.0	24.3	24.3	26.8	26.3	Coordinadora
				2	417.0	407.8	324.5	259.4	215.3	138.9	94.0	68.4	53.3	40.4	43.11	609.9	24.3	24.3	26.8	26.0	
Externo	K0+803	6.204277	-75.571463	1	360.1	323.1	252.9	196.3	161.9	114.2	83.2	65.9	53.6	41.2	41.31	584.4	24.4	24.4	26.8	26.3	Zona Financiera
				2	395.0	328.2	257.2	200.5	165.9	116.6	86.1	67.6	54.5	42.4	42.23	597.5	24.4	24.4	26.8	26.3	
Externo	K0+900	6.205107	-75.571328	1	287.1	252.7	198.0	151.2	111.5	77.6	53.0	39.7	31.1	23.1	41.16	582.3	24.3	24.6	26.8	26.0	San Fernando Plaza
				2	290.8	237.9	202.4	154.4	114.9	79.5	54.2	40.2	31.3	23.1	41.96	593.6	24.2	24.5	26.8	26.0	
Externo	K1+000	6.206000	-75.571507	1	414.5	401.0	327.7	265.5	216.5	133.0	82.5	58.3	45.0	33.8	42.00	594.2	24.0	23.9	26.8	25.8	
				2	402.0	387.2	319.2	259.0	205.8	129.4	81.1	56.9	44.4	33.1	41.19	582.8	24.0	23.9	26.8	25.8	
Externo	K1+100	6.206892	-75.571470	1	227.9	199.3	178.7	145.5	120.9	82.0	56.6	41.9	30.6	21.9	40.61	574.5	23.9	23.7	26.8	25.8	Clinica Medellin
				2	231.5	201.6	181.1	147.5	120.5	82.5	57.3	40.9	31.8	22.5	41.50	587.2	23.9	23.7	26.8	25.8	
Externo	K1+200	6.207740	-75.571310	1	206.2	205.0	138.2	97.0	72.9	51.9	40.9	33.1	27.3	21.2	42.08	595.3	23.9	23.9	26.8	25.8	
				2	209.2	200.9	140.6	98.9	62.0	53.5	40.7	33.8	28.0	22.1	43.09	609.6	23.9	23.9	26.8	26.0	
Externo	K1+300	6.208622	-75.571147	1	183.3	182.9	140.0	116.2	96.4	74.2	57.1	47.2	40.0	31.2	42.21	597.2	24.0	23.6	26.8	25.8	Ball Hotel
				2	172.7	172.7	132.6	110.2	89.5	69.3	53.7	45.2	39.2	30.5	40.03	566.3	23.9	23.6	26.8	25.5	
Externo	K1+400	6.209468	-75.570830	1	108.6	110.3	84.0	72.7	58.1	46.8	34.6	26.7	21.0	14.7	42.32	598.7	24.0	23.8	26.8	25.8	Davivienda
				2	107.9	108.3	83.3	72.1	59.5	46.3	34.1	26.8	21.4	14.5	41.89	592.6	24.0	23.8	26.8	25.8	
Externo	K1+500	6.210360	-75.570483	1	274.8	248.3	201.0	153.0	118.2	72.8	49.4	38.5	31.3	24.5	42.14	596.1	24.1	24.0	26.8	25.8	
				2	279.3	265.9	203.8	155.3	115.5	74.4	50.7	39.0	32.0	25.1	43.31	612.7	24.1	24.0	26.8	26.0	
Interno	K0+051	6.198052	-75.574172	1	167.4	157.4	133.4	106.8	91.7	74.3	52.2	36.0	23.7	12.4	40.21	568.8	24.4	24.1	26.8	25.8	FL
				2	168.6	155.0	133.9	107.4	96.2	74.6	53.0	36.0	22.9	11.8	40.65	575.0	24.4	24.1	26.8	26.0	
Interno	K0+150	6.198833	-75.573765	1	127.7	126.7	101.4	78.4	72.2	55.4	40.4	29.8	22.0	13.8	40.52	573.2	24.3	24.2	26.8	25.8	Rio Sur
				2	123.0	117.6	97.5	75.5	68.6	53.3	38.7	28.5	20.8	13.3	39.25	555.2	24.3	24.2	26.8	25.5	
Interno	K0+251	6.199610	-75.573348	1	131.0	128.3	101.7	78.1	71.7	53.5	40.7	30.7	24.2	17.6	40.43	571.9	24.3	24.2	26.8	26.0	Farmatodo
				2	130.3	118.7	101.0	77.4	68.1	53.7	39.4	31.0	24.3	17.7	40.48	572.7	24.2	24.2	26.8	25.3	
Interno	K0+350	6.200385	-75.572890	1	165.5	153.6	122.9	87.1	73.6	53.8	38.3	28.6	21.5	14.6	41.19	582.7	24.0	24.2	26.8	25.5	Hollywod Casino
				2	160.2	144.8	118.8	84.5	70.0	51.9	36.9	27.8	20.9	14.3	39.94	565.1	24.0	24.2	26.8	25.5	
Interno	K0+450	6.201213	-75.572467	1	167.5	154.9	143.2	116.9	102.7	67.5	42.0	28.6	21.3	15.1	40.18	568.4	24.0	24.3	26.8	26.0	Porvenir - Ktronix
				2	162.6	150.9	139.2	113.0	103.5	67.7	41.7	28.8	21.5	15.2	39.19	554.4	24.0	24.3	26.8	26.0	
Interno	K0+550	6.202077	-75.572157	1	64.2	64.3	46.0	34.2	31.0	28.7	21.0	16.6	12.2	7.9	39.95	565.2	24.0	24.1	26.8	25.3	La Strada
				2	64.2	61.1	45.6	34.1	32.5	28.3	20.6	16.1	12.0	7.6	39.66	561.1	24.0	24.1	26.8	25.8	
Interno	K0+650	6.202913	-75.571830	1	78.1	78.5	58.5	43.2	36.9	34.9	26.9	22.2	18.1	12.9	40.08	567.0	24.2	24.3	26.8	25.8	Cruz Verde+
				2	75.7	73.9	57.2	40.3	37.1	34.8	26.3	22.0	17.7	12.6	39.65	560.9	24.1	24.3	26.8	25.8	

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
DEFLEXIONES MALLA VIAL MUNICPIO DE MEDELLÍN
AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 7 SUR Y CALLE 10 - CALZADA ORIENTAL

Localización del punto		Coordenadas		Caída	Deflexiones (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Temperatura(°C)			Tiempo de Pulso (ms)	Observaciones
Carril	Abscisa	Latitud	Longitud		D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)			Sup.	Aire	Man		
Interno	K0+751	6.203795	-75.571627	1	602.5	525.7	472.1	359.0	304.8	198.1	134.3	96.6	74.7	57.0	39.49	558.7	24.3	24.3	26.8	26.5	MedPlus
				2	611.7	534.7	480.1	367.4	312.0	202.8	138.2	99.2	76.0	57.9	40.24	569.3	24.3	24.3	26.8	26.3	
Interno	K0+851	6.204643	-75.571433	1	260.1	251.7	224.3	187.8	172.5	136.0	96.5	64.8	40.4	21.3	40.67	575.3	24.3	24.3	26.8	26.3	DHL
				2	251.9	235.5	217.1	183.3	168.3	132.2	93.6	63.6	38.8	21.0	39.43	557.8	24.2	24.3	26.8	26.0	
Interno	K0+950	6.205545	-75.571490	1	211.2	189.3	170.3	133.4	114.0	79.6	53.9	38.6	28.5	20.2	39.92	564.7	24.2	24.4	26.8	25.8	
				2	221.3	197.4	177.2	138.4	121.8	83.0	56.6	40.7	29.9	21.7	41.59	588.4	24.2	24.4	26.8	26.0	
Interno	K1+081	6.206697	-75.571512	1	315.8	274.5	204.2	137.5	111.0	68.0	41.9	27.7	21.8	17.4	41.83	591.7	24.0	23.9	26.8	25.3	Vehiculo estacionado
				2	314.3	273.5	203.7	138.8	112.2	68.5	42.0	27.6	21.9	17.6	41.62	588.8	24.0	23.9	26.8	25.8	
Interno	K1+150	6.207253	-75.571397	1	451.5	363.1	258.4	177.8	142.5	84.9	55.9	41.6	33.4	24.9	42.84	606.1	24.0	23.9	26.8	26.3	Dann Carlton
				2	423.0	345.8	247.2	169.8	135.3	81.1	54.2	40.1	31.3	23.7	41.36	585.2	24.0	23.9	26.8	25.8	
Interno	K1+249	6.208173	-75.571285	1	159.1	147.9	107.3	73.4	62.7	48.8	37.6	30.4	25.6	17.5	38.91	550.5	24.1	23.8	26.8	25.8	DC - FL
				2	161.3	146.7	108.9	76.7	65.5	52.1	41.1	34.2	29.0	21.7	38.68	547.3	24.1	23.8	26.8	25.5	
Interno	K1+351	6.209037	-75.570975	1	99.8	94.1	81.2	66.1	60.3	43.4	34.2	27.2	22.4	14.6	40.50	572.9	24.1	23.7	26.8	26.0	
				2	96.9	94.5	79.0	63.4	58.5	41.6	33.7	26.9	21.6	15.0	39.49	558.6	24.0	23.7	26.8	25.3	
Interno	K1+450	6.209918	-75.570703	1	244.6	214.9	152.4	109.5	88.2	63.4	46.0	34.8	27.7	20.4	41.60	588.5	23.8	23.7	26.8	26.0	
				2	247.7	212.7	151.7	109.5	88.6	61.5	46.0	34.4	27.8	20.8	41.66	589.3	23.8	23.7	26.8	26.0	

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

DEFLEXIONES NORMALIZADAS POR CARGA Y TEMPERATURA

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL

DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 40KN Y 20°C
MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL

Localización		Deflexiones sin normalizar (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Carga estándar de normalización (kN)	Deflexiones normalizadas por carga (µm)										Temperatura(°C)			Temperatura Pav. (°F)	Temperatura de normalización (°C)	Espesor mezcla asfáltica (cm)	Factor de corección por temperatura	Deflexiones máximas normalizadas por carga y temperatura (µm)
Abscisa	Carril	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)				D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)	Sup.	Aire	Man.					D(1)
K0+018	Externo	252.5	218.8	196.2	153.6	104.8	89.9	61.6	46.2	36.2	27.1	42.01	594.3	40.0	240.4	208.4	186.8	146.3	99.8	85.6	58.7	43.9	34.4	25.8	24.3	24.4	26.8	80	20	16.0	0.902	216.9
K0+050	Interno	172.0	151.2	127.2	98.5	79.7	57.4	40.7	31.3	24.2	17.6	41.51	587.3	40.0	165.7	145.7	122.6	94.9	76.8	55.3	39.3	30.1	23.3	16.9	24.3	23.6	26.8	80	20	16.0	0.902	149.5
K0+100	Externo	158.1	156.1	127.4	101.4	89.9	64.9	46.2	34.5	27.3	20.5	39.77	562.7	40.0	159.0	157.0	128.1	102.0	90.4	65.3	46.5	34.7	27.4	20.6	24.5	24.2	26.8	80	20	16.0	0.902	143.5
K0+151	Interno	182.4	163.5	146.1	119.0	102.4	75.6	52.4	38.4	28.5	20.1	42.27	598.0	40.0	172.6	154.7	138.2	112.6	96.9	71.5	49.6	36.4	27.0	19.0	24.3	23.7	26.8	80	20	16.0	0.902	155.8
K0+200	Externo	115.7	108.8	87.3	65.9	49.7	43.3	31.3	24.0	17.9	12.0	39.25	555.3	40.0	117.9	110.9	89.0	67.1	50.7	44.1	31.8	24.5	18.2	12.3	24.3	24.4	26.8	80	20	16.0	0.902	106.4
K0+250	Interno	143.9	131.1	112.4	92.6	80.3	68.7	54.7	40.2	27.3	17.9	39.27	555.5	40.0	146.6	133.5	114.5	94.3	81.8	70.0	55.8	41.0	27.8	18.2	24.2	23.9	26.8	80	20	16.0	0.902	132.3
K0+300	Externo	391.1	361.6	255.4	178.6	127.2	86.7	62.5	48.8	39.1	29.3	41.98	593.8	40.0	372.7	344.6	243.3	170.2	121.2	82.6	59.6	46.5	37.2	27.9	23.7	24.1	26.8	80	20	5.5	0.952	354.6
K0+352	Interno	220.6	201.1	189.3	162.4	141.6	109.8	80.1	58.0	42.4	29.2	40.91	578.7	40.0	215.8	196.7	185.1	158.8	138.4	107.3	78.3	56.7	41.4	28.6	24.0	23.8	26.8	80	20	5.5	0.952	205.3
K0+400	Externo	261.8	215.0	160.6	129.3	86.9	75.8	55.5	42.5	34.0	25.8	39.16	554.0	40.0	267.4	219.6	164.0	132.1	88.8	77.5	56.7	43.4	34.7	26.4	24.0	24.2	26.8	80	20	11.1	0.920	245.9
K0+450	Interno	141.0	130.8	103.8	81.5	70.2	53.7	40.1	32.5	27.0	21.2	40.97	579.7	40.0	137.7	127.7	101.3	79.6	68.6	52.5	39.2	31.8	26.4	20.7	24.1	23.7	26.8	80	20	11.1	0.920	126.6
K0+501	Externo	128.8	100.3	84.5	65.8	46.1	36.3	24.9	20.4	16.5	12.3	41.60	588.6	40.0	123.8	96.4	81.3	63.3	44.4	34.9	24.0	19.6	15.9	11.9	24.1	24.2	26.8	80	20	16.0	0.902	111.7
K0+551	Interno	147.7	143.8	111.6	85.4	69.5	46.3	30.7	22.1	16.3	11.7	40.05	566.6	40.0	147.5	143.6	111.4	85.3	69.4	46.3	30.6	22.1	16.3	11.7	24.2	23.8	26.8	80	20	16.0	0.902	133.1
K0+600	Externo	229.1	216.4	172.7	136.5	93.2	69.6	46.4	34.5	26.1	18.5	40.49	572.8	40.0	226.3	213.8	170.6	134.8	92.1	68.7	45.8	34.1	25.7	18.3	24.2	24.4	26.8	80	20	20.0	0.888	201.1
K0+650	Interno	158.1	159.2	128.5	102.5	88.3	65.5	46.7	35.3	27.1	19.7	41.18	582.5	40.0	153.6	154.6	124.8	99.6	85.8	63.6	45.4	34.3	26.3	19.1	23.9	23.5	26.8	80	20	20.0	0.888	136.4
K0+703	Externo	224.7	202.6	166.2	134.4	101.3	76.0	51.6	38.1	29.5	21.9	41.87	592.4	40.0	214.6	193.6	158.8	128.3	96.7	72.6	49.3	36.4	28.2	20.9	24.2	24.4	26.8	80	20	13.1	0.913	195.9
K0+750	Interno	231.1	215.5	183.1	150.1	133.8	95.6	67.8	51.6	40.2	30.3	39.83	563.5	40.0	232.1	216.5	183.9	150.7	134.3	96.0	68.1	51.9	40.3	30.5	24.0	23.4	26.8	80	20	13.1	0.913	211.8
K0+801	Externo	167.5	147.3	134.1	119.5	97.7	78.2	51.9	34.9	24.9	17.3	42.78	605.1	40.0	156.6	137.7	125.4	111.7	91.4	73.1	48.5	32.6	23.3	16.2	24.3	24.3	26.8	80	20	13.1	0.913	142.9
K0+850	Interno	278.0	269.9	209.4	157.4	127.6	80.4	54.5	40.3	31.7	23.4	40.84	577.8	40.0	272.3	264.3	205.1	154.2	124.9	78.7	53.4	39.5	31.0	22.9	24.1	23.4	26.8	80	20	15.0	0.906	246.6
K0+900	Externo	341.3	314.2	262.0	209.7	164.8	102.7	60.6	40.2	29.4	21.3	43.19	611.0	40.0	316.1	291.0	242.6	194.2	152.6	95.2	56.1	37.2	27.2	19.7	24.2	24.3	26.8	80	20	15.0	0.906	286.3
K0+950	Interno	172.6	169.0	135.5	108.5	91.1	65.7	45.2	34.1	24.7	17.3	40.19	568.6	40.0	171.8	168.2	134.8	108.0	90.6	65.4	45.0	33.9	24.6	17.2	24.2	23.6	26.8	80	20	16.0	0.902	155.0
K1+000	Externo	237.1	205.5	171.8	139.2	107.3	76.6	51.6	39.1	30.1	21.8	40.99	579.8	40.0	231.4	200.6	167.7	135.9	104.7	74.8	50.3	38.1	29.3	21.3	24.4	24.7	26.8	80	20	12.9	0.913	211.4
K1+050	Interno	147.9	113.9	99.8	82.7	71.0	58.1	45.0	36.1	29.6	22.1	40.40	571.6	40.0	146.5	112.7	98.8	81.9	70.3	57.5	44.5	35.8	29.3	21.9	24.3	23.9	26.8	80	20	12.9	0.913	133.7
K1+100	Externo	180.1	151.4	125.0	102.2	82.5	66.3	51.9	41.1	32.9	24.6	41.52	587.4	40.0	173.5	145.8	120.5	98.4	79.4	63.9	50.0	39.6	31.7	23.7	24.5	24.8	26.8	80	20	12.9	0.913	158.4
K1+159	Interno	64.3	58.2	49.6	41.7	36.9	33.3	25.8	21.6	16.9	11.3	41.57	588.1	40.0	61.8	56.0	47.8	40.1	35.5	32.1	24.8	20.7	16.3	10.9	24.0	23.8	26.8	80	20	12.9	0.913	56.5
K1+201	Externo	159.9	144.4	132.4	117.6	97.6	80.6	59.0	44.8	34.7	25.2	42.88	606.6	40.0	149.2	134.7	123.6	109.7	91.1	75.2	55.1	41.8	32.3	23.5	24.3	24.8	26.8	80	20	21.6	0.886	132.2
K1+250	Interno	163.3	147.4	125.6	99.2	81.8	60.2	41.8	30.2	22.1	14.4	41.20	582.9	40.0	158.6	143.1	122.0	96.3	79.4	58.4	40.6	29.3	21.5	14.0	24.1	23.7	26.8	80	20	16.2	0.902	143.0
K1+300	Externo	338.4	291.7	246.8	195.3	152.2	99.5	65.3	46.1	34.7	25.9	43.11	609.8	40.0	314.0	270.7	229.0	181.2	141.3	92.4	60.6	42.7	32.2	24.0	24.2	24.9	26.8	80	20	16.2	0.902	283.1
K1+350	Interno	167.8	158.2	135.4	112.2	98.8	75.8	55.6	42.7	33.0	23.8	41.26	583.6	40.0	162.7	153.3	131.3	108.8	95.8	73.5	53.9	41.4	32.0	23.1	24.2	24.0	26.8	80	20	16.2	0.902	146.7
K1+400	Externo	308.8	272.4	243.8	196.4	156.3	108.5	72.8	50.9	38.5	27.5	40.84	577.8	40.0	302.4	266.8	238.8	192.4	153.1	106.2	71.3	49.9	37.8	26.9	24.3	24.7	26.8	80	20	16.2	0.902	272.7
K1+451	Interno	297.4	285.5	226.0	148.8	80.5	62.5	48.3	38.2	31.9	25.2	40.39	571.4	40.0	294.5	282.7	223.8	147.4	79.7	61.9	47.8	37.8	31.6	25.0	24.2	24.1	26.8	80	20	17.0	0.899	264.7
K1+500	Externo	182.8	163.9	135.0	119.2	99.4	81.6	60.6	45.6	34.7	24.5	42.71	604.2	40.0	171.2	153.6	126.4	111.7	93.1	76.5	56.8	42.7	32.5	22.9	24.3	24.6	26.8	80	20	17.0	0.899	153.9
K1+550	Interno	514.1	370.3	277.9	185.2	133.3	77.2	52.4	38.2	29.3	21.4	41.21	583.1	40.0	499.0	359.4	269.7	179.8	129.4	74.9	50.9	37.1	28.4	20.7	24.3	23.9	26.8	80	20	17.0	0.899	448.5

MEDICIÓN DE DEFLEXIONES
MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 7 SUR Y CALLE 10 - CALZADA ORIENTAL

Localización		Deflexiones sin normalizar (µm)										Carga kN	Esfuerzo kPa	Carga estándar de normalización (kN)
Abscisa	Carril	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)			
K0+000	Externo	232.3	206.3	167.1	132.2	105.9	85.8	65.7	52.7	43.6	34.7	41.37	585.3	40.0
K0+051	Interno	168.6	155.0	133.9	107.4	96.2	74.6	53.0	36.0	22.9	11.8	40.65	575.0	40.0
K0+101	Externo	297.1	273.6	257.6	228.2	197.8	156.4	116.2	83.4	55.3	36.3	40.64	574.9	40.0
K0+150	Interno	123.0	117.6	97.5	75.5	68.6	53.3	38.7	28.5	20.8	13.3	39.25	555.2	40.0
K0+200	Externo	180.4	174.1	141.7	118.6	101.8	82.2	64.0	50.3	40.6	29.6	41.70	590.0	40.0
K0+251	Interno	130.3	118.7	101.0	77.4	68.1	53.7	39.4	31.0	24.3	17.7	40.48	572.7	40.0
K0+300	Externo	157.7	143.4	132.8	115.2	97.3	71.0	48.2	32.2	22.5	14.9	42.82	605.8	40.0
K0+350	Interno	160.2	144.8	118.8	84.5	70.0	51.9	36.9	27.8	20.9	14.3	39.94	565.1	40.0
K0+400	Externo	141.2	123.5	98.7	79.5	60.9	45.7	34.4	27.2	21.9	16.6	43.36	613.4	40.0
K0+450	Interno	162.6	150.9	139.2	113.0	103.5	67.7	41.7	28.8	21.5	15.2	39.19	554.4	40.0
K0+501	Externo	518.7	430.6	382.7	293.7	229.3	126.4	70.6	43.1	30.3	22.0	42.36	599.3	40.0
K0+550	Interno	64.2	61.1	45.6	34.1	32.5	28.3	20.6	16.1	12.0	7.6	39.66	561.1	40.0
K0+601	Externo	132.8	122.8	108.3	95.9	78.2	66.6	52.7	42.6	34.7	26.6	40.88	578.3	40.0
K0+650	Interno	75.7	73.9	57.2	40.3	37.1	34.8	26.3	22.0	17.7	12.6	39.65	560.9	40.0
K0+696	Externo	417.0	407.8	324.5	259.4	215.3	138.9	94.0	68.4	53.3	40.4	43.11	609.9	40.0
K0+751	Interno	611.7	534.7	480.1	367.4	312.0	202.8	138.2	99.2	76.0	57.9	40.24	569.3	40.0
K0+803	Externo	395.0	328.2	257.2	200.5	165.9	116.6	86.1	67.6	54.5	42.4	42.23	597.5	40.0
K0+851	Interno	251.9	235.5	217.1	183.3	168.3	132.2	93.6	63.6	38.9	21.0	39.43	557.8	40.0
K0+900	Externo	290.8	237.9	202.4	154.4	114.9	79.5	54.2	40.2	31.3	23.1	41.96	593.6	40.0
K0+950	Interno	221.3	197.4	177.2	138.4	121.8	83.0	56.6	40.7	29.9	21.7	41.59	588.4	40.0
K1+000	Externo	402.0	387.2	319.2	259.0	205.8	129.4	81.1	56.9	44.4	33.1	41.19	582.8	40.0
K1+081	Interno	314.3	273.5	203.7	138.8	112.2	68.5	42.0	27.6	21.9	17.6	41.62	588.8	40.0
K1+100	Externo	231.5	201.6	181.1	147.5	120.5	82.5	57.3	40.9	31.8	22.5	41.50	587.2	40.0
K1+150	Interno	423.0	345.8	247.2	169.8	135.3	81.1	54.2	40.1	31.3	23.7	41.36	585.2	40.0
K1+200	Externo	209.2	200.9	140.6	98.9	62.0	53.5	40.7	33.8	28.0	22.1	43.09	609.6	40.0
K1+249	Interno	161.3	146.7	108.9	76.7	65.5	52.1	41.1	34.2	29.0	21.7	38.68	547.3	40.0
K1+300	Externo	172.7	172.7	132.6	110.2	89.5	69.3	53.7	45.2	39.2	30.5	40.03	566.3	40.0
K1+351	Interno	96.9	94.5	79.0	63.4	58.5	41.6	33.7	26.9	21.6	15.0	39.49	558.6	40.0
K1+400	Externo	107.9	108.3	83.3	72.1	59.5	46.3	34.1	26.8	21.4	14.5	41.89	592.6	40.0
K1+450	Interno	247.7	212.7	151.7	109.5	88.6	61.5	46.0	34.4	27.8	20.8	41.66	589.3	40.0
K1+500	Externo	279.3	265.9	203.8	155.3	115.5	74.4	50.7	39.0	32.0	25.1	43.31	612.7	40.0

DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 40KN Y 20°C
MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 7 SUR Y CALLE 10 - CALZADA ORIENTAL

Deflexiones normalizadas por carga (µm)											Temperatura(°C)			Temperatura Pav. (°F)	Temperatura de normalización (°C)	Espesor mezcla asfáltica (cm)	Factor de corección por temperatura	Deflexiones máximas normalizadas por carga y temperatura (µm)
D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(9)	D(11)	D(12)	D(14)	Sup.	Aire	Man.					D(1)
224.6	199.4	161.5	127.9	102.4	82.9	63.6	51.0	42.1	33.5	24.4	24.4	26.8	80	20	18.0	0.895	201.1
166.0	152.5	131.8	105.7	94.7	73.4	52.1	35.4	22.5	11.6	24.4	24.1	26.8	80	20	18.0	0.895	148.6
292.4	269.3	253.6	224.6	194.7	154.0	114.3	82.1	54.5	35.8	24.1	23.7	26.8	80	20	6.0	0.948	277.4
125.4	119.8	99.9	77.0	69.9	54.3	39.4	29.1	21.2	13.5	24.3	24.2	26.8	80	20	24.3	0.883	110.7
173.1	167.0	135.9	113.8	97.6	78.8	61.4	48.3	39.0	28.3	24.1	23.7	26.8	80	20	24.3	0.883	152.9
128.8	117.3	99.8	76.4	67.3	53.0	38.9	30.7	24.0	17.5	24.2	24.2	26.8	80	20	24.3	0.883	113.8
147.3	134.0	124.1	107.6	90.9	66.3	45.0	30.1	21.0	13.9	24.1	23.7	26.8	80	20	17.9	0.896	131.9
160.4	145.0	118.9	84.6	70.1	52.0	36.9	27.8	20.9	14.3	24.0	24.2	26.8	80	20	17.9	0.896	143.6
130.3	114.0	91.1	73.4	56.2	42.2	31.8	25.1	20.2	15.3	24.0	24.0	26.8	80	20	17.9	0.896	116.7
165.9	154.0	142.1	115.4	105.6	69.1	42.6	29.4	22.0	15.5	24.0	24.3	26.8	80	20	16.0	0.902	149.7
489.7	406.6	361.4	277.4	216.5	119.3	66.6	40.7	28.6	20.8	24.2	24.1	26.8	80	20	16.0	0.902	441.9
64.8	61.6	46.0	34.3	32.8	28.5	20.7	16.2	12.1	7.7	24.0	24.1	26.8	80	20	22.0	0.886	57.4
129.9	120.2	106.0	93.8	76.5	65.2	51.6	41.7	34.0	26.0	24.3	24.1	26.8	80	20	22.0	0.886	115.1
76.4	74.5	57.7	40.7	37.5	35.1	26.5	22.2	17.8	12.7	24.1	24.3	26.8	80	20	22.0	0.886	67.7
386.9	378.4	301.1	240.7	199.8	128.9	87.3	63.5	49.5	37.5	24.3	24.3	26.8	80	20	13.9	0.910	352.0
608.0	531.5	477.2	365.2	310.1	201.6	137.4	98.6	75.6	57.6	24.3	24.3	26.8	80	20	13.9	0.910	553.1
374.1	310.8	243.6	189.9	157.1	110.5	81.5	64.0	51.6	40.1	24.4	24.4	26.8	80	20	13.9	0.910	340.3
255.5	238.9	220.2	186.0	170.7	134.1	95.0	64.5	39.3	21.3	24.2	24.3	26.8	80	20	16.7	0.900	229.9
277.2	226.8	193.0	147.7	109.5	75.8	51.6	38.4	29.8	22.0	24.2	24.5	26.8	80	20	16.7	0.900	249.5
212.8	189.9	170.4	133.1	117.1	79.8	54.4	39.2	28.7	20.9	24.2	24.4	26.8	80	20	16.7	0.900	191.5
390.3	376.0	310.0	251.5	199.8	125.6	78.7	55.3	43.1	32.1	24.0	23.9	26.8	80	20	16.7	0.900	351.3
302.1	262.9	195.8	133.4	107.8	65.8	40.3	26.6	21.1	16.9	24.0	23.9	26.8	80	20	18.0	0.895	270.5
223.1	194.3	174.5	142.1	116.2	79.5	55.2	39.4	30.7	21.7	23.9	23.7	26.8	80	20	18.0	0.895	199.8
409.0	334.4	239.0	164.2	130.8	78.4	52.5	38.8	30.3	22.9	24.0	23.9	26.8	80	20	18.0	0.895	366.2
194.2	186.5	130.6	91.8	57.6	49.7	37.8	31.4	26.0	20.5	23.9	23.9	26.8	80	20	18.0	0.895	173.9
166.8	151.7	112.6	79.3	67.7	53.9	42.5	35.3	30.0	22.5	24.1	23.8	26.8	80	20	18.0	0.895	149.3
172.6	172.6	132.5	110.2	89.5	69.3	53.7	45.2	39.2	30.5	23.9	23.6	26.8	80	20	12.7	0.914	157.8
98.2	95.7	80.1	64.2	59.3	42.2	34.2	27.2	21.9	15.2	24.0	23.7	26.8	80	20	9.0	0.930	91.3
103.1	103.4	79.5	68.8	56.8	44.2	32.6	25.6	20.4	13.9	24.0	23.8	26.8	80	20	9.0	0.930	95.8
237.9	204.2	145.6	105.1	85.1	59.0	44.1	33.0	26.7	19.9	23.8	23.7	26.8	80	20	22.9	0.885	210.5
258.0	245.6	188.2	143.4	106.7	68.7	46.8	36.0	29.5	23.2	24.1	24.0	26.8	80	20	22.9	0.885	228.3

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE Y NÚMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE - MÓDULO EFECTIVO DEL PAVIMENTO - NÚMERO ESTRUCTURAL EXISTENTE
MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL

Localización		Espesor carpeta (cm)	Espesor granulares (cm)	Espesor estructura pavimento D (pulg)	do (µm)	r (cm)	dr (µm)	Carga Aplicada P (lbf)	r (pulg)	dr (pulg)	µ Subrasante	MR Retrocálculo (psi)	do (pulg)	a (pulg)	p (psi)	Ep (psi)	Módulo resiliente de la subrasante corregido			SN AASHTO	VERIFICACIÓN ae (pulg)	0.7 ae (pulg)	0.7 ae (cm)	Cumple r ≥ 0.7 ae
Carril	Abscisa																MR (Psi)	MR (kg/cm2)	MR (MPa)					
Externo	K0+018	16.0	35.0	20.08	227.8	90	89.9	9444.41	35.43	0.003540	0.45	19112.8	0.008970	5.91	86.20	165691.5	6689.5	470.3	46.1	4.96	41.67	29.17	74.09	SI
Interno	K0+050	16.0	35.0	20.08	155.2	90	57.4	9332.57	35.43	0.002258	0.45	29612.4	0.006110	5.91	85.18	229236.0	10364.3	728.7	71.5	5.53	40.16	28.11	71.40	SI
Externo	K0+100	16.0	35.0	20.08	142.7	90	64.9	8941.65	35.43	0.002555	0.45	25067.8	0.005618	5.91	81.61	279777.6	8773.7	616.9	60.5	5.91	45.26	31.68	80.47	SI
Interno	K0+151	16.0	35.0	20.08	164.6	90	75.6	9502.39	35.43	0.002976	0.45	22877.9	0.006481	5.91	86.73	259693.2	8007.3	563.0	55.2	5.76	45.51	31.86	80.92	SI
Externo	K0+200	16.0	35.0	20.08	104.4	90	43.3	8823.98	35.43	0.001704	0.45	37103.8	0.004110	5.91	80.54	350669.0	12986.3	913.0	89.5	6.37	42.86	30.00	76.21	SI
Interno	K0+250	16.0	35.0	20.08	129.9	90	68.7	8827.52	35.43	0.002706	0.45	23367.4	0.005114	5.91	80.57	345932.4	8178.6	575.0	56.4	6.34	49.65	34.76	88.29	SI
Externo	K0+300	5.5	59.5	25.59	372.1	90	86.7	9436.61	35.43	0.003415	0.45	19799.5	0.014652	5.91	86.13	67185.6	6929.8	487.2	47.8	4.68	38.91	27.23	69.17	SI
Interno	K0+352	5.5	59.5	25.59	210.0	120	80.1	9196.14	47.24	0.003154	0.45	15068.5	0.008266	5.91	83.93	171498.0	5484.0	385.6	37.8	6.40	57.12	39.99	101.57	SI
Externo	K0+400	11.1	42.0	20.91	240.8	90	75.8	8803.66	35.43	0.002986	0.45	21122.3	0.009479	5.91	80.35	122217.1	7392.8	519.8	51.0	4.67	37.99	26.59	67.55	SI
Interno	K0+450	11.1	42.0	20.91	129.7	90	53.7	9211.12	35.43	0.002116	0.45	31189.4	0.005106	5.91	84.07	284444.8	10916.3	767.5	75.3	6.19	44.07	30.85	78.37	SI
Externo	K0+501	16.0	42.0	22.83	116.2	90	36.3	9352.62	35.43	0.001429	0.45	46894.9	0.004576	5.91	85.36	294437.3	16413.2	1154.0	113.2	6.51	40.56	28.39	72.11	SI
Interno	K0+551	16.0	42.0	22.83	133.3	90	46.3	9003.72	35.43	0.001825	0.45	35352.9	0.005246	5.91	82.18	226688.3	12373.5	869.9	85.3	6.27	42.83	29.98	76.15	SI
Externo	K0+600	20.0	42.0	24.41	203.5	90	69.6	9102.20	35.43	0.002739	0.45	23805.5	0.008012	5.91	83.08	143061.7	8331.9	585.8	57.4	5.74	44.77	31.34	79.60	SI
Interno	K0+650	20.0	42.0	24.41	140.5	120	46.7	9257.04	47.24	0.001840	0.45	27035.4	0.005530	5.91	84.49	244844.3	9462.4	665.3	65.2	6.87	51.22	35.85	91.07	SI
Externo	K0+703	13.1	42.0	21.69	205.0	90	76.0	9413.07	35.43	0.002993	0.45	22532.3	0.008072	5.91	85.91	165602.0	7886.3	554.5	54.4	5.36	42.59	29.81	75.72	SI
Interno	K0+750	13.1	42.0	21.69	210.9	90	95.6	8954.12	35.43	0.003764	0.45	17042.8	0.008304	5.91	81.73	175939.0	5965.0	419.4	41.1	5.47	47.60	33.32	84.64	SI
Externo	K0+801	13.1	42.0	21.69	152.8	120	51.9	9616.28	47.24	0.002042	0.45	25298.8	0.006017	5.91	87.77	260461.8	8854.6	622.5	61.1	6.23	47.56	33.29	84.56	SI
Interno	K0+850	15.0	45.0	23.62	251.9	90	80.4	9182.29	35.43	0.003164	0.45	20789.7	0.009916	5.91	83.81	114516.8	7276.4	511.6	50.2	5.16	42.13	29.49	74.91	SI
Externo	K0+900	15.0	45.0	23.62	309.1	90	102.7	9709.57	35.43	0.004045	0.45	17197.1	0.012171	5.91	88.62	100772.4	6019.0	423.2	41.5	4.95	42.99	30.10	76.44	SI
Interno	K0+950	16.0	54.0	27.56	155.7	120	45.2	9034.95	47.24	0.001778	0.45	27300.6	0.006131	5.91	82.46	185061.0	9555.2	671.8	65.9	7.07	52.49	36.74	93.33	SI
Externo	K1+000	12.9	57.1	27.56	216.6	90	76.6	9214.08	35.43	0.003017	0.45	21883.3	0.008526	5.91	84.10	130073.7	7659.1	538.5	52.8	6.28	50.27	35.19	89.38	SI
Interno	K1+050	12.9	57.1	27.56	135.1	120	45.0	9082.77	47.24	0.001771	0.45	27552.1	0.005319	5.91	82.90	230338.7	9643.2	678.0	66.5	7.60	56.24	39.37	100.00	SI
Externo	K1+100	12.9	57.1	27.56	164.4	120	51.9	9334.45	47.24	0.002042	0.45	24567.7	0.006474	5.91	85.20	188902.2	8598.7	604.5	59.3	7.12	54.71	38.30	97.28	SI
Interno	K1+159	12.9	57.1	27.56	58.7	120	25.8	9345.86	47.24	0.001015	0.45	49479.3	0.002311	5.91	85.30	644806.7	17317.7	1217.6	119.4	10.71	65.12	45.59	115.79	SI
Externo	K1+201	21.6	48.4	27.56	141.8	120	59.0	9638.89	47.24	0.002325	0.45	22278.2	0.005581	5.91	87.98	266029.5	7797.4	548.2	53.8	7.98	63.27	44.29	112.49	SI
Interno	K1+250	16.2	53.8	27.56	147.3	120	41.8	9263.21	47.24	0.001646	0.45	30236.7	0.005798	5.91	84.55	198540.0	10582.9	744.0	73.0	7.23	51.94	36.36	92.35	SI
Externo	K1+300	16.2	53.8	27.56	305.1	90	99.5	9690.48	35.43	0.003919	0.45	17716.7	0.012012	5.91	88.45	93659.4	6200.8	436.0	42.8	5.63	48.37	33.86	86.00	SI
Interno	K1+350	16.2	53.8	27.56	151.3	120	55.6	9274.64	47.24	0.002188	0.45	22773.9	0.005956	5.91	84.65	222024.0	7970.9	560.4	55.0	7.51	59.17	41.42	105.20	SI
Externo	K1+400	16.2	53.8	27.56	278.4	120	72.8	9182.13	47.24	0.002867	0.45	17209.4	0.010961	5.91	83.81	100173.4	6023.3	423.5	41.5	5.76	49.93	34.95	88.77	SI
Interno	K1+451	17.0	53.0	27.56	267.3	90	62.5	9079.39	35.43	0.002460	0.45	26446.9	0.010523	5.91	82.87	88157.7	9256.4	650.8	63.8	5.52	41.59	29.11	73.95	SI
Externo	K1+500	17.0	53.0	27.56	164.3	120	60.6	9600.74	47.24	0.002388	0.45	21605.0	0.006467	5.91	87.63	212279.8	7561.8	531.6	52.1	7.40	59.32	41.53	105.47	SI
Interno	K1+550	17.0	53.0	27.56	462.1	90	77.2	9265.16	35.43	0.003038	0.45	21852.4	0.018192	5.91	84.56	47066.3	7648.3	537.7	52.7	4.48	36.08	25.25	64.15	SI

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

								DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE - MÓDULO EFECTIVO DEL PAVIMENTO - NÚMERO ESTRUCTURAL EXISTENTE MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 7 SUR Y CALLE 10 - CALZADA ORIENTAL													VERIFICACIÓN			
Localización		Espesor carpeta (cm)	Espesor granulares (cm)	Espesor estructura pavimento D (pulg)	do (µm)	r (cm)	dr (µm)	Carga Aplicada P (lbf)	r (pulg)	dr (pulg)	µ Subrasante	MR Retrocálculo (psi)	do (pulg)	a (pulg)	p (psi)	Ep (psi)	Módulo resiliente de la subrasante corregido			SN AASHTO	ae (pulg)	0.7 ae (pulg)	0.7 ae (cm)	Cumple r ≥ 0.7 ae
Descripción	Abscisa																MR (Psi)	MR (kg/cm2)	MR (MPa)					
Externo	K0+000	18.0	52.0	27.56	208.0	120	65.7	9300.56	47.24	0.002588	0.45	19309.1	0.008188	5.91	84.89	148993.8	6758.2	475.1	46.6	6.57	54.78	38.34	97.39	SI
Interno	K0+051	18.0	52.0	27.56	151.0	120	53.0	9137.55	47.24	0.002085	0.45	23542.5	0.005945	5.91	83.40	213411.1	8239.9	579.3	56.8	7.41	57.77	40.44	102.71	SI
Externo	K0+101	6.0	60.0	25.98	281.8	120	116.2	9135.54	47.24	0.004573	0.45	10733.5	0.011093	5.91	83.38	132103.8	3756.7	264.1	25.9	5.96	60.28	42.20	107.18	SI
Interno	K0+150	24.3	45.7	27.56	108.7	120	38.7	8823.35	47.24	0.001522	0.45	31153.7	0.004278	5.91	80.53	288659.8	10903.8	766.6	75.2	8.20	58.18	40.73	103.45	SI
Externo	K0+200	24.3	45.7	27.56	159.4	120	64.0	9375.08	47.24	0.002522	0.45	19977.1	0.006275	5.91	85.57	224937.4	6992.0	491.6	48.2	7.54	62.05	43.44	110.33	SI
Interno	K0+251	24.3	45.7	27.56	115.1	120	39.4	9100.37	47.24	0.001551	0.45	31520.3	0.004532	5.91	83.06	274928.4	11032.1	775.6	76.1	8.06	57.04	39.93	101.41	SI
Externo	K0+300	17.9	52.1	27.56	141.2	120	48.2	9626.17	47.24	0.001897	0.45	27259.7	0.005561	5.91	87.86	236628.6	9540.9	670.8	65.8	7.67	56.95	39.86	101.25	SI
Interno	K0+350	17.9	52.1	27.56	143.4	120	36.9	8979.81	47.24	0.001451	0.45	33249.1	0.005647	5.91	81.96	188627.8	11637.2	818.2	80.2	7.11	49.51	34.65	88.02	SI
Externo	K0+400	17.9	52.1	27.56	126.5	120	34.4	9747.11	47.24	0.001356	0.45	38622.9	0.004979	5.91	88.96	238527.5	13518.0	950.4	93.2	7.69	50.91	35.63	90.51	SI
Interno	K0+450	16.0	30.0	18.11	146.7	90	67.7	8810.22	35.43	0.002664	0.45	23690.1	0.005776	5.91	80.41	302880.6	8291.5	583.0	57.2	5.47	42.76	29.93	76.02	SI
Externo	K0+501	16.0	30.0	18.11	468.0	90	126.4	9523.99	35.43	0.004976	0.45	13711.2	0.018427	5.91	86.93	67599.3	4798.9	337.4	33.1	3.32	31.38	21.97	55.80	SI
Interno	K0+550	22.0	48.0	27.56	56.9	120	20.6	8916.32	47.24	0.000810	0.45	59148.0	0.002240	5.91	81.38	562458.6	20701.8	1455.5	142.7	10.24	58.68	41.08	104.34	SI
Externo	K0+601	22.0	48.0	27.56	117.6	120	52.7	9189.49	47.24	0.002077	0.45	23778.1	0.004631	5.91	83.87	320937.5	8322.3	585.1	57.4	8.49	65.88	46.12	117.14	SI
Interno	K0+650	22.0	48.0	27.56	67.1	120	26.3	8913.93	47.24	0.001034	0.45	46332.4	0.002641	5.91	81.36	500053.1	16216.4	1140.1	111.8	9.84	61.19	42.83	108.79	SI
Externo	K0+696	13.9	48.0	24.37	379.4	90	138.9	9692.05	35.43	0.005468	0.45	12697.8	0.014936	5.91	88.46	84838.0	4444.2	312.5	30.6	4.82	46.28	32.39	82.28	SI
Interno	K0+751	13.9	48.0	24.37	556.5	90	202.8	9046.92	35.43	0.007985	0.45	8117.2	0.021909	5.91	82.57	53854.8	2841.0	199.7	19.6	4.14	46.17	32.32	82.09	SI
Externo	K0+803	13.9	48.0	24.37	359.4	90	116.6	9494.69	35.43	0.004592	0.45	14814.7	0.014148	5.91	86.66	82365.5	5185.2	364.6	35.8	4.77	43.57	30.50	77.48	SI
Interno	K0+851	16.7	48.0	25.47	226.7	120	93.6	8863.91	47.24	0.003687	0.45	12918.3	0.008923	5.91	80.90	162306.7	4521.4	317.9	31.2	6.25	59.51	41.66	105.81	SI
Externo	K0+900	16.7	48.0	25.47	261.7	90	79.5	9433.07	35.43	0.003130	0.45	21594.1	0.010303	5.91	86.10	106608.4	7557.9	531.4	52.1	5.44	43.77	30.64	77.83	SI
Interno	K0+950	16.7	48.0	25.47	199.1	120	56.6	9350.25	47.24	0.002228	0.45	22552.0	0.007839	5.91	85.34	154819.3	7893.2	554.9	54.4	6.15	48.77	34.14	86.71	SI
Externo	K1+000	16.7	48.0	25.47	361.7	90	129.4	9260.37	35.43	0.005094	0.45	13024.5	0.014241	5.91	84.52	81698.3	4558.6	320.5	31.4	4.98	47.39	33.17	84.25	SI
Interno	K1+081	18.0	48.0	25.98	281.4	90	68.5	9356.03	35.43	0.002697	0.45	24855.6	0.011080	5.91	85.39	89086.3	8699.5	611.6	60.0	5.22	40.20	28.14	71.48	SI
Externo	K1+100	18.0	48.0	25.98	207.3	120	57.3	9330.63	47.24	0.002255	0.45	22236.1	0.008160	5.91	85.16	144631.9	7782.7	547.2	53.7	6.14	48.86	34.20	86.88	SI
Interno	K1+150	18.0	48.0	25.98	378.7	90	81.1	9299.01	35.43	0.003191	0.45	20875.6	0.014909	5.91	84.87	62860.0	7306.5	513.7	50.4	4.65	37.98	26.59	67.54	SI
Externo	K1+200	18.0	48.0	25.98	187.3	90	53.5	9686.26	35.43	0.002107	0.45	32937.9	0.007375	5.91	88.41	147649.5	11528.3	810.5	79.5	6.18	43.25	30.27	76.90	SI
Interno	K1+249	18.0	48.0	25.98	144.4	90	52.1	8696.37	35.43	0.002051	0.45	30383.5	0.005685	5.91	79.37	191436.4	10634.2	747.7	73.3	6.74	48.35	33.85	85.97	SI
Externo	K1+300	12.7	35.0	18.78	157.9	90	69.3	8998.61	35.43	0.002729	0.45	23624.5	0.006216	5.91	82.13	264218.1	8268.6	581.3	57.0	5.42	42.41	29.69	75.41	SI
Interno	K1+351	9.0	35.0	17.32	90.1	90	41.6	8877.31	35.43	0.001639	0.45	38808.9	0.003547	5.91	81.02	524584.0	13583.1	955.0	93.7	6.29	41.69	29.18	74.12	SI
Externo	K1+400	9.0	35.0	17.32	100.4	90	46.3	9416.84	35.43	0.001824	0.45	36994.3	0.003951	5.91	85.95	498983.9	12948.0	910.3	89.3	6.18	41.66	29.16	74.06	SI
Interno	K1+450	22.9	35.0	22.80	219.2	90	61.5	9365.15	35.43	0.002421	0.45	27717.2	0.008631	5.91	85.48	128001.6	9701.0	682.1	66.9	5.17	38.42	26.89	68.31	SI
Externo	K1+500	22.9	35.0	22.80	247.1	90	74.4	9736.07	35.43	0.002927	0.45	23826.4	0.009730	5.91	88.86	122277.9	8339.3	586.3	57.5	5.09	39.76	27.83	70.69	SI

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

ANEXO B

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE CAPAS GRANULARES Y ASFÁLTICAS

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

MÓDULO DE LAS CAPAS GRANULARES Y ASFÁLTICAS

DETERMINACIÓN DE MÓDULOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS Y MATERIALES GRANULARES EXISTENTES (ECUACIONES DE REGRESIÓN DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DEL ESTADO DE WASHINGTON
MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 10 Y CALLE 7 SUR - CALZADA OCCIDENTAL

Localización		Deflexiones en pulgadas a 20°C					HCA	HG	Área aproximada bajo el cuenco de deflexión distancia de 900mm	Módulo de granulares (psi)	Módulo de granulares ajustado (x0,62) (psi)	Módulo de granulares (kg/cm2)	Módulo de granulares (MPa)	Módulo de mezclas asfálticas (psi)	Módulo de mezclas asfálticas (kg/cm²)	T mezcla °C	Factor de ajuste E20/Etm	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla (kg/cm²)	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla (MPa)
Carril	Abscisa	D0	D200	D300	D600	D900	pulg	pulg											
Externo	K0+018	0.008970	0.007774	0.007726	0.004128	0.003540	6.30	13.78	0.215	37,478	23,237	1,634	160.22	1,099,824	77,325	33	1.98	39030	3828
Interno	K0+050	0.006110	0.005372	0.005008	0.003137	0.002258	6.30	13.78	0.148	51,542	31,956	2,247	220.34	1,477,580	103,884	33	1.98	52435	5142
Externo	K0+100	0.005618	0.005544	0.005015	0.003538	0.002555	6.30	13.78	0.154	49,245	30,532	2,147	210.52	2,359,870	165,915	33	1.98	83745	8213
Interno	K0+151	0.006481	0.005807	0.005752	0.004032	0.002976	6.30	13.78	0.173	45,775	28,381	1,995	195.68	2,110,141	148,358	33	1.98	74883	7344
Externo	K0+200	0.004110	0.003866	0.003437	0.001958	0.001704	6.30	13.78	0.101	63,130	39,141	2,752	269.87	2,314,558	162,730	33	1.98	82137	8055
Interno	K0+250	0.005114	0.004657	0.004426	0.003161	0.002706	6.30	13.78	0.138	48,295	29,943	2,105	206.46	2,869,171	201,723	33	1.98	101819	9985
Externo	K0+300	0.014652	0.014238	0.010054	0.005008	0.003415	2.17	23.43	0.305	39,107	24,246	1,705	167.18	1,221,528	85,882	33	1.98	43349	4251
Interno	K0+352	0.008266	0.007919	0.007454	0.005574	0.004321	2.17	23.43	0.233	42,715	26,483	1,862	182.60	7,584,643	533,254	33	1.98	269157	26395
Externo	K0+400	0.009479	0.007783	0.006322	0.003422	0.002986	4.37	16.54	0.194	38,763	24,033	1,690	165.71	859,896	60,457	33	1.98	30515	2993
Interno	K0+450	0.005106	0.004735	0.004086	0.002765	0.002116	4.37	16.54	0.127	58,502	36,271	2,550	250.09	2,985,188	209,880	33	1.98	105936	10389
Externo	K0+501	0.004576	0.003562	0.003327	0.001817	0.001429	6.30	16.54	0.097	67,557	41,886	2,945	288.80	1,234,251	86,776	33	1.98	43800	4295
Interno	K0+551	0.005246	0.005108	0.004392	0.002737	0.001825	6.30	16.54	0.131	58,272	36,129	2,540	249.11	1,589,079	111,723	33	1.98	56392	5530
Externo	K0+600	0.008012	0.007567	0.006798	0.003669	0.002739	7.87	16.54	0.192	41,306	25,610	1,801	176.58	796,538	56,002	33	1.98	28267	2772
Interno	K0+650	0.005530	0.005566	0.005057	0.003478	0.002578	7.87	16.54	0.153	50,234	31,145	2,190	214.74	1,914,348	134,592	33	1.98	67935	6662
Externo	K0+703	0.008072	0.007280	0.006543	0.003987	0.002993	5.16	16.54	0.194	42,937	26,621	1,872	183.55	1,382,027	97,166	33	1.98	49044	4810
Interno	K0+750	0.008304	0.007743	0.007208	0.005267	0.003764	5.16	16.54	0.223	37,498	23,249	1,635	160.30	1,925,298	135,362	33	1.98	68323	6700
Externo	K0+801	0.006017	0.005292	0.005279	0.003846	0.003078	5.16	16.54	0.163	50,670	31,415	2,209	216.61	2,768,517	196,052	33	1.98	98956	9704
Interno	K0+850	0.009916	0.009624	0.008246	0.005023	0.003164	5.91	17.72	0.243	38,265	23,725	1,668	163.58	852,662	59,948	33	1.98	30259	2967
Externo	K0+900	0.012171	0.011206	0.010315	0.006488	0.004045	5.91	17.72	0.301	33,540	20,795	1,462	143.38	787,135	55,341	33	1.98	27933	2739
Interno	K0+950	0.006131	0.006003	0.005333	0.003586	0.002586	6.30	21.26	0.162	49,635	30,774	2,164	212.19	1,652,790	116,203	33	1.98	58653	5752
Externo	K1+000	0.008526	0.007369	0.006766	0.004226	0.003017	5.08	22.48	0.201	41,120	25,495	1,792	175.79	1,146,440	80,603	33	1.98	40684	3990
Interno	K1+050	0.005319	0.004094	0.003929	0.002795	0.002288	5.08	22.48	0.125	51,679	32,041	2,253	220.92	2,136,859	150,236	33	1.98	75831	7437
Externo	K1+100	0.006474	0.005443	0.004923	0.003247	0.002610	5.08	22.48	0.153	46,815	29,025	2,041	200.13	1,757,231	123,546	33	1.98	62359	6115
Interno	K1+159	0.002311	0.002091	0.001954	0.001451	0.001312	5.08	22.48	0.063	89,445	55,456	3,899	382.37	8,117,705	570,731	33	1.98	288074	28251
Externo	K1+201	0.005581	0.005038	0.004622	0.003843	0.003172	8.50	19.06	0.155	45,312	28,093	1,975	193.70	2,251,014	158,262	33	1.98	79882	7834
Interno	K1+250	0.005798	0.005231	0.004947	0.003219	0.002368	6.38	21.18	0.147	52,753	32,707	2,300	225.52	1,598,142	112,361	33	1.98	56713	5562
Externo	K1+300	0.012012	0.010356	0.009715	0.005993	0.003919	6.38	21.18	0.283	33,300	20,646	1,452	142.35	646,092	45,425	33	1.98	22928	2248
Interno	K1+350	0.005956	0.005614	0.005332	0.003886	0.002986	6.38	21.18	0.165	46,295	28,703	2,018	197.91	2,359,544	165,892	33	1.98	83733	8211
Externo	K1+400	0.010961	0.009671	0.009599	0.006154	0.004271	6.38	21.18	0.278	33,710	20,900	1,469	144.11	818,513	57,547	33	1.98	29047	2849
Interno	K1+451	0.010523	0.010101	0.008898	0.003169	0.002460	6.69	20.87	0.227	40,425	25,064	1,762	172.81	400,762	28,176	33	1.98	14222	1395
Externo	K1+500	0.006467	0.005801	0.005314	0.003915	0.003214	6.69	20.87	0.169	43,676	27,079	1,904	186.71	1,958,017	137,662	33	1.98	69484	6814
Interno	K1+550	0.018192	0.013103	0.010942	0.005247	0.003038	6.69	20.87	0.320	30,643	18,999	1,336	131.00	122,062	8,582	33	1.98	4332	425

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

DETERMINACIÓN DE MÓDULOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS Y MATERIALES GRANULARES EXISTENTES (ECUACIONES DE REGRESIÓN DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DEL ESTADO DE WASHINGTON
MALLA VIAL MUNICIPIO DE MEDELLÍN - AVENIDA POBLADO ENTRE CALLE 7 SUR Y CALLE 10 - CALZADA ORIENTAL

Localización		Deflexiones en pulgadas a 20°C					HCA	HG	Área aproximada bajo el cuenco de deflexión distancia de 900mm	Módulo de granulares (psi)	Módulo de granulares ajustado (x0,62) (psi)	Módulo de granulares (kg/cm2)	Módulo de granulares (MPa)	Módulo de mezclas asfálticas (psi)	Módulo de mezclas asfálticas (kg/cm^2)	T mezcla °C	Factor de ajuste E20/Etm	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla (kg/cm^2)	Módulo de mezclas asfálticas a Tmezcla (MPa)
Descripción	Abscisa	D0	D200	D300	D600	D900	pulg	pulg											
Externo	K0+000	0.008188	0.007271	0.006577	0.004171	0.003377	7.09	20.47	0.199	37,641	23,338	1,641	160.91	1,088,156	76,505	33	1.98	38616	3787
Interno	K0+051	0.005945	0.005464	0.005274	0.003787	0.002938	7.09	20.47	0.162	46,138	28,605	2,011	197.23	1,959,908	137,795	33	1.98	69551	6821
Externo	K0+101	0.011093	0.010773	0.010143	0.007788	0.006159	2.36	23.62	0.321	32,170	19,945	1,402	137.52	5,549,101	390,141	33	1.98	196922	19312
Interno	K0+150	0.004278	0.004088	0.003389	0.002701	0.002097	9.57	17.99	0.114	54,846	34,005	2,391	234.46	1,885,647	132,574	33	1.98	66916	6562
Externo	K0+200	0.006275	0.006054	0.004928	0.004007	0.003236	9.57	17.99	0.168	40,417	25,058	1,762	172.78	1,605,540	112,881	33	1.98	56976	5587
Interno	K0+251	0.004532	0.004126	0.003512	0.002681	0.002113	9.57	17.99	0.116	54,283	33,655	2,366	232.05	1,644,804	115,641	33	1.98	58369	5724
Externo	K0+300	0.005561	0.005057	0.004684	0.003831	0.002795	7.05	20.51	0.153	51,374	31,852	2,239	219.62	2,176,718	153,038	33	1.98	77245	7575
Interno	K0+350	0.005647	0.005105	0.004188	0.002754	0.002045	7.05	20.51	0.132	53,556	33,205	2,335	228.95	1,129,564	79,416	33	1.98	40085	3931
Externo	K0+400	0.004979	0.004356	0.003480	0.002398	0.001800	7.05	20.51	0.113	60,489	37,503	2,637	258.59	1,377,614	96,856	33	1.98	48888	4794
Interno	K0+450	0.005776	0.005359	0.004945	0.004074	0.002664	6.30	11.81	0.160	47,627	29,529	2,076	203.60	2,408,418	169,329	33	1.98	85468	8382
Externo	K0+501	0.018427	0.015297	0.013597	0.009026	0.004976	6.30	11.81	0.412	26,179	16,231	1,141	111.91	357,664	25,146	33	1.98	12692	1245
Interno	K0+550	0.002240	0.002132	0.001590	0.001279	0.001113	8.66	18.90	0.057	89,558	55,526	3,904	382.85	3,475,742	244,369	33	1.98	123344	12096
Externo	K0+601	0.004631	0.004283	0.003779	0.003078	0.002623	8.66	18.90	0.127	48,255	29,918	2,103	206.29	2,651,305	186,405	33	1.98	94087	9227
Interno	K0+650	0.002641	0.002577	0.001996	0.001462	0.001370	8.66	18.90	0.068	76,160	47,232	3,321	325.66	3,331,305	234,214	33	1.98	118216	11593
Externo	K0+696	0.014936	0.014607	0.012777	0.008478	0.005468	5.47	18.90	0.384	27,818	17,247	1,213	118.92	828,614	58,257	33	1.98	29405	2884
Interno	K0+751	0.021909	0.019151	0.018902	0.012284	0.007985	5.47	18.90	0.549	19,658	12,188	857	84.04	519,347	36,514	33	1.98	18430	1807
Externo	K0+803	0.014148	0.011753	0.010126	0.006532	0.004592	5.47	18.90	0.314	29,284	18,156	1,276	125.19	576,398	40,525	33	1.98	20455	2006
Interno	K0+851	0.008923	0.008343	0.007690	0.006626	0.005204	6.57	18.90	0.258	31,252	19,376	1,362	133.60	1,873,036	131,688	33	1.98	66469	6518
Externo	K0+900	0.010303	0.008429	0.007171	0.004522	0.003130	6.57	18.90	0.222	37,119	23,014	1,618	158.68	562,790	39,568	33	1.98	19972	1959
Interno	K0+950	0.007839	0.006995	0.006279	0.004795	0.003268	6.57	18.90	0.201	42,243	26,191	1,841	180.59	1,226,683	86,244	33	1.98	43531	4269
Externo	K1+000	0.014241	0.013719	0.011310	0.008101	0.005094	6.57	18.90	0.358	27,321	16,939	1,191	116.79	641,310	45,089	33	1.98	22758	2232
Interno	K1+081	0.011080	0.009642	0.007180	0.004417	0.002697	7.09	18.90	0.229	38,315	23,755	1,670	163.79	360,765	25,364	33	1.98	12803	1256
Externo	K1+100	0.008160	0.007105	0.006383	0.004745	0.003247	7.09	18.90	0.203	40,788	25,289	1,778	174.37	1,007,346	70,823	33	1.98	35748	3506
Interno	K1+150	0.014909	0.012189	0.008713	0.005326	0.003191	7.09	18.90	0.286	31,923	19,792	1,392	136.47	209,496	14,729	33	1.98	7434	729
Externo	K1+200	0.007375	0.007080	0.004957	0.002443	0.002107	7.09	18.90	0.154	49,451	30,659	2,156	211.40	641,432	45,097	33	1.98	22763	2232
Interno	K1+249	0.005685	0.005171	0.003839	0.002576	0.002051	7.09	18.90	0.128	50,176	31,109	2,187	214.50	1,066,057	74,951	33	1.98	37831	3710
Externo	K1+300	0.006216	0.006215	0.005219	0.003525	0.002729	5.00	13.78	0.163	47,827	29,653	2,085	204.45	2,499,278	175,717	33	1.98	88692	8698
Interno	K1+351	0.003547	0.003460	0.003111	0.002303	0.001639	3.54	13.78	0.097	75,806	47,000	3,304	324.06	7,368,816	518,079	33	1.98	261498	25644
Externo	K1+400	0.003951	0.003963	0.003278	0.002341	0.001824	3.54	13.78	0.105	72,485	44,941	3,160	309.87	6,610,248	464,747	33	1.98	234579	23004
Interno	K1+450	0.008631	0.007410	0.005284	0.003488	0.002421	9.02	13.78	0.178	41,816	25,926	1,823	178.76	416,584	29,289	33	1.98	14783	1450
Externo	K1+500	0.009730	0.009263	0.007100	0.004547	0.002927	9.02	13.78	0.223	38,961	24,156	1,698	166.56	508,831	35,774	33	1.98	18057	1771

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

ANEXO C

VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR 1W – ALTERNATIVA 1

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 1W

Descripción : S1W: CALZADA OCCIDENTAL K0+000-K1+250

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22526	0.35	5	S
2	39595	0.35	6	S
3	31580	0.35	6	S
4	1670.7	0.4	35	S
5	472	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.0200E-004 C	9.1977E-000 B	-1.5000E-004 C	5.5982E-000 A
	5	7.5800E-005 C	4.8804E-000 B	-7.5200E-005 C	4.8946E-000 B
2	5	7.5800E-005 C	8.2304E-000 B	-7.8900E-005 C	4.8946E-000 B
	11	-5.9500E-005 B	-2.0904E-000 B	9.1400E-005 B	2.3351E-000 B
3	11	-5.9500E-005 B	-1.5194E-000 C	1.0100E-004 B	2.3351E-000 B
	17	-1.8600E-004 C	-7.7191E-000 B	1.7900E-004 B	7.4030E-001 B
4	17	-1.8600E-004 C	3.7831E-002 C	4.1000E-004 B	7.4030E-001 B
	52	-1.8200E-004 C	-3.5791E-001 C	2.8600E-004 C	2.0190E-001 C
5	52	-1.8200E-004 C	1.3664E-002 C	3.9400E-004 C	2.0190E-001 C

Deflexión (mm/100) : 53.190

SECTOR 1W – ALTERNATIVA 2

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 1W

Descripción : S1W: CALZADA OCCIDENTAL K0+000-K1+250

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8413	0.35	5	S
2	29596	0.35	6	S
3	31580	0.35	6	S
4	1670.7	0.4	25	S
5	472	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.5100E-004 C	5.5593E-000 B	-2.0000E-004 C	5.5982E-000 A
	5	1.2800E-004 C	4.1400E-000 B	-1.0300E-004 C	5.1393E-000 B
2	5	1.2800E-004 C	9.2386E-000 B	-1.1700E-004 C	5.1393E-000 B
	11	-4.7900E-005 B	-1.2644E-000 B	8.5800E-005 B	2.6614E-000 B
3	11	-4.7900E-005 B	-8.3208E-001 C	9.6400E-005 B	2.6614E-000 B
	17	-2.0300E-004 C	-8.3819E-000 B	1.9500E-004 B	8.5659E-001 B
4	17	-2.0300E-004 C	7.8517E-002 C	4.6100E-004 B	8.5659E-001 B
	52	-2.0700E-004 C	-4.0380E-001 C	3.2100E-004 C	2.2535E-001 C
5	52	-2.0700E-004 C	1.4378E-002 C	4.4200E-004 C	2.2535E-001 C

Deflexión (mm/100) : 56.460

SECTOR 1W – ALTERNATIVA 2 AJUSTADA

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 1W

Descripción : S1W: CALZADA OCCIDENTAL K0+000-K1+250

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8412	0.35	5	S
2	39596	0.35	8	S
3	31580	0.25	8	S
4	1670.7	0.4	35	S
5	472	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.1100E-004 C	5.2209E-000 B	-1.7300E-004 C	5.5982E-000 A
	5	1.1400E-004 C	4.0178E-000 B	-9.6300E-005 C	5.2107E-000 B
2	5	1.1400E-004 C	8.5042E-000 B	-1.1100E-004 C	5.2107E-000 B
	13	-5.8600E-005 B	-2.1312E-000 B	8.6900E-005 B	2.1312E-000 B
3	13	-5.8600E-005 B	-1.5499E-000 C	9.5400E-005 B	2.1312E-000 B
	19	-1.7900E-004 C	-7.3214E-000 B	1.7000E-004 B	7.0359E-001 B
4	19	-1.7900E-004 C	3.7527E-002 C	3.8900E-004 B	7.0359E-001 B
	54	-1.7900E-004 C	-2.4976E-001 C	2.8000E-004 C	1.9782E-001 C
5	54	-1.7900E-004 C	1.3588E-002 C	3.8700E-004 C	1.9782E-001 C

Deflexión (mm/100) : 52.330

SECTOR 2W – ALTERNATIVA 1

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 2W

Descripción : S2W: CALZADA OCCIDENTAL K1+250-K1+550

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	6.8
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22528	0.35	5	S
2	35596	0.35	6	S
3	10513	0.35	6	S
4	1408.1	0.4	54	S
5	431.3	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.4400E-004 C	1.0503E-001 B	-1.7300E-004 C	5.5982E-000 A
	5	6.7800E-005 C	4.3541E-000 B	-6.0700E-005 C	4.5785E-000 B
2	5	6.7800E-005 C	5.7817E-000 B	-6.4900E-005 C	4.5785E-000 B
	11	-1.4500E-004 B	-7.1073E-000 B	1.6100E-004 B	1.8864E-000 B
3	11	-1.4500E-004 B	-1.1421E-000 B	2.4200E-004 B	1.8864E-000 B
	17	-2.7500E-004 C	-3.4466E-000 B	2.8900E-004 B	5.8714E-001 B
4	17	-2.7500E-004 C	3.9870E-002 C	5.8700E-004 B	5.8714E-001 B
	71	-1.5200E-004 C	-2.5085E-001 C	2.4300E-004 C	1.4582E-001 C
5	71	-1.5200E-004 C	3.2528E-003 C	3.2800E-004 C	1.4582E-001 C

Deflexión (mm/100) : 56.960

SECTOR 2W – ALTERNATIVA 2

DERIVE

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 2W

Descripción : S2W: CALZADA OCCIDENTAL K1+250-K1+550

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8413	0.35	8	S
2	39596	0.35	6	S
3	10513	0.35	6	S
4	1406.1	0.4	54	S
5	421.3	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	3.1600E-004 C	6.4243E-000 B	-2.4200E-004 C	5.5982E-000 A
	8	1.3500E-004 C	4.1706E-000 B	-9.1200E-005 C	4.9455E-000 B
2	8	1.2500E-004 C	9.7691E-000 B	-1.0700E-004 C	4.9455E-000 B
	11	-1.4400E-004 B	-8.8422E-000 B	1.6500E-004 B	2.2331E-000 B
3	11	-1.4400E-004 B	-9.3506E-001 B	2.6200E-004 B	2.2331E-000 B
	17	-2.0800E-004 C	-2.8443E-000 B	3.2700E-004 B	1.0401E-000 B
4	17	-3.0800E-004 C	7.5662E-002 C	6.7300E-004 B	1.0401E-000 B
	71	-1.6700E-004 C	-2.7532E-001 C	2.6500E-004 C	1.5907E-001 C
5	71	-1.6700E-004 C	2.9673E-002 C	3.5800E-004 C	1.5907E-001 C

Deflexión (mm/100) : 60.210

SECTOR 2W – ALTERNATIVA 2 AJUSTADA

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 2W

Descripción : S2W: CALZADA OCCIDENTAL K1+250-K1+550

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8413	0.35	5	S
2	39596	0.35	7	S
3	10513	0.35	6	S
4	1408.1	0.4	54	S
5	431.3	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.8900E-004 C	6.0978E-000 B	-2.3000E-004 C	5.5982E-000 A
	5	1.3200E-004 C	4.1604E-000 B	-9.4800E-005 C	5.0169E-000 B
2	5	1.3200E-004 C	9.5444E-000 B	-1.1000E-004 C	5.0169E-000 B
	12	-1.4300E-004 B	-6.8922E-000 B	1.5900E-004 B	1.9680E-000 B
3	12	-1.4300E-004 B	-1.0503E-000 B	2.4500E-004 B	1.9680E-000 B
	18	-2.8500E-004 C	-3.5384E-000 B	2.9800E-004 B	9.3710E-001 B
4	18	-2.8500E-004 C	5.7205E-002 C	6.1100E-004 B	9.3710E-001 B
	72	-1.5800E-004 C	-2.6104E-001 C	2.5200E-004 C	1.9194E-001 C
5	72	-1.5800E-004 C	3.1315E-003 C	3.4000E-004 C	1.9194E-001 C

Deflexión (mm/100) : **58.050**

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR 1E – ALTERNATIVA 1

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 1E

Descripción : S1E: CALZADA ORIENTAL K0+000-K0+700

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22526	0.35	6	S
2	39596	0.35	6	S
3	39524	0.35	4	S
4	1551.4	0.4	30	S
5	423.6	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.2600E-004 C	9.9217E-000 B	-1.7100E-004 C	5.5982E-000 A
	6	6.5400E-005 C	4.1502E-000 B	-6.4700E-005 C	4.5581E-000 B
2	6	6.5400E-005 C	5.4452E-000 B	-6.9300E-005 C	4.5581E-000 B
	12	-8.0700E-005 B	-3.6486E-000 B	1.0100E-004 B	1.7743E-000 B
3	12	-8.0700E-005 B	-3.6486E-000 B	1.0100E-004 B	1.7743E-000 B
	16	-1.9100E-004 C	-1.0156E-001 B	1.8300E-004 B	7.3622E-001 B
4	16	-1.9100E-004 C	4.8644E-002 C	4.3300E-004 B	7.3622E-001 B
	46	-2.2700E-004 C	-4.1094E-001 C	3.5100E-004 C	2.2943E-001 C
5	46	-2.2700E-004 C	2.0292E-002 C	4.8800E-004 C	2.2943E-001 C

Deflexión (mm/100) : **61.340**

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR 1E – ALTERNATIVA 1 AJUSTADA

DEPA

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 1E

Descripción : S1E: CALZADA ORIENTAL K0+000-K0+700

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22526	0.35	6	S
2	39596	0.35	9	S
3	39534	0.35	4	S
4	1551.4	0.4	30	S
5	423.5	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	1.8100E-004 C	8.6063E-000 B	-1.3900E-004 C	5.5982E-000 A
	6	6.2500E-005 C	4.1604E-000 B	-8.5400E-005 C	4.7824E-000 B
2	6	6.2500E-005 C	5.0636E-000 B	-7.0500E-005 C	4.7824E-000 B
	15	-5.1000E-005 C	-3.6443E-000 C	9.2900E-005 B	1.2848E-000 B
3	15	-5.1000E-005 C	-3.6841E-000 C	9.2900E-005 B	1.2848E-000 B
	19	-1.5800E-004 C	-8.3208E-000 B	1.4900E-004 B	5.4962E-001 B
4	19	-1.5800E-004 C	4.4661E-003 C	3.3900E-004 B	5.4962E-001 B
	49	-1.8100E-004 C	-3.2634E-001 C	2.6300E-004 C	1.8661E-001 C
5	49	-1.8100E-004 C	1.8457E-002 C	3.9500E-004 C	1.8661E-001 C

Deflexión (mm/100) : 54.580

SECTOR 1E – ALTERNATIVA 2

DEPAV

Documento Terminado

Código Proyecto : AVDA POBLADO 1E

Descripción : S1E: CALZADA ORIENTAL K0+000-K0+700

ALTERNATIVAS

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8413	0.35	5	S
2	39596	0.35	7	S
3	39634	0.35	4	S
4	1551.4	0.4	30	S
5	423.5	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.8200E-004 C	5.9958E-000 B	-2.4800E-004 C	5.9982E-000 A
	5	1.4500E-004 C	4.8133E-000 B	-1.2000E-004 C	5.1291E-000 B
2	5	1.4500E-004 C	1.0095E-001 B	-1.3300E-004 C	5.1291E-000 B
	12	-7.5600E-005 B	-3.1205E-000 B	9.9500E-005 B	2.0088E-000 B
3	12	-7.5600E-005 B	-3.1203E-000 B	9.9600E-005 B	2.0088E-000 B
	16	-2.0900E-004 C	-1.1013E-001 B	1.9900E-004 B	8.5042E-001 B
4	16	-2.0900E-004 C	8.9530E-002 C	4.6500E-004 B	8.5042E-001 B
	46	-2.5800E-004 C	-4.6702E-001 C	3.9600E-004 C	2.5798E-001 C
5	46	-2.5800E-004 C	2.1414E-002 C	5.5100E-004 C	2.5798E-001 C

Deflexión (mm/100) : 65.240

SECTOR 1E – ALTERNATIVA 2 AJUSTADA

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 1E

Descripción : S1E: CALZADA ORIENTAL K0+000-K0+700

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	5
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	3413	0.35	5	S
2	39596	0.25	12	S
3	29634	0.35	4	S
4	1551.4	0.4	30	S
5	423.5	0.45		
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	1.6300E-004 C	4.9150E-000 B	-1.7500E-004 C	5.5982E-000 A
	5	1.0500E-004 C	3.9462E-000 B	-9.3700E-005 C	5.2617E-000 B
2	5	1.0500E-004 C	3.0780E-000 B	-1.0900E-004 C	5.2617E-000 B
	17	-7.9800E-005 C	-2.8341E-000 C	8.8800E-005 B	1.1523E-000 B
3	17	-7.9800E-005 C	-2.8239E-000 C	8.8800E-005 B	1.1523E-000 B
	21	-1.5100E-004 C	-7.8721E-000 B	1.4100E-004 B	5.1597E-001 B
4	21	-1.5100E-004 C	1.4868E-003 C	2.1900E-004 B	5.1597E-001 B
	51	-1.7500E-004 C	-3.1712E-001 C	2.7900E-004 C	1.8151E-001 C
5	51	-1.7500E-004 C	1.6253E-002 C	3.8300E-004 C	1.8151E-001 C

Deflexión (mm/100) : **53.440**

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR 2E – ALTERNATIVA 1

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 2E

Descripción : S2E: CALZADA ORIENTAL K0+700-K1+250

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22528	0.35	7	S
2	39596	0.35	8	S
3	1199	0.4	48	S
4	214.5	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.5600E-004 C	1.0609E-001 B	-1.9600E-004 C	5.5982E-000 A
	7	4.1200E-005 C	3.1509E-000 B	-3.8900E-005 C	4.0074E-000 B
2	7	4.1200E-005 C	2.9055E-000 B	-4.4400E-005 C	4.0074E-000 B
	15	-2.1400E-004 C	-1.1421E-001 B	2.0400E-004 B	7.7905E-001 B
3	15	-2.1400E-004 C	1.4378E-001 C	5.4100E-004 B	7.7905E-001 B
	63	-2.1000E-004 C	-3.0693E-001 C	3.2700E-004 C	1.5296E-001 C
4	63	-2.1000E-004 C	8.4533E-003 C	4.9800E-004 C	1.5296E-001 C

Deflexión (mm/100) : 72.090

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR 2E – ALTERNATIVA 1 AJUSTADA

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 2E

Descripción : S2E: CALZADA ORIENTAL K0+700-K1+250

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22526	0.35	9	S
2	39596	0.35	12	S
3	1199	0.4	46	S
4	314.5	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	1.6990E-004 C	8.4227E-000 B	-1.2600E-004 C	5.5982E-000 A
	9	2.7100E-005 C	2.6002E-000 B	-2.3900E-005 C	3.9156E-000 B
2	9	2.7100E-005 C	2.9673E-000 B	-2.2700E-005 C	3.9156E-000 B
	21	-1.4700E-004 C	-7.7293E-000 B	1.3700E-004 B	4.5275E-001 B
3	21	-1.4700E-004 C	-4.7006E-002 C	3.3700E-004 B	4.5275E-001 B
	69	-1.4500E-004 C	-2.1106E-001 C	2.2900E-004 C	1.1013E-001 C
4	69	-1.4500E-004 C	3.6675E-003 C	3.2100E-004 C	1.1013E-001 C

Deflexión (mm/100) : 58.690

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR 2E – ALTERNATIVA 2

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 2E

Descripción : S2E: CALZADA ORIENTAL K0+700-K1+250

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8413	0.35	5	S
2	29596	0.35	12	S
3	1199	0.4	48	S
4	314.5	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.6600E-004 C	5.8225E-000 B	-2.2000E-004 C	5.5982E-000 A
	5	1.4100E-004 C	4.2827E-000 B	-1.1900E-004 C	5.1597E-000 B
2	5	1.4100E-004 C	9.6605E-000 B	-1.3200E-004 C	5.1597E-000 B
	17	-2.0400E-004 C	-1.0707E-001 B	1.9100E-004 B	7.2093E-001 B
3	17	-2.0400E-004 C	1.3052E-001 C	5.0200E-004 B	7.2093E-001 B
	65	-2.0300E-004 C	-2.9673E-001 C	3.1700E-004 C	1.4888E-001 C
4	65	-2.0300E-004 C	8.4737E-003 C	4.4300E-004 C	1.4888E-001 C

Deflexión (mm/100) : 70.490

SECTOR 2E – ALTERNATIVA 2 AJUSTADA

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 2E

Descripción : S2E: CALZADA ORIENTAL K0+700-K1+250

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	3413	0.35	5	S
2	39596	0.35	17	S
3	1199	0.4	48	S
4	314.5	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	1.7400E-004 C	4.8334E-000 B	-1.5000E-004 C	5.5982E-000 A
	5	1.0200E-004 C	3.9156E-000 B	-9.1400E-005 C	5.2718E-000 B
2	5	1.0200E-004 C	7.9129E-000 B	-1.0700E-004 C	5.2718E-000 B
	22	-1.4700E-004 C	-7.6681E-000 B	1.3600E-004 B	4.5173E-001 C
3	22	-1.4700E-004 C	4.6396E-002 C	3.3400E-004 B	4.5173E-001 C
	70	-1.4600E-004 C	-2.1312E-001 C	2.3200E-004 C	1.1115E-001 C
4	70	-1.4600E-004 C	8.5553E-003 C	3.2400E-004 C	1.1115E-001 C

Deflexión (mm/100) : 58.830

SECTOR 3E – ALTERNATIVA 1

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 3E

Descripción : S3E: CALZADA ORIENTAL K1+250-K1+500

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22528	0.35	4	S
2	39598	0.35	5	S
3	1760.6	0.4	35	S
4	583.8	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.5600E-004 C	1.0809E-001 B	-1.9600E-004 C	5.5932E-000 A
	7	4.1200E-005 C	3.1509E-000 B	-3.8900E-005 C	4.0074E-000 B
2	7	4.1200E-005 C	3.9055E-000 B	-4.4400E-005 C	4.0074E-000 B
	16	-2.1400E-004 C	-1.1421E-001 B	2.0400E-004 B	7.7905E-001 B
3	16	-2.1400E-004 C	1.4378E-001 C	5.4100E-004 B	7.7905E-001 B
	63	-2.1000E-004 C	-3.0693E-001 C	3.2700E-004 C	1.5296E-001 C
4	63	-2.1000E-004 C	8.4533E-003 C	4.5600E-004 C	1.5296E-001 C

Deflexión (mm/100) : 72.090

SECTOR 3E – ALTERNATIVA 1 AJUSTADA

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 3E

Descripción : S3E: CALZADA ORIENTAL K1+250-K1+500

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	22626	0.35	9	S
2	39556	0.35	10	S
3	1760.6	0.4	35	S
4	583.8	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	1.7100E-004 C	8.3921E-000 B	-1.2200E-004 C	5.5982E-000 A
	9	-1.7500E-006 A	2.2637E-000 B	-1.4100E-005 C	3.7729E-000 B
2	9	-1.7500E-006 A	2.4473E-000 B	-2.2600E-005 C	3.7729E-000 B
	19	-1.4700E-004 C	-7.6579E-000 B	1.4000E-004 B	8.4547E-001 B
3	19	-1.4700E-004 C	5.2209E-002 C	3.3100E-004 B	8.4547E-001 B
	54	-1.4300E-004 C	-2.7430E-001 C	2.3300E-004 C	1.9884E-001 C
4	54	-1.4300E-004 C	1.6009E-002 C	3.1100E-004 C	1.9884E-001 C

Deflexión (mm/100) : 43.090

SECTOR 3E – ALTERNATIVA 2

DEPAV

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 3E

Descripción : S3E: CALZADA ORIENTAL K1+250-K1+500

ALTERNATIVAS

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.6
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8413	0.35	8	S
2	39596	0.35	8	S
3	1760.6	0.4	35	S
4	583.8	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	2.5600E-004 C	1.0809E-001 B	-1.9600E-004 C	5.5982E-000 A
	7	4.1200E-005 C	3.1509E-000 B	-3.8900E-005 C	4.0074E-000 B
2	7	4.1200E-005 C	3.9055E-000 B	-4.4400E-005 C	4.0074E-000 B
	15	-2.1400E-004 C	-1.1421E-001 B	2.0400E-004 B	7.7905E-001 B
3	15	-2.1400E-004 C	1.4278E-001 C	5.4100E-004 B	7.7905E-001 B
	83	-2.1000E-004 C	-3.0693E-001 C	3.2700E-004 C	1.5296E-001 C
4	83	-2.1000E-004 C	8.4532E-003 C	4.5600E-004 C	1.5296E-001 C

Deflexión (mm/100) : **72.090**

Consultoría en estudios, diseños y asesorías en ingeniería civil. Ensayos de laboratorio de suelos, pavimentos, concretos y materiales de construcción.
Cll 32E No. 80B – 117 / Contacto: 317 509 70 82 / Medellín – Colombia / consultoria@evaltec.com.co / pruebasyensayos@evaltec.com.co
www.evaltec.com.co

SECTOR 3E – ALTERNATIVA 2 AJUSTADA

Opciones Terminar

Código Proyecto : AVDA POBLADO 3E

Descripción : S3E: CALZADA ORIENTAL K1+250-K1+500

ALTERNATIVAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Datos de Entrada

VARIABLE	VALOR
Número de Capas (1..6) :	4
Radio de Carga (cm) :	10.8
Presión de Contacto (Kg/cm²) :	5.8
Distancia entre Ejes de Llantas (cm) :	32.4

# Capa	Módulo de Elasticidad E (Kg/cm²)	Relación de Poisson (u)	Espesor (cm)	Interfase Ligada (S/N)
1	8413	0.35	5	S
2	39598	0.35	15	S
3	1760.8	0.4	35	S
4	583.6	0.45		
5				
6				

Resultados

# Capa	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1	0	1.7700E-004 C	4.8436E-000 B	-1.4700E-004 C	5.5982E-000 A
	5	1.0000E-004 C	3.8749E-000 B	-8.8300E-005 C	5.2515E-000 B
2	5	1.0000E-004 C	7.7395E-000 B	-1.0100E-004 C	5.2515E-000 B
	20	-1.4700E-004 C	-7.5764E-000 B	1.3600E-004 B	6.3629E-001 B
3	20	-1.4700E-004 C	5.1801E-002 C	3.2700E-004 B	6.3629E-001 B
	55	-1.4500E-004 C	-2.7736E-001 C	2.3600E-004 C	2.0088E-001 C
4	55	-1.4500E-004 C	1.5907E-002 C	3.1500E-004 C	2.0088E-001 C

Deflexión (mm/100) : 43.190