

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CORREDOR VIAL PE-02B (KM 42+500 - KM 63+480), APLICANDO LA DEFLECTOMETRÍA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR : BACH. NELSON WILFREDO CHINININ LOZANO**

**ASESOR : M. SC. MARCOS ANTONIO GONZALES SANTISTEBAN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LI\_IC\_02 Ingeniería Vial**

**JAÉN- PERÚ, JULIO 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CORREDOR VIAL PE-02B (KM 42+500 - KM 63+480), APLICANDO LA DEFLECTOMETRÍA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR : BACH. NELSON WILFREDO CHINININ LOZANO**

**ASESOR : M. SC. MARCOS ANTONIO GONZALES SANTISTEBAN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LI\_IC\_02 Ingeniería Vial**

**JAÉN- PERÚ, JULIO 2024**

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CORREDOR VIAL PE-02B (KM 42+500 - KM 63+480), APLICANDO L**

AUTOR

**CHINININ LOZANO NELSON**

RECUENTO DE PALABRAS

**44258 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**179760 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**173 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 15, 2024 11:56 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 15, 2024 11:58 AM GMT-5**

### ● 6% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 08 de agosto del año 2024, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón  
Secretario : Mg. José Luis Piedra Tineo  
Vocal : Dr. Jeiden Revilla Arce.

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- ( ) Trabajo de Investigación  
( **X** ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CORREDOR VIAL PE-02B (KM 42+500 – KM 63+480), APLICANDO LA DEFLECTOMETRÍA”**, presentado por el bachiller **NELSON WILFREDO CHINININ LOZANO**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.


Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- ( **X** ) Aprobar ( ) Desaprobar ( **X** ) Unanimidad ( ) Mayoría


Con la siguiente mención:

- |                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )           |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )           |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <b>15</b> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )           |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )           |

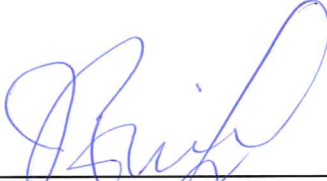
Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN  
Presidente



Mg. JOSÉ LUIS PIEDRA TINEO  
Secretario



Dr. JEIDEN REVILLA ARCE  
Vocal

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

ÍNDICE DE CONTENIDO .....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
III. RESULTADOS .....	63
IV. DISCUSIÓN.....	76
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
AGRADECIMIENTO .....	85
DEDICATORIA .....	86
ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Coordenadas UTM: Zona 17 M.....	19
<b>Tabla 2</b> Sectores homogéneos.....	28
<b>Tabla 3</b> Resumen de la deflexión normalizada sectorizada .....	36
<b>Tabla 4</b> Resumen de la deflexión característica .....	38
<b>Tabla 5</b> Categorización de Pavimento.....	40
<b>Tabla 6</b> Resumen del área de cuenco de deflexiones .....	40
<b>Tabla 7</b> Resumen de evaluación de parámetros de condición estructural .....	42
<b>Tabla 8</b> Resumen Mr y Ep – Sector 01 .....	45
<b>Tabla 9</b> Resumen Mr y Ep – Sector 02 .....	46
<b>Tabla 10</b> Resumen Mr y Ep – Sector 03 .....	46
<b>Tabla 11</b> Resumen Mr y Ep – Sector 04 .....	47
<b>Tabla 12</b> Resumen Mr y Ep – Sector 05 .....	47
<b>Tabla 13</b> Resumen Mr y Ep – Sector 06 .....	48
<b>Tabla 14</b> Resumen Mr y Ep – Sector 07 .....	48
<b>Tabla 15</b> Resumen Mr y Ep – Sector 08 .....	49
<b>Tabla 16</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 01 .....	50
<b>Tabla 17</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 02 .....	51
<b>Tabla 18</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 03 .....	51
<b>Tabla 19</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 04 .....	51
<b>Tabla 20</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 05 .....	52
<b>Tabla 21</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 06 .....	52
<b>Tabla 22</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 07 .....	53
<b>Tabla 23</b> Resumen S <sub>Nef</sub> – Sector 08 .....	53
<b>Tabla 24</b> Resumen de CBR (%).....	55
<b>Tabla 25</b> Resumen del radio de Curvatura.....	57

<b>Tabla 26</b> Resumen de la deflexión característica Benkelman.....	59
<b>Tabla 27</b> Ejes equivalentes.....	61
<b>Tabla 28</b> Deflexión admisible .....	62
<b>Tabla 29</b> Resumen de la condición estructural del pavimento para su refuerzo .....	62
<b>Tabla 30</b> Resultado de la evaluación de la condición estructural .....	65
<b>Tabla 31</b> Resultados Mr AASHTO, Mr diseño y Ep .....	66
<b>Tabla 32</b> Resultados de número estructural efectivo SN .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Zona de influencia de la investigación .....	20
<b>Figura 2</b> Distribución de geófonos .....	24
<b>Figura 3</b> Deflectómetro de impacto – geófonos (FWD) .....	25
<b>Figura 4</b> Inspección de toma de datos en campo .....	25
<b>Figura 5</b> Deflexiones .....	26
<b>Figura 6</b> Sectores homogéneos .....	27
<b>Figura 7</b> Sector 01: Deflexión normalizada .....	29
<b>Figura 8</b> Sector 02: Deflexión normalizada .....	30
<b>Figura 9</b> Sector 03: Deflexión normalizada .....	31
<b>Figura 10</b> Sector 04: Deflexión normalizada .....	32
<b>Figura 11</b> Sector 05: Deflexión normalizada .....	33
<b>Figura 12</b> Sector 06: Deflexión normalizada .....	34
<b>Figura 13</b> Sector 07: Deflexión normalizada .....	35
<b>Figura 14</b> Sector 08: Deflexión normalizada .....	36
<b>Figura 15</b> Deflexión característica según tipo de carretera .....	38
<b>Figura 16</b> Zonas de cuenco de deflexión .....	41
<b>Figura 17</b> Parámetros de la condición estructural .....	42
<b>Figura 18</b> Categorización de la subrasante .....	55
<b>Figura 19</b> Radio de curvatura ( $R_c$ ) .....	57
<b>Figura 20</b> Resumen de ña deflexión característica Benkelman .....	60
<b>Figura 21</b> Resumen de la deflexión característica normalizada .....	63
<b>Figura 22</b> Resultado del área de cuenco de deflexiones .....	64
<b>Figura 23</b> Resultado del módulo resiliente elegido .....	67
<b>Figura 24</b> Resultado del módulo resiliente de diseño .....	68
<b>Figura 25</b> Resultado del módulo de la estructura del pavimento $E_p$ .....	69
<b>Figura 26</b> Resultado del número estructural efectivo SN .....	70
<b>Figura 27</b> Resultados de CBR (%) .....	71

<b>Figura 28</b> Radio de curvatura ( $R_c$ ) .....	72
<b>Figura 29</b> Resultado de deflexión Benkelman característico vs deflexión admisible .....	73
<b>Figura 30</b> Análisis combinado para evaluación del refuerzo estructural .....	74
<b>Figura 31</b> Toma de datos en campo (km 46+000) .....	169
<b>Figura 32</b> Toma de datos en campo (km 46+000) .....	169
<b>Figura 33</b> Toma de datos en campo (km 46+000) .....	170
<b>Figura 34</b> Toma de datos en campo (km 46+000) .....	170
<b>Figura 35</b> Toma de datos en campo (km 52+000) .....	171
<b>Figura 36</b> Toma de datos en campo (km 52+000) .....	171
<b>Figura 37</b> Toma de datos en campo (km 57+000) .....	172
<b>Figura 38</b> Toma de datos en campo (km 62+000) .....	172
<b>Figura 39</b> Toma de datos en campo (km 62+000) .....	173

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480), aplicando la deflectometría. El desarrollo de esta investigación se basó en utilizar una metodología no destructiva, utilizando el deflectómetro de impacto (FWD). El tipo de investigación es descriptiva con un enfoque cuantitativo; su finalidad es aplicada y no experimental. Como resultado, se obtuvo una deflexión característica máxima de 1711.8  $\mu\text{m}$  y mínima de 957.8  $\mu\text{m}$ , una deflexión característica benkelman máxima de  $213 \times 10^{-2}$  mm y mínima de  $97 \times 10^{-2}$  mm; el área de cuenco de deflexiones presenta un valor máximo de 315.0 mm; el Mr de diseño presenta un valor máximo de 714.1 kg/cm<sup>2</sup> y mínimo de 354.9 kg/cm<sup>2</sup>, el Ep presenta un valor máximo de 2366.6 kg/cm<sup>2</sup> y mínimo de 1414 kg/cm<sup>2</sup> y el SNeFec presenta un valor máximo de 1.5 y mínimo de 1.3. Se concluye que el pavimento presenta una condición estructural Grave y también que el 75 % del pavimento presenta insuficiencia estructural, por lo que, teniendo en consideración los resultados obtenidos y la recomendación del MTC, se propone una base estabilizada de 20 cm y colocación de micropavimento de 1.2 cm.

**Palabras claves:** Condición estructural, método no destructivo, deflectometría, FWD, área del cuenco, módulos elásticos.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the structural condition of the PE-02B road corridor (km 42+500 - km 63+480), applying deflectometry. The development of this research was based on using a non-destructive methodology, using the impact deflectometer (FWD). The type of research is descriptive with a quantitative approach; Its purpose is applied and not experimental. As a result, a maximum characteristic deflection of 1711.8  $\mu\text{m}$  and a minimum of 957.8  $\mu\text{m}$  was obtained, a maximum Benkelman characteristic deflection of  $213 \times 10^{-2}$  mm and a minimum of  $97 \times 10^{-2}$  mm; the deflection bowl area has a maximum value of 315.0 mm; the design  $M_r$  presents a maximum value of 714.1  $\text{kg}/\text{cm}^2$  and a minimum of 354.9  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , the  $E_p$  presents a maximum value of 2366.6  $\text{kg}/\text{cm}^2$  and a minimum of 1414  $\text{kg}/\text{cm}^2$  and the  $SN_{\text{efec}}$  presents a maximum value of 1.5 and a minimum from 1.3. It is concluded that the pavement has a serious structural condition and also that 75% of the pavement has structural insufficiency, therefore, taking into consideration the results obtained and the MTC recommendation, a stabilized base of 20 cm and placement of microsurfacing is proposed. 1.2 cm.

**Keywords:** Structural condition, non-destructive method, deflectometry, FWD, bowl area, elastic moduli.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Situación Problemática

A nivel internacional se ha visto la necesidad de utilizar metodologías no destructivas, como lo demuestra Forero (2021), quien realizó un estudio en Colombia, el cual dio como resultado que las vías presentan un gran deterioro y deficiente estado, esto debido a que los gobiernos encargados realizan poco mantenimiento, además por las condiciones climáticas no favorables, ya que la temperatura presente es alta y por el aumento del flujo de tránsito en los últimos años. Según Miranda (2010), su investigación realizada en Chile tuvo como resultado que las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fueron las adecuadas porque no emplearon los criterios adecuados según el tipo de falla que presenta. Otro problema es, como lo presenta Massenlli y de Paiva (2019) en su artículo realizado en Brasil, que los pavimentos flexibles presentan mayor deformación inicial en las capas nuevas, principalmente cuando la subrasante es débil. Esto se debe a que en este país en los proyectos se establecen espesores mínimos de las capas y, por tal, el pavimento no resiste a su ciclo completo de nivel servicio.

A nivel nacional, según el Sistema Nacional de Carreteras (2022), existen en el Perú 142 719.88 km de vías no pavimentadas, el cual corresponde al 79.1% de la red vial nacional. En el departamento de Cajamarca existen 13 998.7 km de vías no pavimentadas, a los cuales corresponde el 89.3 % de la red vial departamental de Cajamarca, lo que es un porcentaje bien elevado en comparación a las vías pavimentadas. Lo cual, para Julca (2022), en su investigación realizada en la ciudad de Lima, tuvo como resultado que la problemática más considerable es la negligencia y omisión de labor técnica por parte de las entidades, tanto nacionales, regionales y locales, las cuales no ejecutan estudios de mayor alcance para conocer la condición real de la estructura del pavimento, no teniendo las herramientas y personal especializado en ingeniería.

A nivel local no se ha realizado ningún proyecto de investigación relacionado con el método no destructivo utilizando la Deflectometría, por ello es una de las razones por las cuales estoy desarrollando esta investigación. Con el propósito de conocer la condición estructural del tramo en estudio y la aplicación deflectométrica.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480) aplicando la Deflectometría?

## **1.3 Justificación**

### ***1.3.1 Técnica***

Esta investigación cuenta con justificación técnica, dado que en este estudio se hará uso del deflectómetro de impacto FWD, el cual nos permitirá conocer los módulos elásticos de los diferentes materiales que conforman la estructura del pavimento. Asimismo, esto permitirá indicar al ingeniero responsable de carreteras la problemática asociada a la misma.

### ***1.3.2 Teórica***

Esta investigación cuenta con justificación teórica, visto que, si bien es cierto, existe información relacionada con el uso de la deflectometría en otras regiones, pero cuando se refiere a la región de Cajamarca esta es escasa. Por lo que con este estudio se tiene la intención de contribuir al conocimiento ya en vigor en relación de los conceptos teóricos, sobre las deflexiones provenientes del pavimento, estos calculados mediante la deflectometría. Además, se pretende enriquecer la literatura referida a este tema aquí desarrollado en la provincia de San Ignacio.

### ***1.3.3 Práctica***

Esta investigación cuenta con justificación práctica, dado que usando el deflectómetro de impacto determina los resultados de manera concisa y rápida, esta sirve para anexar la deflectometría al catálogo de alternativas para consolidar la calidad de las capas que se tienen en obra. Adicionalmente, servirá a estudiantes e indagadores para complementar futuras investigaciones tomando en cuenta los resultados y recomendaciones de este trabajo de investigación.

### ***1.3.4 Metodológica***

Esta investigación cuenta con justificación metodológica, la cual se respaldará de indagaciones y aportes científicos. Por otro lado, se empleará el análisis deflectométrico, adicionalmente se utilizará la guía de retrocálculo AASHTO 93, los cuales nos permitirán evaluar la condición estructural del corredor vial y dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

### ***1.3.5 Social***

Esta investigación cuenta con justificación social, radica en que se busca ofrecer una solución a la demanda de la sociedad, presente y futuras, realizando un estudio de la condición estructural del pavimento y proponiendo el tipo de intervención, y esto beneficiará tanto a la población como a los transportistas, permitiendo un ahorro de tiempo, evitando el desgaste de todo tipo de vehículo y favoreciendo las actividades sociales.

## **1.4 Hipótesis**

La condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480) aplicando la deflectometría es bueno.

## 1.5 Antecedentes

### 1.5.1 Internacionales

Asitimbay (2024) tuvo como **objetivo**: Proponer el plan de mantenimiento y conservación a través de la evaluación visual y estructural del pavimento en el tramo km 4+000 al km 8+000 de la parroquia Palmira, empleando la **metodología**: Que los resultados del índice de condición de pavimento PCI tienen un promedio de 78.29 puntos. Además, presenta una deflexión admisible de  $383.80 \times 10^{-2}$  mm y una deflexión característica de  $111.61 \times 10^{-2}$  mm. Finalmente, **concluyó**: Que de acuerdo al valor promedio de PCI resultante de la inspección visual, la vía se encontró dentro de la clasificación de muy buena. También, en base a las deflexiones de tipo I, el comportamiento de la subrasante y del pavimento fueron buenos, es decir, la vía presenta buena funcionalidad.

Bravo (2023) tuvo como **objetivo**: Evaluar el comportamiento estructural actual del pavimento flexible de la carretera Tugaduaaja-Engunga usando el equipo Viga Benkelman, empleando la **metodología**: Tipo aplicada, con nivel de investigación exploratorio, enfoque cuantitativo y diseño no experimental, obteniendo como **resultado**: Que la deflexión admisible es de  $387.5 \times 10^{-2}$  mm, mientras que las deflexiones características arrojan resultados de  $311 \times 10^{-2}$  mm (carril derecho) y  $305 \times 10^{-2}$  mm (carril izquierdo). Además, alcanzaron radios críticos de 160 m para el carril derecho y 120 para el carril izquierdo. Finalmente, **concluyó**: Que el comportamiento estructural del tramo evaluado es bueno, dado que las deflexiones características son menores del admisible. Además, que el equipo es una herramienta poderosa para evaluar el comportamiento estructural del pavimento, también este método permite establecer sectores o tramos donde la estructura presenta deficiencias constructivas o de diseño.

Armijos y Fernández (2022) plantearon como **objetivo**: Determinar la correlación entre el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y la deflexión obtenida mediante el deflectómetro de impacto (FWD) para optimizar la medición y análisis del desempeño del pavimento, empleando la **metodología**: Experimental y cuantitativo, obteniendo como **resultado**: Que el estado funcional de la vía presenta un IRI superior a 4.3 m/km, por lo que se encuentra en condiciones deficientes denominadas “Malo y pavimento dañado”. Además, el estado estructural de la vía presenta deflexiones promedio menores a 150  $\mu\text{m}$ , por lo que ambos lados presentan capacidad estructural “Bueno”, finalmente **concluyeron**: Que más del 90 % de la vía en ambos lados presenta malas condiciones, por lo que se evidencia falta y necesidad de mantenimiento superficial para alcanzar un óptimo desempeño de la vía. Además, el deterioro estructural no se considera significativo, por lo que tiene buen desempeño estructural.

Ocaña y Cruz (2022) plantearon como **objetivo**: Realizar la evaluación estructural de 8 tramos de la localidad de Usme, utilizando el deflectómetro de impacto, empleando la **metodología**: Tipo no experimental, siguiendo un enfoque cuantitativo descriptivo, obteniendo como **resultado**: Que las deflexiones centrales en la mayoría de la estructura superan los 500  $\mu\text{m}$ , constituyendo una condición de alarma, lo cual puede provocar futuras fallas y daños considerables en la estructura. Finalmente, **concluyeron**: Que el reciclado estabilizado es importante ya que constituye una alternativa económicamente viable no solo para reducir espesores de intervención sino también para minimizar el impacto ambiental, haciendo un aporte de mucha importancia en la sostenibilidad en la ejecución de proyectos de ingeniería.

Balarezo (2022) tuvo como **objetivo**: Realizar la evaluación estructural del pavimento del tramo el Salado - Guangarcucho y realizar una propuesta de rehabilitación del pavimento, empleando la **metodología**: No experimental, siguiendo un enfoque cuantitativo y un nivel de

investigación descriptivo, obteniendo como **resultado**: Que las deflexiones varían entre 74.71  $\mu\text{m}$  a 310  $\mu\text{m}$  realizados cada 200 m, los cuales presentan buen estado estructural. Además, presenta módulos resilientes que varían entre 55.0 Mpa (560.844 Kg/cm<sup>2</sup>) a 121.0 Mpa (1233.86 Kg/cm<sup>2</sup>) y presenta número estructural efectivo que varían entre 6.89 a 8.51 en ambas calzadas. Finalmente, **concluyó**: Que, para lograr una adecuada toma de datos precisos y confiables, el área no deberá presentar dificultad y tomarlos cuando la temperatura del pavimento esté a 21C° aproximadamente.

### ***1.5.2 Nacionales***

Callme y Torres (2024) plantearon como **objetivo**: Evaluar superficial y estructuralmente el pavimento de la Av. Primavera, empleando la **metodología**: Tipo aplicada con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, obteniendo como **resultado**: Que el valor promedio de PCI es de 32 puntos, lo cual le corresponde una calificación de Pobre. Además, el valor de la deflexión característica es de 124.2 x 10 (-2) mm y el valor de la deflexión admisible es de 58.91 x 10 (-2) mm, lo cual se interpreta como un mal comportamiento estructural. Finalmente **concluyeron**: Que se logró evaluar superficial y estructuralmente el pavimento, donde según la clasificación del PCI se encuentra en estado Pobre y según las deflexiones se encuentra en mal estado.

Julca (2022) tuvo como **objetivo**: Determinar la incidencia del deflectómetro de impacto en la evaluación estructural de la carretera central, empleando la **metodología**: Tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, obteniendo como **resultado**: Que las características de la estructura del pavimento presentaron una deflexión máxima y un área del cuenco de deflexiones de un valor de 133  $\mu\text{m}$  y 27.14 pulgadas para el lado derecho y 202.29  $\mu\text{m}$  y 24.41 pulgadas para el lado izquierdo, respectivamente. Finalmente **concluyó**: Que los datos obtenidos se encuentran dentro

de los valores aceptables, por lo que la deflexión máxima y el área del cuenco de deflexiones presentan un paquete estructural bueno y la categorización del pavimento es muy fuerte.

Manrique y Nuñez (2021) tuvieron como **objetivo**: Realizar la evaluación estructural del tratamiento superficial bicapa con deflectómetro de impacto liviano del tramo en estudio, empleando la **metodología**: Tipo no experimental, siguiendo un enfoque cuantitativo descriptivo, obteniendo como **resultado**: Que la deflexión promedio es de 141.47  $\mu\text{m}$  y el valor máximo es de 348.37  $\mu\text{m}$ ; también presentan el promedio del número estructural efectivo  $\text{SN}_{\text{efec}}$  un valor de 1.25, un valor máximo de 1.74 y un valor mínimo de 0.93. Finalmente, **concluyó**: Que los valores obtenidos del número estructural efectivo  $\text{SN}_{\text{efec}}$  mediante el retrocálculo se comparan con del diseño de pavimento  $\text{SN}_{\text{req}}$ , deduciendo así que el efectivo es menor en los sectores 1,2,3,4 y 5; por tal, presentan insuficiencia estructural; además, en el sector 6 sí presenta suficiencia estructural.

Condori (2021) tuvo como **objetivo**: Determinar los espesores del pavimento flexible utilizando la metodología de retrocálculo obtenido del ensayo (FWD) y AASHTO 93, mediante la **metodología**: Tipo explicativa – correlacional, con diseño no experimental y con enfoque tipo cuantitativo, obteniendo como **resultado**: Que los valores de la deflexión característica varían entre 576  $\mu\text{m}$  y 1081  $\mu\text{m}$ . Además, presenta una deflexión benkelman normalizada mínima de 8 (1/100 mm) en el sector 1 y una deflexión benkelman normalizada máxima de 189 (1/100 mm) en el sector 3. También, presenta valores de SN de comportamiento regular, con valores que varían entre 2.2 y 4.8. Finalmente, **concluyó**: Que teniendo en cuenta el TDR se adoptó un espesor de 5 cm de carpeta asfáltica, pero de acuerdo a la evaluación de la deflectometría y para cumplir con el  $\text{SN}_{\text{req}}$  se profundizó el reciclado en 5 a 10 cm en 3 de los 5 sectores; por tal, tendría una base estabilizada variable de 20 cm, 25 cm y 30 cm.

Ramos (2021) tuvo como **objetivo**: Conocer la condición actual del pavimento flexible de la Av. Lambramani, empleando la **metodología**: Tipo aplicado no experimental, obteniendo como **resultado**: Que el valor promedio de PCI es de 52 puntos, lo cual le corresponde una calificación de Regular. Además, el valor de la deflexión característica promedio del tramo 1 es de  $76.61 \times 10^{-2}$  mm y el valor de la deflexión admisible es de  $82.63 \times 10^{-2}$  mm, lo cual se puede deducir que la estructura se encuentra en buen estado; el valor de la deflexión característica del tramo 2 es de  $69.50 \times 10^{-2}$  mm y el valor de la deflexión admisible es de  $82.63 \times 10^{-2}$  mm, lo cual se puede deducir que la estructura se encuentra en buen estado. Finalmente, **concluyó**: Que realizada la evaluación estructural y funcional, se concluyó que la vía se encuentra en estado Regular.

### ***1.5.3 Regionales y Locales***

Fernández (2020) tuvo como **objetivo**: Determinar el comportamiento estructural del pavimento de la carretera Cajamarca Celendín - Balsas, empleando la **metodología**: Tipo correlacional, ya que se analiza la relación entre los factores que afectan la deflexión del pavimento y el refuerzo a utilizar, obteniendo como **resultado**: Una deflexión característica de  $67 \times 10^{-2}$  mm y una deflexión admisible de  $71 \times 10^{-2}$  mm y un radio de curvatura con promedio de 333.28 m, el cual supera al mínimo establecido por la guía CONREVIAl, que es 100 m. Finalmente, **concluyó**: Que las deflexiones obtenidas con el deflectómetro en campo son buenas, ya que la deflexión característica es menor a la deflexión admisible.

Quito (2019) tuvo como **objetivo**: Determinar el comportamiento y evaluación estructural del pavimento flexible, empleando la **metodología**: No experimental, descriptiva y aplicada, obteniendo como **resultado**: Una deflexión característica de  $116.7 \times 10^{-2}$  mm, superando la deflexión admisible con valor de  $86.2 \times 10^{-2}$  mm y un radio de curvatura de 130

m, el cual supera al mínimo establecido por la guía CONREVIAL, que es 100 m. Finalmente **concluyó**: Que el pavimento presenta un regular comportamiento estructural.

## **1.6 Objetivos**

### ***1.6.1 Objetivo General***

Evaluar la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480) aplicando la Deflectometría.

### ***1.6.2 Objetivos Específicos***

- Determinar la deflexión característica del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480) aplicando el deflectómetro de impacto (FWD).
- Analizar el área del cuenco de deflexiones del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480) aplicando el deflectómetro de impacto (FWD).
- Calcular los módulos elásticos de la estructura del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480) mediante el proceso de Retrocálculo AASHTO 93.
- Proponer el tipo de refuerzo estructural del pavimento del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480).

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Objeto de Estudio

El objeto de estudio de esta investigación fue evaluar la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 - km 63+480), aplicando la deflectometría.

### 2.2 Ubicación del Proyecto

La investigación se desarrolló en:

**Tramo:** km 42+500 (Dv. Tabaconas) - km 63+480 (Tamborapa Pueblo)

**Longitud (km):** 20.98 km

**Distrito:** Tabaconas

**Provincia:** San Ignacio

**Región:** Cajamarca

**Tabla 1**

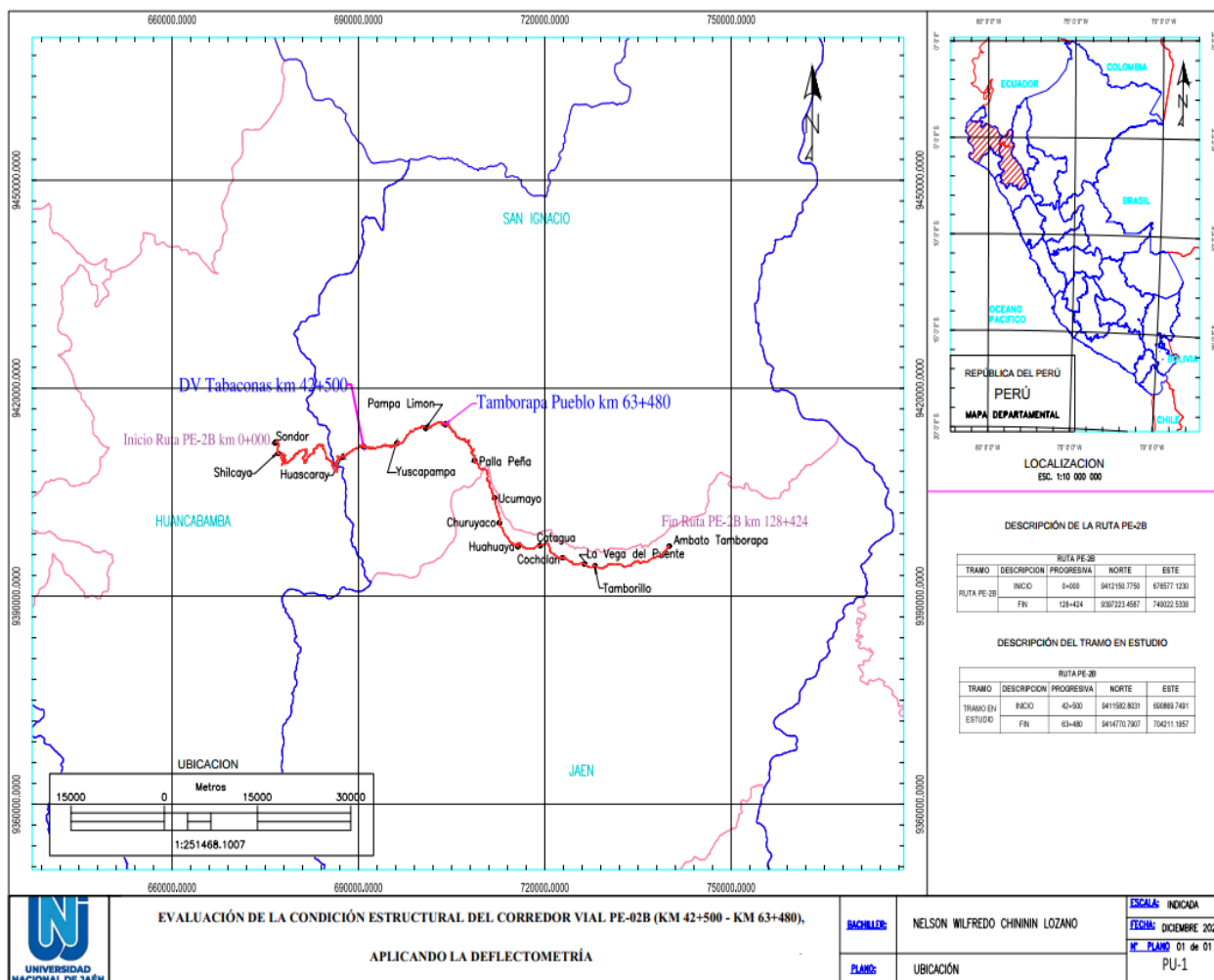
*Coordenadas UTM: Zona 17 M*

<b>Coordenadas</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>
<b>Norte</b>	9411582.803	9414770.791
<b>Este</b>	690869.7491	704211.1957

Para una mejor ubicación se presenta la **Figura 1** donde se muestra la zona de influencia de la investigación.

**Figura 1**

*Zona de influencia de la investigación*



### 2.3 Población

La población se define como una colección finita o infinita de elementos con características similares (Arias, 2012).

La población que se contempló para esta investigación corresponde a la red vial PE-02B. La cual forma parte del eje transversal más importante que une las provincias de Huancabamba y

Jaén. El cual tiene su inicio en el Distrito de Sondor (Huancabamba) y recorre 128+424 km hasta llegar al Centro Poblado Ambato Tamborapa (Jaén).

## **2.4 Muestra**

Según Tamayo y Tamayo (2004), la muestra se define como “El conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población, universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada” (p. 176).

Para este proyecto se tomó como muestra de investigación el tramo que abarca desde el km 42+500 (Dv. Tabaconas) hasta el km 63+480 (Tamborapa Pueblo) con un total de 20.98 km. El criterio de mayor incidencia para la selección de la muestra se dio debido al alto grado de deterioro que presenta la superficie respecto a los otros tramos.

## **2.5 Muestreo**

Para esta investigación se utilizó el tipo no probabilístico por conveniencia, lo cual nos permite seleccionar casos accesibles y acepten ser aprobados para su inclusión. Esto se basa en la fácil accesibilidad y cercanía de los sujetos para los investigadores (Morphol, 2017).

## **2.6 Métodos**

Para el desarrollo de esta investigación se empleó el método Inductivo - Deductivo, como lo demuestra Rodríguez y Pérez (2017), en su revista publicada en la ciudad de Bogotá, el cual especifica que el método inductivo y deductivo se complementan mutuamente. Mediante la inducción se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general. A partir de esta generalización se deducen varias conclusiones lógicas.

## ***2.6.1 Tipos de Investigación***

### **2.6.1.1 Según su finalidad**

Esta investigación es de tipo aplicada, porque tuvo como propósito evaluar la condición estructural del corredor vial, mediante la aplicación de la deflectometría; buscó resolver un problema específico, consolidando y enriqueciendo el conocimiento científico y teórico.

### **2.6.1.2 Según su alcance**

Esta investigación es de tipo descriptiva, porque se describieron situaciones reales en las cuales se clasificó y se recopiló todos los datos para un posterior análisis.

### **2.6.1.3 Según su diseño**

Esta investigación, según su diseño, es tipo no experimental, porque al realizar esta investigación no se ha modificado ninguna variable; se analizó en el contexto natural.

### **2.6.1.4 Según su enfoque**

Hernández et al. (2014) afirman que “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p. 36).

Esta investigación, según su enfoque, es tipo cuantitativa, porque calificó el grado de deformación medido con el deflectómetro de impacto a partir de la recopilación de datos numéricos.

## **2.7 Técnicas**

### ***2.7.1 La observación***

Según Díaz (2011), “La observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos” (p. 5).

La técnica utilizada fue la observación, mediante la cual se recolectó la información para su análisis y así se comprendieron los hechos ocurridos durante el proceso de la investigación.

### ***2.7.2 Análisis de documentos***

Para esta investigación se utilizó el análisis de documentos, como tesis, revistas, artículos de investigación, manuales, del cual se realizó el proceso de interpretación, su análisis y posteriormente su síntesis.

## **2.8 Procedimientos**

### **ETAPA 1. Determinación de las deflexiones características**

Para determinar las deflexiones características se siguieron 4 pasos, los cuales se presentan a continuación:

- 1) Paso N° 01. Realizar la medida de deflexiones.
- 2) Paso N° 02. Calcular los sectores homogéneos del tramo.
- 3) Paso N° 03. Calcular la normalización de las deflexiones por carga.
- 4) Paso N° 04. Calcular la deflexión característica.

## **PASO N° 01. Determinación de la Medida de deflexiones**

En este paso se realizó la medida de las deflexiones en el pavimento, teniendo en cuenta que esta vía cuenta con un carril. La toma de datos se realizó cada 200 metros aproximadamente.

Este ensayo se ejecutó aplicando una carga de 50 KN sobre el corredor vial, en el cual la distancia recorrida se registró por kilometraje y un sistema de georreferenciación.

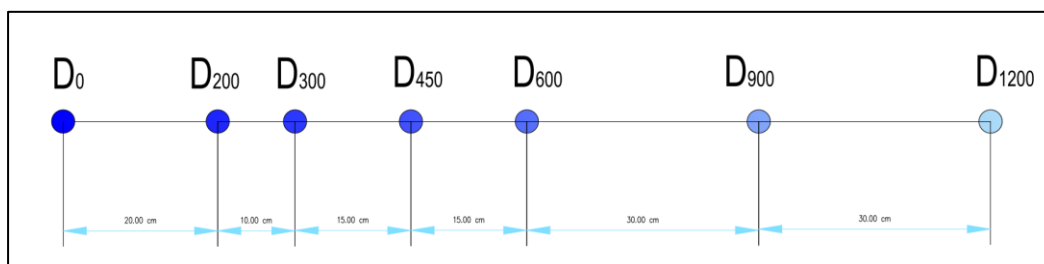
Para la toma de temperatura, el FWD posee un termómetro infrarrojo con el cual este registró automáticamente la temperatura de la superficie del pavimento en cada punto de la medición.

Las mediciones se realizaron del tramo Km 42+500 al Km 63+480, en el cual la vía se encontró a nivel de micropavimento.

La ubicación de los geófonos se ubicó de la siguiente manera: 0.00 mm, 200.00 mm, 300.00 mm, 450.00 mm, 600.00 mm, 900.00 mm y 1200.00 mm, tomando como referencia el centro del plato de carga.

### **Figura 2**

*Distribución de geófonos*



En la **Figura 3** y **Figura 4** se aprecia al equipo deflectorómetro de Impacto (FWD) que se utilizó para la recopilación de datos, remolcado por una camioneta donde se realizaron las lecturas y estas se registraron y se almacenaron en la computadora. Luego de que se evaluó un punto, se pasa al siguiente punto para continuar con el registro de datos

### Figura 3

*Deflectómetro de impacto - geófonos (FWD)*



*Nota.* El equipo presenta certificación de calibración actualizada, presente en el Anexo 2.

### Figura 4

*Inspección de toma de datos en campo*

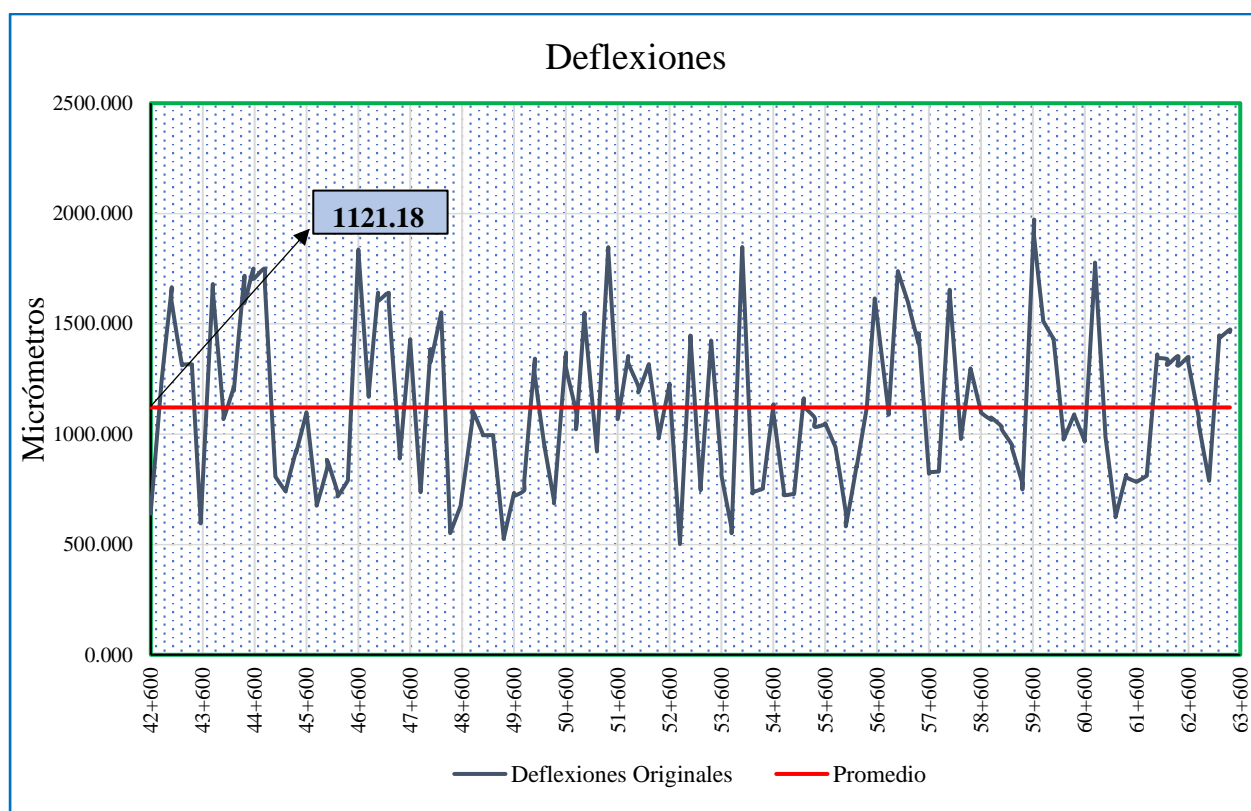


*Nota.* En todos los puntos en que se realizó la evaluación, estuvieron presentes profesionales verificando la toma de datos. Para más detalle el panel fotográfico se puede apreciar en el **Anexo 14**.

Los resultados obtenidos del registro de toma de datos en campo se presentan en el **Anexo 4**, además, para un mejor análisis de los resultados se presenta la **Figura 5**.

**Figura 5**

*Deflexiones*



*Nota.* En la figura se muestra la tendencia de las deflexiones a lo largo de toda la calzada, con una deflexión promedio de 1121.18  $\mu\text{m}$ .

## **PASO N° 02. Cálculo de los sectores homogéneos del tramo de estudio**

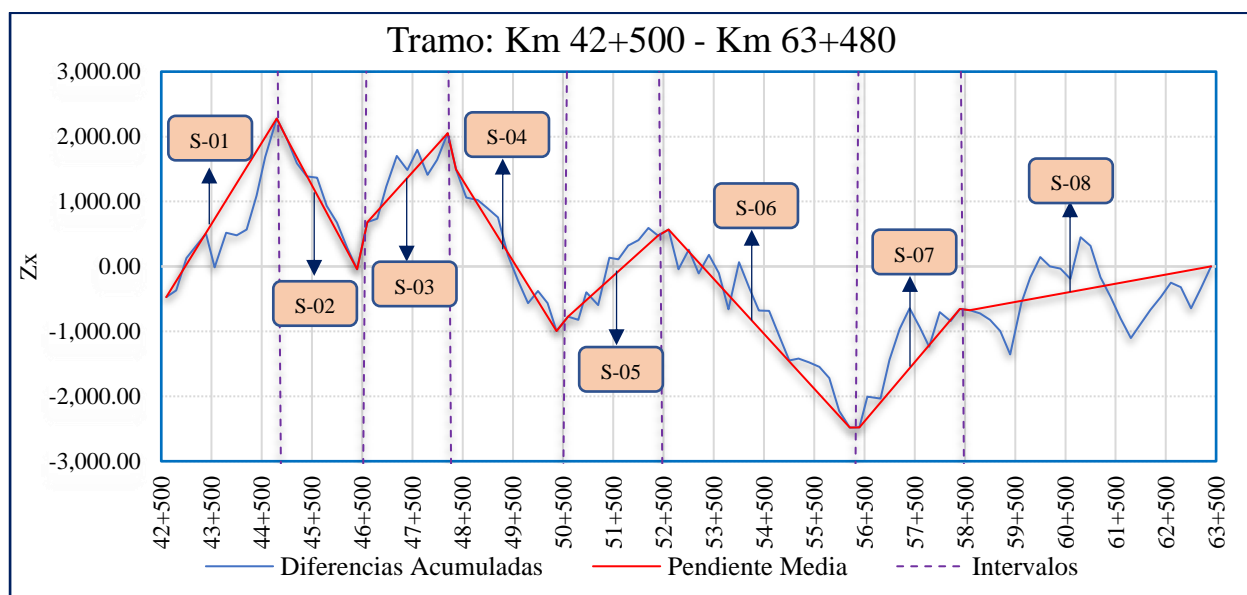
En este paso, se utilizó el método de diferencias acumuladas recomendado por la guía AASHTO 93, el cual nos permitió conocer el comportamiento y las características similares que facilitaron determinar los parámetros de cada sector, lo cual no siempre se obtienen intervalos constantes, por lo tanto, se utilizó una aproximación para el cálculo de las diferencias acumuladas, teniendo en cuenta la deflexión máxima como variable.

$$Z_x = \sum_{i=1}^n a_i - \frac{\sum_{i=1}^n a_1}{L_p} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{Ecuación } - 1)$$

Los resultados obtenidos de los sectores homogéneos se presentan en la **Figura 6**.

**Figura 6**

*Sectores homogéneos*



*Nota.* Se muestra la pendiente media a lo largo de toda la calzada, separada por intervalos, el cual constituye cada uno de los sectores homogéneos.

Para un mejor análisis, en la **Tabla 2** se presentan los 8 sectores homogéneos calculados mediante el método de diferencias acumuladas.

**Tabla 2**

*Sectores homogéneos*

SECTOR	INICIO	FIN
S-01	42+600	45+000
S-02	45+000	46+600
S-03	46+600	48+370
S-04	48+370	50+600
S-05	50+600	52+600
S-06	52+600	56+400
S-07	56+400	58+600
S-08	58+600	63+400

### **PASO N° 03. Cálculo de la normalización de deflexiones por carga**

En este paso, luego de obtener los datos de deflexión tomados en campo, se normalizaron por carga a 50 KN, esto teniendo en cuenta que no siempre se aplica una carga constante. Por lo cual, esta corrección se realizó con la ecuación siguiente:

$$d_i = d_{i0} \times \frac{P_r}{P_0} \quad (\text{Ecuación} - 2)$$

Donde:

$d_i$  = Deflexión del sensor i, corregida a la carga  $P_r$

$d_{i0}$  = Deflexión del sensor i, medida en campo con la carga de aplicación  $P_o$

$P_r$  = Carga a la cual se normalizan las mediciones, en este caso igual a 50 KN

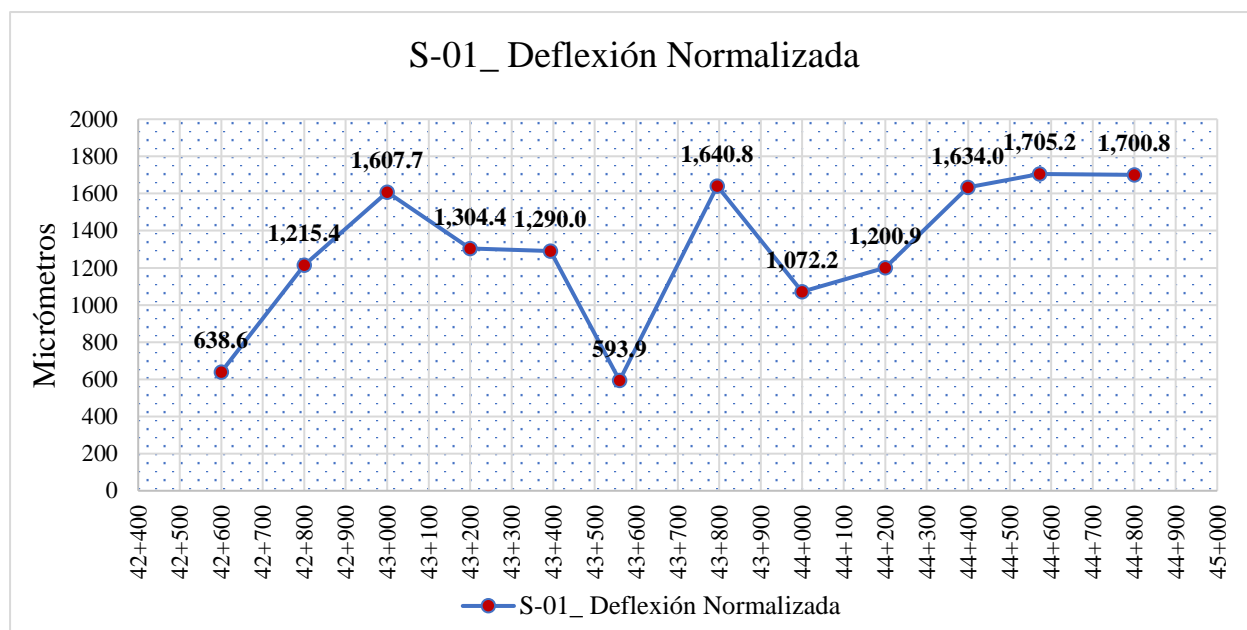
$p_o$  =Carga en KN aplicada en las mediciones de campo

Los resultados de la normalización de deflexiones por carga se presentan en el **Anexo 5**.

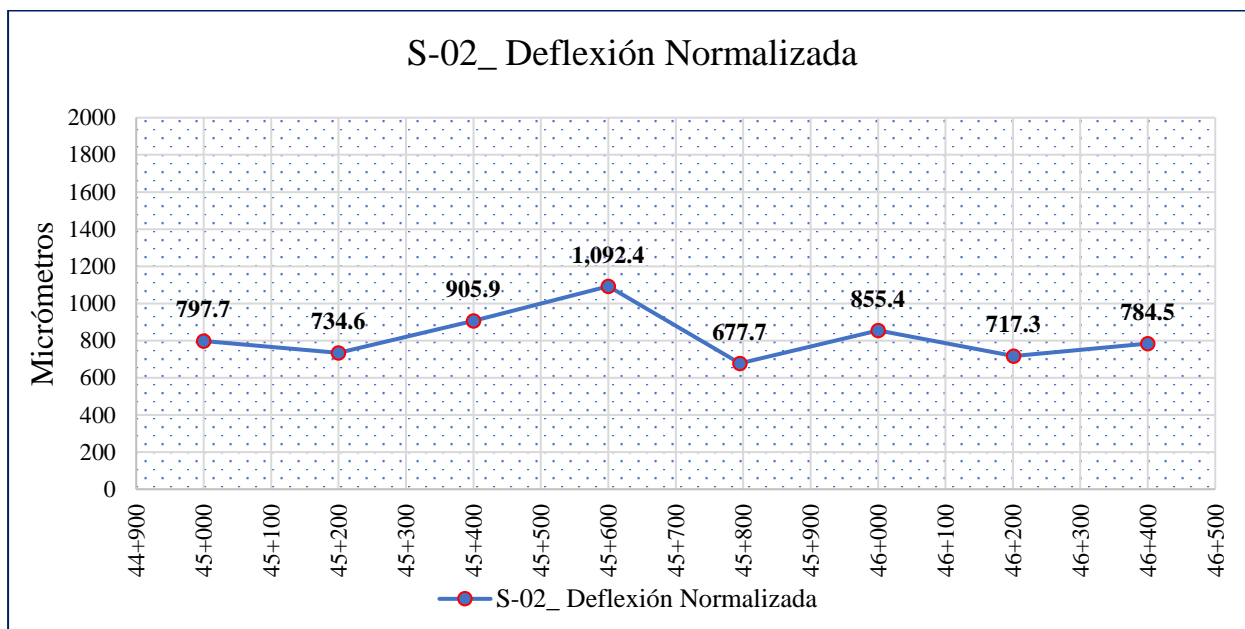
Para un mayor análisis, a continuación, se presenta los resultados de manera sectorizada.

### Figura 7

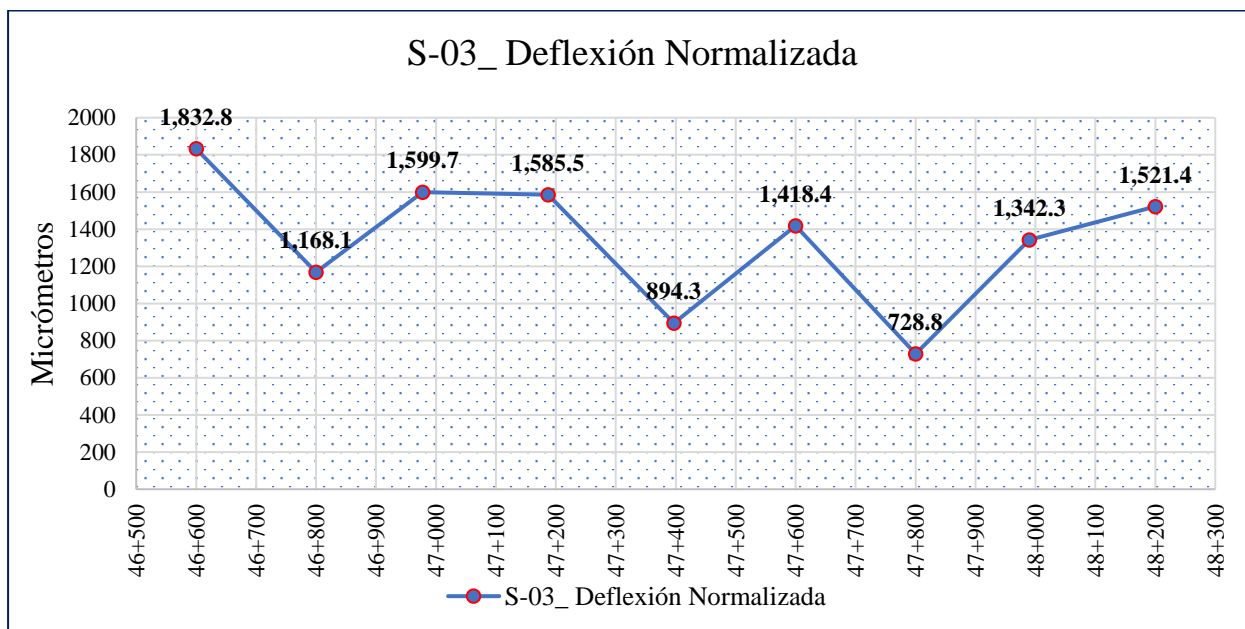
*Sector 01: Deflexión normalizada*



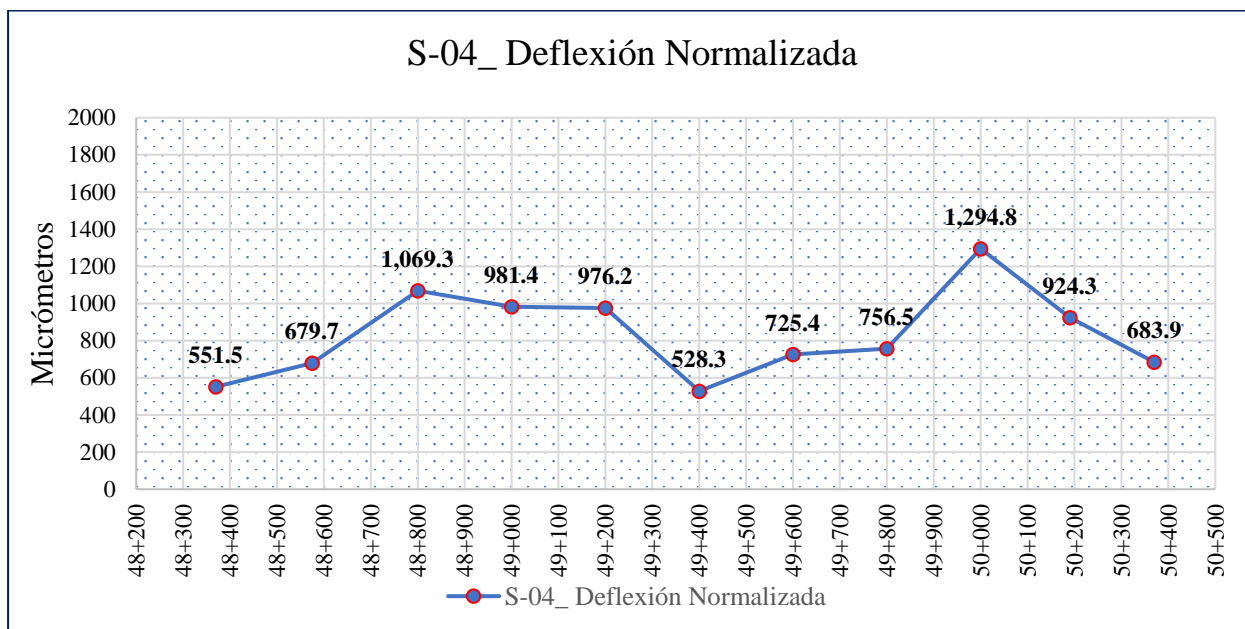
*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1705.2  $\mu\text{m}$  y una deflexión mínima de 593.9  $\mu\text{m}$  en los km 44+572 y km 43+560 respectivamente.

**Figura 8***Sector 02: Deflexión normalizada*

*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1092.4  $\mu\text{m}$  y una deflexión mínima de 667.7  $\mu\text{m}$  en los km 45+600 y km 45+795 respectivamente.

**Figura 9***Sector 03: Deflexión normalizada*

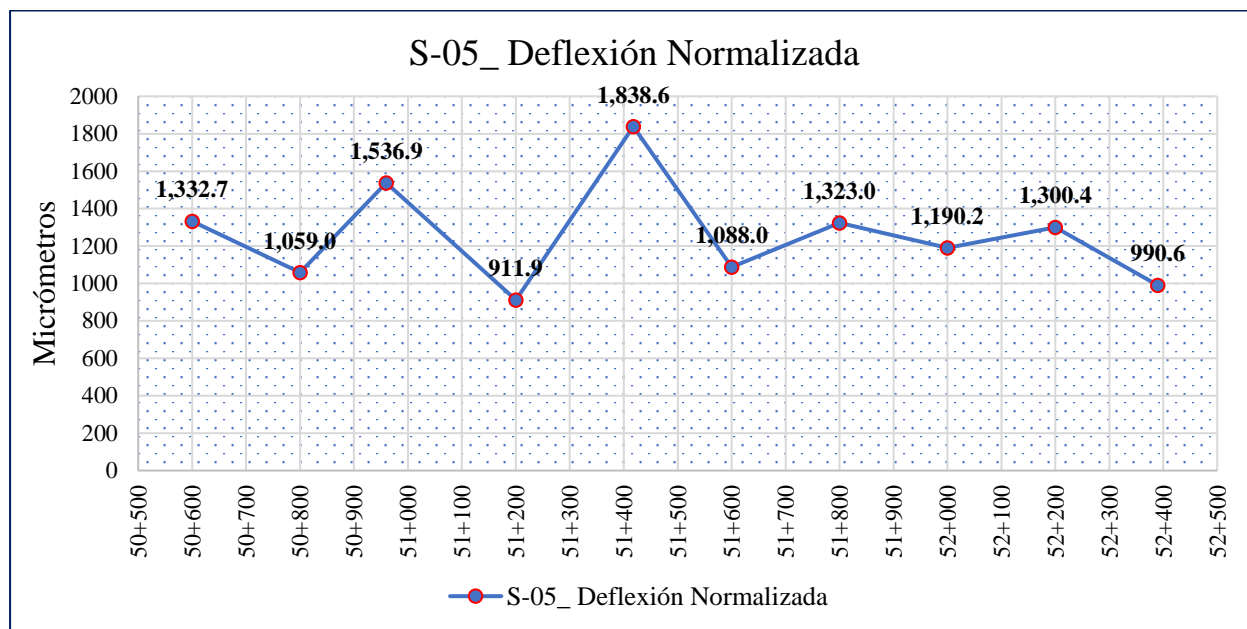
*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1832.8  $\mu\text{m}$  y una deflexión mínima de 728.8  $\mu\text{m}$  en los km 46+600 y km 47+800 respectivamente.

**Figura 10***Sector 04: Deflexión normalizada*

*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1294.8  $\mu\text{m}$  y una deflexión mínima de 528.3  $\mu\text{m}$  en los km 50+000 y km 49+400 respectivamente.

**Figura 11**

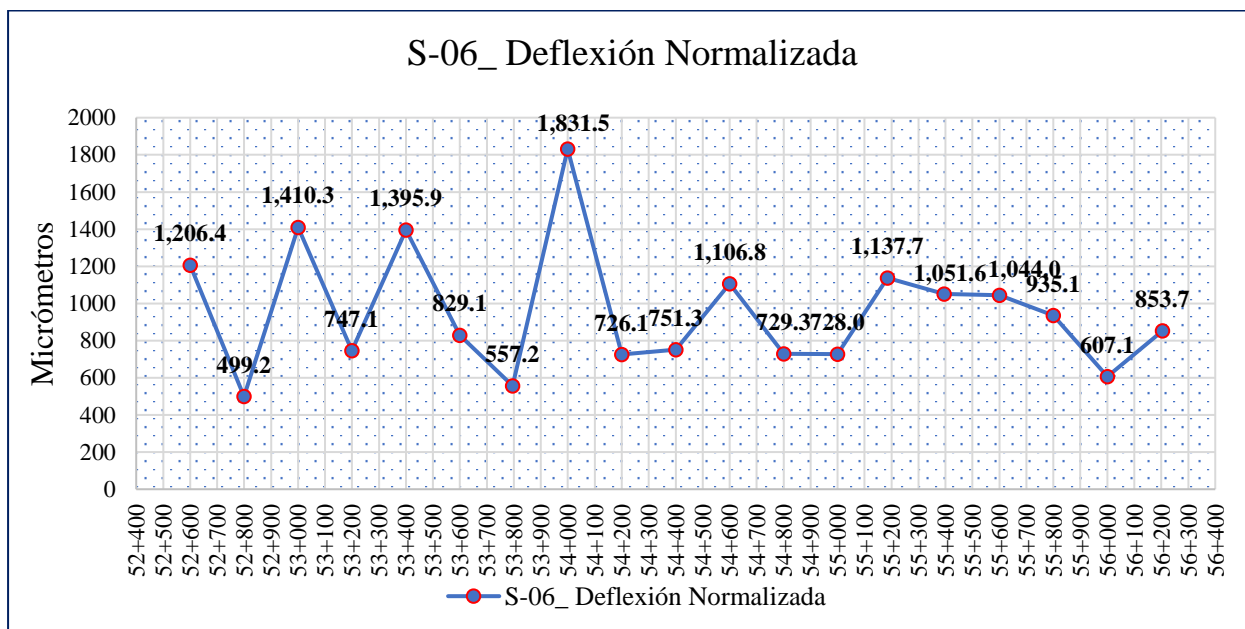
Sector 05: Deflexión normalizada



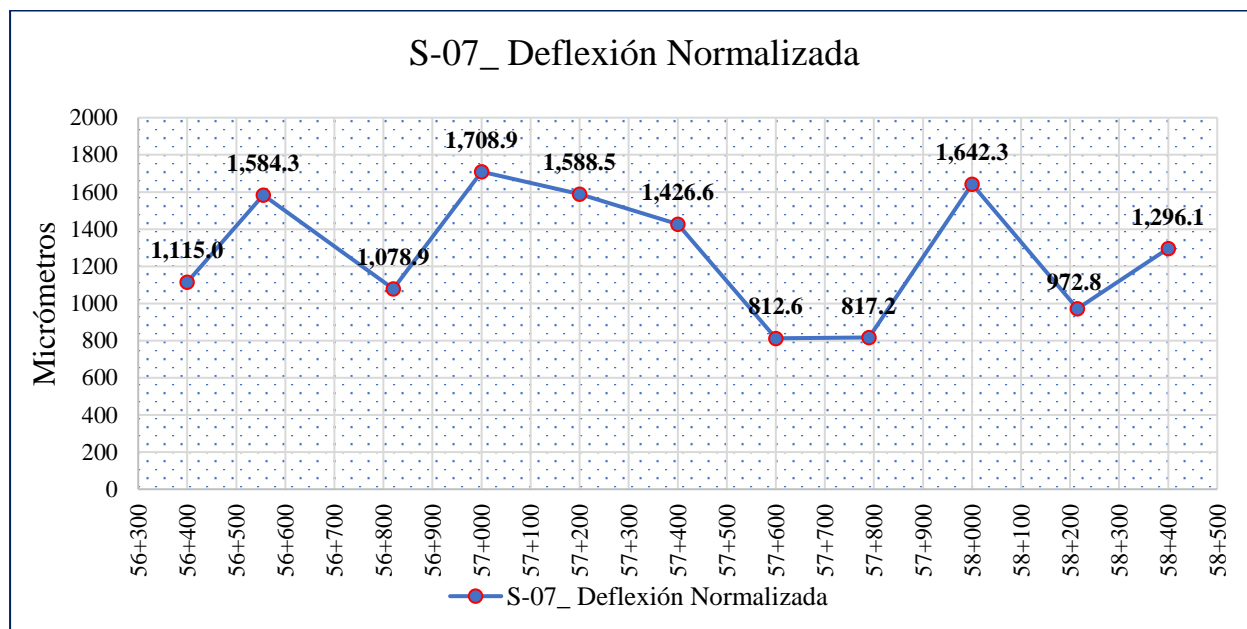
*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1838.6  $\mu\text{m}$  y una deflexión mínima de 911.9  $\mu\text{m}$  en los km 51+418 y km 51+200 respectivamente.

**Figura 12**

Sector 06: Deflexión normalizada



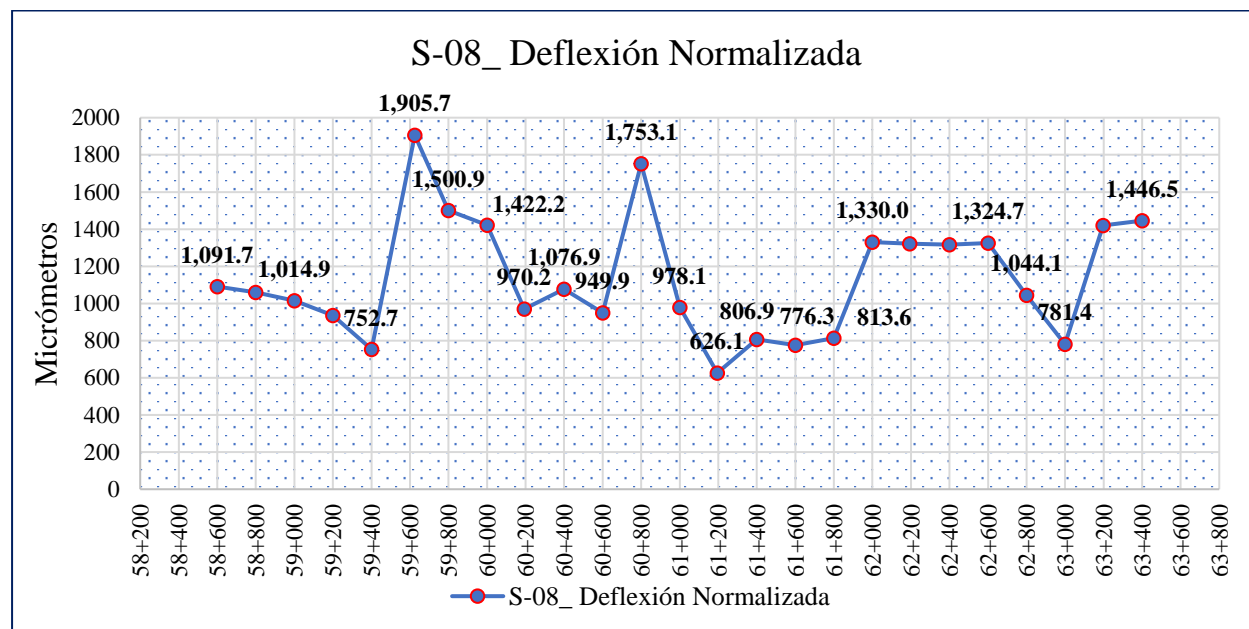
*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1831.5  $\mu\text{m}$  y una deflexión mínima de 499.2  $\mu\text{m}$  en los km 54+000 y km 52+800 respectivamente.

**Figura 13***Sector 07: Deflexión normalizada*

*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1708.9  $\mu\text{m}$  y una deflexión mínima de 812.6  $\mu\text{m}$  en los km 57+000 y km 57+600 respectivamente.

**Figura 14**

Sector 08: Deflexión normalizada



*Nota.* Se puede apreciar una deflexión máxima de 1905.7 µm y una deflexión mínima de 626.1 µm en los km 59+625 y km 61+195 respectivamente.

A continuación, en la Tabla 3 se presenta el resumen de los resultados de la deflexión normalizada de los 8 sectores homogéneos.

**Tabla 3**

Resumen de la deflexión normalizada sectorizada

Sector	Inicio	Fin	Mínima (µm)	Máxima (µm)	Promedio D0 (µm)
S-01	42+600	45+000	593.9	1705.2	1300.3
S-02	45+000	46+600	677.7	1092.4	820.7
S-03	46+600	48+370	728.8	1832.8	1343.5

Sector	Inicio	Fin	Mínima (µm)	Máxima (µm)	Promedio D0 (µm)
S-04	48+370	50+600	528.3	1294.8	833.8
S-05	50+600	52+600	911.9	1838.6	1257.1
S-06	52+600	56+400	499.2	1831.5	955.1
S-07	56+400	58+600	812.6	1708.9	1276.6
S-08	58+600	63+400	626.1	1905.7	1136.7

#### **PASO N° 04. Cálculo de la deflexión característica**

Para el cálculo de la deflexión característica ( $D_c$ ) se utilizó la siguiente ecuación:

$$D_c = D_p + \partial (Desv. Estándar) \quad (Ecuación - 3)$$

Donde:

$D_c$  = Deflexión característica

$D_p$  = Deflexión promedio

$\partial$  = Coeficiente que representa al porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica.

Se utilizó la **Figura 15** para definir la deflexión característica.

## Figura 15

### Deflexión característica según tipo de carretera

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	$Dc = Dm + 1.645xds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	$Dc = Dm + 1.645xds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	$Dc = Dm + 1.645xds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	$Dc = Dm + 1.282xds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	$Dc = Dm + 1.282xds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	$Dc = Dm + 1.036xds$	Deflexión característica, para una Confiabilidad de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

Nota. Se utilizó la deflexión característica para una confiabilidad del 85 %, la cual es utilizada para carreteras de bajo volumen de tránsito. Fuente: Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos (2014).

El resumen de los resultados de la deflexión característica sectorizada se presenta en la

#### Tabla 4.

#### Tabla 4

##### Resumen de la deflexión característica

Sector	Inicio	Fin	Mínima ( $\mu\text{m}$ )	Máxima ( $\mu\text{m}$ )	Promedio D0 ( $\mu\text{m}$ )	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Deflexión Característica ( $\mu\text{m}$ )
S-01	42+600	45+000	593.9	1705.2	1300.3	387.6	30%	1701.8
S-02	45+000	46+600	677.7	1092.4	820.7	132.4	16%	957.8

Sector	Inicio	Fin	Mínima ( $\mu\text{m}$ )	Máxima ( $\mu\text{m}$ )	Promedio D0 ( $\mu\text{m}$ )	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Deflexión Característica ( $\mu\text{m}$ )
S-03	46+600	48+370	728.8	1832.8	1343.5	355.5	26%	1711.8
S-04	48+370	50+600	528.3	1294.8	833.8	235.6	28%	1077.9
S-05	50+600	52+600	911.9	1838.6	1257.1	277.1	22%	1544.2
S-06	52+600	56+400	499.2	1831.5	955.1	338.3	35%	1305.6
S-07	56+400	58+600	812.6	1708.9	1276.6	334.6	26%	1623.3
S-08	58+600	63+400	626.1	1905.7	1136.7	325.4	29%	1473.9

## **Etapa 2. Cálculo del área de cuenco de deflexiones**

Para determinar el área de cuenco de deflexiones se tomó dos fuentes de investigación para así tener un mejor análisis de los resultados.

- La primera se categorizó el pavimento de acuerdo a Crespo del Río y Ruiz (2001).
- La segunda se categorizó el pavimento de acuerdo a Horak y Emery (2006).

### **Según: Crespo del Río y Ruiz (2001)**

Para el cálculo del área del cuenco de deflexiones se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{Área (pulg)} = 6 \frac{(d0 + d300 + d600 + d900)}{d0} \quad (\text{Ecuación} - 4)$$

Donde se tiene en cuenta la **Tabla 5** para la categorización del pavimento.

**Tabla 5***Categorización de Pavimento*

<b>Categorización de Pavimento</b>	<b>Valor de Área (mm)</b>
Pavimento muy Fuerte	Área > 530
Pavimento Fuerte	530 < Área > 500
Pavimento Regular	500 < Área > 440
Pavimento Malo	440 < Área > 410
Pavimento muy Malo	Área < 410

*Nota.* Categorización del pavimento de acuerdo al área del cuenco de deflexiones. Fuente: Crespo del Río y Ruiz (2001).

Los resultados de los cálculos del área del cuenco de deflexiones se presentan el **Anexo 6**. Además, en la **Tabla 6** se presenta el resumen por cada sector homogéneo.

**Tabla 6***Resumen del área de cuenco de deflexiones*

<b>Sector</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Área (mm)</b>
S-01	42+600	45+000	293.9
S-02	45+000	46+600	315.0
S-03	46+600	48+370	294.1
S-04	48+370	50+600	279.3
S-05	50+600	52+600	309.9
S-06	52+600	56+400	307.6
S-07	56+400	58+600	285.6
S-08	58+600	63+400	310.7

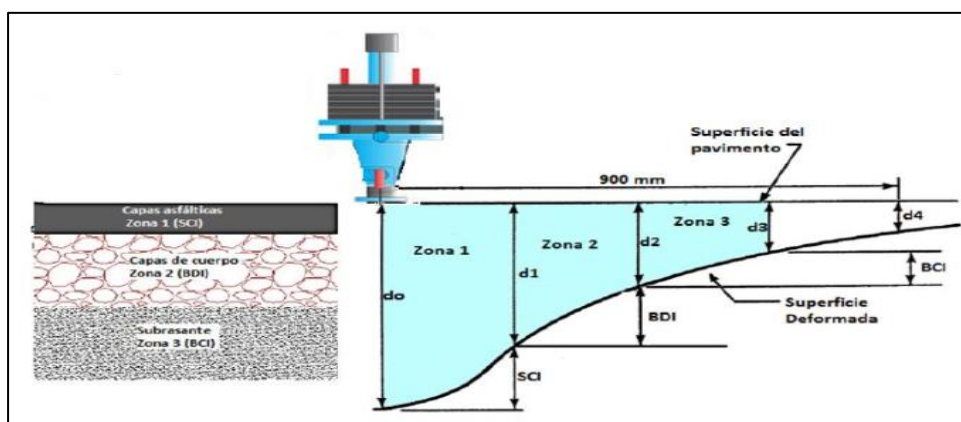
**Según: Horak y Emery (2006)**

Para el cálculo de cuenco de deflexiones se utilizó 3 parámetros: Índice de curvatura de la superficie (SCI), índice de daño en la base (BDI) e índice de curvatura en la base (BCI).

Donde en la **Figura 16** se presentan las 3 zonas del cuenco de deflexión. Y en la **Figura 17** se presentan los parámetros del cuenco de deflexiones para determinar la condición estructural.

**Figura 16**

*Zonas del cuenco de deflexión*



*Nota.* Donde  $SCI = d_0 - d_{300}$ ,  $BDI = d_{300} - d_{600}$  y  $BCI = d_{900} - d_{1200}$ . Fuente: Horak y Emery (2006).

**Figura 17***Parámetros de la condición estructural*

	Condición estructural	Parámetros del cuenco de deflexiones			
		d0 (μm)	SCI (μm)	BDI (μm)	BCI (μm)
Base Granular	Bueno	<500	<200	<100	<50
	Alarma	500-750	200-400	100-200	50-100
	Grave	>750	>400	>200	>100

*Nota.* Parámetros del cuenco de deflexiones. Fuente: Horak y Emery (2006).

Teniendo en cuenta las 3 zonas evaluadas, en el **Anexo 7** se presentan los resultados de la evaluación de la condición estructural. Además, en la **Tabla 7** se presenta el resumen de la evaluación de los parámetros de la condición estructural.

**Tabla 7***Resumen de evaluación de parámetros de condición estructural*

Sector	Inicio	Fin	Deflexiones Corregidas a 50 KN (μm)							Evaluación de Parámetros			
			D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	D0 (μm)	SCI (μm)	BDI (μm)	BCI (μm)
S-01	42+600	45+000	1300	662	397	253	154	80	57	1300	903	243	74
S-02	45+000	46+600	821	382	251	176	133	81	61	821	570	118	52
S-03	46+600	48+370	1343	650	388	257	185	110	84	1343	955	203	74
S-04	48+370	50+600	834	363	217	139	100	62	47	834	616	117	38
S-05	50+600	52+600	1257	654	409	281	184	110	79	1257	848	224	74
S-06	52+600	56+400	955	485	309	207	145	83	56	955	646	164	62
S-07	56+400	58+600	1277	612	361	225	157	85	59	1277	915	204	72
S-08	58+600	63+400	1137	565	366	252	182	110	75	1137	771	184	72

### **Etapa 3. Cálculo de los módulos elásticos mediante el retrocálculo**

En esta etapa se calcularon los módulos elásticos, tales como:

1. Módulo resiliente (Mr)
2. Módulo equivalente (Ep)
3. Número estructural Efectivo (SNefec)
4. Californian Bearing Ratio (CBR %)
5. Radio de curvatura (Rc)

#### **1) Cálculo del módulo resiliente (Mr) y módulo equivalente (Ep) del pavimento**

El módulo resiliente de la plataforma de fundación (Mr) se obtuvo mediante el proceso de retrocálculo con los datos de carga y las deflexiones obtenidas con el FWD. Mediante la siguiente ecuación.

$$Mr = \frac{0.24 \times P}{d_r \times r} \quad (\text{Ecuación } - 5)$$

Donde:

Mr = Módulo resiliente de la subrasante, en PSI.

P = Es la carga aplicada por el deflectómetro, en libras.

dr = Es la deflexión a una distancia r del centro de plato de carga, en pulgadas.

$r$  = Es la distancia desde el centro del plato de carga, en pulgadas.

Se utilizó un factor de corrección “ $c$ ” con un valor de **0.33** recomendado en la guía de diseño AASHTO 92, apéndice L, el cual nos permitió calcular el  $M_r$  de diseño.

Una vez calculado el  $M_r$  se calculó el módulo equivalente ( $E_p$ ), el cual refleja la capacidad estructural de toda la estructura existente, ya sea de la carpeta asfáltica o de los materiales que la conforman debajo de este. Se calculó mediante la ecuación siguiente.

$$d_0 = 1.5 * p * a \left\{ \frac{1}{Mr * \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} * \sqrt[3]{\frac{E_p}{Mr}}\right)^2}} + \left[ \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a}\right)^2}}}{E_p} \right] \right\} \quad (\text{Ecuación } - 6)$$

Donde:

$d_0$  = Deflexión central, micras.

$p$  = Presión del plato de cara, en PSI.

$a$  = Radio del plato de carga, en pulgadas.

$M_r$  = Módulo resiliente de la subrasante obtenido por el retrocálculo, en PSI.

$D$  = Espesor del pavimento sobre la subrasante, en pulgadas.

$E_p$  = Módulo efectivo de todas las capas del pavimento, en PSI.

Además, debió cumplirse que  $r \geq 0.7 ae$ , donde  $ae$  es el radio del bulbo de tensiones en la interfaz entre las capas construidas y la subrasante.

$$ae = \sqrt{a^2 + \left( D \times \sqrt[3]{\frac{Ep}{Mr}} \right)^2} \quad (\text{Ecuación } - 6)$$

Donde:

$Ep$  = Es el módulo elástico efectivo sobre la subrasante, en PSI.

$D$  = Es el espesor total de las capas de pavimento sobre la subrasante, en pulgadas.

$a$  = Es el radio del plato de carga, en pulgadas.

Realizando los cálculos respectivos, en el **Anexo 8** y **Anexo 9** se presentan los resultados obtenidos del módulo resiliente ( $Mr$ ) y módulo equivalente ( $Ep$ ). Además, en la **Tabla 8**, **Tabla 9**, **Tabla 10**, **Tabla 11**, **Tabla 12**, **Tabla 13**, **Tabla 14** y **Tabla 15** se presenta el resumen  $Mr$  y  $Ep$  de cada uno de los sectores homogéneos.

**Tabla 8**

*Resumen  $Mr$  y  $Ep$  – Sector 01*

Abscisa	Carril	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño Aashto(kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
42+600	Carril único	1795	592	3169
42+800	Carril único	1138	376	1461
43+000	Carril único	1295	427	883
43+200	Carril único	871	287	1561
43+393	Carril único	792	261	1715
43+560	Carril único	3754	1239	2316

43+795	Carril único	737	243	1185
44+000	Carril único	926	306	2114
44+200	Carril único	794	262	1952
44+399	Carril único	978	323	999
44+572	Carril único	712	235	1138
44+800	Carril único	1387	458	790

**Tabla 9***Resumen Mr y Ep – Sector 02*

Abscisa	Carril	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño Aashto(kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
45+000	Carril único	1381	456	2615
45+200	Carril único	1881	621	2419
45+400	Carril único	2816	929	1437
45+600	Carril único	1537	507	1448
45+795	Carril único	1373	453	3534
46+000	Carril único	1511	499	2171
46+201	Carril único	1685	556	2713
46+400	Carril único	1448	478	2596

**Tabla 10***Resumen Mr y Ep – Sector 03*

Abscisa	Carril	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño Aashto(kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
46+600	Carril único	981	324	832
46+800	Carril único	1318	435	1423
46+978	Carril único	788	260	1181
47+187	Carril único	973	321	1048
47+397	Carril único	1537	507	1995
47+600	Carril único	1078	356	1177
47+800	Carril único	2102	694	2288

47+990	Carril único	1328	438	1142
48+200	Carril único	584	193	1640

**Tabla 11***Resumen Mr y Ep – Sector 04*

Abscisa	Carril	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño Aashto(kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
48+370	Carril único	2455	810	3264
48+575	Carril único	3180	1049	2053
48+800	Carril único	1685	556	1426
49+000	Carril único	1936	639	1510
49+200	Carril único	1641	542	1663
49+400	Carril único	4599	1518	2514
49+600	Carril único	1657	547	2693
49+800	Carril único	1969	650	2246
50+000	Carril único	1036	342	1401
50+190	Carril único	1440	475	1969
50+370	Carril único	2204	727	2461

**Tabla 12***Resumen Mr y Ep – Sector 05*

Abscisa	Carril	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño Aashto(kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
50+600	Carril único	1019	336	1351
50+800	Carril único	1124	371	1863
50+960	Carril único	857	283	1193
51+200	Carril único	1103	364	2458
51+418	Carril único	629	208	1093
51+600	Carril único	1262	416	1643
51+800	Carril único	860	284	1539
52+000	Carril único	1049	346	1599
52+200	Carril único	916	302	1512
52+390	Carril único	1936	639	1490

**Tabla 13***Resumen Mr y Ep – Sector 06*

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
52+600	Carril único	801	264	1922
52+800	Carril único	2572	849	3739
53+000	Carril único	1167	385	1135
53+199	Carril único	1809	597	2414
53+400	Carril único	858	283	1402
53+600	Carril único	1748	577	2081
53+795	Carril único	3125	1031	2783
54+000	Carril único	564	186	1197
54+200	Carril único	2029	670	2350
54+400	Carril único	2771	914	1888
54+600	Carril único	819	270	2217
54+800	Carril único	1344	444	3143
55+000	Carril único	1416	467	3018
55+185	Carril único	1460	482	1398
55+395	Carril único	1341	442	1669
55+600	Carril único	1000	330	2083
55+800	Carril único	1600	528	1808
56+000	Carril único	1817	600	3441
56+205	Carril único	2360	779	1688

**Tabla 14***Resumen Mr y Ep – Sector 07*

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
56+400	Carril único	1473	486	1435
56+555	Carril único	795	262	1194
56+820	Carril único	1635	539	1427
57+000	Carril único	727	240	1116
57+200	Carril único	944	312	1063
57+400	Carril único	1107	365	1148
57+600	Carril único	2296	758	1842
57+790	Carril único	2167	715	1879
58+000	Carril único	1120	370	918
58+215	Carril único	1097	362	2198
58+400	Carril único	839	277	1625

**Tabla 15***Resumen Mr y Ep – Sector 08*

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
58+600	Carril único	1058	349	1843
58+800	Carril único	1175	388	1799
59+000	Carril único	1422	469	1704
59+200	Carril único	1333	440	2037
59+400	Carril único	2045	675	2211
59+625	Carril único	575	190	1100
59+800	Carril único	1126	372	1050
60+000	Carril único	1011	334	1218
60+193	Carril único	1530	505	1750
60+400	Carril único	1009	333	1956
60+600	Carril único	1826	603	1635
60+800	Carril único	566	187	1292
61+000	Carril único	1607	530	1679
61+195	Carril único	2087	689	2941
61+400	Carril único	2086	688	1957
61+600	Carril único	1522	502	2547
61+800	Carril único	1439	475	2448
62+000	Carril único	1290	426	1175
62+194	Carril único	699	231	1826
62+400	Carril único	786	259	1664
62+600	Carril único	970	320	1407
62+800	Carril único	987	326	2106
63+000	Carril único	2298	758	1954
63+198	Carril único	976	322	1249
63+400	Carril único	776	256	1421

**2) Cálculo del número estructural efectivo (SNefec)**

Para calcular el número estructural efectivo se utilizó la ecuación 08. El cual representa la capacidad estructural del pavimento.

$$SNef = 0.0045 \times D \times \sqrt[3]{Ep} \quad (\text{Ecuación - 8})$$

Donde:

$D$  = Es el espesor del total de las capas que aportan capacidad estructural sobre la subrasante, en pulgadas.

$E_p$  = Es el módulo elástico efectivo de todas las capas que aportan capacidad estructural del pavimento sobre la subrasante, en PSI.

Teniendo en cuenta la ecuación 8, se presenta el **Anexo 10** donde se tienen los resultados del cálculo del número estructural efectivo. Además, se presenta **Tabla 16**, **Tabla 17**, **Tabla 18**, **Tabla 19**, **Tabla 20**, **Tabla 21**, **Tabla 22** y **Tabla 23**, donde se presenta el resumen del número estructural efectivo por cada sector homogéneo.

### **Tabla 16**

*Resumen SNe<sub>f</sub> – Sector 01*

<b>Abscisa</b>	<b>SN Aashto</b>
42+600	1.7
42+800	1.3
43+000	1.1
43+200	1.3
43+393	1.4
43+560	1.5
43+795	1.2
44+000	1.5
44+200	1.5
44+399	1.2
44+572	1.2
44+800	1.1

**Tabla 17***Resumen SNeF – Sector 02*

<b>Abcisa</b>	<b>SN Aashto</b>
45+000	1.6
45+200	1.6
45+400	1.3
45+600	1.3
45+795	1.8
46+000	1.5
46+201	1.6
46+400	1.6

**Tabla 18***Resumen SNeF – Sector 03*

<b>Abcisa</b>	<b>SN Aashto</b>
46+600	1.1
46+800	1.3
46+978	1.2
47+187	1.2
47+397	1.5
47+600	1.2
47+800	1.5
47+990	1.2
48+200	1.4

**Tabla 19***Resumen SNeF – Sector 04*

<b>Abcisa</b>	<b>SN Aashto</b>
48+370	1.7

48+575	1.5
48+800	1.3
49+000	1.3
49+200	1.4
49+400	1.6
49+600	1.6
49+800	1.5
50+000	1.3
50+190	1.5
50+370	1.6

**Tabla 20***Resumen SNeF – Sector 05*

<b>Abcisa</b>	<b>SN Aashto</b>
50+600	1.3
50+800	1.5
50+960	1.2
51+200	1.6
51+418	1.2
51+600	1.4
51+800	1.3
52+000	1.4
52+200	1.3
52+390	1.3

**Tabla 21***Resumen SNeF – Sector 06*

<b>Abcisa</b>	<b>SN Aashto</b>
52+600	1.5
52+800	1.8
53+000	1.2
53+199	1.6
53+400	1.3
53+600	1.5
53+795	1.6
54+000	1.2
54+200	1.5
54+400	1.4

54+600	1.5
54+800	1.7
55+000	1.7
55+185	1.3
55+395	1.4
55+600	1.5
55+800	1.4
56+000	1.8
56+205	1.4

**Tabla 22***Resumen SNef – Sector 07*

<b>Abscisa</b>	<b>SN Aashto</b>
56+400	1.3
56+555	1.2
56+820	1.3
57+000	1.2
57+200	1.2
57+400	1.2
57+600	1.4
57+790	1.4
58+000	1.1
58+215	1.5
58+400	1.4

**Tabla 23***Resumen SNef – Sector 08*

<b>Abscisa</b>	<b>SN Aashto</b>
58+600	1.4
58+800	1.4
59+000	1.4
59+200	1.5
59+400	1.5
59+625	1.2
59+800	1.2
60+000	1.2
60+193	1.4
60+400	1.5

---

60+600	1.4
60+800	1.3
61+000	1.4
61+195	1.7
61+400	1.5
61+600	1.6
61+800	1.6
62+000	1.2
62+194	1.4
62+400	1.4
62+600	1.3
62+800	1.5
63+000	1.5
63+198	1.3
63+400	1.3

---

### 3) Cálculo del CBR (%)

Para calcular el CBR (%) se tuvo en consideración la ecuación 9. Además, se tuvo en cuenta la **Figura 18** para categorizar la subrasante.

$$M_r(\text{PSI}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64} \quad (\text{Ecuación} - 9)$$

Donde:

Mr: Modulo resiliente, en PSI.

**Figura 18***Categorización de la subrasante*

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

*Nota.* Categorización del pavimento. Fuente: Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos (2014)

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se realizó el cálculo del CBR (%), los cuales en el **Anexo 11** se presentan los resultados. Además, en la **Tabla 24** se presenta el resumen por cada sector homogéneo.

**Tabla 24***Resumen de CBR (%)*

Sector	Inicio	Fin	CBR (%)
S-01	42+600	45+000	4.5
S-02	45+000	46+600	6.1
S-03	46+600	48+370	3.6
S-04	48+370	50+600	9.7
S-05	50+600	52+600	3
S-06	52+600	56+400	5.9
S-07	56+400	58+600	4.1
S-08	58+600	63+400	4.1

#### 4) Cálculo del radio de curvatura (Rc)

El cálculo del radio de curvatura de la línea elástica de deflexión es una característica de fundamental importancia, ya que determinó la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas; además, teniendo en cuenta las unidades y la distancia desde el punto central (D0) y el segundo punto de medida (D200).

Para el cálculo del radio de curvatura (RC) se utilizó la siguiente ecuación:

$$R_c = \frac{20000}{(D_0 - D_{200})} \quad (\text{Ecuación} - 10)$$

Dónde:

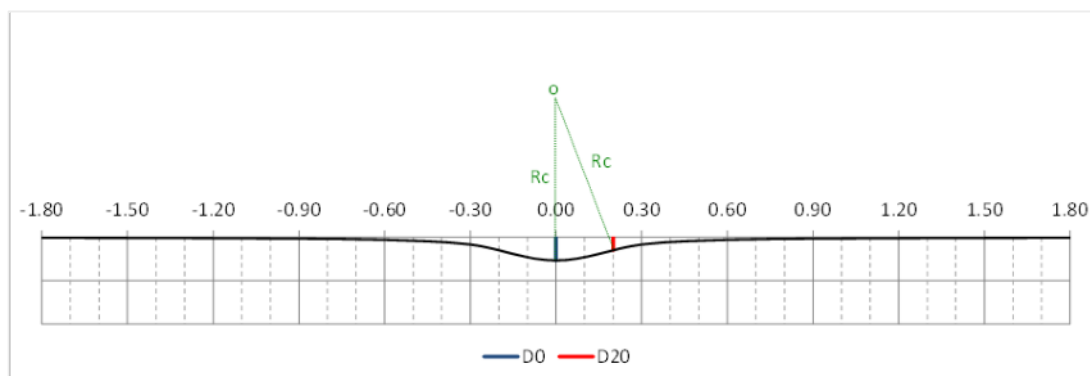
R: Radio de curvatura, en metros.

D0: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en milésimos de mm.

D200: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en milésimos de mm.

**Figura 19**

*Radio de curvatura (RC)*



Empleando la ecuación 10 se procedió a realizar el cálculo; los resultados se presentan en el **Anexo 12**.

A continuación, en la **Tabla 25** se presenta el resumen de los resultados del radio de curvatura mínima, máxima, promedio.

**Tabla 25**

*Resumen del radio de Curvatura*

<b>Sector</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>RC Mínima (m)</b>	<b>RC Máxima (m)</b>	<b>RC Promedio (m)</b>
<b>S-01</b>	42+600	45+000	19.1	68.4	35.8
<b>S-02</b>	45+000	46+600	32.3	69.4	48.4
<b>S-03</b>	46+600	48+370	20.2	49.7	31.5
<b>S-04</b>	48+370	50+600	29.8	75.2	46.0
<b>S-05</b>	50+600	52+600	24.8	49.7	34.2
<b>S-06</b>	52+600	56+400	24.2	80.2	47.3
<b>S-07</b>	56+400	58+600	21.3	46.1	32.0
<b>S-08</b>	58+600	63+400	23.2	65.5	37.5

#### **Etapa 4. Cálculo del tipo de refuerzo estructural**

Según el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos (2014), para determinar la suficiencia estructural del pavimento se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$\text{Deflexión característica Benkelman (Dc)} < \text{Deflexión admisible (Da)} \quad (\text{Ecuación} - 11)$$

Teniendo estos resultados se procedió a realizar el análisis del tipo de refuerzo estructural según el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos (2014).

Los pasos a seguir fueron:

1. Calcular la deflexión característica benkelman.
2. Calcular la deflexión admisible.

#### **Paso 1. Deflexión característica Benkelman**

Las deflexiones normalizadas se correlacionaron con la viga Benkelman mediante la siguiente ecuación especificada por el MTC en el “Manual de Inventarios Viales 2014”.

$$Def_{BB} = 0.176 * (Def_{FWD})^{1.382} \quad (\text{Ecuación} - 12)$$

Donde:

$Def_{BB}$  = Deflexión Benkelman, a 40 KN

$Def_{FWD}$  = Deflexión FWD, a 50 KN

En el **Anexo 13** se presentan los resultados de la deflexión Benkelman. Además, en la **Tabla 26** se presenta el resumen de las deflexiones Benkelman promedio y característica sectorizada.

**Tabla 26**

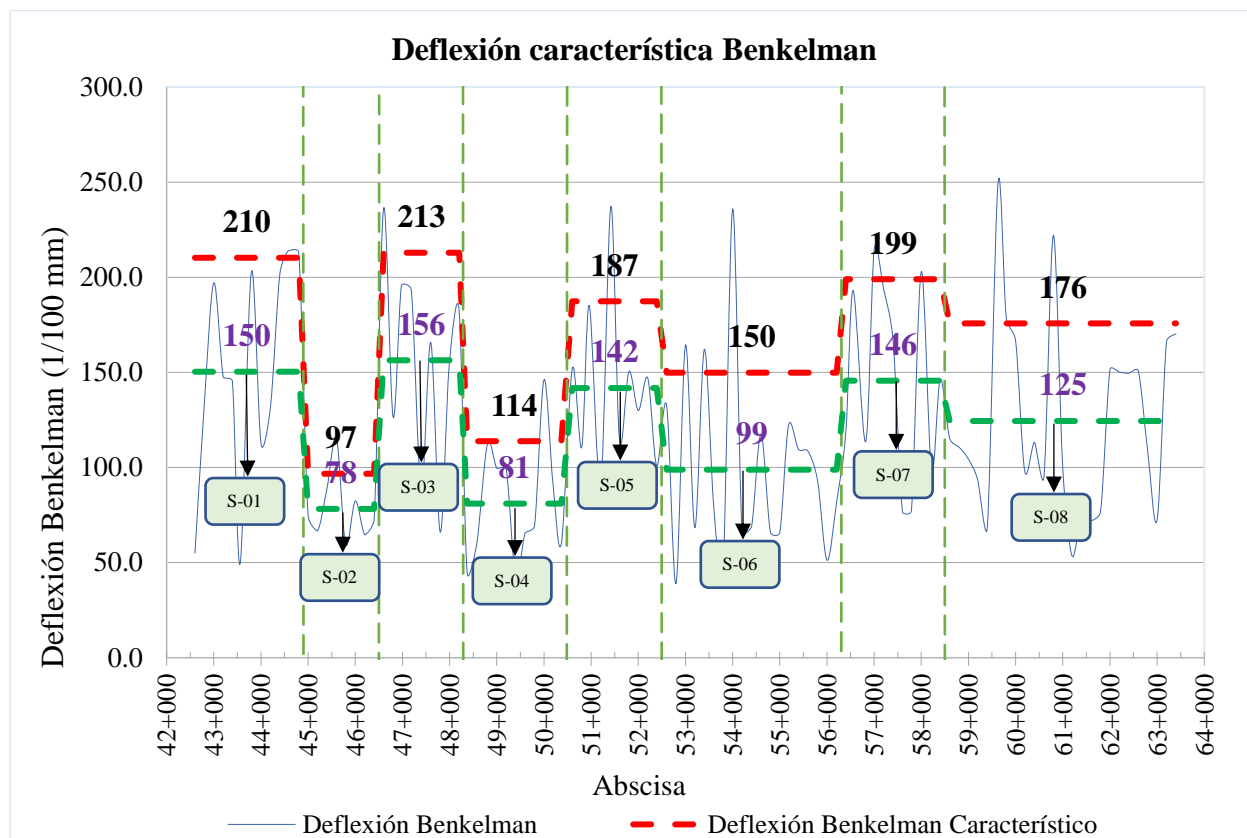
*Resumen de la deflexión característica Benkelman*

<b>Sector</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Deflexión Benkelman Promedio (1/100 mm)</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Deflexión Característica Benkelman (1/100 mm)</b>
S-01	42+600	45+000	150	58	210
S-02	45+000	46+600	78	18	97
S-03	46+600	48+370	156	55	213
S-04	48+370	50+600	81	32	114
S-05	50+600	52+600	142	44	187
S-06	52+600	56+400	99	49	150
S-07	56+400	58+600	146	51	199
S-08	58+600	63+400	125	49	176

Para un mejor análisis los resultados de la deflexión característica Benkelman se presentan en la **Figura 20**.

**Figura 20**

Resumen de la deflexión característica Benkelman



En la **Figura 20** se presentan los resultados de la deflexión Benkelman característica, la cual presenta una deflexión máxima Benkelman en el sector S-03 con un valor de 213 x 10 (-2) mm y una deflexión mínima Benkelman en el sector S-02 con un valor de 97 x 10 (-2) mm.

### Paso 2. Cálculo de la deflexión admisible

La deflexión admisible garantiza el buen comportamiento del pavimento con relación al tráfico que debe soportar, la cual se calculó con la siguiente ecuación:

$$Dadm = \left( \frac{1.15}{N18} \right)^{0.25} \quad (\text{Ecuación - 13})$$

Donde:

Dadm = Deflexión admisible en mm.

N18 = Número de repeticiones de ejes equivalentes en millones.

Para los resultados de la deflexión admisible se tuvieron en cuenta los ejes equivalentes correspondientes al tramo (km 42+500 al km 63+480) realizados en el año 2023.

**Tabla 27**

*Ejes equivalentes*

<b>Progresiva (m)</b>	<b>Número de Ejes Equivalente 2023</b>	<b>Número de Ejes Equivalente 2027</b>	<b>Número de Ejes Equivalente 2032</b>
42+500	2.30E+04	1.50E+05	2.97E+05
63+480	2.30E+04	1.50E+05	2.97E+05

*Nota.* Se puede apreciar el número de ejes equivalentes para una proyección de 10 años de servicio o vida útil proyectada. Fuente: Estudio de tráfico MTC (2023).

En la **Tabla 28** se aprecian los resultados del cálculo de la deflexión admisible para el año 2032.

**Tabla 28***Deflexión admisible*

<b>Progresiva (m)</b>	<b>N Ejes Equivalente 2023</b>	<b>N Ejes Equivalente 2027</b>	<b>N Ejes Equivalente 2032</b>	<b>Deflexión Admisible 2032 (1/100 mm)</b>
42+500	2.30E+04	1.50E+05	2.97E+05	140
63+480	2.30E+04	1.50E+05	2.97E+05	140

*Nota.* Para una proyección de 10 años, nos dio como resultado una deflexión admisible de 140 x 10 (-2) mm. Esto, de acuerdo al TDR, según proyecto, lo requiera.

Realizando el cálculo de acuerdo a la ecuación 11, en la **Tabla 29** se pueden apreciar el resumen de los resultados obtenidos.

**Tabla 29***Resumen de la condición estructural del pavimento para su refuerzo*

<b>Sector</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Deflexión Característica Benkelman (1/100 mm)</b>	<b>Deflexión Admisible 2032 (1/100 mm)</b>	<b>Situación</b>
S-01	42+600	45+000	210	140	No cumple
S-02	45+000	46+600	97	140	Cumple
S-03	46+600	48+370	213	140	No cumple
S-04	48+370	50+600	114	140	Cumple
S-05	50+600	52+600	187	140	No cumple
S-06	52+600	56+400	150	140	No cumple
S-07	56+400	58+600	199	140	No cumple
S-08	58+600	63+400	176	140	No cumple

### III. RESULTADOS

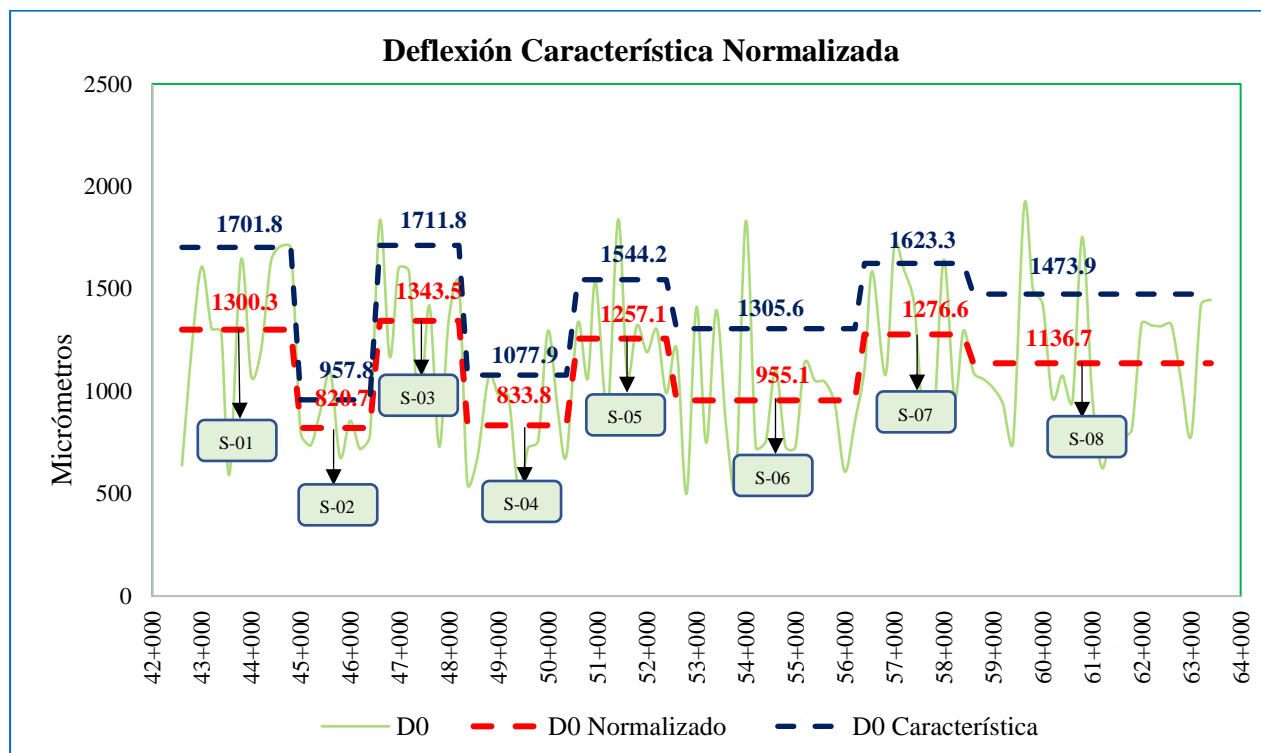
En este capítulo, se da a conocer los resultados obtenidos, dando secuencia a los objetivos planteados.

#### 3.1 Resultados de la deflexión característica

Los resultados de los cálculos de la deflexión característica normalizada del tramo en estudio se presentan en la **Figura 21**.

**Figura 21**

*Resultado de la deflexión característica normalizada*



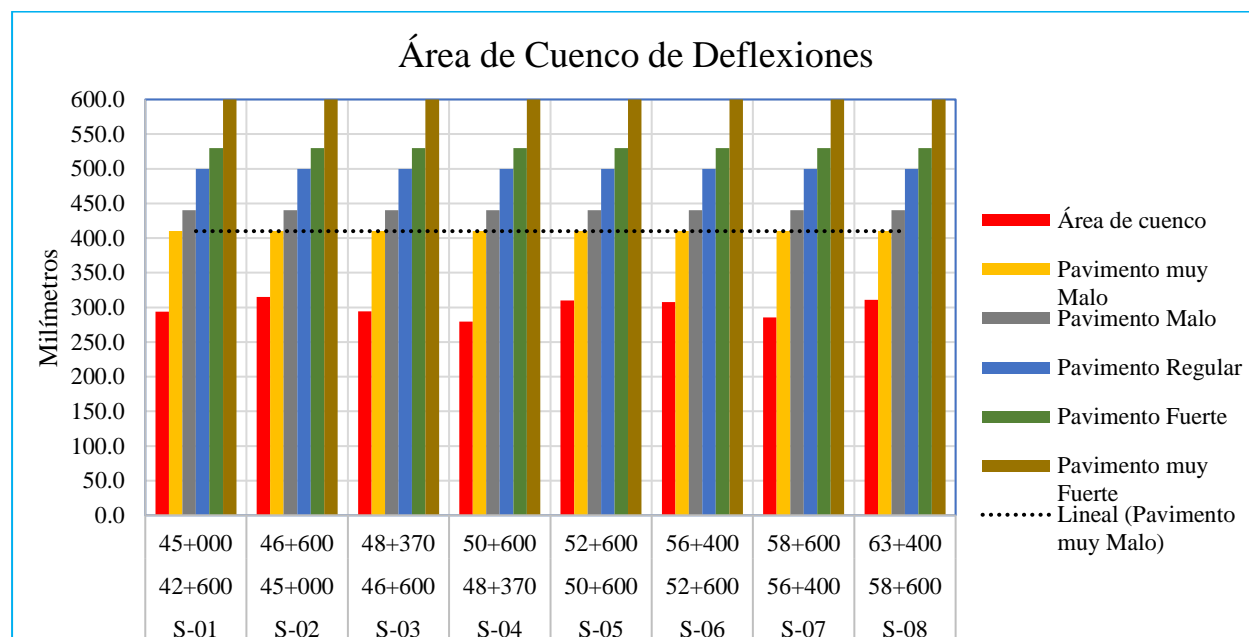
En la **Figura 21** se aprecian los resultados de las deflexiones características normalizadas, los cuales presentan una deflexión característica máxima normalizada en el sector S-03 con un valor de 1711.8 μm y una deflexión característica mínima normalizada en el sector S-02 con un valor de 957.8 μm.

### 3.2 Resultado del área de cuenco de deflexiones

Los resultados de los cálculos del área del cuenco de las deflexiones se presentan en la **Figura 22**, esto teniendo en cuenta los parámetros señalados por Crespo del Río y Ruiz (2001).

**Figura 22**

*Resultado del área de cuenco de deflexiones*



En la **Figura 22** se puede apreciar que la máxima área de cuenco de deflexión tiene un valor de 315.0 mm en el sector S-02 y un valor mínimo de 279.3 mm en el sector S-04.

En la **Tabla 30** se presentan los resultados de la condición estructural teniendo en cuenta los parámetros señalados según Horak y Emery (2006).

**Tabla 30***Resultado de la evaluación de la condición estructural*

Sector	Inicio	Fin	Evaluación de Parámetros				Condición Estructural			
			D0 (µm)	SCI (µm)	BDI (µm)	BCI (µm)	d0 (µm)	SCI (µm)	BDI (µm)	BCI (µm)
S-01	42+600	45+000	1300	903	243	74	Grave	Grave	Grave	Alarma
S-02	45+000	46+600	821	570	118	52	Grave	Grave	Alarma	Alarma
S-03	46+600	48+370	1343	955	203	74	Grave	Grave	Grave	Alarma
S-04	48+370	50+600	834	616	117	38	Grave	Grave	Alarma	Bueno
S-05	50+600	52+600	1257	848	224	74	Grave	Grave	Grave	Alarma
S-06	52+600	56+400	955	646	164	62	Grave	Grave	Alarma	Alarma
S-07	56+400	58+600	1277	915	204	72	Grave	Grave	Grave	Alarma
S-08	58+600	63+400	1137	771	184	72	Grave	Grave	Alarma	Alarma

En la **Tabla 30** se puede apreciar que la carpeta asfáltica (SCI) presenta valores superiores a los 400 µm en los 8 sectores, lo cual representa una condición estructural Grave. Las capas del cuerpo (BDI) presentan valores superiores a los 200 µm en los sectores S-01, S-03, S-05 y S-07, lo cual representa una condición estructural Grave y los restantes presentan una condición estructural de Alarma. La subrasante (BCI) presenta un valor menor a 50 µm en el sector S-04, lo cual representa una condición estructural Bueno y los sectores restantes presentan una condición estructural de Alarma.

### 3.3 Resultados de los módulos elásticos

#### 3.3.1 Módulo resiliente $M_r$ y módulo de la estructura del pavimento $E_p$

En la **Tabla 31** se tienen los resultados del módulo resiliente y del módulo de la estructura del pavimento por cada sector homogéneo identificado de acuerdo a las diferencias acumuladas.

**Tabla 31**

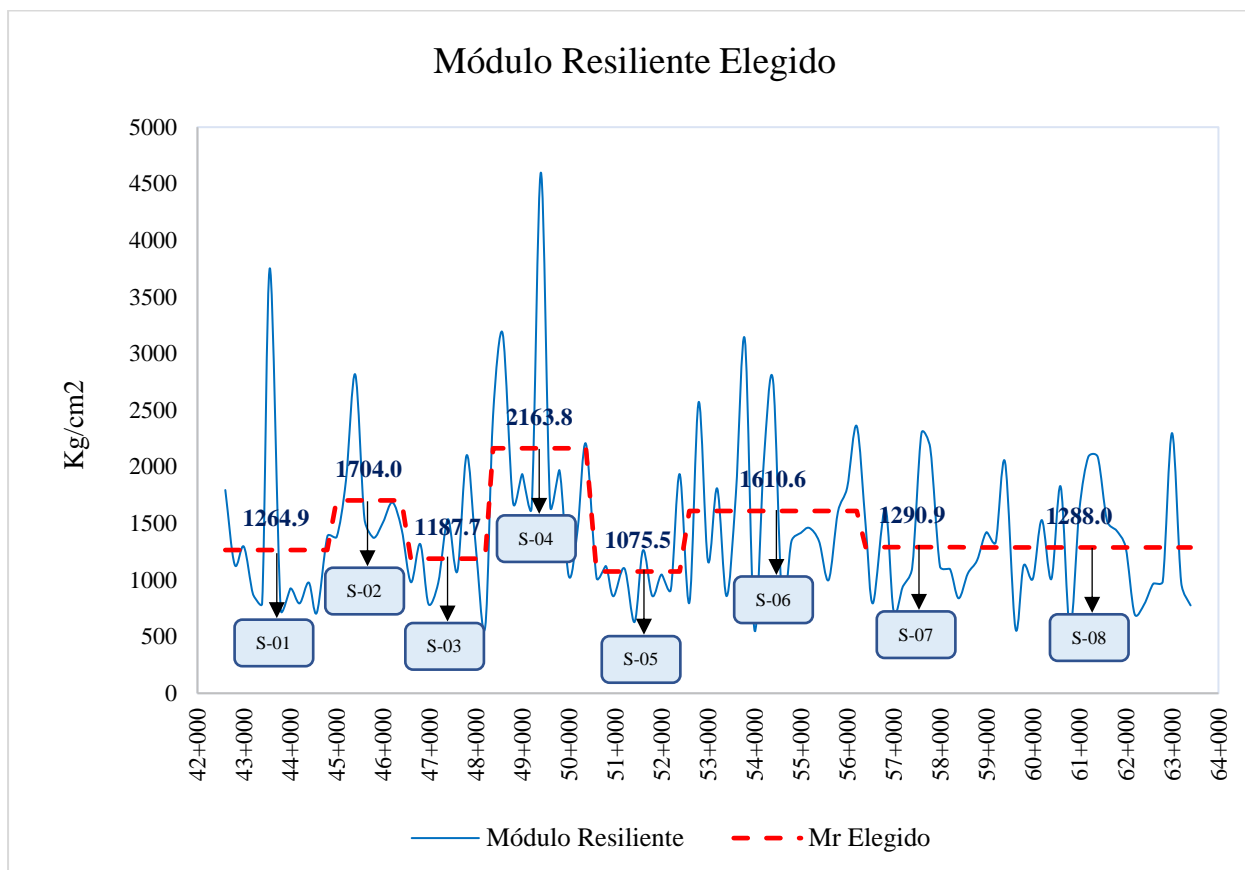
*Resultados  $M_r$  AASHTO,  $M_r$  diseño y  $E_p$*

Sector	Inicio	Fin	Mr AASHTO (kg/cm <sup>2</sup> )			Mr de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )			Ep (kg/cm <sup>2</sup> )		
			Min	Max	Promedio	Min	Max	Promedio	Min	Max	Promedio
S-01	42+600	45+000	712	3754	1264.9	235	1239	417.4	790	3169	1606.9
S-02	45+000	46+600	1373	2816	1704.0	453	929	562.4	1437	3534	2366.6
S-03	46+600	48+370	584	2102	1187.7	193	694	392.0	832	2288	1414.0
S-04	48+370	50+600	1036	4599	2163.8	342	1518	714.1	1401	3264	2109.1
S-05	50+600	52+600	629	1936	1075.5	208	639	354.9	1093	2458	1574.1
S-06	52+600	56+400	564	3125	1610.6	186	1031	531.5	1135	3739	2177.7
S-07	56+400	58+600	727	2296	1290.9	240	758	426.0	918	2198	1440.5
S-08	58+600	63+400	566	2298	1288.0	187	758	425.1	1050	2941	1758.8

Además, se presenta la **Figura 23**, **Figura 24** y **Figura 25**, los resultados del módulo resiliente elegido, módulo resiliente de diseño y módulo de la estructura del pavimento respectivamente.

Figura 23

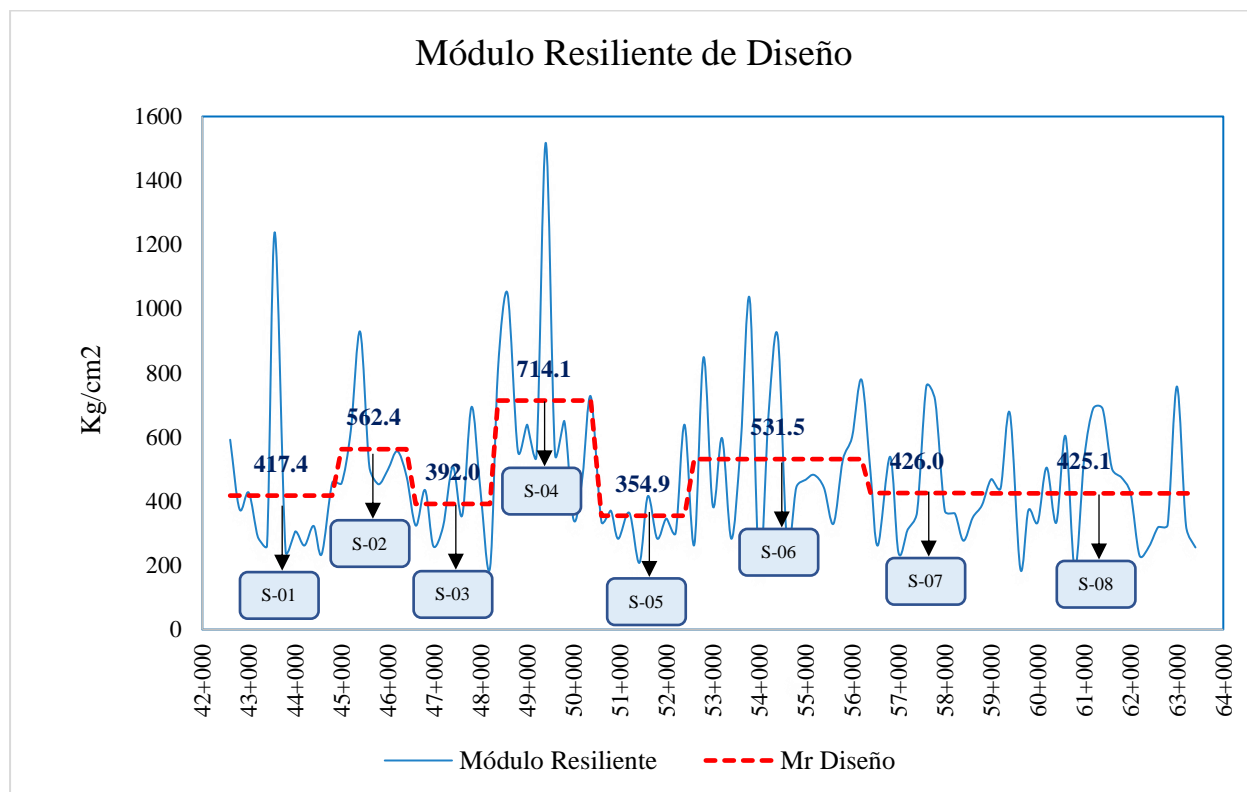
Resultado del módulo resiliente elegido



*Nota.* El máximo Mr AASHTO corresponde al sector S-04 con un valor de 2163.8 kg/cm<sup>2</sup> y el Mr AASHTO mínimo le corresponde al sector S-05 con un valor de 1075.5 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 24**

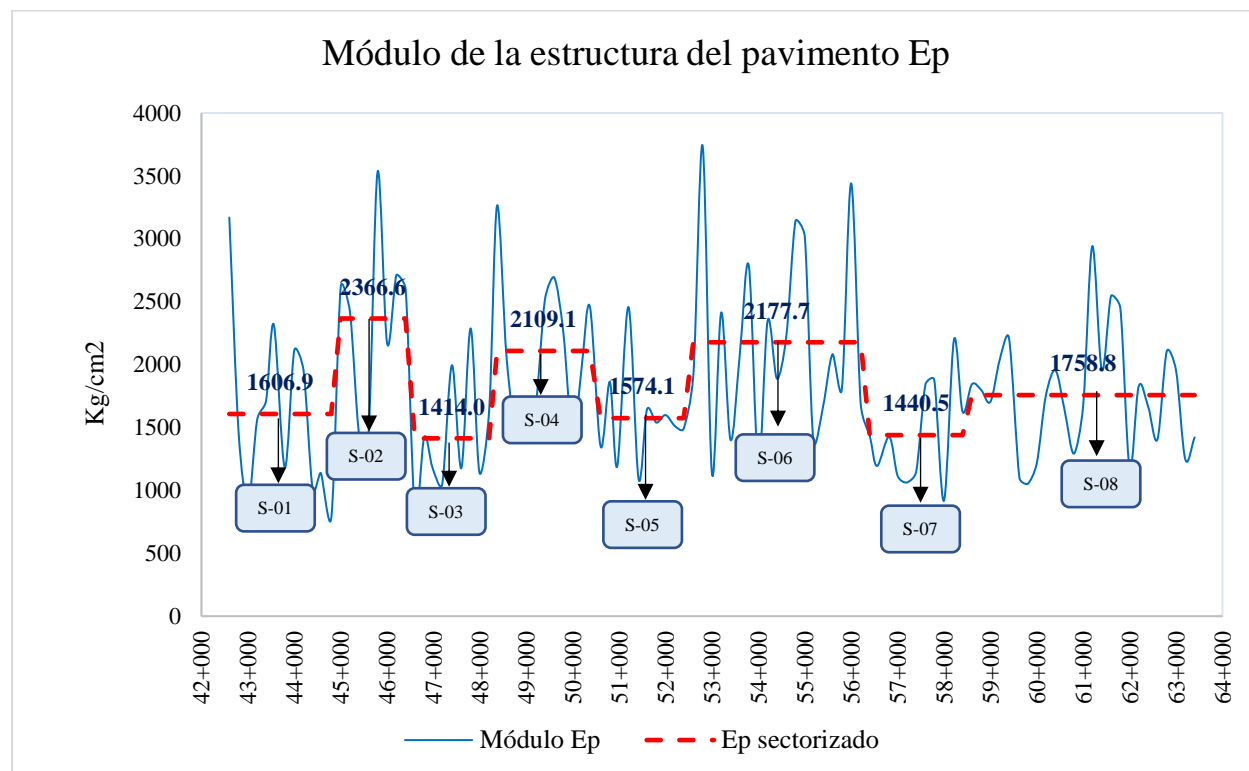
Resultado del módulo resiliente de diseño



*Nota.* El máximo Mr de diseño corresponde al sector S-04 con un valor de 714.1 kg/cm<sup>2</sup> y el Mr de diseño mínimo corresponde al sector S-05 con un valor de 354.9 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 25**

Resultado del módulo de la estructura del pavimento  $E_p$



*Nota.* El máximo  $E_p$  corresponde al sector S-02 con un valor de 2366.6 kg/cm<sup>2</sup> y el mínimo  $E_p$  corresponde al sector S-03 con un valor de 1414.0 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.2 Número estructural efectivo

Se presenta la **Tabla 32** donde se tienen los resultados del número estructural efectivo por cada sector identificado de acuerdo a las diferencias acumuladas.

**Tabla 32**

Resultados de número estructural efectivo SN

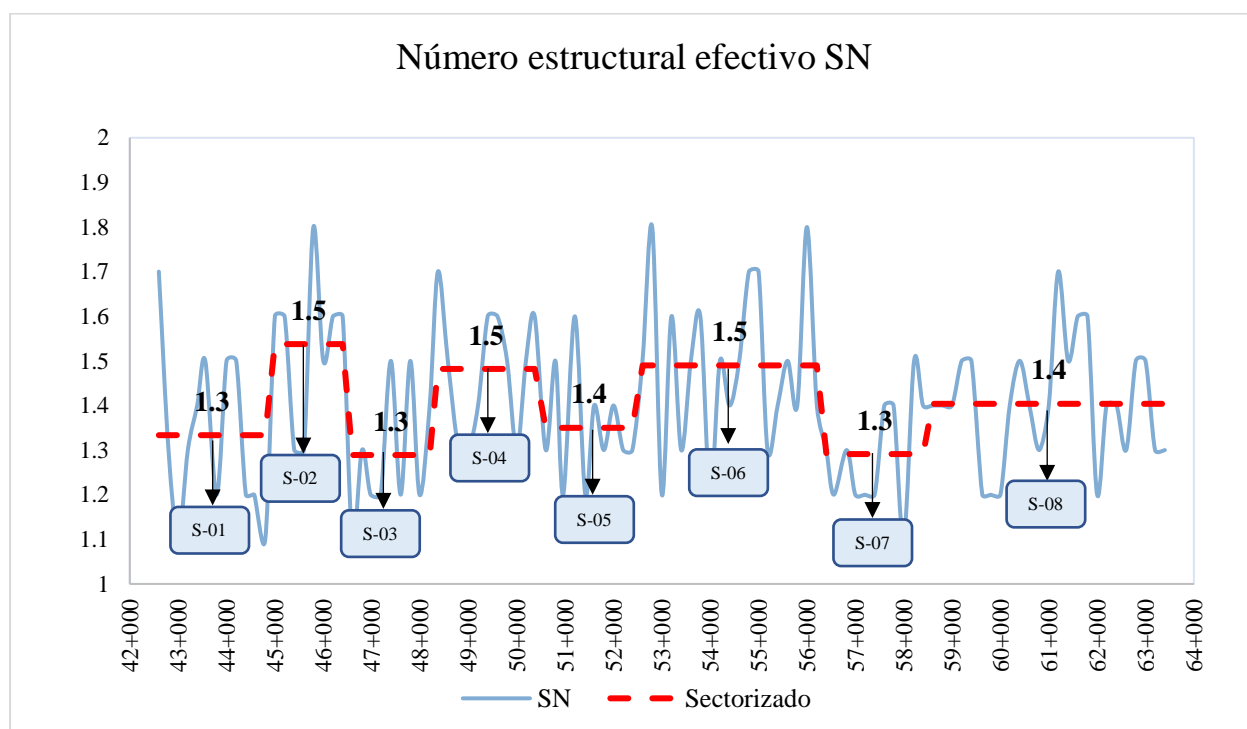
Sector	Inicio	Fin	SN Efectivo		
			Mínimo	Máximo	Promedio
S-01	42+600	45+000	1.1	1.5	1.3

S-02	45+000	46+600	1.3	1.8	1.5
S-03	46+600	48+370	1.1	1.5	1.3
S-04	48+370	50+600	1.3	1.7	1.5
S-05	50+600	52+600	1.2	1.6	1.4
S-06	52+600	56+400	1.2	1.8	1.5
S-07	56+400	58+600	1.1	1.5	1.3
S-08	58+600	63+400	1.2	1.7	1.4

Además, en la **Figura 26** se presenta el número estructural efectivo promedio por cada sector homogéneo del tramo en estudio.

**Figura 26**

*Resultados del número estructural efectivo SN*



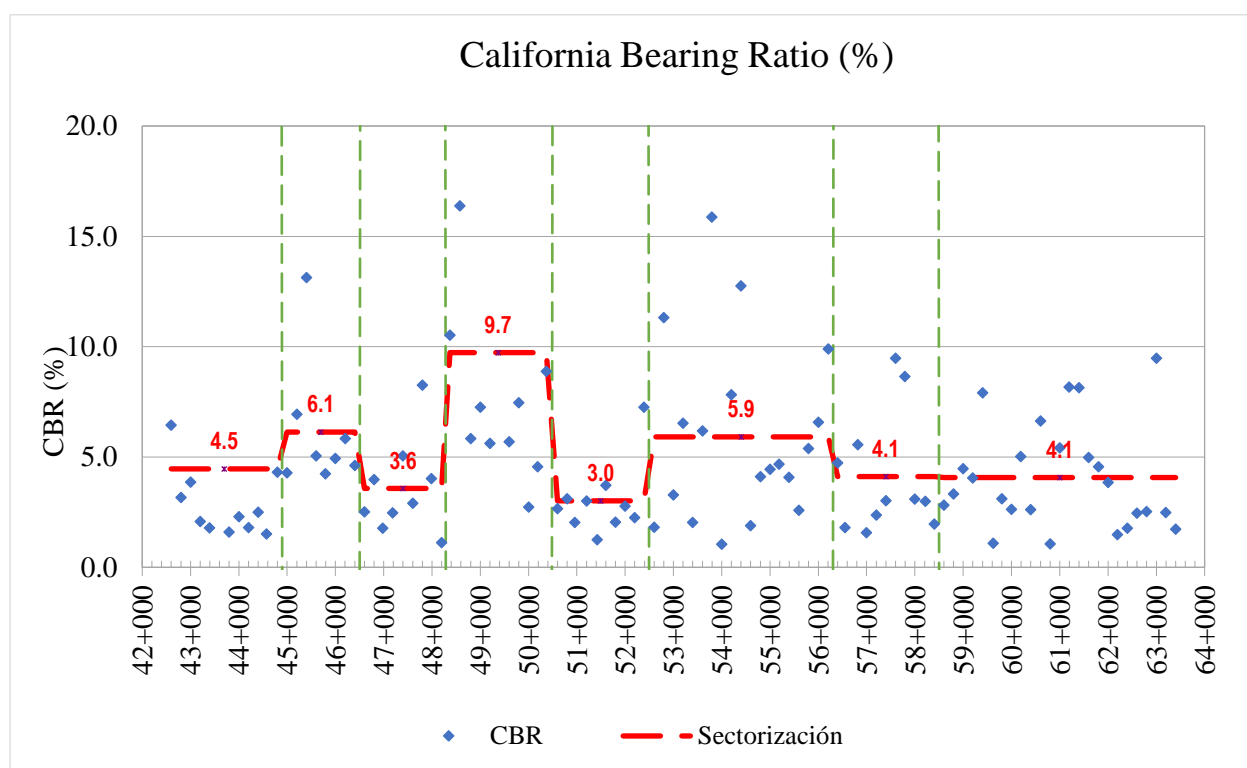
*Nota.* El máximo SN efectivo corresponde al sector S-02, S-04 y el S-06 con un valor 1.5 respectivamente y el mínimo SN efectivo le corresponde al sector S-01, S-03, S-07 con un valor de 1.3.

### 3.3.3 Resultados de California Bearing Ratio (CBR)

Para el único carril tramo (km 42+500 al km 63+480) se realizó el cálculo del CBR teniendo en cuenta los módulos resilientes calculados, en la **Figura 27** se presentan los valores de CBR (%) promedio por cada sector homogéneo identificado mediante las diferencias acumuladas.

**Figura 27**

Resultados de CBR (%)



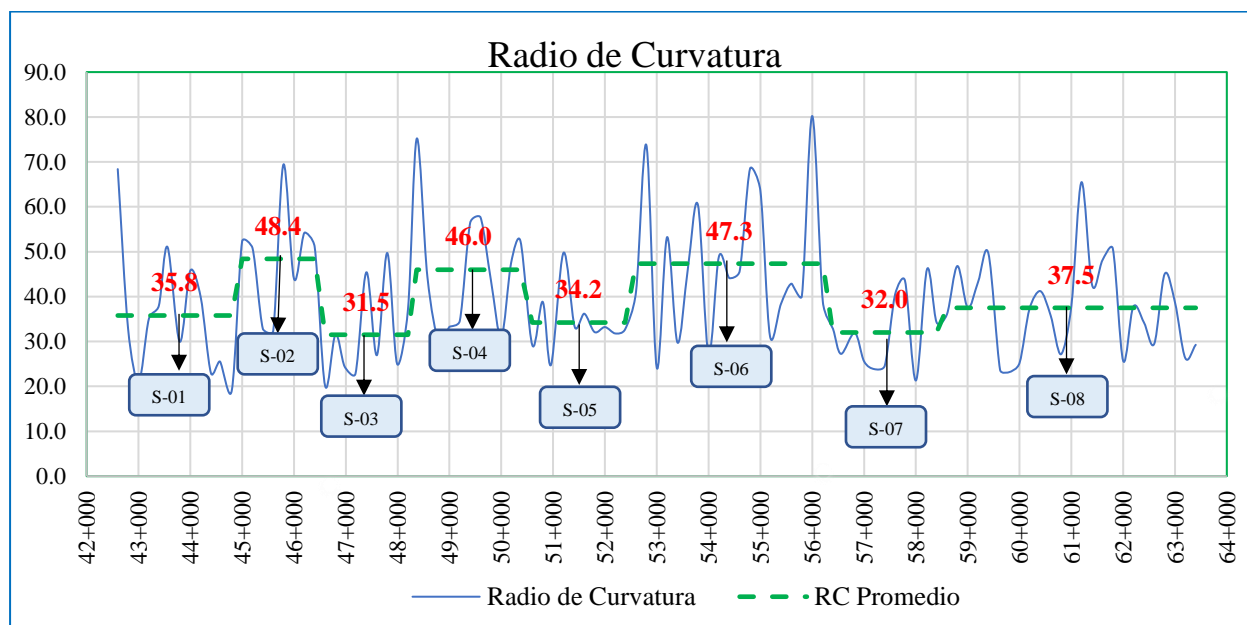
*Nota.* El CBR (%) máximo tiene un valor de 9.7% en el sector S-04 y un CBR mínimo en el sector S-05 con un valor de 3.0%, por lo tanto, teniendo en cuenta la **Figura 18**, el sector S-02 y S-04 se categorizó como subrasante regular y los sectores S-01, S-03, S-05, S-06, S-07 Y S-08 se categorizó como subrasante insuficiente.

### 3.3.4 Resultados del Radio de Curvatura ( $R_c$ )

Se presenta la **Figura 28** donde se pueden apreciar gráficamente los resultados del radio de curvatura del tramo en estudio.

**Figura 28**

Radio de curvatura ( $RC$ )



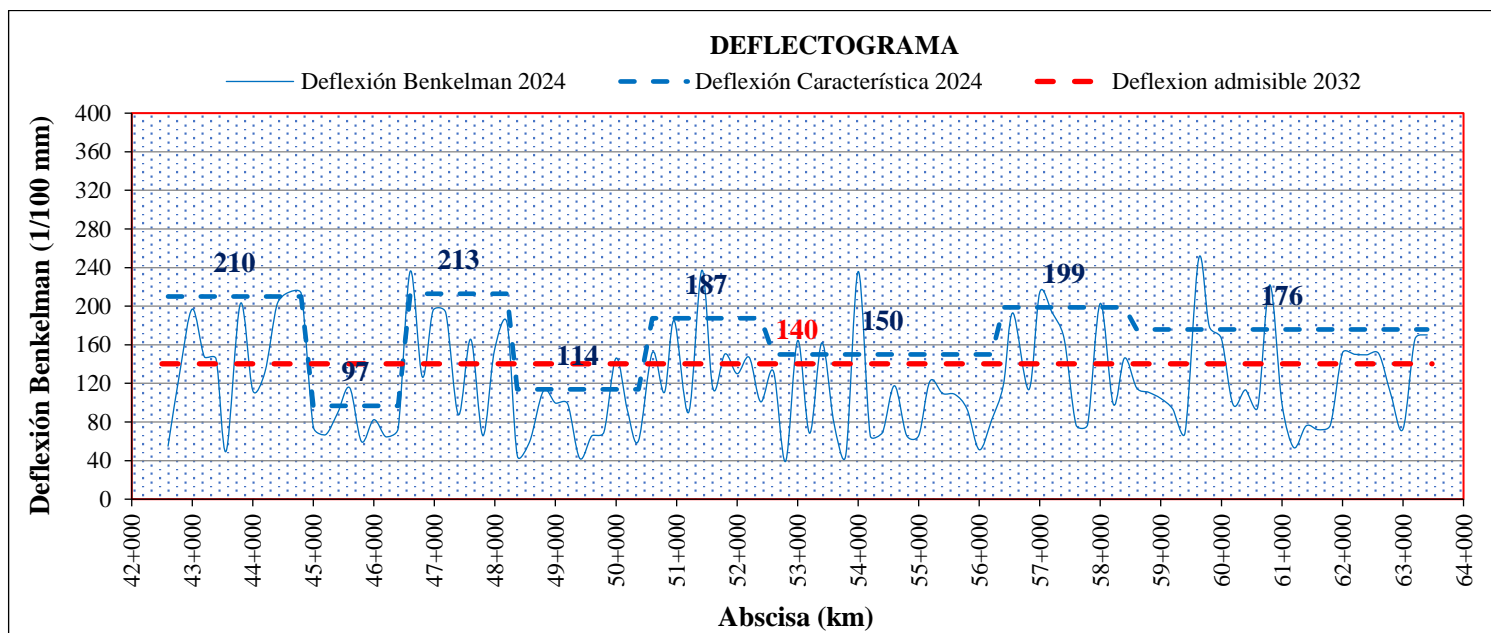
*Nota.* Se puede apreciar un radio de curvatura máxima de 48.4 m y un radio de curvatura mínima de 31.5 m en los sectores S-02 y S-03, respectivamente. Lo cual, según el manual de CONREVIAl, afirma que a mayor deflexión el radio de curvatura es menor.

### 3.4 Resultados del cálculo del tipo de refuerzo estructural

En la **Figura 29** se presenta el deflectograma comparando lo siguiente: La deflexión Benkelman característica vs la deflexión admisible teniendo en cuenta el tránsito de diseño.

**Figura 29**

*Resultados de deflexión Benkelman característica vs deflexión admisible*



Se puede apreciar en la **Figura 29** el resultado de la deflexión admisible con un valor de  $140 \times 10^{-2}$  mm. Los sectores S-01, S-03, S-05, S-06, S-07 y S-08 presentan deflexiones Benkelman características superiores a la admisible con valores de  $210 \times 10^{-2}$  mm,  $213 \times 10^{-2}$  mm,  $187 \times 10^{-2}$  mm,  $150 \times 10^{-2}$  mm,  $199 \times 10^{-2}$  mm y  $176 \times 10^{-2}$  mm respectivamente, por lo tanto, no presentan suficiencia estructural. Adicionalmente, se tienen los sectores S-02 y S-04 con valores menores al admisible de  $97 \times 10^{-2}$  mm y  $114 \times 10^{-2}$  mm respectivamente, los cuales sí presentan suficiencia estructural.

Para proponer el tipo de refuerzo estructural se tuvo en cuenta la **Figura 30**, donde se presenta el análisis combinado para evaluar el refuerzo estructural de acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente.

Figura 30

Análisis combinado para evaluación del refuerzo estructural

PRIMER PASO	SEGUNDO PASO	TERCER PASO	CUARTO PASO	CASOS
1° La deflexión característica resulta:	<b>SUPERIOR</b> 2° Hay fallas de origen estructural?	<b>NO:</b> Estructura infradiseñada para el tráfico previsto		<b>PRIMER CASO</b> Pavimento necesita con urgencia un refuerzo estructural para resistir el tráfico previsto
		<b>SI:</b> 3° Existe una capa débil inmediata debajo de las capas asfálticas?	<b>NO:</b> Las fallas se deben a otra causas	<b>SEGUNDO CASO</b> Este es el paso avanzado del primer caso, cuando no se han tomado a tiempo las medidas necesarias
			<b>SI:</b> Radio de curvatura pequeño (menor o igual a 80m)	<b>TERCER CASO</b> Está caracterizado por la presencia de una capa débil subyacente a la asfáltica, que determina que la deformación de esta última bajo cargas no encuentra apoyo suficiente y sea mayor a la que le correspondería en ausencia del espesor débil.
	<b>IGUAL O INFERIOR</b> 2° Hay fallas de origen estructural?	<b>NO:</b> Corregir fallas de origen superficial		
		<b>SI:</b> 3° De qué tipo?	Fallas por fatiga (piel de cocodrilo) Radio de curvatura pequeño (menor o igual a 80 m) Capa débil inmediatamente debajo de las asfálticas	<b>TERCER CASO</b> En este caso los radios de curvatura de la línea de deflexión son reducidos y el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo es posible aún con deflexiones admisibles
			Fallas por deformación permanente de la fundación que se traducen en depresiones, ahuellamiento marcado (mayor a 12 mm), ondulaciones, etc	<b>CUARTO CASO</b> Se caracteriza por el desarrollo de deformaciones permanentes, en particular ahuellamiento en la zona de canalización del tráfico, no atribuibles a desplazamientos plásticos de las capas asfálticas por deficiente estabilidad o compactación, es decir que afectan a toda la estructura. Se trata por lo general de pavimentos antiguos que han sido reforzados con capas asfálticas de espesor suficiente para evitar las fallas por fatiga pero insuficientes para compensar la debilidad de la fundación original. En estos casos las medidas de deflexión pueden no ser significativas, aquí lo más importantes es apreciar el valor portante de la fundación y el aporte estructural que aún puede prestar el pavimento original y las capas asfálticas de refuerzo existentes.

Sectores que no tienen suficiencia estructural: S-01, S-03, S-05, S-06, S-07 y S-08

Sectores que sí tienen suficiencia estructural: S-2 y S-04

Nota. Fuente: Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos (2014).

Teniendo en cuenta que los sectores S-01, S-03, S-05, S-06, S-07 y S-08 no presentan suficiencia estructural y dando secuencia al análisis combinado, se llegó a un resultado que le corresponde al **Tercer Caso** donde la **deflexión característica benkelman > admisible**. Además, los sectores S-02 y S-04 sí presentan suficiencia estructural; por tal, le corresponde el **Tercer Caso** donde la **deflexión característica benkelman <= admisible**.

Según el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos (2014): Para el primer caso y el segundo caso, el refuerzo recomendado es una mezcla asfáltica en caliente; para el tercer caso y cuarto caso, el ingeniero proyectista utilizará otras metodologías, teniendo en cuenta la capacidad portante y el análisis estructural de las capas del pavimento.

Por lo tanto, como resultado de este estudio y análisis de la magnitud, severidad y recomendaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se propone una solución básica más idónea como tipo de refuerzo estructural.

- ✓ Reciclar 10 cm del pavimento existente.
- ✓ Aportar 10 cm de material granular de cantera con CBR > 40%.
- ✓ Mezclar y estabilizar con emulsión asfáltica, e = 20.0 cm.
- ✓ Aplicar una imprimación de curado lento CSS-1h, Según EG-2013.
- ✓ Colocar micropavimento, e = 1.2 cm.

Esto basándose en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013) en la Sección 301E, donde afirma que “El espesor total de la capa de suelo estabilizado con emulsión será como mínimo de 15 cm”.

#### IV. DISCUSIÓN

Como resultado del primer objetivo específico, se obtuvo que la deflexión característica máxima presenta un valor de 1711.8  $\mu\text{m}$  en el sector S-03 y una deflexión característica mínima en el sector S-02 con un valor de 957.8  $\mu\text{m}$ . Los cuales superan los 750  $\mu\text{m}$ , por lo tanto, se consideran como condición estructural Grave. Estos resultados se comparan con las investigaciones citadas en los antecedentes, como la que realizó Armijos y Fernández (2022) la cual tuvo deflexiones promedio menores de 150  $\mu\text{m}$ , por lo que ambos lados presentan capacidad estructural Bueno. Además, como la que realizó Ocaña y Cruz (2022) la cual tuvo deflexiones centrales que en su mayoría superan los 500  $\mu\text{m}$ , lo cual se categorizó el pavimento en condición de alarma, también se compara con la que realizó Balarezo (2022) la cual tuvo deflexiones que varían entre 74.71  $\mu\text{m}$  a 310.21  $\mu\text{m}$ , lo cual se categorizó el pavimento en condición de Bueno.

Como resultado del segundo objetivo específico, se obtuvo que la máxima área de cuenco de deflexión tiene un valor de 315.0 mm en el sector S-02 y un valor mínimo de 279.3 mm en el sector S-04. Los cuales no superan los 410 mm; por lo tanto, se categorizó como Pavimento Muy Malo. Estos resultados se comparan con las investigaciones citadas en los antecedentes, como la que realizó Julca (2022), el cual tuvo resultados de área de cuenco de deflexiones para la calzada derecha un valor de 27.14 pulg (689.4 mm) y para la calzada izquierda un valor de 24.41 pulg (620.0 mm), lo cual se categorizó como pavimento Muy Fuerte.

Como resultado del tercer objetivo específico, se obtuvo que se tiene un  $M_r$  de diseño, valores que van desde un valor mínimo de 354.9  $\text{kg}/\text{cm}^2$  a un valor máximo de 714.1  $\text{kg}/\text{cm}^2$  en los sectores S-05 y S-04 respectivamente. Además, se tiene un  $E_p$  valores que van desde un valor mínimo de 1414.0  $\text{kg}/\text{cm}^2$  a un valor máximo de 2366.6  $\text{kg}/\text{cm}^2$  en los sectores S-03 y S-02 respectivamente. Asimismo, se tienen valores de SN efectivo que van desde un valor mínimo de

1.3 en los sectores S-01 y S-03, a un valor máximo de 1.5 en los sectores S-02, S-04, y S-06. Estos resultados se comparan con las investigaciones citadas en los antecedentes, como la que realizó Manrique y Nuñez (2021), el cual tuvieron como resultado un número estructural efectivo promedio de 1.25, S<sub>Nefec</sub> máximo de 1.74 y un S<sub>Nefec</sub> mínimo de 0.93; estos valores comparándolos con el número estructural de diseño S<sub>Nreq</sub> presenta insuficiencia estructural en los sectores 1, 2, 3, 4 y 5 pero en el sector 6 sí presenta suficiencia estructural. Además, como la que realizó Balarezo (2022), que tuvo resultados de módulos resilientes que varían entre 55.0 Mpa (560.844 Kg/cm<sup>2</sup>) a 121.0 Mpa (1233.86 Kg/cm<sup>2</sup>) y presenta números estructurales efectivos que varían entre 6.89 a 8.51 en ambas calzadas.

Como resultado del cuarto objetivo específico, se obtuvo que la deflexión admisible presenta un valor de  $140 \times 10^{-2}$  mm. Además, los sectores S-01, S-03, S-05, S-06, S-07 y S-08 presentan deflexiones Benkelman características superiores a la admisible con valores de  $210 \times 10^{-2}$  mm,  $213 \times 10^{-2}$  mm,  $187 \times 10^{-2}$  mm,  $150 \times 10^{-2}$  mm,  $199 \times 10^{-2}$  mm y  $176 \times 10^{-2}$  mm respectivamente, por lo tanto, no presentan suficiencia estructural. Adicionalmente, se tienen los sectores S-02 y S-04 con valores menores al admisible de  $97 \times 10^{-2}$  mm y  $114 \times 10^{-2}$  mm respectivamente, los cuales sí presentan suficiencia estructural. Por tal motivo, se propuso un reciclado y estabilizado de 20 cm, adicionalmente un micropavimento de 1.2 cm, teniendo en consideración los resultados obtenidos y al Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Estos resultados se comparan con las investigaciones citadas en los antecedentes, como la que realizó Asitimbay (2024), la cual tuvo como resultado una deflexión característica de  $111.61 \times 10^{-2}$  mm y una deflexión admisible de  $383.80 \times 10^{-2}$  mm; es decir, la vía presenta buena funcionalidad. Además, la que realizaron Callme y Torres (2024), tuvieron como resultado una deflexión característica de  $124.2 \times 10^{-2}$  mm y un valor de

deflexión admisible de  $58.91 \times 10^{-2}$  mm, lo cual le corresponde una calificación de Pobre. También, la que realizó Bravo (2023) el cual tuvo como resultado una deflexión admisible de  $387.5 \times 10^{-2}$  mm y deflexiones características de  $311 \times 10^{-2}$  mm (carril derecho) y  $305 \times 10^{-2}$  mm (carril izquierdo); por lo que, el comportamiento estructural del tramo es Bueno. También, la que realizó Ramos (2021) el cual tuvo como resultados del tramo 1 una deflexión característica de  $76.61 \times 10^{-2}$  mm y una deflexión admisible de  $82.63 \times 10^{-2}$ ; los resultados del tramo 2 presenta una deflexión característica de  $69.50 \times 10^{-2}$  mm y una deflexión admisible de  $82.63 \times 10^{-2}$  mm, por lo que la estructura de la vía se encuentra en buen estado. De acuerdo a la investigación que realizó Condori (2021), tuvo como resultado una deflexión mínima de  $8 \times 10^{-2}$  mm y una deflexión máxima de  $189 \times 10^{-2}$  mm, por lo que de acuerdo a esta evaluación se profundizó el reciclado en 5 a 10 cm, lo cual tendría una base estabilizada variable de 20 cm, 25 cm y 30 cm; adicionalmente se adoptaron 5 cm de carpeta asfáltica de acuerdo al TDR.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Las deflexiones características superaron los 750  $\mu\text{m}$ , lo cual se categorizó como Pavimento Grave.

El área de cuenco de deflexiones obtenidos no superó los 410 mm, ya que oscilan entre 279.3 mm hasta 315.0 mm, por lo tanto, se categorizó como Pavimento muy Malo. Además, la Condición estructural se categorizo como Grave.

Los sectores S-01, S-03, S-05, S-06, S-07 y S-08 presentan una subrasante inadecuada, y los sectores S-02 y S-04 presentan una subrasante regular. Esto de acuerdo a que es necesario al menos un módulo resiliente de 560 kg/cm<sup>2</sup> para tener un CBR (%) de 6 % aproximado, lo cual concierne a una subrasante regular y no requiere mejoramiento.

Por último, los sectores S-01, S-03, S-05, S-06, S-07 y S-08 no presentan suficiencia estructural, ya que la deflexión característica benkelman es mayor que la deflexión admisible y los sectores S-02 y S-04 sí presentan suficiencia estructural, ya que la deflexión característica benkelman es menor que la deflexión admisible. Por ende, teniendo en consideración la condición estructural del pavimento y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los sectores S-02 y S-04 presentan suficiencia estructural; es posible aun así fallas por fatiga (piel de cocodrilo) detectando una capa débil inmediatamente debajo del micropavimento; por ende, se propone en todo el tramo una base estabilizada con emulsión de espesor de 20 cm y un micropavimento de 1.2 cm como refuerzo estructural.

## 5.2 Recomendaciones

Analizar y considerar los criterios técnicos de los manuales de carreteras del MTC para determinar la mejor solución en planes de conservación periódica o mejoramiento.

Implementar la evaluación del método no destructivo en investigaciones similares para los diferentes tipos de carreteras según su orografía, climatología y así establecer un factor de corrección C de acuerdo a la realidad de cada parte del Perú.

Los equipos y/o herramientas deban cumplir con las condiciones básicas para su uso, además de tener los certificados de calibración para así minimizar errores en los datos recopilados de campo.

A las autoridades universitarias de la Universidad Nacional de Jaén implementar este equipo FWD como activo en el laboratorio de Geología, Suelos y Pavimentos de la Facultad de Ingeniería Civil, para así se realicen más investigaciones de este tipo, el cual al no poseerlo dificulta a los tesisistas y/o estudiantes seguir esta línea de investigación.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas: Editorial Episteme, C.A.  
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Armijos, M., y Fernández, I. (2022). *Correlación Entre el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y Deflexiones Medidas mediante Deflectometría de Impacto (FWD) Para la Optimización del Análisis de Desempeño del Pavimento* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca.  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/38525>
- Asitimbay, J. (2024). *Evaluación visual y estructural del pavimento de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la sierra (E35) a la comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo km 4+000 hasta km 8+000, de la parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/40629>
- Balarezo, C. (2022). *Evaluación Estructural del Pavimento de la Vía Cuenca - Azogues, Tramo el Salado - Guangarcucho (20km), con el Método no Destructivo FWD (Falling Weight Deflectometer) y Diseño de su Rehabilitación* [Tesis de Magíster, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca.  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39899>
- Bravo, K. (2023). *Comportamiento estructural del pavimento flexible en vía Tugaduaja - Engunga del Cantón y de la provincia de Santa Elena utilizando la viga Benkelman* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Institucional de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9218/1/UPSE-TIC-2023-0005.pdf>
- Callme , C., y Torres, H. (2024). *Evaluación superficial y estructural del pavimento flexible de la Av. Primavera, Cerro Colorado, Arequipa* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica del Perú.  
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/8610>

- Condori , K. (2021). *Determinación de Espesores en Pavimento Flexible para Mejoramiento de Carreteras usando Deflectómetro de Impacto (FWD) y ASSHTO 93, Combapata-Sicuni 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71606>
- Crespo del Río, R., y Ruiz , F. (2001). *Evaluación Estructural de Firmes de carreteras, el área del cuenco de deflexiones, el módulo de la explanada*. AEPO ingenieros consultores. <https://1library.co/document/yj769g85-evaluaci%C3%B3n-estructural-firmes-carreteras-cuenco-deflexiones-m%C3%B3dulo-explanada.html>
- Díaz, L. (2011). *La observación* (1era. edición ed.). [https://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La\\_observacion\\_Lidia\\_Diaz\\_Sanjuan\\_Texto\\_Apoyo\\_Didactico\\_Metodo\\_Clinico\\_3\\_Sem.pdf](https://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf)
- Fernández, M. (2020). *Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la Carretera Cajamarca-Celendín-Balsas, Tramo Chaquilpampa-Santa Rosa de Chaquil, Mediante el Análisis Deflectométrico* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3733/T016\\_46143409\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3733/T016_46143409_T.pdf?sequence=1)
- Forero, P. (2021). *Guía para el uso del defléctometro de impacto (FWD) en el diagnóstico y diseño de pavimento flexible* [Tesis de Grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Institucional de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/13648>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. S. D. McGraw-Hill / Interamericana editores. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Horak, E., y Emery, S. (2006). Falling Weight Deflectometer Bowl Parameters as analysis tool for pavement structural evaluations. *National Academies*. <https://trid.trb.org/view/795808>
- Julca, C. (2022). *Deflectometría de impacto en la evaluación estructural, carretera central km 12+250 - km 26+600, Lima 2020* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico

- Villarreal]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Federico Villarreal.  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6601>
- Manrique , K., y Nuñez, J. (2021). *Determinación estructural del tratamiento superficial bicapa con deflectómetro de impacto liviano en la carretera SM 116, San Martín 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109743>
- (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción*. Lima.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf)
- Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos*. (2014).  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)
- Massenli, G., y de Paiva, C. (2019). Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. *Revista Chilena de Ingeniería*, 27(4).  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400613>
- Miranda, R. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos* [Tesis de Pregrado, Universidad Austral de Chile]. Repositorio Institucional de la Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Morphol. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Ocaña , F., y Cruz , O. (2022). Evaluación estructural de pavimentos flexibles utilizando deflectómetro de impacto. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 26(114), 133-140.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.47460/uct.v26i114.598>
- Quito, I. (2019). *Análisis Deflectométrico del Pavimento flexible de la carretera Cajamarca-Jesús, Tramo Dv a LLacanora (Plaza Pecuaría Iscocongá)- La Huaracalla; para determinar su comportamiento estructural* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca.  
[https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3154/1.%20TESIS\\_QUITO%20S.I\\_%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3154/1.%20TESIS_QUITO%20S.I_%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ramos, R. (2021). *Evaluación estructural y superficial del pavimento de la Av. Lambramani con fines de diagnóstico y rehabilitación* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/84e47b86-4005-453d-a2a4-bd717ceee1d9>
- Rodríguez, A., y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(82), 1-26.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20652069006>
- Romero , B. (2022). *Evaluación estructural no destructiva de pavimento flexible mediante la solución del algoritmo AASHTO 1993, Carretera Piura - Paita, 2022* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110916>
- Sistema Nacional de Carreteras. (2022). *Infraestructura vial del Sistema Nacional de Carreteras por tipo de superficie, según departamento, 2022*.  
[https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/infraestructura-vial-del-sistema-nacional-de-carreteras-por-tipo-de-superficie-seg%C3%BAAn-0#{view-grid:{columnsWidth:\[{column:!Departamento,width:380},{column:!Red++vial,width:129},{column:!Pavimentado,width:191},{column:!Red++vial,width:129},{column:!Pavimentado,width:191},{column:!Red++vial,width:129},{column:!Pavimentado,width:191}\]}&redir\\_esc=y](https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/infraestructura-vial-del-sistema-nacional-de-carreteras-por-tipo-de-superficie-seg%C3%BAAn-0#{view-grid:{columnsWidth:[{column:!Departamento,width:380},{column:!Red++vial,width:129},{column:!Pavimentado,width:191},{column:!Red++vial,width:129},{column:!Pavimentado,width:191},{column:!Red++vial,width:129},{column:!Pavimentado,width:191}]})
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El Proceso de La Investigación Científica* (Cuarta edición ed.). México : Limusa .  
[https://books.google.com/cu/books/about/El\\_proceso\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n\\_cient%C3%ADf.html?id=BhymmEqkkJwC&redir\\_esc=y](https://books.google.com/cu/books/about/El_proceso_de_la_investigaci%C3%B3n_cient%C3%ADf.html?id=BhymmEqkkJwC&redir_esc=y)

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme salud y bendecirme todos los días de mi vida.

A mis padres por siempre creer en mí y brindarme su apoyo constante y amor incondicional.

A mi hermana Rubí Marisela y sobrinita Sahily Gabriella, por siempre alegrar mis días y brindarme su cariño.

A mis amigos y compañeros de trabajo, que de una y otra manera contribuyeron con sus conocimientos para realizar esta investigación.

A mi asesor de tesis, el Magister Marcos Antonio Gonzales Santisteban por brindarme su apoyo.

## DEDICATORIA

A Dios por siempre brindarme sabiduría, fortaleza para lograr mis objetivos planteados.

A mis padres por su amor infinito y enseñanzas que me brindan cada día, mi más grande amor y admiración para ustedes.

A mi hermana Rubí Marisela y sobrinita Sahily Gabriella, por siempre confiar en mí y nunca dudar.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1. Operacionalidad de variables**

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala	Instrumentos	Técnica
<b>V. Independiente (x): Deflectometría</b>	La Deflectometría es el estudio de deformaciones verticales de la superficie de la carretera, a consecuencia de la acción de una determinada carga o sollicitación, indicando la adecuabilidad del pavimento desde el punto de vista estructural. (Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos, 2014)	Deflexiones	Deflexión característica	mm/ $\mu$ m	Razón	Deflectómetro de impacto FWD	La observación / Análisis documentario
			Área del cuenco de deflexiones	Pulg/mm	Razón	Deflectómetro de impacto FWD	La observación / Análisis documentario
<b>V. Dependiente (y): Condición Estructural</b>	La condición estructural se define como el análisis y proceso de elementos estructurales para determinar su integridad, de igual modo analizar los resultados para poder calificar la condición estructural del componente a evaluar. (Romero , 2022)	Módulos Elásticos	Módulo resiliente del pavimento (Mr)	kg/cm <sup>2</sup>	Razón	Retrocálculo AASHTO 93.	La observación / Análisis documentario
			Módulo equivalente del pavimento (Ep)	kg/cm <sup>2</sup>	Razón	Retrocálculo AASHTO 93.	La observación / Análisis documentario
			Número estructural efectivo (Sneff)	-	Razón	Retrocálculo AASHTO 93.	La observación / Análisis documentario

**ANEXO 2. Certificados de calibración**



# FWD Calibration

Date of Calibration: 04-Mar-2021

Calibration Center: VVPave  
Calibration Center Operator: Marcelo A. Veas

Signature



FWD Owner: VVPave  
FWD Manufacturer: Dynatest  
FWD Model: 8002  
FWD Serial Number: 8002-358  
FWD Operator: Simón Barreto

Reference Load Cell: tmr004  
Reference Accelerometer: SN 29221  
WinFWDCal Software: Version 3.4.29565

#### LOAD CELL CALIBRATION

Serial Number	Initial Gain	Reference Gains		Average Gain	Final Gain
		1	2		
956	0.986	0.983	0.994	0.989	<b>0.989</b>

#### DEFLECTION SENSOR CALIBRATION

Serial Number	Initial Gain	Reference Gains		Relative Gains		Final Gain
		1	2	1	2	
7623	1.005	1.001	1.001	1.004	1.004	1.004
7624	1.005	1.001	1.001	1.006	1.006	1.006
7625	1.009	1.004	1.004	1.010	1.011	1.011
7626	1.004	0.999	0.999	1.005	1.005	1.005
7627	1.008	1.003	1.003	1.010	1.010	1.010
7628	1.007	1.070	1.070	1.068	1.064	1.066
7629	1.004	1.105	1.105	1.078	1.079	1.079

#### Messages:

##### Load Cell:

Reference Trial Acceptance Criteria Met.

##### Sensor Reference Calibration:

Reference Calibrations Accepted.

Reference Trial Acceptance Criteria Met.

##### Sensor Relative Calibration:

Sensor Calibration Completed! Final Acceptance Criteria are met for all sensors.

Nota. Certificado del FWD



Microsoft Access® database format for data storage in addition to the traditional ASCII data formats.

In 2003, a third-generation control and data acquisition unit was introduced, called the Dynatest Compact15, featuring fifteen deflection channels, so that a total of 16 channels (1 load + 15 deflections) is available (FwdWin Field Program required - please see above). Compact15 is an embedded computer unit mounted on the trailer and communicating with the host computer through an Ethernet connection.

The 8002 FWD Trailer (or the 8082 HWD Trailer) with a Compact15 System Controller and a standard PC with the FwdWin Field Program constitutes the newest, most sophisticated Dynatest FWD/HWD Test System, which fulfill or exceed all requirements to meet e.g., ASTM D-4694 and D-4695 standards.

### *1.3 General Specifications*

A Dynatest FWD/HWD Test System consists of five main components:

- A Dynatest 8002 FWD or 8082 HWD Trailer.
- A Dynatest Compact15 System Controller.
- A Remote Control Box
- An IBM compatible computer like e.g., a Notebook or Laptop type PC with Windows®.
- The FwdWin field data collection program.

#### *1.3.1 The FWD/HWD Trailer*

By means of a falling weight striking a specially designed rubber spring system, a Dynatest FWD/HWD produces an essentially half-sine shaped, single "impact" load of 25-30 msec in duration, closely approximating the effect of a moving wheel load of up to 120 kN (27,000 lbf) or 240 kN (59,000 lbf)

- Peak load range 7 to 120 kN (1,500 to 27,000 lbf) for the 8002 FWD
- Peak load range 30 to 240 kN (6,500 to 54,000 lbf) for the 8082 HWD
- Light weight, trailer mounted, may be towed by an ordinary passenger automobile or van.
- Height less than 1.5 m (58") in transport as well as measuring mode, low center of gravity, stable at normal highway speeds.
- Center mounted load cell, integrated in swivel suspended loading plate.
- 7 (optionally up to 15) seismic deflection transducers, in movable holders along a 2.45 m (8 ft) raise/lower bar, for precise deflection basin measurements.
- Automatic, remote controlled operation (including falling height selection) by one person (the driver).
- A typical testing sequence in one measuring point is performed in less than 40 seconds (HWD: 50 secs.)
- Weather resistant (-20C to +50C (-5F to +122F)) for all components located outside the towing vehicle.
- 12V DC power requirement only, heavy duty buffer battery supply mounted on trailer.

*Nota.* Características generales del FWD

	<b>8002 FWD Trailer</b>	<b>8082 HWD Trailer</b>
Max. permissible weight	1200 kg (2,600 lbm) (single axle) 1300 kg (2,800 lbm) (tandem axle)	2,000 kg (4,400 lbm) (tandem axle (standard))
Tire size	165-13"	185 R14 C
Tire pressure	2.8 bar (40 psi) cold	2.8 bar (40 psi) cold
Max. recommended driving speed	70 km/h (45 mph)	70 km/h (45 mph)
Total length (max.)	4.35 m (171")	4.45 m (175")
Total width (max.)	1.65 m (65") (single axle) 1.68 m (66") (tandem axle)	1.78 m (70")
Total height (max. during driving)	1.40 m (55")	1.45 m (57")
Towing ball diameter (of towing vehicle hitch)	50 mm OR 50.8 mm (1-31/32" OR 2")	50 mm OR 50.8 mm (1-31/32" OR 2")
Optimum height of tow ball (ground to ball center), loaded with 100 kg (220 lb)	480 mm - 500 mm (19 - 20")	480 mm - 500 mm (19 - 20")
Hyd. oil quality	"Shell" Tellus Oil T37 or "Exxon" Univis N46	"Shell" Tellus Oil T37 or "Exxon" Univis N46
Hyd. system capacity	approx. 10 litres (approx. 2.5 gal.)	approx. 13 litres (approx. 3.5 gal.)
Approx. falling height range of the drop weight	50-390 mm (2-15.3")	50-390 mm (2-15.3")
Loading plate diameter(s)	300 & 450 mm (11.8 & 17.7")	300 & 450 mm (11.8 & 17.7")
Range of distances of movable raise/lower bar deflector holders (from loading center)	185-2450 mm	185-2450 mm
Max. tilt of loading plate	6 degrees	6 degrees
Storage temperature range	-30 to 70°C (-20 to 160°F)	-30 to 70°C (-20 to 160°F)
Operating temperature range	-10 to 50°C (14 to 122°F)	-10 to 50°C (14 to 122°F)

*Nota.* Características complementarias del FWD



specific physical load applied to the cell. This specific, equivalent load is the shunt calibration value.

The advantage of using shunt calibration is that the final, registered load reading caused by the shunt calibration at any time will be equivalent to a physical load on the cell equal to the shunt calibration value, independent of the excitation voltage, input impedance, amplification etc. used in the registration equipment.

### 10.3 Seismic Detector 86211

#### 10.3.1 Key Features

- High precision
- Long term calibration stability
- Very robust
- Light weight
- Weatherproof construction
- Clamping magnet for easy mounting
- Low impedance
- Requires no power

#### 10.3.2 Description

The DYNATEST SEISMIC DETECTOR 86211 (SD, also sometimes named “deflector”, “deflection sensor” or “geophone”) is a very robust, high precision, light weight, seismic velocity transducer in a sealed plastic housing with an internal electrical shield. It has a natural frequency of approx. 5Hz and  $\pm 2$ mm available movement of the seismic mass.

The SD is delivered with a cable length of 5 m. A clamping magnet at the bottom of the Deflector makes fixture to and removal from a deflector holder quick and easy.

The SD can only be used for the measurement of vertical movements with the clamping magnet downwards and the mounting surface horizontal. If the Deflector is tilted, the measuring *range* will be decreased, but the *sensitivity* will remain virtually unaffected.

#### 10.3.3 Specifications

(SD vertical within 10 degrees, clamping magnet downwards, values typical at 25°C unless otherwise specified):

Natural frequency:	4.7 Hz
Output resistance:	375 ohms
Damping coefficient:	approx. 0.7 (when connected to the Compact 15)
Available movement of seismic mass:	4 mm (total, i.e., +/- 2 mm from equilibrium position)
Weight:	250 g (excl. cable)

### 10.4 Cable Wiring Diagrams

On the following pages, wiring diagrams for all external cable connections are given, (except for 12VDC powering connections, which are described in 2.2.3, “System Powering”). A few comments should be made on these:

The first diagram shows the transducer cables (for the Deflectors and the Load Cell).

*Nota:* Características del geófono



```
[ 10, 10] 8 NA
[ 12, 12] 0 Level of Cracking
[ 14, 14] 0 NA
[ 16, 16] 0 NA
[ 18, 18] 0 NA
[ 20, 20] 0 NA
[ 23, 82] Closin" this file NOW !!
```

### 36. Temperatures

```
S303,0, 24.0, 27.0, 28.0
[ 6, 6] 0 Temperature: 0='C 1='F
[ 8, 12] 24.0 Asphalt
[ 14, 18] 18.0 Surface
[ 20, 24] 14.0 Air
```

Lines 37..40 are not used.

----- END of HEADER -----

TEST data are stored chronologically from line 41 and up in groups of:

'Station Information' as lines 34,35,36 above and  
one or more lines of Load and Deflection PEAK READINGS.  
Remarks and optional GPS information.

#### Load and Deflection PEAK READINGS:

```
1, 574, 434, 396, 375, 337, .....
2, 1194, 907, 828, 776, 712, .....
3, 1677, 1283, 1155, 1095, 1001, .....
```

```
[ 1, 4] 1 Sequence Step No is 'Line ID Number'
[ 6, 11] 574 Peak Load (kPa)
[ 13, 18] 434 Center Deflection
[ 20, 25] 396 SD2 Deflection
[ 27, 32] 375 SD3 -
```

```
[132,137] --- SD18 Deflection
```

The width of these lines is ruled by the number of deflectors used.

#### Remarks:

```
7651, 23.846, 'Railroad crossing'
[ 1,..4] 7651 to 7658 for Remarks 1 to 8
[ 6, 13] 23.800 Station
[.16,..??] Remark text
```

#### GPS Navigation Results:

```
5280,0,400743,+90.0000000,+180.0000000,999.9
[ 6, 6] 0: No Failure
1: Too few satellites
2: DOPs too large
3: Position STD too large
4: Velocity STD too large
5: Too many iterations for velocity
6: Too many iterations for position
7: 3 sat startup failed
8: Initial Acq.
9: Timeout
[ 8, 13] 000000 (UTC time, seconds into the week)
[ 16, 25] +90.0000000 Latitude (degrees, real)
[ 27, 38] +180.0000000 Longitude (degrees, real)
[ 40, 44] 999.9 Height (meters, always)
```

*Nota.* Características del GPS navegador



### Loading Plate

The FWD/HWD is provided with two sizes of load plates – a 300 mm (5.9 in.) and a 450 mm (11.8 in.) diameter plate. You must indicate which plate is presently installed on the FWD/HWD. If the plate is segmented (split) the **Segmented** box should be checked as well. A quick visual inspection of the load plate will reveal its size and whether it is segmented. A segmented plate consists of two semicircular pieces.

Loading Plate

Diameter of Plate

Segmented

### Automated Prompts

Automated prompts provide an interactive way for the operator to enter or verify certain information at each test point prior to storage in the data file. Automated prompts should be used sparingly as they contribute heavily to operator fatigue and slow production.

#### Station

This item is mostly used when the FWD/HWD is equipped with a third party odometer that is not physically connected to the system. The operator would then read the distance from the dash and enter it into the dialog box that appears at each test point.

#### Automated Prompts

- Station
- Slab ID, Test position
- Asphalt Temperature
- Surface Temperature
- Air Temperature
- Cracking
- Comment
- Reject/Accept

#### Slab ID, Test Position

This prompt is only used on jointed Portland Cement Concrete pavements. It is common practice to assign numbers to slabs so that they can be positively identified during the data analysis phase of the project, which almost always occurs in the office away from the test site. If this option is checked, FwdWin will prompt the operator to enter the slab number and position (corner, joint, midslab, etc.) of the load plate.

#### Asphalt Temperature

This option is activated on projects where the operator or technician is manually measuring (average) asphalt temperatures (e.g. at mid-depth of layer). This provides a way to record these manually measured temperatures in the data file.

#### Surface Temperature

Same as “Asphalt Temperature” except that the temperatures are measured at the surface as opposed to mid- or third- depths. This item is grayed (irrelevant) in the Test Setup screen when an automated surface temperature measurement system is installed.

#### Air Temperature

Same as “Asphalt Temperature”, except that the technician or operator is measuring and recording the air temperature. This item is grayed (irrelevant) in the Test Setup screen when an automated air temperature measurement system is installed.

#### Cracking

Pavement surface cracking can influence the measured deflections making it difficult to analyze the deflection data. If cracking is turned on, the operator can record the severity of cracks in the vicinity of the test point. This will aid the analyst in properly processing the deflection data.

*Nota.* Características del plato de carga

### **ANEXO 3. Validación del instrumento de medición**

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN (JUICIO DE EXPERTOS)**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y Nombres del informante: VILLEGAS TORRES JOHNNY G.

N° DNI: 01165155

Especialidad: CIVIL

Título de la Investigación: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CORREDOR VIAL PE-02B (KM 42+500 - KM 63+480), APLICANDO LA DEFLECTOMETRÍA.**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Nota: Para cada indicador se considera la escala de 1 a 5 donde:

1. Muy poco    2. Poco    3. Regular    4. Aceptable    5. Muy aceptable

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica			X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar la gestión pedagógica			X		
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores			X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico				X	
10. PERTINENCIA	Es útil y adecuado para la investigación			X		

Jaén, 15 de diciembre ..... año 2023.

  
**JOHNNY GUSTAVO VILLEGAS TORRES**  
**ING. CIVIL**  
**CIP: 140672**  
 Firma del experto Informante

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN (JUICIO DE EXPERTOS)**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y Nombres del informante: Arevalo Tongo Thalia

N° DNI: 73499398

Especialidad: Ing. Civil

Título de la Investigación: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CORREDOR VIAL PE-02B (KM 42+500 - KM 63+480), APLICANDO LA DEFLECTOMETRÍA.**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Nota: Para cada indicador se considera la escala de 1 a 5 donde:

1. Muy poco    2. Poco    3. Regular    4. Aceptable    5. Muy aceptable

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables			X		
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica			X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica			X		
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar la gestión pedagógica				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores			X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico				X	
10. PERTINENCIA	Es útil y adccuado para la investigación				X	

Jaén, 15 de Septiembre año 2023.

  
**THALIA AREVALO TONGO**  
**INGENIERA CIVIL AMBIENTAL**  
**REG. C.I.P. N° 285155**

Firma del experto Informante

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN (JUICIO DE EXPERTOS)**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y Nombres del informante: Vilela Dioses Cristhian Irving

N° DNI: 45927352

Especialidad: Suelo y Pavimentos

Título de la Investigación: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CORREDOR VIAL PE-02B (KM 42+500 - KM 63+480), APLICANDO LA DEFLECTOMETRÍA.**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Nota: Para cada indicador se considera la escala de 1 a 5 donde:

1. Muy poco    2. Poco    3. Regular    4. Aceptable    5. Muy aceptable

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica			X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica			X		
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad			X		
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar la gestión pedagógica			X		
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores			X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. PERTINENCIA	Es útil y adecuado para la investigación			X		

Jaén, 15 de dicembre ..... año 2023.

  
**Cristhian I. Vilela Dioses**  
**GIP N° 168308**

Firma del experto Informante

N° Jueces	Apellidos y Nombres			N° DNI												
1	Villegas Torres Johnny Gustavo			01165155												
2	Arévalo Tongo Thalia			73499398												
3	Cristhian Irving Vilela Dioses			45927352												
<b>JUECES</b>																
INDICADORES	JUECES			TOTAL												
	1	2	3													
1. CLARIDAD	4	4	4	12												
2. OBJETIVIDAD	4	3	5	12												
3. ACTUALIDAD	3	3	3	9												
4. ORGANIZACIÓN	4	3	3	10												
5. SUFICIENCIA	4	4	3	11												
6. INTENCIONALIDAD	3	4	3	10												
7. CONSISTENCIA	4	4	4	12												
8. COHERENCIA	3	3	3	9												
9. METODOLOGÍA	4	4	4	12												
10. PERTINENCIA	3	4	3	10												
<b>Total, de opinión</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>107</b>												
<p>Total, Máximo = (N° de criterios) * (N° de jueces) * (Puntaje máximo de respuesta)</p> <p>Total, Máximo = 10 * 3 * 5 = <b>150</b></p> <p><u>Cálculo de coeficiente de validez</u></p> <p>Validez = (Total de opinión / Total máximo)</p> <p>Validez = 107/150 = <b>0.71</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Validez Nula</td> <td>0.53 a menos</td> </tr> <tr> <td>Validez baja</td> <td>0.54 - 0.59</td> </tr> <tr> <td>Válida</td> <td>0.60 - 0.65</td> </tr> <tr> <td>Muy válida</td> <td>0.66 - 0.71</td> </tr> <tr> <td>Excelente validez</td> <td>0.72 - 0.99</td> </tr> <tr> <td>Validez perfecta</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Herrera, 1998</p> <p>En <b>conclusión</b>: Se tiene un valor de coeficiente de validez de 0.71, lo cual lo califica como Muy válida, por lo que sí se puede aplicar el instrumento.</p>					Validez Nula	0.53 a menos	Validez baja	0.54 - 0.59	Válida	0.60 - 0.65	Muy válida	0.66 - 0.71	Excelente validez	0.72 - 0.99	Validez perfecta	1.00
Validez Nula	0.53 a menos															
Validez baja	0.54 - 0.59															
Válida	0.60 - 0.65															
Muy válida	0.66 - 0.71															
Excelente validez	0.72 - 0.99															
Validez perfecta	1.00															



#### **ANEXO 4. Deflexiones de campo**



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
42+600	Carril único	26.600	28.440	27.310	50.690	640.000	354.200	230.200	170.400	100.600	64.800	42.500
42+600	Carril único	26.600	28.440	27.310	50.530	652.800	346.600	228.200	166.300	113.000	61.500	46.500
42+800	Carril único	26.600	36.610	28.810	50.360	1219.900	610.300	359.100	207.800	85.800	57.200	27.100
42+800	Carril único	26.600	36.610	28.810	50.210	1224.800	606.700	359.300	210.000	80.700	57.800	24.600
43+000	Carril único	26.600	37.610	28.430	50.760	1658.100	655.000	320.400	185.700	119.500	61.600	50.300
43+000	Carril único	26.600	37.610	28.430	50.580	1600.300	649.300	316.000	182.400	123.300	60.100	43.700
43+200	Carril único	26.600	38.800	29.280	50.370	1311.800	734.700	468.800	298.200	176.600	97.000	75.800
43+200	Carril único	26.600	38.800	29.280	50.320	1314.900	742.100	471.300	295.100	206.100	101.900	84.800
43+393	Carril único	26.600	36.000	29.490	50.790	1316.600	781.500	522.100	471.900	195.200	76.100	46.100
43+393	Carril único	26.600	36.000	29.490	50.840	1305.400	770.000	521.100	317.000	208.100	86.700	51.400
43+560	Carril único	26.600	37.160	28.220	50.500	603.800	203.700	108.800	81.700	46.500	33.400	13.000
43+560	Carril único	26.600	37.160	28.220	50.460	595.400	204.400	109.800	81.800	50.200	31.800	11.800
43+795	Carril único	26.600	35.210	28.330	50.840	1680.400	993.700	561.800	322.700	165.200	71.200	49.200
43+795	Carril único	26.600	35.210	28.330	50.580	1647.700	980.300	556.300	325.800	150.500	69.800	49.900
44+000	Carril único	26.600	34.920	28.620	50.500	1096.000	646.300	446.300	305.200	221.100	114.300	74.600



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
44+000	Carril único	26.600	34.920	28.620	50.410	1068.000	636.100	439.300	301.500	220.400	115.900	80.100
44+200	Carril único	26.600	34.120	28.480	50.190	1211.600	701.900	516.200	334.800	208.700	94.500	77.700
44+200	Carril único	26.600	34.120	28.480	50.090	1196.900	701.900	510.500	332.800	207.400	95.100	75.300
44+399	Carril único	26.600	33.840	28.590	50.000	1707.200	773.300	420.600	259.600	176.500	109.900	93.900
44+399	Carril único	26.600	33.840	28.590	50.980	1592.800	765.200	418.900	261.500	180.500	111.700	95.100
44+572	Carril único	26.600	34.440	28.320	50.590	1747.300	934.700	574.200	368.400	245.100	118.300	88.600
44+572	Carril único	26.600	34.440	28.320	50.590	1703.400	931.600	581.000	374.800	246.400	120.700	89.500
44+800	Carril único	26.600	33.680	28.130	50.300	1750.200	655.100	294.600	140.000	98.500	59.000	47.400
44+800	Carril único	26.600	33.680	28.130	50.230	1669.500	656.000	294.700	141.700	98.400	59.100	46.300
45+000	Carril único	26.600	32.610	27.720	50.720	810.800	422.000	297.500	194.200	144.100	76.500	50.100
45+000	Carril único	26.600	32.610	27.720	50.720	807.500	420.300	299.800	195.000	136.600	76.100	49.900
45+200	Carril único	26.600	31.050	26.990	50.460	739.900	348.400	216.300	150.000	115.100	49.100	43.800
45+200	Carril único	26.600	31.050	26.990	50.570	744.400	340.700	220.300	150.800	137.400	49.300	42.200
45+400	Carril único	26.600	24.850	25.130	50.830	925.800	302.700	146.200	101.000	81.900	48.000	39.300
45+400	Carril único	26.600	24.850	25.130	50.790	915.300	299.500	147.200	100.400	79.100	47.800	37.600



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
45+600	Carril único	26.600	30.540	27.530	50.300	1098.100	474.800	265.100	147.600	121.400	58.400	52.000
45+600	Carril único	26.600	30.540	27.530	50.250	1098.700	478.500	266.800	150.500	119.200	59.500	54.500
45+795	Carril único	26.600	32.190	26.960	50.390	689.700	391.200	301.200	223.300	165.000	120.400	91.700
45+795	Carril único	26.600	32.190	26.960	50.360	675.800	393.400	295.200	223.800	162.100	120.900	90.200
46+000	Carril único	26.600	32.010	27.610	50.530	846.600	401.700	266.300	183.800	117.300	80.500	55.700
46+000	Carril único	26.600	32.010	27.610	50.480	881.400	407.900	277.200	182.300	124.100	78.600	61.200
46+201	Carril único	19.300	24.540	26.130	50.650	735.300	352.800	243.300	197.700	142.500	91.000	65.800
46+201	Carril único	19.300	24.540	26.130	50.650	718.000	353.100	245.500	180.600	142.100	93.200	66.500
46+400	Carril único	19.300	25.290	24.630	50.640	790.900	398.200	281.100	229.100	179.500	127.300	90.500
46+400	Carril único	19.300	25.290	24.630	50.830	801.100	398.800	288.700	233.700	186.800	133.800	94.800
46+600	Carril único	19.300	29.540	25.210	50.090	1836.600	843.500	412.900	222.600	131.600	78.900	58.900
46+600	Carril único	19.300	29.540	25.210	50.040	1833.800	840.700	416.600	221.300	133.800	74.400	58.200
46+800	Carril único	19.300	27.390	25.510	50.290	1169.200	532.800	305.900	214.700	159.200	99.900	69.900
46+800	Carril único	19.300	27.390	25.510	50.330	1181.400	542.500	315.000	216.500	169.000	99.800	68.700
46+978	Carril único	19.300	25.470	24.500	50.720	1637.200	799.800	522.100	352.300	266.000	147.900	116.600



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
46+978	Carril único	19.300	25.470	24.500	50.590	1604.100	781.100	522.900	348.800	264.400	148.500	116.100
47+187	Carril único	19.300	25.520	23.770	50.910	1640.500	719.100	421.700	297.600	230.700	156.700	116.400
47+187	Carril único	19.300	25.520	23.770	50.980	1590.400	725.800	429.400	301.000	236.400	158.200	118.300
47+397	Carril único	13.700	25.350	22.630	50.320	907.000	465.200	267.400	163.900	98.000	71.500	54.500
47+397	Carril único	13.700	25.350	22.630	50.120	889.400	446.500	263.900	173.300	96.800	73.500	53.600
47+600	Carril único	13.700	27.610	21.360	50.290	1430.100	701.700	369.400	202.600	110.700	54.400	31.600
47+600	Carril único	13.700	27.610	21.360	50.190	1420.300	656.600	388.500	190.300	114.000	45.900	40.800
47+800	Carril único	13.700	23.080	17.700	50.710	739.600	331.700	196.100	116.200	104.200	39.100	35.300
47+800	Carril único	13.700	23.080	17.700	50.580	736.900	329.900	195.600	113.800	93.600	31.300	25.100
47+990	Carril único	13.700	27.600	14.430	50.390	1379.900	552.200	313.400	228.700	188.500	111.000	91.400
47+990	Carril único	13.700	27.600	14.430	50.430	1326.800	542.800	304.000	224.300	180.000	109.400	84.100
48+200	Carril único	13.700	26.860	14.770	50.760	1552.000	1009.600	707.900	546.300	391.000	255.200	196.400
48+200	Carril único	13.700	26.860	14.770	50.660	1534.100	984.900	704.600	538.700	397.400	254.400	197.000
48+370	Carril único	13.700	22.710	22.630	50.250	556.200	286.000	166.800	107.200	91.700	73.500	61.100
48+370	Carril único	13.700	22.710	22.630	50.150	551.200	287.300	165.700	105.800	91.500	73.500	70.500



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
48+575	Carril único	13.700	26.800	23.240	50.080	678.300	230.100	128.900	79.600	46.600	33.300	28.600
48+575	Carril único	13.700	26.800	23.240	50.170	684.500	228.400	127.400	79.700	47.800	32.500	24.900
48+800	Carril único	13.700	26.690	22.770	50.740	1066.600	402.600	241.200	156.700	112.000	73.700	46.400
48+800	Carril único	13.700	26.690	22.770	50.920	1107.400	405.600	249.500	162.200	117.400	76.500	47.000
49+000	Carril único	13.700	26.000	22.620	50.820	999.400	382.600	212.500	121.800	112.100	60.000	41.400
49+000	Carril único	13.700	26.000	22.620	50.780	994.900	389.400	214.200	120.100	113.600	57.200	42.700
49+200	Carril único	13.700	26.370	21.870	50.760	995.600	404.200	256.100	177.300	135.000	82.200	67.800
49+200	Carril único	13.700	26.370	21.870	50.830	987.900	404.900	247.300	178.600	127.000	83.700	68.600
49+400	Carril único	13.700	24.130	20.310	50.170	534.900	176.100	88.600	69.400	47.400	36.500	32.200
49+400	Carril único	13.700	24.130	20.310	50.130	524.800	172.500	88.700	68.700	54.200	39.800	32.300
49+600	Carril único	13.700	23.100	16.560	50.080	732.300	377.400	248.900	162.100	98.800	57.400	47.500
49+600	Carril único	13.700	23.100	16.560	50.030	720.100	380.200	242.400	158.800	119.500	60.500	47.300
49+800	Carril único	13.700	27.480	15.020	50.940	746.600	303.600	210.700	133.800	76.700	74.800	52.000
49+800	Carril único	13.700	27.480	15.020	50.940	794.900	305.100	210.000	134.900	77.300	75.100	50.800
50+000	Carril único	13.700	25.040	16.330	50.290	1333.300	656.800	395.200	233.800	133.400	82.100	41.100



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
50+000	Carril único	13.700	25.040	16.330	50.190	1268.800	647.300	393.500	231.200	144.900	81.700	45.700
50+190	Carril único	13.700	25.180	18.770	50.990	940.900	529.900	287.200	191.100	164.400	84.000	69.700
50+190	Carril único	13.700	25.180	18.770	50.830	941.300	495.100	287.500	190.800	162.200	78.600	68.500
50+370	Carril único	13.700	26.080	24.650	50.720	701.100	306.700	185.800	115.600	79.100	36.100	28.600
50+370	Carril único	13.700	26.080	24.650	50.740	686.600	305.800	188.400	116.200	71.400	36.500	29.600
50+600	Carril único	13.700	28.330	23.240	50.050	1361.800	645.600	392.000	359.500	115.900	98.000	73.000
50+600	Carril único	13.700	28.330	23.240	50.020	1305.400	647.900	406.700	253.500	142.300	97.200	77.300
50+800	Carril único	13.700	25.510	22.200	50.130	1096.700	550.700	364.800	253.300	135.100	111.700	63.400
50+800	Carril único	13.700	25.510	22.200	50.390	1032.400	543.000	362.300	248.900	144.100	108.200	63.900
50+960	Carril único	13.700	26.300	20.900	50.090	1549.600	732.600	479.600	268.700	199.700	127.500	91.100
50+960	Carril único	13.700	26.300	20.900	50.050	1528.500	730.700	470.800	291.100	196.400	123.400	110.400
51+200	Carril único	13.700	27.210	21.740	50.890	921.200	517.400	374.500	279.500	195.800	103.800	79.800
51+200	Carril único	13.700	27.210	21.740	50.890	935.000	520.300	375.700	280.700	198.500	107.300	78.400
51+418	Carril único	13.700	26.100	20.880	50.040	1847.400	1059.100	644.900	389.200	253.800	101.300	62.100
51+418	Carril único	13.700	26.100	20.880	50.020	1832.100	1415.600	648.500	399.100	262.600	105.900	64.600



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
51+600	Carril único	13.700	27.160	18.090	50.580	1133.200	539.600	324.800	233.600	123.800	95.200	56.000
51+600	Carril único	13.700	27.160	18.090	50.600	1068.400	543.800	327.000	235.600	125.800	95.800	57.500
51+800	Carril único	13.700	25.230	22.060	50.510	1350.200	698.700	472.900	312.300	215.300	128.000	96.500
51+800	Carril único	13.700	25.230	22.060	50.570	1324.300	716.300	483.200	318.600	221.400	131.100	99.400
52+000	Carril único	13.700	21.270	21.470	50.620	1215.200	599.400	394.300	304.300	240.700	144.200	114.300
52+000	Carril único	13.700	21.270	21.470	50.480	1191.300	589.200	389.400	303.500	242.100	142.600	114.400
52+200	Carril único	13.700	23.000	21.740	50.530	1317.500	677.200	445.700	325.200	241.400	147.700	103.600
52+200	Carril único	13.700	23.000	21.740	50.570	1312.000	680.100	451.700	329.700	249.800	151.300	106.200
52+390	Carril único	13.700	24.690	21.420	50.200	1004.200	383.600	209.700	136.300	92.400	52.600	40.500
52+390	Carril único	13.700	24.690	21.420	50.110	983.100	377.600	211.600	134.500	118.900	50.900	40.900
52+600	Carril único	13.700	25.660	21.180	50.430	1228.800	724.700	511.200	386.300	249.400	172.800	108.600
52+600	Carril único	13.700	25.660	21.180	50.410	1204.300	726.100	512.500	386.100	259.200	173.200	107.800
52+800	Carril único	13.700	26.050	20.440	50.470	501.800	229.800	158.500	115.800	95.900	60.900	50.300
52+800	Carril único	13.700	26.050	20.440	50.500	506.300	230.300	160.700	118.800	87.500	59.700	48.800
53+000	Carril único	13.700	19.090	19.300	50.820	1424.100	594.300	359.600	209.000	130.500	60.000	35.800



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
53+000	Carril único	13.700	19.090	19.300	50.970	1447.000	592.900	349.800	213.800	124.600	59.800	29.400
53+199	Carril único	11.400	24.090	20.650	50.490	746.000	377.500	226.400	149.700	105.300	60.700	41.000
53+199	Carril único	11.400	24.090	20.650	50.380	761.100	371.600	226.900	148.600	104.300	61.200	41.300
53+400	Carril único	11.400	19.910	20.260	50.830	1414.000	735.600	481.800	338.800	276.200	147.600	106.300
53+400	Carril único	11.400	19.910	20.260	50.830	1424.200	736.400	480.900	351.800	259.200	146.100	101.100
53+600	Carril único	11.400	20.780	20.260	50.030	846.700	398.000	233.800	145.900	99.400	59.500	39.600
53+600	Carril único	11.400	20.780	20.260	50.030	812.500	394.400	231.600	144.300	102.300	56.700	41.500
53+795	Carril único	11.400	22.780	18.890	50.490	573.300	228.200	131.100	94.900	68.900	46.400	33.200
53+795	Carril único	11.400	22.780	18.890	50.380	550.800	227.800	131.300	93.900	72.200	45.400	32.700
54+000	Carril único	11.400	23.640	16.760	50.460	1848.000	1098.200	722.600	505.400	349.900	178.700	118.400
54+000	Carril único	11.400	23.640	16.760	50.320	1843.600	1102.600	729.100	506.400	360.000	177.300	120.600
54+200	Carril único	11.400	20.390	14.850	50.280	731.300	320.300	200.800	131.800	110.300	72.700	57.900
54+200	Carril único	11.400	20.390	14.850	50.800	736.500	321.300	204.100	131.500	116.200	73.700	58.900
54+400	Carril único	11.400	22.570	14.640	50.580	753.200	297.500	146.500	70.400	31.300	16.900	9.500
54+400	Carril único	11.400	22.570	14.640	50.360	763.500	304.200	149.700	72.600	36.600	18.900	10.900



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
54+600	Carril único	11.400	23.060	15.680	50.040	1130.200	667.400	497.200	356.400	250.700	151.600	105.400
54+600	Carril único	11.400	23.060	15.680	50.560	1096.600	678.300	500.900	361.300	230.400	153.700	95.800
54+800	Carril único	11.400	17.020	19.520	50.360	745.800	439.300	304.500	205.300	158.000	85.500	64.700
54+800	Carril único	11.400	17.020	19.520	50.390	723.800	441.800	304.700	207.300	153.400	86.500	61.900
55+000	Carril único	11.400	22.110	19.350	50.130	729.500	416.400	285.300	184.600	94.000	75.300	42.500
55+000	Carril único	11.400	22.110	19.350	50.030	728.800	411.700	289.900	183.500	111.800	78.200	49.300
55+185	Carril único	11.400	20.870	16.180	50.240	1158.400	499.500	280.300	159.200	121.200	48.100	27.500
55+185	Carril único	11.400	20.870	16.180	50.200	1127.100	498.100	278.900	160.300	116.900	49.200	28.400
55+395	Carril único	11.400	17.430	14.640	50.200	1074.600	538.300	304.000	180.200	112.200	51.200	35.700
55+395	Carril único	11.400	17.430	14.640	50.040	1033.700	523.500	303.800	176.500	116.000	54.200	37.800
55+600	Carril único	11.400	17.200	14.620	50.080	1045.100	577.100	407.300	280.900	217.500	125.800	82.100
55+600	Carril único	11.400	17.200	14.620	50.200	1048.800	581.700	407.900	286.800	212.400	129.100	79.800
55+800	Carril único	11.400	17.120	15.490	50.180	939.600	437.600	253.500	167.500	129.700	74.700	57.300
55+800	Carril único	11.400	17.120	15.490	50.200	937.700	439.600	256.600	169.100	131.500	74.900	58.500
56+000	Carril único	11.400	19.510	13.940	50.570	639.800	364.100	227.600	149.600	106.800	53.400	38.300



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
56+000	Carril único	11.400	19.510	13.940	50.420	586.500	358.600	224.300	149.100	100.600	56.800	35.300
56+205	Carril único	11.400	19.010	14.690	50.010	857.300	342.000	170.900	117.200	73.600	37.300	22.700
56+205	Carril único	11.400	19.010	14.690	50.010	850.400	335.600	173.600	116.800	77.500	37.300	27.600
56+400	Carril único	11.400	19.380	14.780	50.170	1119.300	508.300	278.400	143.800	92.100	49.800	36.000
56+400	Carril único	11.400	19.380	14.780	50.170	1118.300	507.100	275.500	144.100	105.200	47.500	39.600
56+555	Carril único	11.400	17.570	19.390	50.940	1615.100	865.800	518.300	348.700	252.400	149.800	106.300
56+555	Carril único	11.400	17.570	19.390	50.960	1613.700	866.900	524.100	349.000	257.700	149.000	107.900
56+820	Carril único	11.400	18.020	19.750	50.730	1100.900	462.800	252.900	144.700	131.500	64.600	48.000
56+820	Carril único	11.400	18.020	19.750	50.700	1087.800	454.100	251.500	145.000	132.500	65.100	48.300
57+000	Carril único	11.400	17.930	19.720	50.940	1738.900	942.200	565.900	331.200	210.100	91.000	61.300
57+000	Carril único	11.400	17.930	19.720	50.760	1737.100	943.900	570.700	334.600	219.100	93.700	64.600
57+200	Carril único	11.400	16.820	19.610	50.170	1594.000	755.100	428.700	274.600	176.400	92.000	57.500
57+200	Carril único	11.400	16.820	19.610	50.130	1592.500	748.600	434.700	262.600	191.800	93.600	62.800
57+400	Carril único	11.400	18.210	19.120	50.150	1409.800	617.900	367.900	236.400	173.000	93.500	62.000
57+400	Carril único	11.400	18.210	19.120	50.170	1452.600	614.400	368.700	238.400	173.000	94.800	64.100



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
57+600	Carril único	11.400	18.100	19.650	50.660	820.500	321.300	174.700	100.400	90.100	45.000	32.800
57+600	Carril único	11.400	18.100	19.650	50.710	826.900	325.200	184.500	99.000	68.800	45.200	34.000
57+790	Carril único	11.400	16.280	19.130	50.910	830.600	365.400	190.400	126.700	84.400	55.000	35.400
57+790	Carril único	11.400	16.280	19.130	50.980	834.600	363.100	191.800	130.300	85.300	53.800	32.700
58+000	Carril único	11.400	15.740	19.030	50.100	1654.400	705.500	361.900	195.000	103.300	58.600	34.900
58+000	Carril único	11.400	15.740	19.030	50.180	1639.300	704.900	366.100	199.200	110.900	62.900	35.100
58+215	Carril único	11.400	16.370	18.590	50.500	984.200	547.400	378.100	267.700	181.200	112.800	92.800
58+215	Carril único	11.400	16.370	18.590	50.360	978.100	539.600	369.500	261.200	184.400	112.800	94.500
58+400	Carril único	11.400	15.050	18.370	50.030	1296.700	712.800	482.900	328.000	232.400	128.200	83.200
58+400	Carril único	11.400	15.050	18.370	50.060	1297.800	712.500	486.800	329.300	235.200	131.000	86.500
58+600	Carril único	11.400	14.810	18.050	50.420	1103.200	543.200	389.900	281.700	213.600	133.300	102.800
58+600	Carril único	11.400	14.810	18.050	50.380	1097.700	539.700	384.700	282.200	212.700	133.300	102.500
58+800	Carril único	11.400	13.240	17.800	50.420	1064.600	621.700	351.200	233.800	161.500	95.000	69.400
58+800	Carril único	11.400	13.240	17.800	50.560	1075.100	655.000	347.400	224.500	156.400	94.500	65.200
59+000	Carril único	11.400	15.700	18.260	50.710	1034.700	490.900	289.800	165.700	102.600	60.100	44.900



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
59+000	Carril único	11.400	15.700	18.260	50.630	1022.200	486.100	289.400	166.100	98.100	59.600	43.400
59+200	Carril único	11.400	15.960	18.890	50.450	950.600	476.400	307.300	230.200	167.700	108.400	85.300
59+200	Carril único	11.400	15.960	18.890	50.420	935.600	477.100	307.900	227.600	171.100	108.200	86.500
59+400	Carril único	11.400	14.650	18.530	50.730	778.100	355.100	201.700	130.500	88.700	47.100	32.400
59+400	Carril único	11.400	14.650	18.530	50.730	749.200	353.600	201.600	131.500	87.300	49.400	30.100
59+625	Carril único	11.400	14.280	17.700	50.640	1962.900	1082.700	718.600	481.900	310.400	199.900	132.200
59+625	Carril único	11.400	14.280	17.700	50.650	1897.700	1065.900	714.700	480.600	303.400	202.200	130.500
59+800	Carril único	11.400	14.710	18.340	50.540	1519.500	643.100	363.200	236.500	153.700	88.700	57.400
59+800	Carril único	11.400	14.710	18.340	50.490	1513.200	645.600	366.100	238.500	158.300	88.100	62.000
60+000	Carril único	11.400	13.710	18.020	50.380	1432.200	637.000	406.100	255.800	181.400	111.500	85.800
60+000	Carril único	11.400	13.710	18.020	50.360	1433.200	630.200	404.000	253.800	183.500	114.500	85.700
60+193	Carril único	11.400	15.040	17.700	50.750	994.400	444.100	269.400	173.400	118.100	52.200	26.700
60+193	Carril único	11.400	15.040	17.700	50.770	975.500	437.100	269.900	168.400	120.200	52.000	26.800
60+400	Carril único	7.100	13.810	17.510	50.570	1089.900	598.600	407.800	270.900	196.800	88.500	55.400
60+400	Carril único	7.100	13.810	17.510	50.470	1086.400	597.400	406.100	267.300	198.000	88.000	54.500



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
60+600	Carril único	7.100	13.430	17.120	50.960	970.100	401.700	226.700	135.200	89.500	42.400	26.000
60+600	Carril único	7.100	13.430	17.120	50.960	966.200	395.800	227.000	136.000	97.600	44.200	29.700
60+800	Carril único	7.100	14.370	16.930	50.030	1762.100	1022.400	725.500	513.200	367.800	199.400	133.200
60+800	Carril único	7.100	14.370	16.930	50.920	1777.500	1030.000	723.600	513.700	370.200	198.100	134.200
61+000	Carril único	7.100	12.630	15.800	50.840	997.300	458.800	258.400	205.700	110.400	53.000	40.000
61+000	Carril único	7.100	12.630	15.800	50.840	991.800	457.800	256.000	199.200	103.000	51.600	38.500
61+195	Carril único	7.100	13.310	16.570	50.310	635.500	325.500	197.400	128.700	86.500	54.000	38.400
61+195	Carril único	7.100	13.310	16.570	50.210	623.200	319.100	194.200	124.700	92.400	50.700	39.900
61+400	Carril único	7.100	12.640	16.710	50.170	814.500	339.800	196.300	120.300	80.100	43.200	33.700
61+400	Carril único	7.100	12.640	16.710	50.120	804.000	336.500	194.600	120.800	79.300	42.900	34.000
61+600	Carril único	7.100	12.490	16.230	50.960	784.100	364.700	269.900	201.900	160.900	105.800	80.500
61+600	Carril único	7.100	12.490	16.230	50.000	783.500	363.300	269.300	205.000	154.100	102.900	79.400
61+800	Carril único	7.100	13.360	16.580	50.140	811.600	419.500	284.400	186.900	134.100	82.200	61.100
61+800	Carril único	7.100	13.360	16.580	50.100	819.500	420.200	281.800	186.100	137.100	83.000	61.500
62+000	Carril único	7.100	12.350	16.660	50.890	1361.400	566.400	321.700	222.600	184.600	119.200	97.000



**Tesis:** Evaluación de la condición estructural del corredor vial PE-02B (km 42+500 – km 63+480), aplicando la deflectometría

**Tesista:** Nelson Wilfredo Chininin Lozano

Abscisa	Carril	Temp. Asfalto	Temp. Superficie	Temp. Aire	Carga Original (kN)	Deflexiones (micrones)						
						D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
62+000	Carril único	7.100	12.350	16.660	50.930	1347.000	556.500	319.700	226.300	171.700	119.200	92.700
62+194	Carril único	7.100	11.850	15.430	50.350	1339.500	817.400	583.400	429.700	415.000	263.500	82.100
62+194	Carril único	7.100	11.850	15.430	50.080	1313.900	771.700	585.100	441.900	419.200	291.100	84.400
62+400	Carril único	7.100	10.360	16.210	50.570	1354.000	746.100	526.300	400.900	314.400	208.000	155.100
62+400	Carril único	7.100	10.360	16.210	50.560	1309.900	736.500	520.000	400.800	309.100	212.300	161.900
62+600	Carril único	7.100	11.510	16.110	50.470	1350.100	656.700	423.300	287.500	217.000	132.600	107.600
62+600	Carril único	7.100	11.510	16.110	50.350	1321.000	647.700	421.200	287.900	212.900	132.900	109.800
62+800	Carril único	7.100	11.200	16.030	50.780	1076.400	611.500	417.300	321.500	267.500	177.600	143.000
62+800	Carril único	7.100	11.200	16.030	50.780	1044.400	607.200	419.000	327.400	273.400	178.400	145.600
63+000	Carril único	7.100	10.850	15.390	50.980	788.500	265.900	171.800	119.800	48.400	39.700	17.200
63+000	Carril único	7.100	10.850	15.390	50.000	789.700	267.700	186.200	110.500	48.700	39.300	22.100
63+198	Carril único	7.100	11.370	15.120	50.800	1447.800	672.800	421.300	250.800	133.500	71.700	40.300
63+198	Carril único	7.100	11.370	15.120	50.750	1436.200	667.300	424.900	253.700	137.800	73.000	42.800
63+400	Carril único	7.100	11.110	15.600	50.710	1473.900	776.900	529.800	398.700	295.800	192.400	147.200
63+400	Carril único	7.100	11.110	15.600	50.780	1462.300	772.100	533.600	396.900	306.100	189.600	151.300

*Nota:* Resultados obtenidos mediante el deflectómetro de impacto. Fuente: Plan de Gestión Vial (2024).

**ANEXO 5. Normalización de deflexiones**

PR	Distancia	Carril	Temp.	Temp.	Temp.	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )						
			Asfalto (°C)	Superf. (°C)	Aire (°C)		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
0042	600	Carril único	27	28	27	50	639	346	226	166	106	62	44
0042	800	Carril único	27	37	29	50	1215	605	357	208	83	57	26
0043	0	Carril único	27	38	28	50	1608	644	314	182	120	60	46
0043	200	Carril único	27	39	29	50	1304	733	467	295	190	99	80
0043	393	Carril único	27	36	29	50	1290	763	513	388	198	80	48
0043	560	Carril único	27	37	28	50	594	202	108	81	48	32	12
0043	795	Carril único	27	35	28	50	1641	973	551	320	156	70	49
0044	0	Carril único	27	35	29	50	1072	635	439	301	219	114	77
0044	200	Carril único	27	34	28	50	1201	700	512	333	207	95	76
0044	399	Carril único	27	34	29	50	1634	762	416	258	177	110	94
0044	572	Carril único	27	34	28	50	1705	922	571	367	243	118	88
0044	800	Carril único	27	34	28	50	1701	652	293	140	98	59	47
0045	0	Carril único	27	33	28	50	798	415	294	192	138	75	49
0045	200	Carril único	27	31	27	50	735	341	216	149	125	49	43
0045	400	Carril único	27	25	25	50	906	296	144	99	79	47	38
0045	600	Carril único	27	31	28	50	1092	474	264	148	120	59	53
0045	795	Carril único	27	32	27	50	678	389	296	222	162	120	90
0046	0	Carril único	27	32	28	50	855	401	269	181	119	79	58
0046	201	Carril único	19	25	26	50	717	348	241	187	140	91	65
0046	400	Carril único	19	25	25	50	784	393	281	228	180	129	91
0046	600	Carril único	19	30	25	50	1833	841	414	222	133	77	58
0046	800	Carril único	19	27	26	50	1168	534	309	214	163	99	69
0046	978	Carril único	19	25	25	50	1600	780	516	346	262	146	115
0047	187	Carril único	19	26	24	50	1585	709	418	294	229	155	115

PR	Distancia	Carril	Temp.	Temp.	Temp.	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )						
			Asfalto (°C)	Superf. (°C)	Aire (°C)		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
0047	397	Carril único	14	25	23	50	894	454	264	168	97	72	54
0047	600	Carril único	14	28	21	50	1418	676	377	196	112	50	36
0047	800	Carril único	14	23	18	50	729	327	193	114	98	35	30
0047	990	Carril único	14	28	14	50	1342	543	306	225	183	109	87
0048	200	Carril único	14	27	15	50	1521	983	696	535	389	251	194
0048	370	Carril único	14	23	23	50	551	286	166	106	91	73	66
0048	575	Carril único	14	27	23	50	680	229	128	79	47	33	27
0048	800	Carril único	14	27	23	50	1069	398	241	157	113	74	46
0049	0	Carril único	14	26	23	50	981	380	210	119	111	58	41
0049	200	Carril único	14	26	22	50	976	398	248	175	129	82	67
0049	400	Carril único	14	24	20	50	528	174	88	69	51	38	32
0049	600	Carril único	14	23	17	50	725	378	245	160	109	59	47
0049	800	Carril único	14	27	15	50	757	299	206	132	76	74	50
0050	0	Carril único	14	25	16	50	1295	649	392	231	138	82	43
0050	190	Carril único	14	25	19	50	924	503	282	188	160	80	68
0050	370	Carril único	14	26	25	50	684	302	184	114	74	36	29
0050	600	Carril único	14	28	23	50	1333	646	399	306	129	98	75
0050	800	Carril único	14	26	22	50	1059	544	362	250	139	109	63
0050	960	Carril único	14	26	21	50	1537	731	475	280	198	125	101
0051	200	Carril único	14	27	22	50	912	510	369	275	194	104	78
0051	418	Carril único	14	26	21	50	1839	1237	646	394	258	104	63
0051	600	Carril único	14	27	18	50	1088	535	322	232	123	94	56
0051	800	Carril único	14	25	22	50	1323	700	473	312	216	128	97
0052	0	Carril único	14	21	21	50	1190	588	388	301	239	142	113

PR	Distancia	Carril	Temp.	Temp.	Temp.	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )						
			Asfalto (°C)	Superf. (°C)	Aire (°C)		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
0052	200	Carril único	14	23	22	50	1300	671	444	324	243	148	104
0052	390	Carril único	14	25	21	50	991	379	210	135	105	52	41
0052	600	Carril único	14	26	21	50	1206	719	508	383	252	172	107
0052	800	Carril único	14	26	20	50	499	228	158	116	91	60	49
0053	0	Carril único	14	19	19	50	1410	583	348	208	125	59	32
0053	199	Carril único	11	24	21	50	747	371	225	148	104	60	41
0053	400	Carril único	11	20	20	50	1396	724	473	340	263	144	102
0053	600	Carril único	11	21	20	50	829	396	233	145	101	58	41
0053	795	Carril único	11	23	19	50	557	226	130	94	70	46	33
0054	0	Carril único	11	24	17	50	1832	1092	720	502	352	177	119
0054	200	Carril único	11	20	15	50	726	317	200	130	112	72	58
0054	400	Carril único	11	23	15	50	751	298	147	71	34	18	10
0054	600	Carril único	11	23	16	50	1107	669	496	357	239	152	100
0054	800	Carril único	11	17	20	50	729	437	302	205	155	85	63
0055	0	Carril único	11	22	19	50	728	413	287	184	103	77	46
0055	185	Carril único	11	21	16	50	1138	497	278	159	119	48	28
0055	395	Carril único	11	17	15	50	1052	530	303	178	114	53	37
0055	600	Carril único	11	17	15	50	1044	578	406	283	214	127	81
0055	800	Carril único	11	17	15	50	935	437	254	168	130	75	58
0056	0	Carril único	11	20	14	50	607	358	224	148	103	55	36
0056	205	Carril único	11	19	15	50	854	339	172	117	76	37	25
0056	400	Carril único	11	19	15	50	1115	506	276	143	98	48	38
0056	555	Carril único	11	18	19	50	1584	850	511	342	250	147	105
0056	820	Carril único	11	18	20	50	1079	452	249	143	130	64	47

PR	Distancia	Carril	Temp.	Temp.	Temp.	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )						
			Asfalto (°C)	Superf. (°C)	Aire (°C)		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
0057	0	Carril único	11	18	20	50	1709	927	559	327	211	91	62
0057	200	Carril único	11	17	20	50	1588	750	430	268	184	93	60
0057	400	Carril único	11	18	19	50	1427	614	367	237	172	94	63
0057	600	Carril único	11	18	20	50	813	319	177	98	78	44	33
0057	790	Carril único	11	16	19	50	817	357	188	126	83	53	33
0058	0	Carril único	11	16	19	50	1642	703	363	197	107	61	35
0058	215	Carril único	11	16	19	50	973	539	371	262	181	112	93
0058	400	Carril único	11	15	18	50	1296	712	484	328	234	129	85
0058	600	Carril único	11	15	18	50	1092	537	384	280	211	132	102
0058	800	Carril único	11	13	18	50	1059	632	346	227	157	94	67
0059	0	Carril único	11	16	18	50	1015	482	286	164	99	59	44
0059	200	Carril único	11	16	19	50	935	473	305	227	168	107	85
0059	400	Carril único	11	15	19	50	753	349	199	129	87	48	31
0059	625	Carril único	11	14	18	50	1906	1061	708	475	303	198	130
0059	800	Carril único	11	15	18	50	1501	638	361	235	154	87	59
0060	0	Carril único	11	14	18	50	1422	629	402	253	181	112	85
0060	193	Carril único	11	15	18	50	970	434	266	168	117	51	26
0060	400	Carril único	7	14	18	50	1077	592	403	266	195	87	54
0060	600	Carril único	7	13	17	50	950	391	223	133	92	42	27
0060	800	Carril único	7	14	17	50	1753	1017	718	509	366	197	132
0061	0	Carril único	7	13	16	50	978	451	253	199	105	51	39
0061	195	Carril único	7	13	17	50	626	321	195	126	89	52	39
0061	400	Carril único	7	13	17	50	807	337	195	120	79	43	34
0061	600	Carril único	7	12	16	50	776	361	267	202	156	103	79

PR	Distancia	Carril	Temp.	Temp.	Temp.	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )						
			Asfalto (°C)	Superf. (°C)	Aire (°C)		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200
0061	800	Carril único	7	13	17	50	814	419	282	186	135	82	61
0062	0	Carril único	7	12	17	50	1330	551	315	220	175	117	93
0062	194	Carril único	7	12	15	50	1321	791	582	434	415	276	83
0062	400	Carril único	7	10	16	50	1317	733	517	396	308	208	157
0062	600	Carril único	7	12	16	50	1325	647	419	285	213	132	108
0062	800	Carril único	7	11	16	50	1044	600	412	319	266	175	142
0063	0	Carril único	7	11	15	50	781	264	177	114	48	39	19
0063	198	Carril único	7	11	15	50	1420	660	417	248	134	71	41
0063	400	Carril único	7	11	16	50	1447	763	524	392	297	188	147

**ANEXO 6.** Área del cuenco de deflexiones

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES CORREGIDAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Área (Pulg)	Área (mm)
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200		
0042	600	Carril único	50	639	346	226	166	106	62	44	12.8	325.7
0042	800	Carril único	50	1215	605	357	208	83	57	26	10.6	269.9
0043	0	Carril único	50	1608	644	314	182	120	60	46	9.5	240.3
0043	200	Carril único	50	1304	733	467	295	190	99	80	12.5	317.4
0043	393	Carril único	50	1290	763	513	388	198	80	48	13.0	330.0
0043	560	Carril único	50	594	202	108	81	48	32	12	9.5	240.8
0043	795	Carril único	50	1641	973	551	320	156	70	49	11.4	290.2
0044	0	Carril único	50	1072	635	439	301	219	114	77	14.0	355.5
0044	200	Carril único	50	1201	700	512	333	207	95	76	13.7	347.0
0044	399	Carril único	50	1634	762	416	258	177	110	94	10.8	273.1
0044	572	Carril único	50	1705	922	571	367	243	118	88	12.1	308.4
0044	800	Carril único	50	1701	652	293	140	98	59	47	9.0	227.7
0045	0	Carril único	50	798	415	294	192	138	75	49	13.1	332.1
0045	200	Carril único	50	735	341	216	149	125	49	43	12.0	304.0
0045	400	Carril único	50	906	296	144	99	79	47	38	9.3	235.6
0045	600	Carril único	50	1092	474	264	148	120	59	53	10.5	267.8
0045	795	Carril único	50	678	389	296	222	162	120	90	15.2	385.5
0046	0	Carril único	50	855	401	269	181	119	79	58	12.0	304.9
0046	201	Carril único	50	717	348	241	187	140	91	65	13.1	333.9
0046	400	Carril único	50	784	393	281	228	180	129	91	14.0	356.6
0046	600	Carril único	50	1833	841	414	222	133	77	58	9.8	249.7

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES CORREGIDAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Área (Pulg)	Área (mm)
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200		
0046	800	Carril único	50	1168	534	309	214	163	99	69	11.4	288.4
0046	978	Carril único	50	1600	780	516	346	262	146	115	12.4	314.5
0047	187	Carril único	50	1585	709	418	294	229	155	115	11.5	291.6
0047	397	Carril único	50	894	454	264	168	97	72	54	11.3	287.9
0047	600	Carril único	50	1418	676	377	196	112	50	36	10.3	262.8
0047	800	Carril único	50	729	327	193	114	98	35	30	11.1	281.4
0047	990	Carril único	50	1342	543	306	225	183	109	87	10.9	275.8
0048	200	Carril único	50	1521	983	696	535	389	251	194	15.5	394.9
0048	370	Carril único	50	551	286	166	106	91	73	66	12.4	314.6
0048	575	Carril único	50	680	229	128	79	47	33	27	9.4	238.2
0048	800	Carril único	50	1069	398	241	157	113	74	46	10.4	263.9
0049	0	Carril único	50	981	380	210	119	111	58	41	10.3	261.1
0049	200	Carril único	50	976	398	248	175	129	82	67	11.1	282.8
0049	400	Carril único	50	528	174	88	69	51	38	32	9.6	243.6
0049	600	Carril único	50	725	378	245	160	109	59	47	12.3	313.7
0049	800	Carril único	50	757	299	206	132	76	74	50	11.1	280.9
0050	0	Carril único	50	1295	649	392	231	138	82	43	11.3	287.0
0050	190	Carril único	50	924	503	282	188	160	80	68	12.3	311.5
0050	370	Carril único	50	684	302	184	114	74	36	29	10.9	275.6
0050	600	Carril único	50	1333	646	399	306	129	98	75	11.2	284.3
0050	800	Carril único	50	1059	544	362	250	139	109	63	12.3	312.2

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES CORREGIDAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Área (Pulg)	Área (mm)
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200		
0050	960	Carril único	50	1537	731	475	280	198	125	101	11.7	298.2
0051	200	Carril único	50	912	510	369	275	194	104	78	14.1	357.7
0051	418	Carril único	50	1839	1237	646	394	258	104	63	12.2	310.9
0051	600	Carril único	50	1088	535	322	232	123	94	56	11.4	290.4
0051	800	Carril único	50	1323	700	473	312	216	128	97	12.8	325.9
0052	0	Carril único	50	1190	588	388	301	239	142	113	13.0	331.0
0052	200	Carril único	50	1300	671	444	324	243	148	104	13.0	330.7
0052	390	Carril único	50	991	379	210	135	105	52	41	10.1	257.4
0052	600	Carril único	50	1206	719	508	383	252	172	107	14.4	366.0
0052	800	Carril único	50	499	228	158	116	91	60	49	12.7	322.6
0053	0	Carril único	50	1410	583	348	208	125	59	32	10.3	261.2
0053	199	Carril único	50	747	371	225	148	104	60	41	11.8	298.8
0053	400	Carril único	50	1396	724	473	340	263	144	102	13.0	329.1
0053	600	Carril único	50	829	396	233	145	101	58	41	11.2	285.6
0053	795	Carril único	50	557	226	130	94	70	46	33	10.8	274.3
0054	0	Carril único	50	1832	1092	720	502	352	177	119	13.6	345.6
0054	200	Carril único	50	726	317	200	130	112	72	58	11.8	298.7
0054	400	Carril único	50	751	298	147	71	34	18	10	9.0	229.2
0054	600	Carril único	50	1107	669	496	357	239	152	100	14.8	375.8
0054	800	Carril único	50	729	437	302	205	155	85	63	14.2	361.2
0055	0	Carril único	50	728	413	287	184	103	77	46	13.1	331.7

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES CORREGIDAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Área (Pulg)	Área (mm)
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200		
0055	185	Carril único	50	1138	497	278	159	119	48	28	10.4	265.2
0055	395	Carril único	50	1052	530	303	178	114	53	37	11.1	280.9
0055	600	Carril único	50	1044	578	406	283	214	127	81	13.9	352.2
0055	800	Carril único	50	935	437	254	168	130	75	58	11.4	289.8
0056	0	Carril único	50	607	358	224	148	103	55	36	13.0	330.0
0056	205	Carril único	50	854	339	172	117	76	37	25	9.7	247.5
0056	400	Carril único	50	1115	506	276	143	98	48	38	10.3	261.4
0056	555	Carril único	50	1584	850	511	342	250	147	105	12.3	313.1
0056	820	Carril único	50	1079	452	249	143	130	64	47	10.6	268.4
0057	0	Carril único	50	1709	927	559	327	211	91	62	11.7	297.8
0057	200	Carril único	50	1588	750	430	268	184	93	60	11.0	279.1
0057	400	Carril único	50	1427	614	367	237	172	94	63	10.9	277.7
0057	600	Carril único	50	813	319	177	98	78	44	33	10.1	256.6
0057	790	Carril único	50	817	357	188	126	83	53	33	10.4	263.4
0058	0	Carril único	50	1642	703	363	197	107	61	35	9.7	245.2
0058	215	Carril único	50	973	539	371	262	181	112	93	13.5	342.8
0058	400	Carril único	50	1296	712	484	328	234	129	85	13.2	336.5
0058	600	Carril único	50	1092	537	384	280	211	132	102	13.3	337.2
0058	800	Carril único	50	1059	632	346	227	157	94	67	12.2	310.7
0059	0	Carril único	50	1015	482	286	164	99	59	44	10.9	276.8
0059	200	Carril único	50	935	473	305	227	168	107	85	12.8	324.1

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES CORREGIDAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Área (Pulg)	Área (mm)
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200		
0059	400	Carril único	50	753	349	199	129	87	48	31	10.9	277.6
0059	625	Carril único	50	1906	1061	708	475	303	198	130	13.0	329.9
0059	800	Carril único	50	1501	638	361	235	154	87	59	10.5	265.9
0060	0	Carril único	50	1422	629	402	253	181	112	85	11.4	289.4
0060	193	Carril único	50	970	434	266	168	117	51	26	11.1	280.8
0060	400	Carril único	50	1077	592	403	266	195	87	54	13.2	334.0
0060	600	Carril único	50	950	391	223	133	92	42	27	10.2	260.1
0060	800	Carril único	50	1753	1017	718	509	366	197	132	14.1	357.8
0061	0	Carril único	50	978	451	253	199	105	51	39	10.7	271.9
0061	195	Carril único	50	626	321	195	126	89	52	39	11.9	303.2
0061	400	Carril único	50	807	337	195	120	79	43	34	10.4	264.1
0061	600	Carril único	50	776	361	267	202	156	103	79	13.3	338.8
0061	800	Carril único	50	814	419	282	186	135	82	61	12.8	324.3
0062	0	Carril único	50	1330	551	315	220	175	117	93	10.9	278.1
0062	194	Carril único	50	1321	791	582	434	415	276	83	16.3	414.3
0062	400	Carril único	50	1317	733	517	396	308	208	157	14.5	367.5
0062	600	Carril único	50	1325	647	419	285	213	132	108	12.3	313.0
0062	800	Carril único	50	1044	600	412	319	266	175	142	14.8	375.9
0063	0	Carril único	50	781	264	177	114	48	39	19	9.8	247.9
0063	198	Carril único	50	1420	660	417	248	134	71	41	11.0	278.2
0063	400	Carril único	50	1447	763	524	392	297	188	147	13.6	345.1

**ANEXO 7.** Evaluación de parámetros de condición estructural

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	Deflexiones Corregidas a 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Evaluación de Parámetros				Condición Estructural			
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )
0042	600	Carril único	50	639	346	226	166	106	62	44	639	412	121	43	Alarma	Grave	Alarma	Bueno
0042	800	Carril único	50	1215	605	357	208	83	57	26	1215	858	274	26	Grave	Grave	Grave	Bueno
0043	0	Carril único	50	1608	644	314	182	120	60	46	1608	1294	194	60	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0043	200	Carril único	50	1304	733	467	295	190	99	80	1304	838	277	91	Grave	Grave	Grave	Alarma
0043	393	Carril único	50	1290	763	513	388	198	80	48	1290	777	315	118	Grave	Grave	Grave	Grave
0043	560	Carril único	50	594	202	108	81	48	32	12	594	486	60	16	Alarma	Grave	Bueno	Bueno
0043	795	Carril único	50	1641	973	551	320	156	70	49	1641	1090	396	86	Grave	Grave	Grave	Alarma
0044	0	Carril único	50	1072	635	439	301	219	114	77	1072	633	220	105	Grave	Grave	Grave	Grave
0044	200	Carril único	50	1201	700	512	333	207	95	76	1201	689	304	113	Grave	Grave	Grave	Grave
0044	399	Carril único	50	1634	762	416	258	177	110	94	1634	1218	239	67	Grave	Grave	Grave	Alarma
0044	572	Carril único	50	1705	922	571	367	243	118	88	1705	1134	328	125	Grave	Grave	Grave	Grave
0044	800	Carril único	50	1701	652	293	140	98	59	47	1701	1408	195	39	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0045	0	Carril único	50	798	415	294	192	138	75	49	798	503	156	63	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0045	200	Carril único	50	735	341	216	149	125	49	43	735	519	91	76	Alarma	Grave	Bueno	Alarma
0045	400	Carril único	50	906	296	144	99	79	47	38	906	762	65	32	Grave	Grave	Bueno	Bueno
0045	600	Carril único	50	1092	474	264	148	120	59	53	1092	828	145	61	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0045	795	Carril único	50	678	389	296	222	162	120	90	678	382	134	43	Alarma	Alarma	Alarma	Bueno
0046	0	Carril único	50	855	401	269	181	119	79	58	855	586	150	41	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0046	201	Carril único	50	717	348	241	187	140	91	65	717	476	101	50	Alarma	Grave	Alarma	Bueno
0046	400	Carril único	50	784	393	281	228	180	129	91	784	504	100	52	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0046	600	Carril único	50	1833	841	414	222	133	77	58	1833	1419	282	56	Grave	Grave	Grave	Alarma
0046	800	Carril único	50	1168	534	309	214	163	99	69	1168	860	145	64	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0046	978	Carril único	50	1600	780	516	346	262	146	115	1600	1084	254	115	Grave	Grave	Grave	Grave
0047	187	Carril único	50	1585	709	418	294	229	155	115	1585	1168	188	75	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0047	397	Carril único	50	894	454	264	168	97	72	54	894	630	168	25	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0047	600	Carril único	50	1418	676	377	196	112	50	36	1418	1041	265	62	Grave	Grave	Grave	Alarma
0047	800	Carril único	50	729	327	193	114	98	35	30	729	535	96	63	Alarma	Grave	Bueno	Alarma
0047	990	Carril único	50	1342	543	306	225	183	109	87	1342	1036	123	73	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0048	200	Carril único	50	1521	983	696	535	389	251	194	1521	825	308	137	Grave	Grave	Grave	Grave
0048	370	Carril único	50	551	286	166	106	91	73	66	551	386	74	18	Alarma	Alarma	Bueno	Bueno

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	Deflexiones Corregidas a 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Evaluación de Parámetros				Condición Estructural			
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )
0048	575	Carril único	50	680	229	128	79	47	33	27	680	552	81	14	Alarma	Grave	Bueno	Bueno
0048	800	Carril único	50	1069	398	241	157	113	74	46	1069	828	129	39	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0049	0	Carril único	50	981	380	210	119	111	58	41	981	771	99	53	Grave	Grave	Bueno	Alarma
0049	200	Carril único	50	976	398	248	175	129	82	67	976	728	119	47	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0049	400	Carril único	50	528	174	88	69	51	38	32	528	440	38	13	Alarma	Grave	Bueno	Bueno
0049	600	Carril único	50	725	378	245	160	109	59	47	725	480	136	50	Alarma	Grave	Alarma	Alarma
0049	800	Carril único	50	757	299	206	132	76	74	50	757	550	131	2	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0050	0	Carril único	50	1295	649	392	231	138	82	43	1295	902	254	57	Grave	Grave	Grave	Alarma
0050	190	Carril único	50	924	503	282	188	160	80	68	924	642	122	81	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0050	370	Carril único	50	684	302	184	114	74	36	29	684	499	110	38	Alarma	Grave	Alarma	Bueno
0050	600	Carril único	50	1333	646	399	306	129	98	75	1333	934	270	31	Grave	Grave	Grave	Bueno
0050	800	Carril único	50	1059	544	362	250	139	109	63	1059	697	223	29	Grave	Grave	Grave	Bueno
0050	960	Carril único	50	1537	731	475	280	198	125	101	1537	1062	277	72	Grave	Grave	Grave	Alarma
0051	200	Carril único	50	912	510	369	275	194	104	78	912	543	175	90	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0051	418	Carril único	50	1839	1237	646	394	258	104	63	1839	1192	388	155	Grave	Grave	Grave	Grave
0051	600	Carril único	50	1088	535	322	232	123	94	56	1088	766	199	29	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0051	800	Carril único	50	1323	700	473	312	216	128	97	1323	850	257	88	Grave	Grave	Grave	Alarma
0052	0	Carril único	50	1190	588	388	301	239	142	113	1190	803	149	97	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0052	200	Carril único	50	1300	671	444	324	243	148	104	1300	857	201	95	Grave	Grave	Grave	Alarma
0052	390	Carril único	50	991	379	210	135	105	52	41	991	781	105	54	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0052	600	Carril único	50	1206	719	508	383	252	172	107	1206	699	255	81	Grave	Grave	Grave	Alarma
0052	800	Carril único	50	499	228	158	116	91	60	49	499	341	67	31	Bueno	Alarma	Bueno	Bueno
0053	0	Carril único	50	1410	583	348	208	125	59	32	1410	1062	223	66	Grave	Grave	Grave	Alarma
0053	199	Carril único	50	747	371	225	148	104	60	41	747	522	121	43	Alarma	Grave	Alarma	Bueno
0053	400	Carril único	50	1396	724	473	340	263	144	102	1396	922	210	119	Grave	Grave	Grave	Grave
0053	600	Carril único	50	829	396	233	145	101	58	41	829	597	132	43	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0053	795	Carril único	50	557	226	130	94	70	46	33	557	427	60	24	Alarma	Grave	Bueno	Bueno
0054	0	Carril único	50	1832	1092	720	502	352	177	119	1832	1111	368	176	Grave	Grave	Grave	Grave
0054	200	Carril único	50	726	317	200	130	112	72	58	726	526	88	40	Alarma	Grave	Bueno	Bueno
0054	400	Carril único	50	751	298	147	71	34	18	10	751	605	113	16	Grave	Grave	Alarma	Bueno

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	Deflexiones Corregidas a 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Evaluación de Parámetros				Condición Estructural			
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )
0054	600	Carril único	50	1107	669	496	357	239	152	100	1107	611	257	87	Grave	Grave	Grave	Alarma
0054	800	Carril único	50	729	437	302	205	155	85	63	729	427	148	69	Alarma	Grave	Alarma	Alarma
0055	0	Carril único	50	728	413	287	184	103	77	46	728	441	184	26	Alarma	Grave	Alarma	Bueno
0055	185	Carril único	50	1138	497	278	159	119	48	28	1138	859	160	70	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0055	395	Carril único	50	1052	530	303	178	114	53	37	1052	748	189	61	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0055	600	Carril único	50	1044	578	406	283	214	127	81	1044	638	192	87	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0055	800	Carril único	50	935	437	254	168	130	75	58	935	681	124	56	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0056	0	Carril único	50	607	358	224	148	103	55	36	607	383	121	48	Alarma	Alarma	Alarma	Bueno
0056	205	Carril único	50	854	339	172	117	76	37	25	854	681	97	38	Grave	Grave	Bueno	Bueno
0056	400	Carril único	50	1115	506	276	143	98	48	38	1115	839	178	50	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0056	555	Carril único	50	1584	850	511	342	250	147	105	1584	1073	261	104	Grave	Grave	Grave	Grave
0056	820	Carril único	50	1079	452	249	143	130	64	47	1079	830	119	66	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0057	0	Carril único	50	1709	927	559	327	211	91	62	1709	1150	348	120	Grave	Grave	Grave	Grave
0057	200	Carril único	50	1588	750	430	268	184	93	60	1588	1158	247	91	Grave	Grave	Grave	Alarma
0057	400	Carril único	50	1427	614	367	237	172	94	63	1427	1060	195	79	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0057	600	Carril único	50	813	319	177	98	78	44	33	813	635	99	34	Grave	Grave	Bueno	Bueno
0057	790	Carril único	50	817	357	188	126	83	53	33	817	630	104	30	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0058	0	Carril único	50	1642	703	363	197	107	61	35	1642	1279	256	46	Grave	Grave	Grave	Bueno
0058	215	Carril único	50	973	539	371	262	181	112	93	973	602	189	69	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0058	400	Carril único	50	1296	712	484	328	234	129	85	1296	812	251	104	Grave	Grave	Grave	Grave
0058	600	Carril único	50	1092	537	384	280	211	132	102	1092	707	173	79	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0058	800	Carril único	50	1059	632	346	227	157	94	67	1059	714	189	64	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0059	0	Carril único	50	1015	482	286	164	99	59	44	1015	729	187	40	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0059	200	Carril único	50	935	473	305	227	168	107	85	935	630	137	61	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0059	400	Carril único	50	753	349	199	129	87	48	31	753	554	112	39	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0059	625	Carril único	50	1906	1061	708	475	303	198	130	1906	1198	405	105	Grave	Grave	Grave	Grave
0059	800	Carril único	50	1501	638	361	235	154	87	59	1501	1140	207	67	Grave	Grave	Grave	Alarma
0060	0	Carril único	50	1422	629	402	253	181	112	85	1422	1020	221	69	Grave	Grave	Grave	Alarma
0060	193	Carril único	50	970	434	266	168	117	51	26	970	705	148	66	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0060	400	Carril único	50	1077	592	403	266	195	87	54	1077	674	207	108	Grave	Grave	Grave	Grave

PR	Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	Deflexiones Corregidas a 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Evaluación de Parámetros				Condición Estructural			
				D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )	D0 ( $\mu\text{m}$ )	SCI ( $\mu\text{m}$ )	BDI ( $\mu\text{m}$ )	BCI ( $\mu\text{m}$ )
0060	600	Carril único	50	950	391	223	133	92	42	27	950	727	131	49	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0060	800	Carril único	50	1753	1017	718	509	366	197	132	1753	1035	352	169	Grave	Grave	Grave	Grave
0061	0	Carril único	50	978	451	253	199	105	51	39	978	725	148	54	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0061	195	Carril único	50	626	321	195	126	89	52	39	626	431	106	37	Alarma	Grave	Alarma	Bueno
0061	400	Carril único	50	807	337	195	120	79	43	34	807	612	115	37	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0061	600	Carril único	50	776	361	267	202	156	103	79	776	509	111	53	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0061	800	Carril único	50	814	419	282	186	135	82	61	814	531	147	53	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0062	0	Carril único	50	1330	551	315	220	175	117	93	1330	1015	140	58	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0062	194	Carril único	50	1321	791	582	434	415	276	83	1321	739	166	139	Grave	Grave	Alarma	Grave
0062	400	Carril único	50	1317	733	517	396	308	208	157	1317	800	209	100	Grave	Grave	Grave	Grave
0062	600	Carril único	50	1325	647	419	285	213	132	108	1325	906	206	82	Grave	Grave	Grave	Alarma
0062	800	Carril único	50	1044	600	412	319	266	175	142	1044	632	145	91	Grave	Grave	Alarma	Alarma
0063	0	Carril único	50	781	264	177	114	48	39	19	781	604	129	9	Grave	Grave	Alarma	Bueno
0063	198	Carril único	50	1420	660	417	248	134	71	41	1420	1003	283	62	Grave	Grave	Grave	Alarma
0063	400	Carril único	50	1447	763	524	392	297	188	147	1447	923	227	108	Grave	Grave	Grave	Grave

**ANEXO 8. Módulos elásticos  $M_r$  y  $E_p$**

## Módulos Elásticos

Abscisa	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Verificación r>=0.7ae para D0	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Verificación r>=0.7ae para D200	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Verificación r>=0.7ae para D300	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Verificación r>=0.7ae para D450	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Verificación r>=0.7ae para D600	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Verificación r>=0.7ae para D900	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Verificación r>=0.7ae para D1200
42+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1745.0	3304.5	No Cumple	1790.0	3241.0	Cumple	1612.1	3518.8	Cumple	2048.0	2942.9	Cumple	2119.6	2875.9	Cumple	2423.9	2643.8	Cumple
42+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1777.7	3126.6	No Cumple	1800.0	3097.8	Cumple	1646.7	3315.7	Cumple	1817.5	3075.8	Cumple	2226.3	2681.0	Cumple	2208.4	2694.6	Cumple
42+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1006.2	1597.4	No Cumple	1140.0	1467.8	Cumple	1313.4	1346.4	Cumple	2385.6	1026.2	Cumple	2385.6	1026.2	Cumple	3776.5	897.6	Cumple
42+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1009.1	1574.1	No Cumple	1136.0	1453.3	Cumple	1295.7	1341.2	Cumple	2528.9	996.0	Cumple	2353.9	1020.8	Cumple	4147.9	870.6	Cumple
43+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	945.0	1016.2	No Cumple	1287.9	864.7	Cumple	1481.3	814.0	Cumple	1726.5	767.6	Cumple	2232.8	706.5	Cumple	2050.8	724.7	Cumple
43+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	949.9	1065.7	No Cumple	1301.2	901.5	Cumple	1502.8	846.2	Cumple	1667.3	812.1	Cumple	2280.5	731.5	Cumple	2352.2	725.0	Cumple
43+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	836.0	1615.8	No Cumple	873.4	1562.7	Cumple	915.4	1509.5	Cumple	1159.3	1291.4	Cumple	1407.1	1159.6	Cumple	1350.5	1184.8	Cumple
43+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	826.8	1618.7	No Cumple	867.9	1559.6	Cumple	924.1	1489.4	Cumple	992.4	1417.2	Cumple	1338.1	1183.6	Cumple	1205.9	1254.1	Cumple
43+393	No Aplica	No Aplica	No Cumple	792.5	1699.9	No Cumple	790.8	1702.8	Cumple	583.3	2246.7	Cumple	1057.6	1377.9	Cumple	1808.5	1039.1	Cumple	2239.0	957.4	Cumple
43+393	No Aplica	No Aplica	No Cumple	805.1	1706.8	No Cumple	793.1	1727.7	Cumple	869.1	1607.4	Cumple	993.0	1459.6	Cumple	1588.9	1115.4	Cumple	2010.1	1008.9	Cumple
43+560	No Aplica	No Aplica	No Cumple	3022.9	2542.3	No Cumple	3773.1	2288.7	Cumple	3349.8	2415.7	Cumple	4414.1	2147.7	Cumple	4097.0	2211.3	Cumple	7894.5	1804.2	Cumple
43+560	No Aplica	No Aplica	No Cumple	3010.2	2600.7	No Cumple	3735.8	2343.5	Cumple	3343.0	2466.8	Cumple	4085.6	2256.1	Cumple	4299.7	2210.4	Cumple	8690.5	1795.1	Cumple
43+795	No Aplica	No Aplica	No Cumple	623.8	1328.5	No Cumple	735.6	1172.0	Cumple	853.8	1060.3	Cumple	1250.8	861.0	Cumple	1934.8	726.5	Cumple	2100.0	708.1	Cumple
43+795	No Aplica	No Aplica	No Cumple	629.1	1354.8	No Cumple	739.1	1197.7	Cumple	841.3	1096.3	Cumple	1366.0	845.2	Cumple	1963.5	737.1	Cumple	2059.9	726.0	Cumple
44+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	952.8	2019.8	No Cumple	919.8	2078.9	Cumple	896.7	2123.6	Cumple	928.3	2063.1	Cumple	1197.2	1705.5	Cumple	1375.7	1560.2	Cumple
44+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	966.3	2086.5	No Cumple	932.8	2148.1	Cumple	906.1	2201.4	Cumple	929.6	2154.3	Cumple	1178.6	1796.0	Cumple	1279.0	1699.4	Cumple
44+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	871.9	1789.8	No Cumple	790.4	1941.1	Cumple	812.4	1896.4	Cumple	977.5	1640.4	Cumple	1439.1	1286.4	Cumple	1312.7	1353.9	Cumple
44+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	870.2	1825.2	No Cumple	797.6	1962.2	Cumple	815.7	1925.0	Cumple	981.6	1663.9	Cumple	1427.2	1312.2	Cumple	1351.9	1352.3	Cumple
44+399	No Aplica	No Aplica	No Cumple	788.4	1058.7	No Cumple	966.4	935.6	Cumple	1043.8	897.4	Cumple	1151.4	854.1	Cumple	1232.8	827.0	Cumple	1082.1	880.8	Cumple
44+399	No Aplica	No Aplica	No Cumple	812.4	1203.7	No Cumple	989.3	1061.5	Cumple	1056.5	1022.3	Cumple	1148.0	977.4	Cumple	1236.7	941.2	Cumple	1089.4	1005.1	Cumple
44+572	No Aplica	No Aplica	No Cumple	660.0	1176.1	No Cumple	716.2	1108.3	Cumple	744.2	1079.3	Cumple	838.9	998.3	Cumple	1158.8	836.9	Cumple	1160.4	836.3	Cumple
44+572	No Aplica	No Aplica	No Cumple	662.2	1226.2	No Cumple	707.8	1167.0	Cumple	731.5	1139.9	Cumple	834.5	1043.6	Cumple	1135.7	877.4	Cumple	1148.7	872.5	Cumple
44+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	936.2	924.4	No Cumple	1387.9	764.4	Cumple	1947.1	677.7	Cumple	2075.6	664.9	Cumple	2310.1	645.4	Cumple	2156.6	657.6	Cumple
44+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	933.7	995.2	No Cumple	1385.5	816.3	Cumple	1921.1	722.9	Cumple	2074.8	705.7	Cumple	2303.0	684.7	Cumple	2204.8	693.2	Cumple
45+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1465.5	2491.8	No Cumple	1385.9	2598.4	Cumple	1415.4	2557.1	Cumple	1430.6	2536.7	Cumple	1796.5	2170.3	Cumple	2057.4	2002.8	Cumple
45+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1471.5	2500.6	No Cumple	1375.3	2631.2	Cumple	1409.6	2582.0	Cumple	1509.2	2455.0	Cumple	1806.0	2176.4	Cumple	2065.6	2010.1	Cumple
45+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1766.0	2530.5	No Cumple	1896.4	2414.3	Cumple	1823.1	2477.1	Cumple	1781.9	2515.2	Cumple	2784.7	1953.4	Cumple	2341.3	2132.0	Cumple
45+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1809.9	2472.2	No Cumple	1866.0	2423.2	Cumple	1817.3	2465.5	Cumple	1495.9	2833.3	Cumple	2779.5	1943.4	Cumple	2435.3	2074.8	Cumple
45+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2047.6	1642.2	No Cumple	2826.3	1423.3	Cumple	2727.4	1443.4	Cumple	2522.6	1490.6	Cumple	2869.4	1415.1	Cumple	2628.5	1465.1	Cumple
45+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2067.8	1661.5	No Cumple	2804.8	1449.7	Cumple	2741.5	1462.8	Cumple	2609.8	1492.6	Cumple	2879.2	1435.0	Cumple	2745.2	1462.1	Cumple
45+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1291.8	1605.5	No Cumple	1542.4	1445.8	Cumple	1846.8	1318.7	Cumple	1684.1	1380.0	Cumple	2333.8	1192.1	Cumple	1965.8	1281.2	Cumple
45+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1280.5	1612.0	No Cumple	1531.0	1449.7	Cumple	1809.4	1329.8	Cumple	1713.4	1366.0	Cumple	2288.4	1199.9	Cumple	1873.8	1307.9	Cumple
45+795	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1570.6	3107.4	No Cumple	1360.0	3501.0	Cumple	1222.9	3855.7	Cumple	1241.3	3802.1	Cumple	1134.1	4148.0	Cumple	1116.7	4212.7	Cumple
45+795	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1560.9	3231.9	No Cumple	1386.8	3567.8	Cumple	1219.5	4013.4	Cumple	1262.7	3883.3	Cumple	1128.7	4331.2	Cumple	1134.6	4308.5	Cumple
46+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1533.8	2224.1	No Cumple	1542.5	2215.6	Cumple	1489.9	2269.1	Cumple	1750.9	2041.3	Cumple	1700.9	2078.4	Cumple	1843.6	1978.9	Cumple
46+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1509.0	2099.7	No Cumple	1480.3	2127.1	Cumple	1500.6	2107.6	Cumple	1653.3	1979.5	Cumple	1740.3	1918.6	Cumple	1676.3	1962.6	Cumple
46+201	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1750.6	2587.1	No Cumple	1692.3	2649.0	Cumple	1388.4	3081.4	Cumple	1444.7	2983.6	Cumple	1508.2	2884.5	Cumple	1564.3	2805.3	Cumple
46+201	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1749.1	2694.7	No Cumple	1677.1	2776.8	Cumple	1519.9	2990.5	Cumple	1448.7	3107.1	Cumple	1472.6	3066.4	Cumple	1547.9	2948.4	Cumple
46+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1550.7	2487.7	No Cumple	1464.4	2594.0	Cumple	1197.9	3050.9	Cumple	1146.7	3171.1	Cumple	1077.9	3356.6	Cumple	1137.2	3194.9	Cumple
46+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1554.2	2446.0	No Cumple	1431.2	2598.2	Cumple	1178.7	3043.0	Cumple	1106.0	3221.5	Cumple	1029.4	3446.3	Cumple	1089.7	3265.8	Cumple
46+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	724.1	995.0	No Cumple	986.2	829.4	Cumple	1219.5	749.7	Cumple	1547.0	682.5	Cumple	1720.2	658.1	Cumple	1728.3	657.1	Cumple
46+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	725.8	994.4	No Cumple	976.4	834.4	Cumple	1225.4	748.7	Cumple	1520.1	687.3	Cumple	1822.5	646.6	Cumple	1747.3	655.3	Cumple
46+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1150.9	1561.8	No Cumple	1336.4	1422.8	Cumple	1269.4	1467.4	Cumple	1283.9	1457.3	Cumple	1364.1	1406.0	Cumple	1462.1	1352.3	Cumple

## Módulos Elásticos

Abscisa	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Verificación r>=0.7ae para D0	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Verificación r>=0.7ae para D200	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Verificación r>=0.7ae para D300	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Verificación r>=0.7ae para D450	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Verificación r>=0.7ae para D600	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Verificación r>=0.7ae para D900	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Verificación r>=0.7ae para D1200
46+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1131.2	1553.0	No Cumple	1298.8	1423.6	Cumple	1259.8	1450.0	Cumple	1210.5	1486.3	Cumple	1366.5	1382.0	Cumple	1488.8	1318.1	Cumple
46+978	No Aplica	No Aplica	No Cumple	773.3	1178.4	No Cumple	789.7	1161.4	Cumple	780.2	1171.2	Cumple	775.0	1176.6	Cumple	929.2	1045.8	Cumple	884.0	1078.5	Cumple
46+978	No Aplica	No Aplica	No Cumple	789.7	1197.6	No Cumple	786.5	1201.0	Cumple	786.0	1201.5	Cumple	777.7	1210.5	Cumple	923.1	1081.1	Cumple	885.5	1109.7	Cumple
47+187	No Aplica	No Aplica	No Cumple	863.3	1098.1	No Cumple	981.4	1015.6	Cumple	927.1	1050.4	Cumple	896.9	1072.0	Cumple	880.3	1084.6	Cumple	888.8	1078.1	Cumple
47+187	No Aplica	No Aplica	No Cumple	856.5	1164.0	No Cumple	965.1	1079.5	Cumple	917.9	1113.3	Cumple	876.5	1146.5	Cumple	873.2	1149.3	Cumple	875.8	1147.1	Cumple
47+397	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1319.0	2185.9	No Cumple	1529.7	1974.9	Cumple	1663.8	1873.9	Cumple	2087.0	1653.8	Cumple	1907.0	1733.4	Cumple	1876.4	1748.7	Cumple
47+397	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1368.7	2186.6	No Cumple	1543.9	2014.4	Cumple	1567.3	1995.0	Cumple	2104.5	1686.1	Cumple	1847.7	1807.2	Cumple	1900.3	1779.2	Cumple
47+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	873.9	1341.6	No Cumple	1106.7	1153.7	Cumple	1345.2	1038.9	Cumple	1846.5	905.0	Cumple	2505.0	816.9	Cumple	3234.2	763.4	Cumple
47+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	932.1	1294.4	No Cumple	1050.2	1199.6	Cumple	1429.3	1016.3	Cumple	1789.5	922.3	Cumple	2962.9	784.9	Cumple	2500.0	822.6	Cumple
47+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1864.1	2463.4	No Cumple	2102.1	2285.8	Cumple	2365.0	2138.4	Cumple	1978.0	2371.9	Cumple	3514.3	1782.1	Cumple	2919.4	1926.6	Cumple
47+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1869.5	2464.3	No Cumple	2102.1	2290.8	Cumple	2408.7	2122.0	Cumple	2196.4	2232.9	Cumple	4378.8	1651.3	Cumple	4095.3	1688.5	Cumple
47+990	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1112.7	1221.5	No Cumple	1307.0	1116.5	Cumple	1194.1	1172.6	Cumple	1086.5	1239.2	Cumple	1230.1	1153.4	Cumple	1120.4	1216.5	Cumple
47+990	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1132.9	1288.8	No Cumple	1348.5	1167.8	Cumple	1218.4	1234.7	Cumple	1138.7	1284.8	Cumple	1249.1	1217.4	Cumple	1218.6	1234.6	Cumple
48+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	613.1	1555.7	No Cumple	582.9	1626.8	Cumple	503.5	1869.7	Cumple	527.7	1785.3	Cumple	539.0	1749.3	Cumple	525.2	1793.6	Cumple
48+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	627.2	1553.7	No Cumple	584.5	1653.5	Cumple	509.6	1884.1	Cumple	518.1	1853.4	Cumple	539.6	1781.5	Cumple	522.6	1837.7	Cumple
48+370	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2142.4	3569.5	No Cumple	2448.9	3254.7	Cumple	2540.3	3178.6	Cumple	2227.3	3471.5	Cumple	1852.5	3992.1	Cumple	1671.4	4354.7	Cumple
48+370	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2128.5	3620.5	No Cumple	2460.3	3274.2	Cumple	2568.8	3184.4	Cumple	2227.7	3503.4	Cumple	1848.8	4038.3	Cumple	1445.6	5034.7	Cumple
48+575	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2653.9	2252.8	No Cumple	3158.3	2070.2	Cumple	3409.6	2002.0	Cumple	4368.0	1820.8	Cumple	4075.1	1866.2	Cumple	3558.6	1966.6	Cumple
48+575	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2678.4	2217.2	No Cumple	3201.2	2035.9	Cumple	3411.4	1980.7	Cumple	4266.0	1817.6	Cumple	4182.9	1830.3	Cumple	4094.7	1844.3	Cumple
48+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1536.8	1537.8	No Cumple	1710.1	1450.9	Cumple	1754.8	1431.7	Cumple	1841.4	1397.6	Cumple	1865.5	1388.8	Cumple	2222.3	1283.2	Cumple
48+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1530.8	1462.2	No Cumple	1659.0	1400.4	Cumple	1701.3	1382.4	Cumple	1762.9	1357.9	Cumple	1803.6	1342.8	Cumple	2201.8	1228.2	Cumple
49+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1619.6	1657.8	No Cumple	1944.1	1503.6	Cumple	2261.2	1401.4	Cumple	1842.6	1545.0	Cumple	2295.1	1392.4	Cumple	2494.7	1344.7	Cumple
49+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1590.1	1683.7	No Cumple	1927.1	1517.1	Cumple	2291.4	1399.4	Cumple	1816.9	1563.6	Cumple	2405.5	1370.8	Cumple	2416.8	1368.2	Cumple
49+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1531.3	1719.0	No Cumple	1611.2	1668.1	Cumple	1551.5	1705.5	Cumple	1528.3	1721.0	Cumple	1673.3	1632.5	Cumple	1521.5	1725.6	Cumple
49+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1530.7	1745.0	No Cumple	1670.8	1657.6	Cumple	1542.4	1737.0	Cumple	1626.8	1683.1	Cumple	1645.6	1672.0	Cumple	1505.8	1762.6	Cumple
49+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	3473.9	2817.4	No Cumple	4603.1	2479.5	Cumple	3917.7	2658.1	Cumple	4302.0	2550.1	Cumple	3724.5	2722.1	Cumple	3166.4	2958.8	Cumple
49+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	3543.5	2870.0	No Cumple	4594.2	2548.5	Cumple	3954.5	2721.0	Cumple	3759.3	2787.1	Cumple	3413.0	2926.1	Cumple	3154.1	3053.8	Cumple
49+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1618.0	2703.6	No Cumple	1635.6	2682.5	Cumple	1674.3	2638.0	Cumple	2060.2	2303.3	Cumple	2364.1	2129.8	Cumple	2142.6	2250.5	Cumple
49+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1604.5	2792.8	No Cumple	1677.8	2703.4	Cumple	1707.4	2669.9	Cumple	1701.7	2676.3	Cumple	2240.7	2246.2	Cumple	2149.5	2300.9	Cumple
49+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2045.9	2302.9	No Cumple	1965.3	2360.4	Cumple	2063.2	2291.3	Cumple	2699.4	1982.5	Cumple	1845.3	2457.4	Cumple	1990.8	2341.6	Cumple
49+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2035.9	2092.3	No Cumple	1971.9	2131.7	Cumple	2046.4	2086.1	Cumple	2678.5	1815.9	Cumple	1838.0	2224.9	Cumple	2037.9	2091.1	Cumple
50+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	933.6	1442.6	No Cumple	1034.4	1346.1	Cumple	1165.7	1250.3	Cumple	1532.3	1082.1	Cumple	1659.8	1043.4	Cumple	2486.7	896.8	Cumple
50+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	945.5	1551.8	No Cumple	1036.8	1455.3	Cumple	1176.5	1342.3	Cumple	1407.9	1212.7	Cumple	1664.6	1117.0	Cumple	2231.9	991.5	Cumple
50+190	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1173.3	2288.3	No Cumple	1443.2	1971.3	Cumple	1446.0	1968.8	Cumple	1260.6	2167.1	Cumple	1644.8	1815.4	Cumple	1486.7	1933.3	Cumple
50+190	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1251.9	2166.0	No Cumple	1437.2	1966.1	Cumple	1443.7	1960.3	Cumple	1273.7	2138.7	Cumple	1752.3	1740.8	Cumple	1508.0	1905.5	Cumple
50+370	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2016.5	2557.1	No Cumple	2219.1	2410.6	Cumple	2377.8	2316.5	Cumple	2606.2	2204.5	Cumple	3807.1	1861.1	Cumple	3604.1	1901.2	Cumple
50+370	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2023.2	2639.0	No Cumple	2189.3	2511.2	Cumple	2366.4	2398.5	Cumple	2888.4	2158.8	Cumple	3766.8	1922.5	Cumple	3483.7	1984.0	Cumple
50+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	945.3	1370.2	No Cumple	1037.9	1288.6	Cumple	754.5	1621.1	Cumple	1755.2	982.7	Cumple	1383.9	1095.1	Cumple	1393.3	1091.4	Cumple
50+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	941.4	1473.7	No Cumple	999.8	1413.7	Cumple	1069.3	1352.7	Cumple	1428.7	1146.7	Cumple	1394.4	1161.0	Cumple	1315.0	1197.5	Cumple
50+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1110.0	1772.6	No Cumple	1117.1	1764.5	Cumple	1072.5	1817.2	Cumple	1508.2	1459.7	Cumple	1216.1	1664.6	Cumple	1606.9	1410.2	Cumple
50+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1131.6	1959.3	No Cumple	1130.6	1960.6	Cumple	1097.2	2005.1	Cumple	1421.3	1678.9	Cumple	1261.9	1813.5	Cumple	1602.6	1564.2	Cumple
50+960	No Aplica	No Aplica	No Cumple	833.7	1202.0	No Cumple	849.0	1187.3	Cumple	1010.3	1064.7	Cumple	1019.5	1059.1	Cumple	1064.5	1033.4	Cumple	1117.4	1006.3	Cumple
50+960	No Aplica	No Aplica	No Cumple	835.2	1227.1	No Cumple	864.2	1199.0	Cumple	931.8	1141.9	Cumple	1035.8	1071.2	Cumple	1099.0	1036.0	Cumple	921.3	1150.1	Cumple

## Módulos Elásticos

Abscisa	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Verificación r>=0.7ae para D0	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Verificación r>=0.7ae para D200	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Verificación r>=0.7ae para D300	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Verificación r>=0.7ae para D450	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Verificación r>=0.7ae para D600	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Verificación r>=0.7ae para D900	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Verificación r>=0.7ae para D1200
51+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1199.3	2329.8	No Cumple	1104.6	2488.9	Cumple	986.7	2743.8	Cumple	1056.4	2584.2	Cumple	1328.5	2158.1	Cumple	1296.0	2197.2	Cumple
51+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1192.6	2277.0	No Cumple	1101.1	2426.5	Cumple	982.5	2675.2	Cumple	1042.0	2541.3	Cumple	1285.1	2152.9	Cumple	1319.2	2112.6	Cumple
51+418	No Aplica	No Aplica	No Cumple	576.1	1160.6	No Cumple	630.8	1082.9	Cumple	696.8	1009.1	Cumple	801.4	922.0	Cumple	1338.5	713.9	Cumple	1637.6	662.7	Cumple
51+418	No Aplica	No Aplica	No Cumple	430.9	1523.8	No Cumple	627.0	1103.3	Cumple	679.2	1041.4	Cumple	774.2	954.5	Cumple	1279.9	735.5	Cumple	1573.6	679.3	Cumple
51+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1143.0	1668.7	No Cumple	1265.9	1560.3	Cumple	1173.4	1639.3	Cumple	1660.6	1337.8	Cumple	1439.7	1444.4	Cumple	1835.6	1274.1	Cumple
51+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1134.6	1854.1	No Cumple	1257.9	1726.3	Cumple	1163.9	1820.7	Cumple	1634.8	1475.2	Cumple	1431.2	1591.1	Cumple	1788.4	1408.0	Cumple
51+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	881.5	1482.0	No Cumple	868.3	1498.6	Cumple	876.5	1488.2	Cumple	953.5	1401.9	Cumple	1069.3	1300.2	Cumple	1063.7	1304.5	Cumple
51+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	860.8	1565.1	No Cumple	850.8	1579.1	Cumple	860.2	1566.0	Cumple	928.4	1480.6	Cumple	1045.2	1365.8	Cumple	1033.9	1375.6	Cumple
52+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1029.8	1596.1	No Cumple	1043.6	1581.3	Cumple	901.5	1761.6	Cumple	854.8	1837.8	Cumple	951.2	1690.8	Cumple	900.0	1763.9	Cumple
52+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1044.7	1625.9	No Cumple	1053.8	1616.0	Cumple	901.4	1815.4	Cumple	847.5	1908.2	Cumple	959.2	1730.4	Cumple	896.7	1822.9	Cumple
52+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	909.8	1512.2	No Cumple	921.6	1498.2	Cumple	842.1	1602.4	Cumple	850.8	1589.8	Cumple	927.0	1492.0	Cumple	991.2	1423.9	Cumple
52+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	906.7	1530.2	No Cumple	910.1	1526.0	Cumple	831.2	1634.2	Cumple	822.8	1647.3	Cumple	905.7	1531.4	Cumple	967.7	1460.8	Cumple
52+390	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1595.7	1627.5	No Cumple	1946.0	1464.9	Cumple	1996.0	1447.1	Cumple	2208.2	1381.6	Cumple	2586.0	1294.5	Cumple	2519.0	1307.8	Cumple
52+390	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1618.2	1663.9	No Cumple	1925.1	1515.6	Cumple	2019.1	1480.6	Cumple	1713.0	1611.4	Cumple	2667.6	1313.5	Cumple	2489.9	1349.6	Cumple
52+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	848.5	1799.6	No Cumple	801.9	1885.5	Cumple	707.5	2105.9	Cumple	821.9	1847.1	Cumple	790.8	1907.9	Cumple	943.7	1657.1	Cumple
52+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	846.5	1866.6	No Cumple	799.6	1958.0	Cumple	707.6	2184.6	Cumple	790.5	1977.3	Cumple	788.7	1981.2	Cumple	950.3	1704.4	Cumple
52+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2678.0	3663.1	No Cumple	2588.5	3747.8	Cumple	2362.0	3998.4	Cumple	2139.1	4311.8	Cumple	2245.6	4152.3	Cumple	2039.1	4481.2	Cumple
52+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2673.8	3618.3	No Cumple	2554.5	3731.1	Cumple	2303.7	4016.5	Cumple	2345.8	3963.2	Cumple	2292.1	4031.6	Cumple	2103.0	4308.1	Cumple
53+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1042.7	1224.3	No Cumple	1148.8	1155.9	Cumple	1317.8	1073.5	Cumple	1582.8	984.3	Cumple	2295.1	855.6	Cumple	2884.9	800.3	Cumple
53+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1048.2	1195.5	No Cumple	1184.5	1113.9	Cumple	1292.0	1063.6	Cumple	1662.7	946.4	Cumple	2309.6	839.7	Cumple	3523.3	750.5	Cumple
53+199	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1630.9	2638.2	No Cumple	1812.9	2452.8	Cumple	1827.8	2439.7	Cumple	1948.9	2341.6	Cumple	2253.9	2149.6	Cumple	2502.6	2033.3	Cumple
53+199	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1653.1	2519.2	No Cumple	1804.9	2374.2	Cumple	1837.3	2347.1	Cumple	1963.3	2251.7	Cumple	2230.6	2091.3	Cumple	2479.1	1978.1	Cumple
53+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	842.6	1430.3	No Cumple	857.6	1412.0	Cumple	813.1	1468.7	Cumple	748.0	1567.3	Cumple	933.1	1331.0	Cumple	971.8	1295.5	Cumple
53+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	841.7	1413.8	No Cumple	859.2	1392.8	Cumple	783.0	1492.6	Cumple	797.1	1472.3	Cumple	942.7	1306.2	Cumple	1021.8	1239.8	Cumple
53+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1532.8	2189.9	No Cumple	1739.5	2018.3	Cumple	1858.3	1940.3	Cumple	2045.7	1838.9	Cumple	2278.4	1739.7	Cumple	2567.5	1645.0	Cumple
53+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1546.8	2332.1	No Cumple	1756.0	2144.5	Cumple	1878.9	2057.5	Cumple	1987.8	1991.2	Cumple	2390.9	1806.2	Cumple	2450.0	1785.0	Cumple
53+795	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2697.9	2933.7	No Cumple	3130.7	2699.7	Cumple	2883.3	2823.3	Cumple	2978.5	2772.8	Cumple	2948.5	2788.3	Cumple	3090.6	2718.1	Cumple
53+795	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2696.7	3117.1	No Cumple	3119.1	2866.0	Cumple	2907.6	2980.9	Cumple	2836.1	3024.4	Cumple	3006.9	2924.6	Cumple	3131.0	2860.1	Cumple
54+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	560.3	1204.3	No Cumple	567.7	1191.6	Cumple	541.1	1239.3	Cumple	586.2	1161.6	Cumple	765.1	961.7	Cumple	866.1	892.0	Cumple
54+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	556.5	1209.8	No Cumple	561.0	1201.9	Cumple	538.5	1243.1	Cumple	568.1	1189.7	Cumple	769.0	957.8	Cumple	848.0	902.3	Cumple
54+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1914.1	2432.5	No Cumple	2035.5	2340.8	Cumple	2067.4	2318.8	Cumple	1852.8	2484.5	Cumple	1874.0	2466.0	Cumple	1764.8	2566.8	Cumple
54+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1927.9	2432.3	No Cumple	2023.3	2359.8	Cumple	2093.6	2311.5	Cumple	1776.9	2566.8	Cumple	1867.7	2482.7	Cumple	1752.8	2590.9	Cumple
54+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2073.1	2226.4	No Cumple	2806.6	1900.5	Cumple	3893.6	1665.7	Cumple	6568.1	1436.4	Cumple	8109.8	1375.3	Cumple	10820.1	1311.0	Cumple
54+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2018.6	2200.3	No Cumple	2734.7	1875.4	Cumple	3759.2	1647.4	Cumple	5592.6	1461.1	Cumple	7220.1	1378.2	Cumple	9389.4	1313.5	Cumple
54+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	914.2	1943.6	No Cumple	818.1	2134.3	Cumple	760.9	2278.5	Cumple	811.3	2150.1	Cumple	894.4	1978.6	Cumple	964.8	1862.4	Cumple
54+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	908.9	2103.2	No Cumple	820.5	2298.9	Cumple	758.4	2473.3	Cumple	891.9	2136.9	Cumple	891.4	2137.9	Cumple	1072.6	1846.2	Cumple
54+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1397.8	2960.0	No Cumple	1344.4	3056.0	Cumple	1329.4	3084.8	Cumple	1295.5	3152.9	Cumple	1596.0	2673.6	Cumple	1581.8	2691.1	Cumple
54+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1390.7	3140.1	No Cumple	1344.3	3230.8	Cumple	1317.3	3287.4	Cumple	1335.1	3249.7	Cumple	1578.5	2840.9	Cumple	1654.4	2744.0	Cumple
55+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1468.0	2931.5	No Cumple	1428.3	2996.2	Cumple	1471.7	2925.7	Cumple	2167.6	2249.9	Cumple	1803.9	2523.2	Cumple	2397.1	2127.5	Cumple
55+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1481.8	2910.1	No Cumple	1402.9	3040.0	Cumple	1477.5	2916.7	Cumple	1818.8	2509.4	Cumple	1733.6	2592.5	Cumple	2062.3	2317.1	Cumple
55+185	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1226.4	1518.2	No Cumple	1457.0	1371.3	Cumple	1710.2	1262.4	Cumple	1684.8	1271.6	Cumple	2830.2	1034.8	Cumple	3712.7	958.2	Cumple
55+185	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1228.9	1583.2	No Cumple	1463.2	1425.3	Cumple	1697.1	1317.9	Cumple	1745.4	1299.9	Cumple	2764.7	1079.7	Cumple	3592.2	999.0	Cumple
55+395	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1137.1	1809.8	No Cumple	1342.4	1619.9	Cumple	1509.7	1510.4	Cumple	1818.5	1369.2	Cumple	2656.7	1168.1	Cumple	2857.7	1139.0	Cumple

## Módulos Elásticos

Abscisa	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Verificación r>=0.7ae para D0	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Verificación r>=0.7ae para D200	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Verificación r>=0.7ae para D300	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Verificación r>=0.7ae para D450	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Verificación r>=0.7ae para D600	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Verificación r>=0.7ae para D900	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Verificación r>=0.7ae para D1200
55+395	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1165.5	1888.8	No Cumple	1339.0	1718.6	Cumple	1536.5	1580.3	Cumple	1753.3	1470.3	Cumple	2501.7	1253.4	Cumple	2690.3	1219.8	Cumple
55+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1058.1	1995.7	No Cumple	999.5	2087.0	Cumple	966.2	2145.3	Cumple	935.9	2203.0	Cumple	1078.7	1966.5	Cumple	1239.7	1779.7	Cumple
55+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1052.3	1997.3	No Cumple	1000.4	2078.3	Cumple	948.6	2170.6	Cumple	960.6	2148.0	Cumple	1053.6	1995.5	Cumple	1278.4	1737.9	Cumple
55+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1398.2	1967.1	No Cumple	1609.1	1798.8	Cumple	1623.5	1789.2	Cumple	1572.5	1824.1	Cumple	1820.2	1676.2	Cumple	1779.7	1697.1	Cumple
55+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1392.4	1979.6	No Cumple	1590.3	1817.8	Cumple	1608.8	1805.2	Cumple	1551.6	1845.6	Cumple	1816.1	1683.8	Cumple	1743.9	1722.2	Cumple
56+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1693.6	3363.2	No Cumple	1806.2	3201.3	Cumple	1831.9	3167.9	Cumple	1924.6	3056.4	Cumple	2566.1	2545.1	Cumple	2683.3	2482.7	Cumple
56+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1714.4	3876.2	No Cumple	1827.3	3681.1	Cumple	1832.6	3672.7	Cumple	2037.1	3389.9	Cumple	2405.3	3027.0	Cumple	2902.7	2708.3	Cumple
56+205	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1783.0	1947.7	No Cumple	2378.8	1671.7	Cumple	2312.5	1694.3	Cumple	2761.8	1565.0	Cumple	3633.0	1413.5	Cumple	4477.2	1326.9	Cumple
56+205	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1817.0	1951.4	No Cumple	2341.8	1704.7	Cumple	2320.4	1712.2	Cumple	2622.8	1618.6	Cumple	3633.0	1429.1	Cumple	3682.4	1422.7	Cumple
56+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1203.5	1621.5	No Cumple	1464.9	1438.4	Cumple	1890.7	1263.4	Cumple	2214.1	1180.9	Cumple	2729.8	1093.4	Cumple	2832.2	1080.1	Cumple
56+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1206.4	1621.4	No Cumple	1480.3	1431.9	Cumple	1886.8	1266.3	Cumple	1938.4	1250.9	Cumple	2862.0	1077.8	Cumple	2574.7	1117.0	Cumple
56+555	No Aplica	No Aplica	No Cumple	717.4	1283.8	No Cumple	798.9	1188.0	Cumple	791.7	1195.5	Cumple	820.3	1166.8	Cumple	921.4	1082.4	Cumple	973.9	1046.8	Cumple
56+555	No Aplica	No Aplica	No Cumple	716.8	1287.4	No Cumple	790.4	1199.4	Cumple	791.3	1198.5	Cumple	803.8	1185.6	Cumple	926.7	1080.8	Cumple	959.8	1058.0	Cumple
56+820	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1336.6	1588.0	No Cumple	1630.6	1417.1	Cumple	1900.0	1313.6	Cumple	1568.0	1447.2	Cumple	2127.9	1249.1	Cumple	2147.8	1244.2	Cumple
56+820	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1361.4	1598.6	No Cumple	1638.7	1437.6	Cumple	1894.9	1336.9	Cumple	1555.2	1479.0	Cumple	2110.3	1273.6	Cumple	2133.2	1267.7	Cumple
57+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	659.2	1201.4	No Cumple	731.7	1113.7	Cumple	833.5	1021.5	Cumple	985.5	925.5	Cumple	1516.8	758.0	Cumple	1688.8	728.6	Cumple
57+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	655.7	1201.3	No Cumple	723.0	1118.6	Cumple	822.1	1026.5	Cumple	941.6	946.0	Cumple	1467.9	765.2	Cumple	1596.9	741.0	Cumple
57+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	810.2	1171.6	No Cumple	951.3	1057.3	Cumple	990.1	1032.6	Cumple	1156.0	948.9	Cumple	1477.7	846.8	Cumple	1773.2	789.0	Cumple
57+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	816.5	1166.7	No Cumple	937.4	1067.8	Cumple	1034.5	1008.1	Cumple	1062.3	993.4	Cumple	1451.2	854.1	Cumple	1622.2	816.4	Cumple
57+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	989.7	1257.8	No Cumple	1108.1	1173.7	Cumple	1149.7	1149.0	Cumple	1178.2	1133.3	Cumple	1453.4	1017.8	Cumple	1643.8	963.5	Cumple
57+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	995.7	1194.2	No Cumple	1106.1	1121.5	Cumple	1140.5	1102.3	Cumple	1178.7	1082.5	Cumple	1434.0	981.0	Cumple	1590.6	936.9	Cumple
57+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1922.6	2037.8	No Cumple	2357.3	1825.5	Cumple	2734.5	1703.3	Cumple	2285.3	1854.2	Cumple	3050.5	1627.0	Cumple	3138.8	1608.7	Cumple
57+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1901.4	2031.2	No Cumple	2234.3	1858.4	Cumple	2775.9	1677.4	Cumple	2995.8	1624.8	Cumple	3040.0	1615.2	Cumple	3031.0	1617.2	Cumple
57+790	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1698.9	2172.5	No Cumple	2173.6	1881.7	Cumple	2177.6	1879.9	Cumple	2451.7	1771.5	Cumple	2508.2	1752.5	Cumple	2922.7	1638.4	Cumple
57+790	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1712.0	2148.8	No Cumple	2160.7	1877.1	Cumple	2120.3	1896.0	Cumple	2429.2	1769.7	Cumple	2567.6	1724.3	Cumple	3168.3	1578.5	Cumple
58+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	865.9	1053.0	No Cumple	1125.3	908.0	Cumple	1392.4	822.4	Cumple	1971.3	723.3	Cumple	2316.6	689.4	Cumple	2917.4	650.5	Cumple
58+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	868.0	1070.3	No Cumple	1114.2	927.9	Cumple	1365.2	842.5	Cumple	1839.1	750.8	Cumple	2161.7	713.2	Cumple	2905.4	659.9	Cumple
58+215	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1124.9	2149.0	No Cumple	1085.7	2209.5	Cumple	1022.3	2320.1	Cumple	1132.8	2137.4	Cumple	1213.1	2030.6	Cumple	1105.9	2177.6	Cumple
58+215	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1138.0	2141.6	No Cumple	1107.9	2186.5	Cumple	1044.9	2291.5	Cumple	1110.0	2183.3	Cumple	1209.7	2045.7	Cumple	1083.0	2226.2	Cumple
58+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	855.8	1600.0	No Cumple	842.2	1619.8	Cumple	826.6	1643.6	Cumple	875.0	1573.2	Cumple	1057.4	1378.1	Cumple	1222.0	1261.2	Cumple
58+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	856.7	1598.7	No Cumple	835.9	1629.3	Cumple	823.8	1648.0	Cumple	865.1	1586.8	Cumple	1035.5	1397.1	Cumple	1176.1	1289.9	Cumple
58+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1131.8	1748.3	No Cumple	1051.2	1844.3	Cumple	970.0	1961.7	Cumple	959.4	1978.9	Cumple	1024.9	1879.7	Cumple	996.8	1920.2	Cumple
58+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1138.2	1755.0	No Cumple	1064.6	1841.7	Cumple	967.5	1981.9	Cumple	962.7	1989.8	Cumple	1024.1	1896.1	Cumple	998.9	1932.8	Cumple
58+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	988.9	2058.4	No Cumple	1167.0	1817.3	Cumple	1168.7	1815.4	Cumple	1268.9	1716.3	Cumple	1438.1	1586.5	Cumple	1476.5	1562.0	Cumple
58+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	941.2	2117.5	No Cumple	1183.1	1779.8	Cumple	1220.5	1742.2	Cumple	1313.9	1659.7	Cumple	1449.7	1562.4	Cumple	1575.9	1489.7	Cumple
59+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1259.6	1827.8	No Cumple	1422.4	1688.8	Cumple	1658.5	1544.1	Cumple	2008.9	1401.2	Cumple	2286.3	1323.0	Cumple	2295.2	1320.9	Cumple
59+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1270.0	1851.0	No Cumple	1422.2	1718.9	Cumple	1651.9	1573.8	Cumple	2097.7	1395.4	Cumple	2301.9	1339.8	Cumple	2370.8	1323.4	Cumple
59+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1291.3	2056.1	No Cumple	1334.6	2008.9	Cumple	1187.7	2186.6	Cumple	1222.7	2139.4	Cumple	1261.1	2091.4	Cumple	1202.0	2166.9	Cumple
59+200	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1288.6	2112.8	No Cumple	1331.2	2064.4	Cumple	1200.5	2226.8	Cumple	1197.7	2230.8	Cumple	1262.7	2144.3	Cumple	1184.6	2249.7	Cumple
59+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1742.0	2367.5	No Cumple	2044.5	2143.3	Cumple	2106.7	2106.7	Cumple	2324.6	1996.5	Cumple	2918.5	1790.5	Cumple	3182.0	1726.7	Cumple
59+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1749.4	2517.8	No Cumple	2045.6	2278.2	Cumple	2090.7	2248.8	Cumple	2361.9	2099.9	Cumple	2782.6	1934.7	Cumple	3425.1	1769.7	Cumple
59+625	No Aplica	No Aplica	No Cumple	570.3	1072.8	No Cumple	572.9	1069.1	Cumple	569.5	1074.0	Cumple	663.1	961.8	Cumple	686.4	939.7	Cumple	778.5	867.9	Cumple
59+625	No Aplica	No Aplica	No Cumple	579.4	1125.8	No Cumple	576.1	1130.9	Cumple	571.1	1138.6	Cumple	678.5	1002.9	Cumple	678.8	1002.5	Cumple	788.8	909.5	Cumple

## Módulos Elásticos

Abscisa	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D0	Verificación r>=0.7ae para D0	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D200	Verificación r>=0.7ae para D200	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D300	Verificación r>=0.7ae para D300	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D450	Verificación r>=0.7ae para D450	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D600	Verificación r>=0.7ae para D600	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D900	Verificación r>=0.7ae para D900	Mr Aashto (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Ep (kg/cm <sup>2</sup> ) para D1200	Verificación r>=0.7ae para D1200
59+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	958.3	1151.3	No Cumple	1131.2	1045.1	Cumple	1158.1	1031.9	Cumple	1336.5	959.9	Cumple	1543.9	899.8	Cumple	1789.4	848.5	Cumple
59+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	953.6	1159.8	No Cumple	1121.1	1054.5	Cumple	1147.3	1041.3	Cumple	1296.4	977.9	Cumple	1552.9	901.0	Cumple	1655.0	877.7	Cumple
60+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	964.4	1256.8	No Cumple	1008.5	1221.5	Cumple	1067.3	1179.9	Cumple	1128.8	1141.9	Cumple	1224.3	1091.7	Cumple	1193.3	1107.0	Cumple
60+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	974.4	1245.6	No Cumple	1013.3	1215.1	Cumple	1075.3	1172.0	Cumple	1115.5	1147.1	Cumple	1191.8	1105.3	Cumple	1194.2	1104.1	Cumple
60+193	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1393.4	1826.7	No Cumple	1531.4	1721.7	Cumple	1586.1	1686.1	Cumple	1746.6	1596.9	Cumple	2634.4	1321.7	Cumple	3862.8	1164.7	Cumple
60+193	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1416.3	1866.8	No Cumple	1529.1	1778.4	Cumple	1633.8	1709.4	Cumple	1716.8	1661.8	Cumple	2645.6	1355.9	Cumple	3849.9	1195.5	Cumple
60+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1030.1	1921.7	No Cumple	1008.1	1954.0	Cumple	1011.7	1948.6	Cumple	1044.4	1901.7	Cumple	1548.3	1471.9	Cumple	1855.1	1341.2	Cumple
60+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1030.1	1928.0	No Cumple	1010.3	1957.1	Cumple	1023.2	1938.0	Cumple	1036.0	1919.7	Cumple	1554.1	1473.1	Cumple	1882.0	1335.7	Cumple
60+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1546.9	1792.8	No Cumple	1827.3	1629.6	Cumple	2042.7	1539.3	Cumple	2314.3	1452.7	Cumple	3256.7	1274.3	Cumple	3983.2	1198.4	Cumple
60+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1569.9	1788.9	No Cumple	1824.9	1641.3	Cumple	2030.7	1553.5	Cumple	2122.2	1520.7	Cumple	3124.1	1299.6	Cumple	3487.0	1253.5	Cumple
60+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	596.7	1228.2	No Cumple	560.6	1292.5	Cumple	528.3	1359.7	Cumple	552.9	1307.6	Cumple	679.9	1112.4	Cumple	763.3	1027.1	Cumple
60+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	602.8	1238.5	No Cumple	572.0	1292.4	Cumple	537.2	1363.1	Cumple	559.1	1317.3	Cumple	696.5	1110.6	Cumple	771.1	1035.8	Cumple
61+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1351.2	1860.9	No Cumple	1599.4	1675.2	Cumple	1339.4	1871.8	Cumple	1871.7	1537.3	Cumple	2599.2	1326.8	Cumple	2583.0	1330.0	Cumple
61+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1354.1	1877.3	No Cumple	1614.4	1682.4	Cumple	1383.1	1851.1	Cumple	2006.2	1498.7	Cumple	2669.8	1324.3	Cumple	2683.6	1321.7	Cumple
61+195	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1884.7	3111.2	No Cumple	2071.8	2912.2	Cumple	2118.5	2869.3	Cumple	2364.0	2677.0	Cumple	2524.5	2575.3	Cumple	2662.6	2499.4	Cumple
61+195	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1918.6	3165.7	No Cumple	2101.7	2970.3	Cumple	2182.1	2897.1	Cumple	2208.6	2874.4	Cumple	2683.5	2557.3	Cumple	2557.4	2627.9	Cumple
61+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1800.3	2111.5	No Cumple	2077.6	1942.6	Cumple	2260.1	1857.8	Cumple	2545.8	1752.9	Cumple	3146.9	1601.6	Cumple	3025.5	1626.7	Cumple
61+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1816.2	2142.6	No Cumple	2093.7	1971.9	Cumple	2248.5	1898.1	Cumple	2568.9	1777.6	Cumple	3165.7	1625.6	Cumple	2995.8	1662.0	Cumple
61+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1703.8	2392.4	No Cumple	1534.8	2574.0	Cumple	1367.9	2810.3	Cumple	1287.3	2952.9	Cumple	1305.2	2919.3	Cumple	1286.5	2954.5	Cumple
61+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1678.2	2340.0	No Cumple	1509.3	2520.1	Cumple	1321.8	2789.8	Cumple	1318.8	2794.9	Cumple	1316.7	2798.5	Cumple	1279.8	2864.2	Cumple
61+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1457.4	2448.6	No Cumple	1433.2	2478.9	Cumple	1453.9	2452.9	Cumple	1519.7	2376.1	Cumple	1652.8	2243.5	Cumple	1667.7	2230.3	Cumple
61+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1453.8	2406.6	No Cumple	1445.2	2417.0	Cumple	1458.9	2400.5	Cumple	1485.3	2369.8	Cumple	1635.6	2217.9	Cumple	1655.5	2200.4	Cumple
62+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1095.6	1279.2	No Cumple	1285.9	1166.4	Cumple	1239.0	1190.4	Cumple	1120.5	1261.8	Cumple	1156.8	1238.1	Cumple	1066.2	1301.0	Cumple
62+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1115.9	1289.7	No Cumple	1295.0	1183.7	Cumple	1219.7	1223.7	Cumple	1205.6	1231.9	Cumple	1157.7	1261.4	Cumple	1116.5	1289.3	Cumple
62+194	No Aplica	No Aplica	No Cumple	751.1	1694.5	No Cumple	701.6	1795.6	Cumple	635.0	1965.1	Cumple	493.1	2546.1	Cumple	517.8	2413.4	Cumple	1246.3	1197.6	Cumple
62+194	No Aplica	No Aplica	No Cumple	791.3	1664.6	No Cumple	695.8	1855.7	Cumple	614.2	2083.2	Cumple	485.6	2666.4	Cumple	466.2	2794.3	Cumple	1205.9	1246.6	Cumple
62+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	826.5	1551.2	No Cumple	781.1	1621.4	Cumple	683.6	1814.0	Cumple	653.8	1888.1	Cumple	658.8	1875.0	Cumple	662.6	1865.3	Cumple
62+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	837.1	1629.7	No Cumple	790.4	1705.9	Cumple	683.6	1932.5	Cumple	664.8	1982.5	Cumple	645.3	2038.4	Cumple	634.7	2070.7	Cumple
62+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	937.1	1417.0	No Cumple	969.2	1384.6	Cumple	951.4	1402.2	Cumple	945.3	1408.4	Cumple	1031.4	1328.8	Cumple	953.2	1400.4	Cumple
62+600	No Aplica	No Aplica	No Cumple	947.9	1453.3	No Cumple	971.7	1428.5	Cumple	947.8	1453.4	Cumple	961.2	1439.3	Cumple	1026.6	1376.7	Cumple	931.9	1470.9	Cumple
62+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1012.6	2006.5	No Cumple	989.2	2044.0	Cumple	856.0	2309.3	Cumple	771.6	2541.7	Cumple	774.8	2531.7	Cumple	721.7	2714.1	Cumple
62+800	No Aplica	No Aplica	No Cumple	1019.7	2108.1	No Cumple	985.2	2167.7	Cumple	840.5	2489.1	Cumple	754.9	2758.8	Cumple	771.3	2700.9	Cumple	708.8	2941.3	Cumple
63+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2337.8	1967.1	No Cumple	2412.2	1935.8	Cumple	2306.2	1981.1	Cumple	4281.2	1536.7	Cumple	3479.6	1649.8	Cumple	6023.5	1400.2	Cumple
63+000	No Aplica	No Aplica	No Cumple	2277.5	1929.2	No Cumple	2182.9	1973.0	Cumple	2452.2	1858.4	Cumple	4173.0	1505.4	Cumple	3447.4	1606.8	Cumple	4597.9	1462.0	Cumple
63+198	No Aplica	No Aplica	No Cumple	920.7	1289.9	No Cumple	980.2	1238.0	Cumple	1097.7	1155.3	Cumple	1546.6	970.3	Cumple	1919.8	889.3	Cumple	2561.7	809.3	Cumple
63+198	No Aplica	No Aplica	No Cumple	927.4	1298.8	No Cumple	970.9	1260.1	Cumple	1084.1	1176.9	Cumple	1496.9	994.7	Cumple	1883.8	904.3	Cumple	2409.7	831.7	Cumple
63+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	795.9	1382.9	No Cumple	778.1	1406.4	Cumple	689.3	1547.8	Cumple	696.8	1534.0	Cumple	714.2	1503.6	Cumple	700.1	1528.1	Cumple
63+400	No Aplica	No Aplica	No Cumple	802.0	1396.7	No Cumple	773.6	1435.1	Cumple	693.4	1565.7	Cumple	674.3	1602.8	Cumple	725.7	1508.7	Cumple	682.1	1587.3	Cumple

**ANEXO 9.** Módulos elásticos, Mr y Ep elegidos

Abscisa	Carril	Espesor de Carpeta de rodadura (cm)	Espesor de Base (cm)	Espesor Total (cm)	Mr AASHTO (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño AASHTO (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
42+600	Carril único	1.3	25.7	27	1795	592	3169
42+800	Carril único	1.3	25.7	27	1138	376	1461
43+000	Carril único	1.3	25.7	27	1295	427	883
43+200	Carril único	1.3	25.7	27	871	287	1561
43+393	Carril único	1.3	25.7	27	792	261	1715
43+560	Carril único	1.3	25.7	27	3754	1239	2316
43+795	Carril único	1.3	25.7	27	737	243	1185
44+000	Carril único	1.3	25.7	27	926	306	2114
44+200	Carril único	1.3	25.7	27	794	262	1952
44+399	Carril único	1.3	25.7	27	978	323	999
44+572	Carril único	1.3	25.7	27	712	235	1138
44+800	Carril único	1.3	25.7	27	1387	458	790
45+000	Carril único	1.3	25.7	27	1381	456	2615
45+200	Carril único	1.3	25.7	27	1881	621	2419
45+400	Carril único	1.3	25.7	27	2816	929	1437
45+600	Carril único	1.3	25.7	27	1537	507	1448
45+795	Carril único	1.3	25.7	27	1373	453	3534
46+000	Carril único	1.3	25.7	27	1511	499	2171
46+201	Carril único	1.3	25.7	27	1685	556	2713
46+400	Carril único	1.3	25.7	27	1448	478	2596
46+600	Carril único	1.3	25.7	27	981	324	832
46+800	Carril único	1.3	25.7	27	1318	435	1423
46+978	Carril único	1.3	25.7	27	788	260	1181
47+187	Carril único	1.3	25.7	27	973	321	1048
47+397	Carril único	1.3	25.7	27	1537	507	1995
47+600	Carril único	1.3	25.7	27	1078	356	1177
47+800	Carril único	1.3	25.7	27	2102	694	2288
47+990	Carril único	1.3	25.7	27	1328	438	1142

Abscisa	Carril	Espesor de Carpeta de rodadura (cm)	Espesor de Base (cm)	Espesor Total (cm)	Mr AASHTO (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño AASHTO (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
48+200	Carril único	1.3	25.7	27	584	193	1640
48+370	Carril único	1.3	25.7	27	2455	810	3264
48+575	Carril único	1.3	25.7	27	3180	1049	2053
48+800	Carril único	1.3	25.7	27	1685	556	1426
49+000	Carril único	1.3	25.7	27	1936	639	1510
49+200	Carril único	1.3	25.7	27	1641	542	1663
49+400	Carril único	1.3	25.7	27	4599	1518	2514
49+600	Carril único	1.3	25.7	27	1657	547	2693
49+800	Carril único	1.3	25.7	27	1969	650	2246
50+000	Carril único	1.3	25.7	27	1036	342	1401
50+190	Carril único	1.3	25.7	27	1440	475	1969
50+370	Carril único	1.3	25.7	27	2204	727	2461
50+600	Carril único	1.3	25.7	27	1019	336	1351
50+800	Carril único	1.3	25.7	27	1124	371	1863
50+960	Carril único	1.3	25.7	27	857	283	1193
51+200	Carril único	1.3	25.7	27	1103	364	2458
51+418	Carril único	1.3	25.7	27	629	208	1093
51+600	Carril único	1.3	25.7	27	1262	416	1643
51+800	Carril único	1.3	25.7	27	860	284	1539
52+000	Carril único	1.3	25.7	27	1049	346	1599
52+200	Carril único	1.3	25.7	27	916	302	1512
52+390	Carril único	1.3	25.7	27	1936	639	1490
52+600	Carril único	1.3	25.7	27	801	264	1922
52+800	Carril único	1.3	25.7	27	2572	849	3739
53+000	Carril único	1.3	25.7	27	1167	385	1135
53+199	Carril único	1.3	25.7	27	1809	597	2414
53+400	Carril único	1.3	25.7	27	858	283	1402
53+600	Carril único	1.3	25.7	27	1748	577	2081
53+795	Carril único	1.3	25.7	27	3125	1031	2783

Abscisa	Carril	Espesor de Carpeta de rodadura (cm)	Espesor de Base (cm)	Espesor Total (cm)	Mr AASHTO (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño AASHTO (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )
54+000	Carril único	1.3	25.7	27	564	186	1197
54+200	Carril único	1.3	25.7	27	2029	670	2350
54+400	Carril único	1.3	25.7	27	2771	914	1888
54+600	Carril único	1.3	25.7	27	819	270	2217
54+800	Carril único	1.3	25.7	27	1344	444	3143
55+000	Carril único	1.3	25.7	27	1416	467	3018
55+185	Carril único	1.3	25.7	27	1460	482	1398
55+395	Carril único	1.3	25.7	27	1341	442	1669
55+600	Carril único	1.3	25.7	27	1000	330	2083
55+800	Carril único	1.3	25.7	27	1600	528	1808
56+000	Carril único	1.3	25.7	27	1817	600	3441
56+205	Carril único	1.3	25.7	27	2360	779	1688
56+400	Carril único	1.3	25.7	27	1473	486	1435
56+555	Carril único	1.3	25.7	27	795	262	1194
56+820	Carril único	1.3	25.7	27	1635	539	1427
57+000	Carril único	1.3	25.7	27	727	240	1116
57+200	Carril único	1.3	25.7	27	944	312	1063
57+400	Carril único	1.3	25.7	27	1107	365	1148
57+600	Carril único	1.3	25.7	27	2296	758	1842
57+790	Carril único	1.3	25.7	27	2167	715	1879
58+000	Carril único	1.3	25.7	27	1120	370	918
58+215	Carril único	1.3	25.7	27	1097	362	2198
58+400	Carril único	1.3	25.7	27	839	277	1625
58+600	Carril único	1.3	25.7	27	1058	349	1843
58+800	Carril único	1.3	25.7	27	1175	388	1799
59+000	Carril único	1.3	25.7	27	1422	469	1704
59+200	Carril único	1.3	25.7	27	1333	440	2037
59+400	Carril único	1.3	25.7	27	2045	675	2211
59+625	Carril único	1.3	25.7	27	575	190	1100

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Espesor de Carpeta de rodadura (cm)</b>	<b>Espesor de Base (cm)</b>	<b>Espesor Total (cm)</b>	<b>Mr AASHTO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño AASHTO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
59+800	Carril único	1.3	25.7	27	1126	372	1050
60+000	Carril único	1.3	25.7	27	1011	334	1218
60+193	Carril único	1.3	25.7	27	1530	505	1750
60+400	Carril único	1.3	25.7	27	1009	333	1956
60+600	Carril único	1.3	25.7	27	1826	603	1635
60+800	Carril único	1.3	25.7	27	566	187	1292
61+000	Carril único	1.3	25.7	27	1607	530	1679
61+195	Carril único	1.3	25.7	27	2087	689	2941
61+400	Carril único	1.3	25.7	27	2086	688	1957
61+600	Carril único	1.3	25.7	27	1522	502	2547
61+800	Carril único	1.3	25.7	27	1439	475	2448
62+000	Carril único	1.3	25.7	27	1290	426	1175
62+194	Carril único	1.3	25.7	27	699	231	1826
62+400	Carril único	1.3	25.7	27	786	259	1664
62+600	Carril único	1.3	25.7	27	970	320	1407
62+800	Carril único	1.3	25.7	27	987	326	2106
63+000	Carril único	1.3	25.7	27	2298	758	1954
63+198	Carril único	1.3	25.7	27	976	322	1249
63+400	Carril único	1.3	25.7	27	776	256	1421

**ANEXO 10.** Número estructural efectivo

<b>Abcisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Espesor de carpeta (cm)</b>	<b>Espesor de base (cm)</b>	<b>Espesor total (cm)</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>SN Aashto</b>
42+600	Carril único	1.3	25.7	27	1795	592	3169	1.7
42+800	Carril único	1.3	25.7	27	1138	376	1461	1.3
43+000	Carril único	1.3	25.7	27	1295	427	883	1.1
43+200	Carril único	1.3	25.7	27	871	287	1561	1.3
43+393	Carril único	1.3	25.7	27	792	261	1715	1.4
43+560	Carril único	1.3	25.7	27	3754	1239	2316	1.5
43+795	Carril único	1.3	25.7	27	737	243	1185	1.2
44+000	Carril único	1.3	25.7	27	926	306	2114	1.5
44+200	Carril único	1.3	25.7	27	794	262	1952	1.5
44+399	Carril único	1.3	25.7	27	978	323	999	1.2
44+572	Carril único	1.3	25.7	27	712	235	1138	1.2
44+800	Carril único	1.3	25.7	27	1387	458	790	1.1
45+000	Carril único	1.3	25.7	27	1381	456	2615	1.6
45+200	Carril único	1.3	25.7	27	1881	621	2419	1.6
45+400	Carril único	1.3	25.7	27	2816	929	1437	1.3
45+600	Carril único	1.3	25.7	27	1537	507	1448	1.3
45+795	Carril único	1.3	25.7	27	1373	453	3534	1.8
46+000	Carril único	1.3	25.7	27	1511	499	2171	1.5
46+201	Carril único	1.3	25.7	27	1685	556	2713	1.6

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Espesor de carpeta (cm)</b>	<b>Espesor de base (cm)</b>	<b>Espesor total (cm)</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>SN Aashto</b>
46+400	Carril único	1.3	25.7	27	1448	478	2596	1.6
46+600	Carril único	1.3	25.7	27	981	324	832	1.1
46+800	Carril único	1.3	25.7	27	1318	435	1423	1.3
46+978	Carril único	1.3	25.7	27	788	260	1181	1.2
47+187	Carril único	1.3	25.7	27	973	321	1048	1.2
47+397	Carril único	1.3	25.7	27	1537	507	1995	1.5
47+600	Carril único	1.3	25.7	27	1078	356	1177	1.2
47+800	Carril único	1.3	25.7	27	2102	694	2288	1.5
47+990	Carril único	1.3	25.7	27	1328	438	1142	1.2
48+200	Carril único	1.3	25.7	27	584	193	1640	1.4
48+370	Carril único	1.3	25.7	27	2455	810	3264	1.7
48+575	Carril único	1.3	25.7	27	3180	1049	2053	1.5
48+800	Carril único	1.3	25.7	27	1685	556	1426	1.3
49+000	Carril único	1.3	25.7	27	1936	639	1510	1.3
49+200	Carril único	1.3	25.7	27	1641	542	1663	1.4
49+400	Carril único	1.3	25.7	27	4599	1518	2514	1.6
49+600	Carril único	1.3	25.7	27	1657	547	2693	1.6
49+800	Carril único	1.3	25.7	27	1969	650	2246	1.5
50+000	Carril único	1.3	25.7	27	1036	342	1401	1.3
50+190	Carril único	1.3	25.7	27	1440	475	1969	1.5

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Espesor de carpeta (cm)</b>	<b>Espesor de base (cm)</b>	<b>Espesor total (cm)</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>SN Aashto</b>
50+370	Carril único	1.3	25.7	27	2204	727	2461	1.6
50+600	Carril único	1.3	25.7	27	1019	336	1351	1.3
50+800	Carril único	1.3	25.7	27	1124	371	1863	1.5
50+960	Carril único	1.3	25.7	27	857	283	1193	1.2
51+200	Carril único	1.3	25.7	27	1103	364	2458	1.6
51+418	Carril único	1.3	25.7	27	629	208	1093	1.2
51+600	Carril único	1.3	25.7	27	1262	416	1643	1.4
51+800	Carril único	1.3	25.7	27	860	284	1539	1.3
52+000	Carril único	1.3	25.7	27	1049	346	1599	1.4
52+200	Carril único	1.3	25.7	27	916	302	1512	1.3
52+390	Carril único	1.3	25.7	27	1936	639	1490	1.3
52+600	Carril único	1.3	25.7	27	801	264	1922	1.5
52+800	Carril único	1.3	25.7	27	2572	849	3739	1.8
53+000	Carril único	1.3	25.7	27	1167	385	1135	1.2
53+199	Carril único	1.3	25.7	27	1809	597	2414	1.6
53+400	Carril único	1.3	25.7	27	858	283	1402	1.3
53+600	Carril único	1.3	25.7	27	1748	577	2081	1.5
53+795	Carril único	1.3	25.7	27	3125	1031	2783	1.6
54+000	Carril único	1.3	25.7	27	564	186	1197	1.2
54+200	Carril único	1.3	25.7	27	2029	670	2350	1.5

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Espesor de carpeta (cm)</b>	<b>Espesor de base (cm)</b>	<b>Espesor total (cm)</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>SN Aashto</b>
54+400	Carril único	1.3	25.7	27	2771	914	1888	1.4
54+600	Carril único	1.3	25.7	27	819	270	2217	1.5
54+800	Carril único	1.3	25.7	27	1344	444	3143	1.7
55+000	Carril único	1.3	25.7	27	1416	467	3018	1.7
55+185	Carril único	1.3	25.7	27	1460	482	1398	1.3
55+395	Carril único	1.3	25.7	27	1341	442	1669	1.4
55+600	Carril único	1.3	25.7	27	1000	330	2083	1.5
55+800	Carril único	1.3	25.7	27	1600	528	1808	1.4
56+000	Carril único	1.3	25.7	27	1817	600	3441	1.8
56+205	Carril único	1.3	25.7	27	2360	779	1688	1.4
56+400	Carril único	1.3	25.7	27	1473	486	1435	1.3
56+555	Carril único	1.3	25.7	27	795	262	1194	1.2
56+820	Carril único	1.3	25.7	27	1635	539	1427	1.3
57+000	Carril único	1.3	25.7	27	727	240	1116	1.2
57+200	Carril único	1.3	25.7	27	944	312	1063	1.2
57+400	Carril único	1.3	25.7	27	1107	365	1148	1.2
57+600	Carril único	1.3	25.7	27	2296	758	1842	1.4
57+790	Carril único	1.3	25.7	27	2167	715	1879	1.4
58+000	Carril único	1.3	25.7	27	1120	370	918	1.1
58+215	Carril único	1.3	25.7	27	1097	362	2198	1.5

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Espesor de carpeta (cm)</b>	<b>Espesor de base (cm)</b>	<b>Espesor total (cm)</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>SN Aashto</b>
58+400	Carril único	1.3	25.7	27	839	277	1625	1.4
58+600	Carril único	1.3	25.7	27	1058	349	1843	1.4
58+800	Carril único	1.3	25.7	27	1175	388	1799	1.4
59+000	Carril único	1.3	25.7	27	1422	469	1704	1.4
59+200	Carril único	1.3	25.7	27	1333	440	2037	1.5
59+400	Carril único	1.3	25.7	27	2045	675	2211	1.5
59+625	Carril único	1.3	25.7	27	575	190	1100	1.2
59+800	Carril único	1.3	25.7	27	1126	372	1050	1.2
60+000	Carril único	1.3	25.7	27	1011	334	1218	1.2
60+193	Carril único	1.3	25.7	27	1530	505	1750	1.4
60+400	Carril único	1.3	25.7	27	1009	333	1956	1.5
60+600	Carril único	1.3	25.7	27	1826	603	1635	1.4
60+800	Carril único	1.3	25.7	27	566	187	1292	1.3
61+000	Carril único	1.3	25.7	27	1607	530	1679	1.4
61+195	Carril único	1.3	25.7	27	2087	689	2941	1.7
61+400	Carril único	1.3	25.7	27	2086	688	1957	1.5
61+600	Carril único	1.3	25.7	27	1522	502	2547	1.6
61+800	Carril único	1.3	25.7	27	1439	475	2448	1.6
62+000	Carril único	1.3	25.7	27	1290	426	1175	1.2
62+194	Carril único	1.3	25.7	27	699	231	1826	1.4

<b>Abscisa</b>	<b>Carril</b>	<b>Espesor de carpeta (cm)</b>	<b>Espesor de base (cm)</b>	<b>Espesor total (cm)</b>	<b>Mr Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ep (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>SN Aashto</b>
62+400	Carril único	1.3	25.7	27	786	259	1664	1.4
62+600	Carril único	1.3	25.7	27	970	320	1407	1.3
62+800	Carril único	1.3	25.7	27	987	326	2106	1.5
63+000	Carril único	1.3	25.7	27	2298	758	1954	1.5
63+198	Carril único	1.3	25.7	27	976	322	1249	1.3
63+400	Carril único	1.3	25.7	27	776	256	1421	1.3

**ANEXO 11. California Bearing Ratio CBR (%)**

<b>Distancia</b>	<b>Mr Diseño Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto (PSI)</b>	<b>CBR (%)</b>
42+600	592.0	8,420.2	6.4
42+800	376.0	5,348.0	3.2
43+000	427.0	6,073.3	3.9
43+200	287.0	4,082.1	2.1
43+393	261.0	3,712.3	1.8
43+560	1,239.0	17,622.7	22.2
43+795	243.0	3,456.3	1.6
44+000	306.0	4,352.3	2.3
44+200	262.0	3,726.5	1.8
44+399	323.0	4,594.1	2.5
44+572	235.0	3,342.5	1.5
44+800	458.0	6,514.3	4.3
45+000	456.0	6,485.8	4.3
45+200	621.0	8,832.7	6.9
45+400	929.0	13,213.4	13.1
45+600	507.0	7,211.2	5.1
45+795	453.0	6,443.2	4.2
46+000	499.0	7,097.4	4.9
46+201	556.0	7,908.2	5.8
46+400	478.0	6,798.7	4.6
46+600	324.0	4,608.3	2.5
46+800	435.0	6,187.1	4.0
46+978	260.0	3,698.1	1.8
47+187	321.0	4,565.7	2.5
47+397	507.0	7,211.2	5.1
47+600	356.0	5,063.5	2.9
47+800	694.0	9,871.0	8.3
47+990	438.0	6,229.8	4.0
48+200	193.0	2,745.1	1.1
48+370	810.0	11,520.9	10.5
48+575	1,049.0	14,920.2	16.4
48+800	556.0	7,908.2	5.8

<b>Distancia</b>	<b>Mr Diseño Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto (PSI)</b>	<b>CBR (%)</b>
49+000	639.0	9,088.7	7.3
49+200	542.0	7,709.0	5.6
49+400	1,518.0	21,591.0	32.1
49+600	547.0	7,780.1	5.7
49+800	650.0	9,245.1	7.5
50+000	342.0	4,864.4	2.7
50+190	475.0	6,756.1	4.6
50+370	727.0	10,340.3	8.9
50+600	336.0	4,779.0	2.7
50+800	371.0	5,276.8	3.1
50+960	283.0	4,025.2	2.0
51+200	364.0	5,177.3	3.0
51+418	208.0	2,958.4	1.3
51+600	416.0	5,916.9	3.7
51+800	284.0	4,039.4	2.0
52+000	346.0	4,921.3	2.8
52+200	302.0	4,295.4	2.3
52+390	639.0	9,088.7	7.3
52+600	264.0	3,755.0	1.8
52+800	849.0	12,075.6	11.3
53+000	385.0	5,476.0	3.3
53+199	597.0	8,491.3	6.5
53+400	283.0	4,025.2	2.0
53+600	577.0	8,206.8	6.2
53+795	1,031.0	14,664.2	15.9
54+000	186.0	2,645.5	1.1
54+200	670.0	9,529.6	7.8
54+400	914.0	13,000.1	12.8
54+600	270.0	3,840.3	1.9
54+800	444.0	6,315.1	4.1
55+000	467.0	6,642.3	4.4
55+185	482.0	6,855.6	4.7

<b>Distancia</b>	<b>Mr Diseño Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto (PSI)</b>	<b>CBR (%)</b>
55+395	442.0	6,286.7	4.1
55+600	330.0	4,693.7	2.6
55+800	528.0	7,509.9	5.4
56+000	600.0	8,534.0	6.6
56+205	779.0	11,080.0	9.9
56+400	486.0	6,912.5	4.7
56+555	262.0	3,726.5	1.8
56+820	539.0	7,666.4	5.6
57+000	240.0	3,413.6	1.6
57+200	312.0	4,437.7	2.4
57+400	365.0	5,191.5	3.0
57+600	758.0	10,781.3	9.5
57+790	715.0	10,169.7	8.7
58+000	370.0	5,262.6	3.1
58+215	362.0	5,148.8	3.0
58+400	277.0	3,939.9	2.0
58+600	349.0	4,963.9	2.8
58+800	388.0	5,518.6	3.3
59+000	469.0	6,670.7	4.5
59+200	440.0	6,258.3	4.1
59+400	675.0	9,600.7	7.9
59+625	190.0	2,702.4	1.1
59+800	372.0	5,291.1	3.1
60+000	334.0	4,750.6	2.6
60+193	505.0	7,182.8	5.0
60+400	333.0	4,736.4	2.6
60+600	603.0	8,576.6	6.6

---

<b>Distancia</b>	<b>Mr Diseño Aashto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mr Diseño Aashto (PSI)</b>	<b>CBR (%)</b>
60+800	187.0	2,659.8	1.1
61+000	530.0	7,538.3	5.4
61+195	689.0	9,799.9	8.2
61+400	688.0	9,785.6	8.2
61+600	502.0	7,140.1	5.0
61+800	475.0	6,756.1	4.6
62+000	426.0	6,059.1	3.9
62+194	231.0	3,285.6	1.5
62+400	259.0	3,683.8	1.8
62+600	320.0	4,551.5	2.5
62+800	326.0	4,636.8	2.5
63+000	758.0	10,781.3	9.5
63+198	322.0	4,579.9	2.5
63+400	256.0	3,641.2	1.7

---

**ANEXO 12. Radio de Curvatura (Rc)**

Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES CORREGIDAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Radio de Curvatura (m)
			D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	
42+600	Carril único	50	639	346	226	166	106	62	44	68.4
42+800	Carril único	50	1215	605	357	208	83	57	26	32.8
43+000	Carril único	50	1608	644	314	182	120	60	46	20.7
43+200	Carril único	50	1304	733	467	295	190	99	80	35.0
43+393	Carril único	50	1290	763	513	388	198	80	48	38.0
43+560	Carril único	50	594	202	108	81	48	32	12	51.0
43+795	Carril único	50	1641	973	551	320	156	70	49	30.0
44+000	Carril único	50	1072	635	439	301	219	114	77	45.8
44+200	Carril único	50	1201	700	512	333	207	95	76	39.9
44+399	Carril único	50	1634	762	416	258	177	110	94	22.9
44+572	Carril único	50	1705	922	571	367	243	118	88	25.5
44+800	Carril único	50	1701	652	293	140	98	59	47	19.1
45+000	Carril único	50	798	415	294	192	138	75	49	52.3
45+200	Carril único	50	735	341	216	149	125	49	43	50.8
45+400	Carril único	50	906	296	144	99	79	47	38	32.8
45+600	Carril único	50	1092	474	264	148	120	59	53	32.3
45+795	Carril único	50	678	389	296	222	162	120	90	69.4
46+000	Carril único	50	855	401	269	181	119	79	58	44.0
46+201	Carril único	50	717	348	241	187	140	91	65	54.2
46+400	Carril único	50	784	393	281	228	180	129	91	51.1
46+600	Carril único	50	1833	841	414	222	133	77	58	20.2
46+800	Carril único	50	1168	534	309	214	163	99	69	31.6
46+978	Carril único	50	1600	780	516	346	262	146	115	24.4
47+187	Carril único	50	1585	709	418	294	229	155	115	22.8
47+397	Carril único	50	894	454	264	168	97	72	54	45.4
47+600	Carril único	50	1418	676	377	196	112	50	36	26.9
47+800	Carril único	50	729	327	193	114	98	35	30	49.7
47+990	Carril único	50	1342	543	306	225	183	109	87	25.0
48+200	Carril único	50	1521	983	696	535	389	251	194	37.2

48+370	Carril único	50	551	286	166	106	91	73	66	75.2
48+575	Carril único	50	680	229	128	79	47	33	27	44.3
48+800	Carril único	50	1069	398	241	157	113	74	46	29.8
49+000	Carril único	50	981	380	210	119	111	58	41	33.2
49+200	Carril único	50	976	398	248	175	129	82	67	34.6
49+400	Carril único	50	528	174	88	69	51	38	32	56.4
49+600	Carril único	50	725	378	245	160	109	59	47	57.6
49+800	Carril único	50	757	299	206	132	76	74	50	43.7
50+000	Carril único	50	1295	649	392	231	138	82	43	31.0
50+190	Carril único	50	924	503	282	188	160	80	68	47.5
50+370	Carril único	50	684	302	184	114	74	36	29	52.4
50+600	Carril único	50	1333	646	399	306	129	98	75	29.1
50+800	Carril único	50	1059	544	362	250	139	109	63	38.8
50+960	Carril único	50	1537	731	475	280	198	125	101	24.8
51+200	Carril único	50	912	510	369	275	194	104	78	49.7
51+418	Carril único	50	1839	1237	646	394	258	104	63	33.2
51+600	Carril único	50	1088	535	322	232	123	94	56	36.2
51+800	Carril único	50	1323	700	473	312	216	128	97	32.1
52+000	Carril único	50	1190	588	388	301	239	142	113	33.2
52+200	Carril único	50	1300	671	444	324	243	148	104	31.8
52+390	Carril único	50	991	379	210	135	105	52	41	32.7
52+600	Carril único	50	1206	719	508	383	252	172	107	41.1
52+800	Carril único	50	499	228	158	116	91	60	49	73.7
53+000	Carril único	50	1410	583	348	208	125	59	32	24.2
53+199	Carril único	50	747	371	225	148	104	60	41	53.2
53+400	Carril único	50	1396	724	473	340	263	144	102	29.8
53+600	Carril único	50	829	396	233	145	101	58	41	46.2
53+795	Carril único	50	557	226	130	94	70	46	33	60.4
54+000	Carril único	50	1832	1092	720	502	352	177	119	27.0
54+200	Carril único	50	726	317	200	130	112	72	58	48.9
54+400	Carril único	50	751	298	147	71	34	18	10	44.1
54+600	Carril único	50	1107	669	496	357	239	152	100	45.7
54+800	Carril único	50	729	437	302	205	155	85	63	68.5

55+000	Carril único	50	728	413	287	184	103	77	46	63.6
55+185	Carril único	50	1138	497	278	159	119	48	28	31.2
55+395	Carril único	50	1052	530	303	178	114	53	37	38.3
55+600	Carril único	50	1044	578	406	283	214	127	81	42.9
55+800	Carril único	50	935	437	254	168	130	75	58	40.1
56+000	Carril único	50	607	358	224	148	103	55	36	80.2
56+205	Carril único	50	854	339	172	117	76	37	25	38.8
56+400	Carril único	50	1115	506	276	143	98	48	38	32.8
56+555	Carril único	50	1584	850	511	342	250	147	105	27.2
56+820	Carril único	50	1079	452	249	143	130	64	47	31.9
57+000	Carril único	50	1709	927	559	327	211	91	62	25.6
57+200	Carril único	50	1588	750	430	268	184	93	60	23.8
57+400	Carril único	50	1427	614	367	237	172	94	63	24.6
57+600	Carril único	50	813	319	177	98	78	44	33	40.5
57+790	Carril único	50	817	357	188	126	83	53	33	43.5
58+000	Carril único	50	1642	703	363	197	107	61	35	21.3
58+215	Carril único	50	973	539	371	262	181	112	93	46.1
58+400	Carril único	50	1296	712	484	328	234	129	85	34.2
58+600	Carril único	50	1092	537	384	280	211	132	102	36.1
58+800	Carril único	50	1059	632	346	227	157	94	67	46.8
59+000	Carril único	50	1015	482	286	164	99	59	44	37.5
59+200	Carril único	50	935	473	305	227	168	107	85	43.3
59+400	Carril único	50	753	349	199	129	87	48	31	49.6
59+625	Carril único	50	1906	1061	708	475	303	198	130	23.7
59+800	Carril único	50	1501	638	361	235	154	87	59	23.2
60+000	Carril único	50	1422	629	402	253	181	112	85	25.2
60+193	Carril único	50	970	434	266	168	117	51	26	37.3
60+400	Carril único	50	1077	592	403	266	195	87	54	41.2
60+600	Carril único	50	950	391	223	133	92	42	27	35.8
60+800	Carril único	50	1753	1017	718	509	366	197	132	27.2
61+000	Carril único	50	978	451	253	199	105	51	39	37.9
61+195	Carril único	50	626	321	195	126	89	52	39	65.5
61+400	Carril único	50	807	337	195	120	79	43	34	42.6

61+600	Carril único	50	776	361	267	202	156	103	79	48.1
61+800	Carril único	50	814	419	282	186	135	82	61	50.7
62+000	Carril único	50	1330	551	315	220	175	117	93	25.7
62+194	Carril único	50	1321	791	582	434	415	276	83	37.7
62+400	Carril único	50	1317	733	517	396	308	208	157	34.2
62+600	Carril único	50	1325	647	419	285	213	132	108	29.5
62+800	Carril único	50	1044	600	412	319	266	175	142	45.0
63+000	Carril único	50	781	264	177	114	48	39	19	38.7
63+198	Carril único	50	1420	660	417	248	134	71	41	26.3
63+400	Carril único	50	1447	763	524	392	297	188	147	29.3

**ANEXO 13. Deflexión característica benkelman**

Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Deflexión Benkelman (1/100 mm)
			D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	
42+600	Carril único	50	639	346	226	166	106	62	44	55.0
42+800	Carril único	50	1215	605	357	208	83	57	26	133.8
43+000	Carril único	50	1608	644	314	182	120	60	46	197.0
43+200	Carril único	50	1304	733	467	295	190	99	80	147.6
43+393	Carril único	50	1290	763	513	388	198	80	48	145.3
43+560	Carril único	50	594	202	108	81	48	32	12	49.7
43+795	Carril único	50	1641	973	551	320	156	70	49	202.6
44+000	Carril único	50	1072	635	439	301	219	114	77	112.6
44+200	Carril único	50	1201	700	512	333	207	95	76	131.6
44+399	Carril único	50	1634	762	416	258	177	110	94	201.5
44+572	Carril único	50	1705	922	571	367	243	118	88	213.7
44+800	Carril único	50	1701	652	293	140	98	59	47	213.0
45+000	Carril único	50	798	415	294	192	138	75	49	74.8
45+200	Carril único	50	735	341	216	149	125	49	43	66.7
45+400	Carril único	50	906	296	144	99	79	47	38	89.2
45+600	Carril único	50	1092	474	264	148	120	59	53	115.5
45+795	Carril único	50	678	389	296	222	162	120	90	59.7
46+000	Carril único	50	855	401	269	181	119	79	58	82.4
46+201	Carril único	50	717	348	241	187	140	91	65	64.6
46+400	Carril único	50	784	393	281	228	180	129	91	73.1
46+600	Carril único	50	1833	841	414	222	133	77	58	236.1
46+800	Carril único	50	1168	534	309	214	163	99	69	126.7
46+978	Carril único	50	1600	780	516	346	262	146	115	195.7
47+187	Carril único	50	1585	709	418	294	229	155	115	193.3
47+397	Carril único	50	894	454	264	168	97	72	54	87.6
47+600	Carril único	50	1418	676	377	196	112	50	36	165.7
47+800	Carril único	50	729	327	193	114	98	35	30	66.0
47+990	Carril único	50	1342	543	306	225	183	109	87	153.5
48+200	Carril único	50	1521	983	696	535	389	251	194	182.6

Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Deflexión Benkelman (1/100 mm)
			D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	
48+370	Carril único	50	551	286	166	106	91	73	66	44.9
48+575	Carril único	50	680	229	128	79	47	33	27	59.9
48+800	Carril único	50	1069	398	241	157	113	74	46	112.1
49+000	Carril único	50	981	380	210	119	111	58	41	99.6
49+200	Carril único	50	976	398	248	175	129	82	67	98.9
49+400	Carril único	50	528	174	88	69	51	38	32	42.3
49+600	Carril único	50	725	378	245	160	109	59	47	65.6
49+800	Carril único	50	757	299	206	132	76	74	50	69.5
50+000	Carril único	50	1295	649	392	231	138	82	43	146.1
50+190	Carril único	50	924	503	282	188	160	80	68	91.7
50+370	Carril único	50	684	302	184	114	74	36	29	60.5
50+600	Carril único	50	1333	646	399	306	129	98	75	152.0
50+800	Carril único	50	1059	544	362	250	139	109	63	110.6
50+960	Carril único	50	1537	731	475	280	198	125	101	185.1
51+200	Carril único	50	912	510	369	275	194	104	78	90.0
51+418	Carril único	50	1839	1237	646	394	258	104	63	237.2
51+600	Carril único	50	1088	535	322	232	123	94	56	114.8
51+800	Carril único	50	1323	700	473	312	216	128	97	150.5
52+000	Carril único	50	1190	588	388	301	239	142	113	130.0
52+200	Carril único	50	1300	671	444	324	243	148	104	147.0
52+390	Carril único	50	991	379	210	135	105	52	41	100.9
52+600	Carril único	50	1206	719	508	383	252	172	107	132.5
52+800	Carril único	50	499	228	158	116	91	60	49	39.1
53+000	Carril único	50	1410	583	348	208	125	59	32	164.4
53+199	Carril único	50	747	371	225	148	104	60	41	68.3
53+400	Carril único	50	1396	724	473	340	263	144	102	162.1
53+600	Carril único	50	829	396	233	145	101	58	41	78.9
53+795	Carril único	50	557	226	130	94	70	46	33	45.6
54+000	Carril único	50	1832	1092	720	502	352	177	119	235.9

Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Deflexión Benkelman (1/100 mm)
			D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	
54+200	Carril único	50	726	317	200	130	112	72	58	65.7
54+400	Carril único	50	751	298	147	71	34	18	10	68.8
54+600	Carril único	50	1107	669	496	357	239	152	100	117.6
54+800	Carril único	50	729	437	302	205	155	85	63	66.1
55+000	Carril único	50	728	413	287	184	103	77	46	65.9
55+185	Carril único	50	1138	497	278	159	119	48	28	122.2
55+395	Carril único	50	1052	530	303	178	114	53	37	109.6
55+600	Carril único	50	1044	578	406	283	214	127	81	108.5
55+800	Carril único	50	935	437	254	168	130	75	58	93.2
56+000	Carril único	50	607	358	224	148	103	55	36	51.3
56+205	Carril único	50	854	339	172	117	76	37	25	82.1
56+400	Carril único	50	1115	506	276	143	98	48	38	118.8
56+555	Carril único	50	1584	850	511	342	250	147	105	193.1
56+820	Carril único	50	1079	452	249	143	130	64	47	113.5
57+000	Carril único	50	1709	927	559	327	211	91	62	214.4
57+200	Carril único	50	1588	750	430	268	184	93	60	193.8
57+400	Carril único	50	1427	614	367	237	172	94	63	167.0
57+600	Carril único	50	813	319	177	98	78	44	33	76.7
57+790	Carril único	50	817	357	188	126	83	53	33	77.3
58+000	Carril único	50	1642	703	363	197	107	61	35	202.9
58+215	Carril único	50	973	539	371	262	181	112	93	98.4
58+400	Carril único	50	1296	712	484	328	234	129	85	146.3
58+600	Carril único	50	1092	537	384	280	211	132	102	115.4
58+800	Carril único	50	1059	632	346	227	157	94	67	110.7
59+000	Carril único	50	1015	482	286	164	99	59	44	104.3
59+200	Carril único	50	935	473	305	227	168	107	85	93.1
59+400	Carril único	50	753	349	199	129	87	48	31	69.0
59+625	Carril único	50	1906	1061	708	475	303	198	130	249.2
59+800	Carril único	50	1501	638	361	235	154	87	59	179.2

Distancia	Carril	Carga Corregida a 50 KN	DEFLEXIONES NORMALIZADAS A 50 KN ( $\mu\text{m}$ )							Deflexión Benkelman (1/100 mm)
			D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200	
60+000	Carril único	50	1422	629	402	253	181	112	85	166.3
60+193	Carril único	50	970	434	266	168	117	51	26	98.0
60+400	Carril único	50	1077	592	403	266	195	87	54	113.2
60+600	Carril único	50	950	391	223	133	92	42	27	95.2
60+800	Carril único	50	1753	1017	718	509	366	197	132	222.1
61+000	Carril único	50	978	451	253	199	105	51	39	99.1
61+195	Carril único	50	626	321	195	126	89	52	39	53.5
61+400	Carril único	50	807	337	195	120	79	43	34	76.0
61+600	Carril único	50	776	361	267	202	156	103	79	72.0
61+800	Carril único	50	814	419	282	186	135	82	61	76.9
62+000	Carril único	50	1330	551	315	220	175	117	93	151.6
62+194	Carril único	50	1321	791	582	434	415	276	83	150.2
62+400	Carril único	50	1317	733	517	396	308	208	157	149.6
62+600	Carril único	50	1325	647	419	285	213	132	108	150.8
62+800	Carril único	50	1044	600	412	319	266	175	142	108.5
63+000	Carril único	50	781	264	177	114	48	39	19	72.7
63+198	Carril único	50	1420	660	417	248	134	71	41	165.9
63+400	Carril único	50	1447	763	524	392	297	188	147	170.3

**ANEXO 14.** Panel fotográfico

**Figura 31**

*Toma de datos en campo (km 46+000)*



Nota: Evaluación km 46+000

**Figura 32**

*Toma de datos en campo (km 46+000)*



Nota: Evaluación km 46+000

**Figura 33**

*Toma de datos en campo (km 46+000)*



Nota: Evaluación km 46+000

**Figura 34**

*Toma de datos en campo (km 46+000)*



Nota: Evaluación km 46+000

**Figura 35**

*Toma de datos en campo (km 52+000)*



Nota: Evaluación km 52+000

**Figura 36**

*Toma de datos en campo (km 52+000)*



Nota: Evaluación km 52+000

**Figura 37**

*Toma de datos en campo (km 57+000)*



Nota: Evaluación km 57+000

**Figura 38**

*Toma de datos en campo (km 62+000)*



Nota: Evaluación km 62+000

**Figura 39**

*Toma de datos en campo (km 62+000)*



Nota: Evaluación km 62+000