



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Propuesta de Rehabilitación
a partir de los resultados de
la medición de Deflexiones
con FWD**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Luis Alberto Hernández Galicia

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Araceli Angélica Sánchez Enríquez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

DEDICATORIA

A mis Padres

Ambos se merecen todo mi agradecimiento y mi corazón porque de ustedes también fue el esfuerzo.

A Gabriel, Abraham y Fer

Esperando que esto algún día los llene de orgullo y se motiven a superarse a sí mismos.

A Laura

Por el Apoyo incondicional y su paciencia para ser mi esposa.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora M.I. Araceli Angélica Sánchez Enríquez, por acompañarme y guiarme en un proceso que tenía pendiente desde hace tiempo.

A mi familia, quienes desde niño creyeron en mí y me fortalecen con sus oraciones en todo momento.

Al Ing. Marcelo Domínguez, por la oportunidad que me dio para llevar a cabo este proceso.

Al Dr. Domingo Pérez M., por ser un gran amigo y apoyo en este paso.

A mis compañeros y excompañeros de Yutave, de quienes, de alguna u otra forma, recibo su apoyo y su amistad haciéndome sentir en casa.

A aquellos maestros y amigos que en algún momento dejaron una huella y contribuyeron a mi formación académica.

INTRODUCCIÓN

Cuando se diseña una carretera nueva de alguna forma se puede tener control de los tipos de materiales con los que se va construir la estructura, generalmente se busca aprovechar los materiales disponibles y cercanos a la ubicación de la obra, se realizan estudios geotécnicos y con ello estos materiales se caracterizan de tal forma que se puede determinar, por diversas metodologías, el espesor de las capas de acuerdo a las propiedades de los materiales y el horizonte de proyecto; sin embargo, en muchos de los casos en caminos ya construidos y en operación se vuelve difícil acceder a los datos del control de calidad de los materiales usados, por lo cual, evaluar un pavimento en operación después de varios años de su construcción, se torna como un reto para obtener con suficiencia, información útil que permita evaluarlos de forma adecuada.

Por otra parte, es importante administrar los recursos limitados para conservar la mayor longitud posible de los caminos, priorizar los puntos críticos y delimitar las zonas donde la estructura cuenta con la capacidad para llegar a un nuevo horizonte de proyecto.

Este trabajo presenta un método simple y directo para la evaluación de las necesidades estructurales de pavimentos flexibles basado en la interpretación del cuenco de deflexiones usando conceptos mecanísticos y empíricos.

Se analiza la factibilidad y eficiencia de emplear los resultados de la medición de deflexiones con equipos de alto rendimiento como el deflectómetro de impacto FWD (Falling Weight Deflectometer), para predecir la capacidad portante de la estructura de un pavimento flexible en la red federal libre de peaje de México.

Mediante el equipo no destructivo FWD se generan deflexiones controladas en el pavimento, mismas que son medidas con una serie de geófonos y sensores de carga, que pueden ser interpretadas a través de técnicas basadas en análisis de la forma, radio de curvatura y área de la cuenca. Dichas técnicas permiten la cuantificación y cualificación del nivel de deterioro estructural del sistema pavimento-subrasante a través de los parámetros e índices derivados de pruebas de deflexión por impacto para evaluación de pavimentos.

PRÓLOGO

En los últimos años se ha hecho un importante esfuerzo para el mejoramiento de la condición física de la red carretera mexicana, para lo cual la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) y la Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) se

inclinaron entre otras acciones, a implementar nuevos esquemas de atención a las necesidades de mantenimiento de la red carretera, la cual consiste en nuevas formas de contratación y financiamiento para la conservación, a través de la ley de Asociación Público-Privada (APP's). Este esquema contempla la modalidad de pagos por el cumplimiento de indicadores de desempeño para la capacidad estructural y operacional del pavimento, para lo cual es necesario obtener entre otros, el valor de la deflexión ya que es uno de los indicadores que permiten evaluar el estado estructural y realizar propuestas para rehabilitar los caminos.

Por eso, es importante entender y evaluar la respuesta estructural que ofrece la estructura de un camino ante las diferentes solicitudes a la que es sometido, lo cual, implica un importante salto en la interpretación de estos resultados para evaluar de forma particular una carretera utilizando estos datos, así como las condiciones de tránsito que permiten pronosticar la vida útil y el requerimiento estructural de refuerzo para alcanzar el horizonte de proyecto adecuado.

OBJETIVO

Determinar el estado funcional y estructural de un subtramo de la carretera federal mexicana 200: Arriaga - Tapachula, tramo: Pijijiapan - Mapastepec (cuerpo. B) subtramo: del km 174+000 al km 189+000, con el objeto de conocer el efecto de las acciones de conservación, rehabilitación y/o reconstrucciones realizadas, así como la respuesta estructural ante una acción de carga sobre el pavimento. De esta forma, se podrá conocer la calidad de los trabajos realizados, además, se contará con información suficiente para planear y programar futuras obras de conservación en el tramo de estudio.

Disponer de un conocimiento real y actualizado de la condición del pavimento, a fin de que se pueda preparar (en suficiencia técnica) propuestas de trabajo para realizar la conservación de dicho tramo, sin realizar pruebas invasivas ni alterar la estructura del pavimento o generar deterioros técnicos.

Realizar un diagnóstico basado en el análisis deflectométrico de dicho tramo. A partir de los datos estructurales (obtención de deflexiones, medición de espesores con GPR, cálculo de módulos elásticos y vida remanente con el programa Elmod 6 de Dynatest) y analizar las opciones dentro de las estrategias de conservación para finalmente plantear una propuesta de rehabilitación.

JUSTIFICACIÓN

Las actividades del estudio están enfocadas a determinar si las condiciones estructurales del pavimento construido se ajustan a los requerimientos de calidad para el flujo del tránsito actual y futuro para el cual está diseñado.

Evaluar un pavimento en operación generalmente implica obstruir la circulación habitual de los vehículos y esto a su vez conlleva riesgo de generar accidentes, dado que realizar pruebas destructivas en pavimentos requieren de un gran número de personas y en ocasiones maquinaria, se convierte en una actividad lenta aumentando el riesgo de siniestros, por otra parte, el uso de equipos como el deflectómetro de Impacto FWD (Falling Weight Deflectometer) y Radar de Penetración Terrestre GPR (Ground Penetrating Radar) permite disponer de información para evaluar un pavimento y proponer un plan de rehabilitación de forma relativamente rápida respecto a la exploración directa, dando una ventaja en tiempos, disminución de riesgos, menor alteración al tráfico y sin generar deterioros técnicos en el camino.

La aplicación de este tipo de propuestas de rehabilitación resulta útil en los tramos largos y cortos pues minimizan los recursos para obtener la información de campo; por lo tanto, utilizar equipos como el FWD y el GPR direccionan las tendencias al evaluar, diseñar, supervisar y mejorar los trabajos de conservación y rehabilitación de carreteras.

METODOLOGÍA

Con el fin de analizar la condición estructural de un pavimento con pruebas del tipo no destructivas NDT (Non Destructive Test), se recabó y analizó información en campo con un deflectómetro de impacto FWD de la marca Dynatest modelo 8002, el cual obtiene el desplazamiento perpendicular de la superficie del pavimento cuando es sometido a una carga distribuida por un plato de carga de 30 cm de diámetro, empleando un arreglo de 7 geófonos colocados a las distancias de 0, 30, 45, 60, 90, 120 y 180 cm del centro de plato de carga y alineados entre sí, los cuales miden el desplazamiento en las distancias mencionadas, generando 7 puntos del cuenco de deflexión causado por el esfuerzo aplicado (el cual es cercano a los 700 kPa).

De los tramos que comprende la carretera Arriaga - Tapachula se acotó el tramo en estudio mencionado en el objetivo, la medición en campo de deflexiones se realizó en diciembre de 2020, siendo los datos ocupados para realizar la evaluación del estado estructural del camino y a partir de estos resultados determinar los trabajos de rehabilitación.

Recabar la información en campo, consistió en la medición de deflexiones con el FWD, mediciones a cada 100 metros en los dos carriles existentes (baja y alta velocidad) en el tramo de estudio. Posteriormente, con el uso de un georadar de penetración GPR de la marca IDS se obtuvo el espesor de cada una de las capas que conforman el pavimento.

Con el apoyo de los resultados de deflexiones, espesores de los estratos del pavimento y su análisis, se determinaron las condiciones que guardaba la estructura del pavimento, a través de indicadores deflectométricos y módulos de elasticidad de las capas que la integran.

Con este procedimiento la evaluación de la capacidad estructural del pavimento se realizó utilizando un método no destructivo, los resultados ayudaron a determinar en cada punto ensayado la calidad de la estructura del pavimento, las deformaciones o deflexiones asociadas a la solicitud inducida, y así se pudo definir su capacidad para soportar las cargas vehiculares tomando en consideración los diferentes indicadores derivados del cuenco de deflexiones.

Además, el análisis de esta información utilizando el programa Elmod (Evaluation of Layer Moduli and Overlay Design), sirvió para realizar el retrocálculo y determinar el módulo elástico de las capas que conforman el pavimento.

De forma paralela, se consideró la información y el acervo de datos viales que presenta la DGST en su página oficial para calcular los ejes equivalentes, se consideró una tasa de crecimiento calculada con el histórico de tránsito diario promedio anual (TDPA) de la estación de aforo más cercana y de mayor influencia al tramo en estudio, se consideró una tendencia de crecimiento de interés compuesto y se usó la configuración vehicular del año 2019 con los pesos y dimensiones autorizados por la SCT de la norma NOM-012-SCT-2-2014.

Con el programa Elmod, utilizando los resultados del retrocálculo y los ejes equivalentes con los datos viales, se determinó la vida remanente en cada punto de ensaye. Posteriormente se calculó el espesor de recuperación del pavimento necesario para formar una capa de base espumada y una carpeta ultradelgada de rodadura.

Con estos datos se construyó un larguillo donde se tramificó el subtramo en zonas de condición similar de refuerzo. Se tomó en consideración el umbral permisible de una deflexión máxima de 500 micras como límite máximo para ubicar los puntos donde no se requirió refuerzo y para los sitios donde no se cumplió con esta restricción se postularon como puntos candidatos a realizar un trabajo de refuerzo estructural con Base espumada (con material producto de recuperación).

Finalmente se realizó una propuesta de rehabilitación para un horizonte de proyecto de 5 años presentando un larguillo donde se tramificó el subtramo en zonas de condición similar de refuerzo aprovechando (sin modificar la estructura) las zonas donde el pavimento cumplía con el estándar de desempeño de 500 micras como máximo en las deflexiones al centro del plato de carga.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
INTRODUCCIÓN.....	III
PRÓLOGO.....	III
OBJETIVO	IV
JUSTIFICACIÓN	IV
METODOLOGÍA	V
ÍNDICE.....	VII
I. ANTECEDENTES	1
EQUIPOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO.....	3
II. MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO, FWD	5
CONCEPTO DE DEFLEXIÓN.....	5
ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DETERMINADAS IN SITU.....	7
PROCESO DE EJECUCIÓN DE DEFLEXIÓN EN EL PAVIMENTO.....	8
NORMALIZACIÓN DE DEFLEXIONES A 700 KPA	11
PROCEDIMIENTO PARA CORRECCIÓN POR TEMPERATURA	12
III. MEDICIÓN DE ESPESORES CON GEORRADAR	15
CONDICIONES DE USO GPR (HI-PAVE).....	15
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN CON GPR.....	16
OBTENCIÓN DE LECTURAS.....	16
PROCESAMIENTO DE DATOS.....	17
IV. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO DE DISEÑO.....	19
MÉTODO DE CONTEO MANUAL	22
MÉTODO DE CONTEO AUTOMÁTICO.....	22
CONTEO PERMANENTE DE FLUJO DE TRÁNSITO.....	23
CONTEO TEMPORAL DEL FLUJO DE TRÁNSITO	23
V. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.....	25
DEFINICIÓN	25
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....	25
INDICADORES DERIVADOS DE LAS PRUEBAS DE DEFLEXIÓN	26
VI. CÁLCULO DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD	29

RMS	33
MÓDULO SUPERFICIAL	34
RETROCALCULO CON ELMOD	38
VII. ANÁLISIS DE VIDA REMANENTE	43
FUNCIONES DE TRANSFERENCIA.....	43
MODELO DE ESTIMACIÓN DEL DESEMPEÑO POR FATIGA	44
MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DEFORMACIÓN PERMANENTE	46
VIII. DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS.....	50
LOCALIZACIÓN	50
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS TRAMOS	51
TOPOGRAFÍA DE LOS TRAMOS	52
UNIDADES CLIMÁTICAS	53
AGUAS SUPERFICIALES	55
GEOLOGÍA.....	56
SUELO.....	57
IX. COLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO	58
MEDICIÓN EN EL CARRIL DE BAJA.....	58
MEDICIÓN EN EL CARRIL DE ALTA.....	61
NORMALIZACIÓN.....	64
DEFLECTOGRÁMAS CON ZONAS HOMOGÉNEAS	66
ESPESORES MEDIDOS CON GPR	67
X. TRÁNSITO DE DISEÑO	68
XI. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO CON DEFLEXIONES	71
DEFLEXIONES CARRIL DE BAJA	72
DEFLEXIONES CARRIL DE ALTA	75
NORMALIZADA CARRIL DE BAJA.....	78
NORMALIZADA CARRIL DE ALTA.....	81
ESTADÍSTICA CARRIL DE BAJA.....	85
ESTADÍSTICA CARRIL DE ALTA	86
ZONAS HOMOGÉNEAS CARRIL DE BAJA	88
ZONAS HOMOGÉNEAS CARRIL DE ALTA.....	92
ANÁLISIS DE LA CUENCA CARRIL DE BAJA.....	97
ANÁLISIS DE LA CUENCA CARRIL DE ALTA	100

FACTORES DE FORMA CARRIL DE BAJA	103
FACTORES DE FORMA CARRIL DE ALTA.....	104
GRÁFICAS ÍNDICES ESTRUCTURALES CARRIL DE BAJA.....	105
GRÁFICAS ÍNDICES ESTRUCTURALES CARRIL DE ALTA.....	108
CONDICIÓN DERIVADO DEL ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO CARRIL DE BAJA	112
CONDICIÓN DERIVADO DEL ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO CARRIL DE ALTA	113
XII. DISEÑO DE REFUERZO DE PAVIMENTO	114
ESPESORES GPR CARRIL DE BAJA	115
ESPESORES GPR CARRIL DE ALTA	116
CONDICIONES EQUIVALENTES CARRIL DE BAJA.....	117
CONDICIONES EQUIVALENTES CARRIL DE ALTA.....	118
RETROCALCULO DE MÓDULOS Y DISEÑO DE SOBRECAPA (CARPETA Y BASE ESPUMADA) CARRIL DE BAJA	120
RETROCALCULO DE MÓDULOS Y DISEÑO DE SOBRECAPA (CARPETA Y BASE ESPUMADA) CARRIL DE ALTA	123
MÓDULOS CARRIL DE BAJA.....	126
MÓDULOS CARRIL DE ALTA	127
DISEÑO CARRIL DE BAJA.....	128
DISEÑO CARRIL DE ALTA	129
CONCLUSIÓN DISEÑO CARRIL DE BAJA	130
CONCLUSIÓN DISEÑO CARRIL DE ALTA	131
XIII. PROPUESTA DE REHABILITACIÓN.....	132
CONDICIÓN CON ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO	132
SECTORIZACIÓN.....	136
LAGUILLO DE REHABILITACIÓN.....	141
XIV. CONCLUSIONES	146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	150
ILUSTRACIONES	153

I. ANTECEDENTES

La medición de las deflexiones, se utiliza generalmente para conocer la capacidad estructural de los pavimentos; dentro de la tecnología aplicada a pavimentos, particularmente en la evaluación estructural de los mismos, existen una extensa lista de metodologías y equipos para tales fines.

La información especializada disponible basada en la experiencia y en el desempeño de los pavimentos, proporciona información acerca del estado de respuesta localizada directamente en el punto de aplicación de la carga y en la vecindad de puntos que interactúan (por lo general con radio menor a 2 metros del centro de aplicación de: un esfuerzo desviador a partir de una carga por impacto, una vibratoria o de una alteración por impulso a la estructura de pavimento).

Las deflexiones se miden con transductores (geófonos) posicionados a una distancia conocida del centro de aplicación de la carga que determinan el desplazamiento perpendicular de la superficie de un pavimento ante un impacto. Actualmente, existen diversos procedimientos para la medición de deflexiones en pavimentos de concreto asfáltico, en concreto hidráulico, e incluso en una combinación de los mismos.

Los ensayos realizados mediante esta metodología, son por su naturaleza denominados no destructivos NDT (Non Destructive Test). Las deflexiones proporcionan información que se utiliza para la evaluación estructural de los pavimentos. Además, los resultados de dichas deflexiones pueden emplearse a su vez para deducir las siguientes características de los pavimentos.

- Módulo de elasticidad de cada capa
- Rigidez combinada de los sistemas de pavimentos
- Eficiencia en la transferencia de carga en las juntas de pavimentos de concreto hidráulico
- Módulos de reacción de la subsaante
- Espesor efectivo, número estructural o valor de soporte del suelo
- Capacidad de carga o capacidad de soporte del pavimento

Dichos parámetros pueden utilizarse en el análisis y diseño de la rehabilitación y reconstrucción de pavimentos rígidos y flexibles, valoración de la capacidad estructural incluyendo la eficiencia de las juntas en pavimentos de concreto hidráulico, detección de oquedades en pavimentos de concreto hidráulico, y/o para fines de inventario estructural de la red, además, esta información forma parte

Medular del sistema de administración y gestión de pavimentos que maneja de Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) de la SCT con el programa HDM4.

Actualmente en México se promueve la conservación de diferentes carreteras bajo el esquema APP, dentro de las especificaciones de trabajo se solicita un umbral de 500 micras como límite permisible para la deflexión máxima normalizada a 700 kpa y 20 ° C, no obstante, para evaluar la condición de un pavimento, se requiere desarrollar varias etapas, iniciando con la auscultación en campo consistente en medir varios estándares de desempeño, (deflexiones, índice de rugosidad internacional, profundidad de roderas, índice de fricción, macrotextura, retrorreflexión horizontal y vertical del señalamiento y deterioros). En la actualidad, se ha intensificado el uso de estos métodos no destructivos por la rapidez, facilidad, versatilidad y la poca afectación al tránsito vehicular con que permiten recolectar información relevante para evaluar carreteras.

Los pavimentos son estructuras formadas por una serie de capas superpuestas, diseñadas para disminuir los esfuerzos generados por la carga impuesta debido al tránsito. Dichas capas están compuestas con material seleccionado con características específicas y un procedimiento constructivo adecuado a las condiciones climáticas regionales y/o generales aplicables dentro del marco normativo aplicable.

Luego, la capacidad estructural de un pavimento se puede interpretar como: el umbral límite del volumen de tránsito con las condiciones climáticas reales al que pueden someterse una estructura de pavimento, de tal forma que las condiciones de operabilidad y costos de operación mantengan un rango aceptable, por lo tanto, está directamente ligado al volumen y características de tránsito que circula sobre dicho pavimento.

Las vías terrestres y en particular las carreteras implican un gran impacto económico y de desarrollo tanto para las comunidades que conectan como a la red nacional en general, por lo cual las condiciones de operabilidad y los costos de operación son un factor determinante para maximizar o frenar el crecimiento y desarrollo económico de las ciudades o comunidades que conecta, por lo cual se ha realizado gran hincapié en poder determinar con los recursos y metodologías disponibles una forma de monitorear estos parámetros.

Existen diversas opciones para determinar las condiciones en las que se encuentra la capacidad estructural de un pavimento, para tener una visión del comportamiento se han utilizado exploraciones directas para muestrear y medir de forma directa las

características del material que constituyen la estructura del pavimento de camino, determinar granulometrías, Clasificación SUCS, CBR, estabilidad etc. y estas a su vez servirían para correlacionar los módulos de las capas y con ello determinar la capacidad estructural con las metodologías disponibles, AASHTO, II UNAM, Instituto del Asfalto, IMT PAVE, Dr. Mario Hoffman, ELMOD, etc.

EQUIPOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO

En los últimos años se han promovido el uso de las nuevas tecnologías y se ha ido aprovechando la evolución de las herramientas disponibles y de los avances tecnológicos, los cuales, permiten de forma más rápida y eficiente, disponer de información que permita determinar la capacidad estructural de un pavimento.

Los equipos más comunes para determinar la capacidad estructural de los pavimentos son: la viga Benkelman (ver ilustración 1) constituido por un dispositivo de 250 cm que se utiliza para medir la deflexión de la superficie de una carretera, provocada por el paso de las ruedas de un camión de 8.2 toneladas de peso. La viga se pone entre los neumáticos del vehículo y en contacto con el pavimento a ensayar, la medida de la deformación se realiza cuando el vehículo pasa sobre el área de ensayo.



ILUSTRACIÓN 1 EQUIPO DISCONTINUO PARA LA DETERMINACIÓN DE DEFLEXIONES VIGA BENKELMAN. FUENTE: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

Equipo semicontinuo (ver ilustración 2) se considera como un deflectómetro transitivo se presentan en las siguientes imágenes.

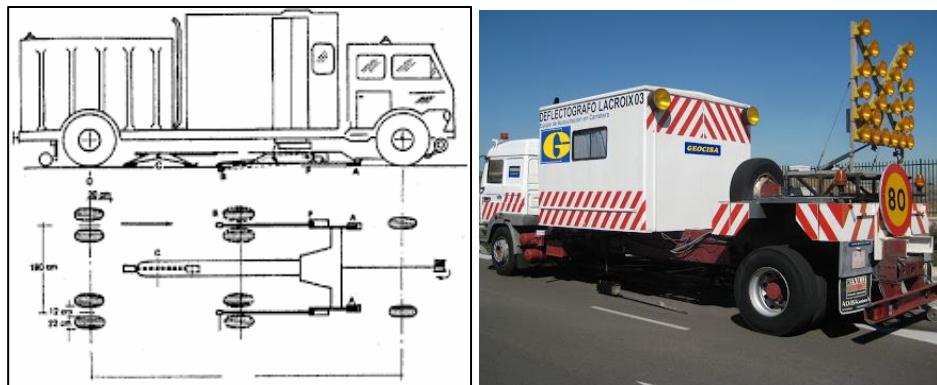


ILUSTRACIÓN 2 EQUIPO SEMICONTINUO PARA LA DETERMINACIÓN DE DEFLEXIONES DEFLECTÓMETRO LACROIX. FUENTE: GEOCISA

El equipo dinámico de aplicación de carga (ver ilustración 3) utiliza un generador de fuerza dinámica, el cual puede ser una masa giratoria o un mecanismo actuador servohidráulicamente controlado (p ej., Dynaflect, Road Rater).



ILUSTRACIÓN 3 EQUIPO DINÁMICO DE APLICACIÓN DE CARGA. FUENTE: INTERNET

EL deflectómetro de impacto FWD (ver ilustración 4) crea un impulso de carga sobre el pavimento, dejando caer una masa a partir de alturas variables sobre un sistema de resortes o caucho; conocido generalmente como Falling Weight Deflectometer, FWD (p ej., Dynatest, Kuab, Jils)



ILUSTRACIÓN 4 EQUIPO DE IMPACTO FWD. FUENTE: YUTAVE INGENIERIA, SA DE CV

El deflectómetro de Impacto (FWD), ha ido perfeccionando tanto el proceso de ejecución como la toma de información en pro de simplificar y optimizar la obtención de datos que permita interpretar el comportamiento de los pavimentos cuando son sometidos a las cargas que infiere el tránsito vehicular sobre la estructura, permitiendo tener una visión más apegada a la realidad.

II. MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO, FWD

CONCEPTO DE DEFLEXIÓN

La deflexión de un pavimento se define como el valor que representa la respuesta estructural ante la aplicación de una carga vertical externa. También se define como el desplazamiento vertical del paquete estructural de un pavimento ante la aplicación de una carga; generalmente, esta carga es producida por el tránsito vehicular. Cuando se aplica una carga en la superficie no solo se desplaza el punto bajo su aplicación, produciendo una deflexión máxima, sino que también se desplaza una zona alrededor del eje de aplicación de la carga, que se denomina cuenca de deflexión (Sandoval C. H., 2009) (ver ilustración 5)

La deflexión permite ser correlacionada con la capacidad estructural de un pavimento, de manera que, si la deflexión es alta en un modelo estructural, la capacidad estructural del modelo de pavimento es débil o deficiente, y lo contrario, si la deflexión es baja, quiere decir que el modelo estructural del pavimento tiene buena capacidad estructural (Higuera C. H., 2008).

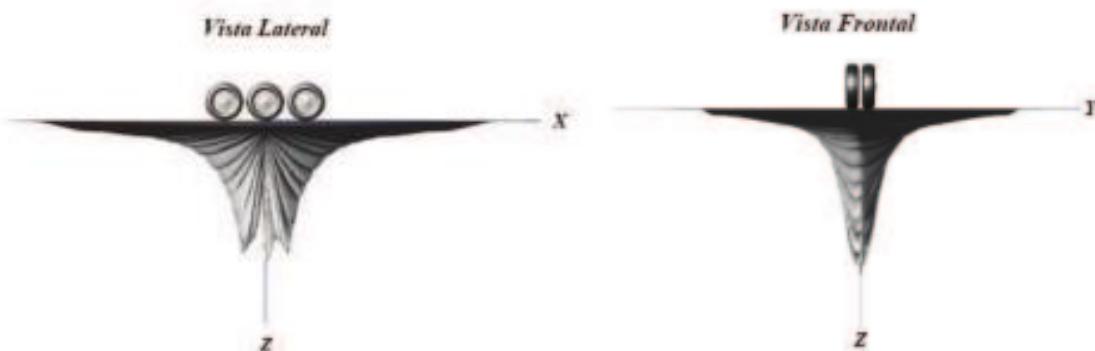


ILUSTRACIÓN 5 EFECTO DE LLANTAS EN ARREGLO TRÍDEM; FUENTE: (HIGUERA C. H., 2008)

Desde el punto de vista del comportamiento estructural, uno de los fundamentos conceptuales del sistema de gestión vial mexicano, es la aceptación de que "la deficiencia estructural puede correlacionarse con alguna medida hecha desde la

superficie del pavimento. La deflexión parece ser el concepto que mejor sirve para estos fines, pues su magnitud mide el defecto estructural, aunque no lo analice ni lo localice" (Rico A., 1998).

La medición de deflexiones en la superficie con métodos no destructivos se basa en simular el efecto de las cargas de tránsito sobre el pavimento, midiendo la respuesta de desplazamientos verticales generada (ver ilustración 6). Con base en la respuesta medida, se estiman parámetros e indicadores de comportamiento global del pavimento ante cargas, a partir de los cuales se puede establecer la competencia estructural del mismo (ver ilustración 7).

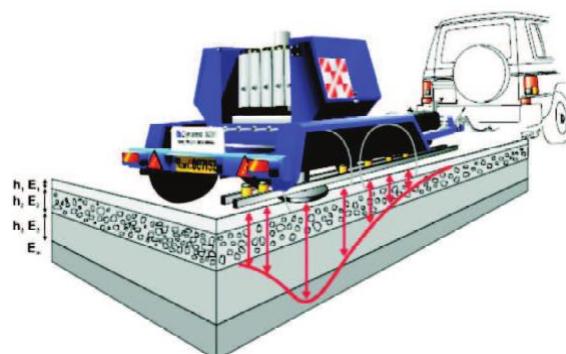


ILUSTRACIÓN 6 PRUEBA DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO; FUENTE: PRESENTACIÓN SIMPROMA ARGENTINA S. A.

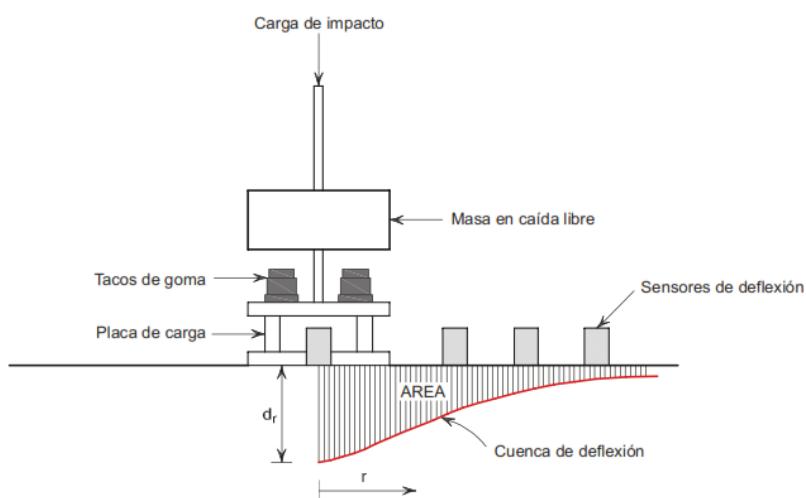


ILUSTRACIÓN 7 CUENCA DE DEFLEXIÓN; FUENTE: INTERNET\FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER

Con la información de deflexiones obtenida por medio del deflectómetro de impacto se puede determinar, con fines de seguimiento, la capacidad estructural de un modelo estructural de pavimento en cualquier momento de su vida de servicio y de esta manera conocer su desempeño, además se puede establecer y cuantificar las necesidades de rehabilitación. Esto es posible mediante procesos de retrocálculo,

con los cuales, si se emplea la metodología propuesta por AASHTO 1993, se obtienen parámetros conocidos como el módulo elástico de la subsanante (M_r), el módulo equivalente del pavimento (E_p) y el número estructural efectivo (SN).

La capacidad estructural de un pavimento en servicio se puede determinar mediante pruebas “no destructivas”, que se basan en la interpretación de la cuenca de deflexiones generada por el impacto de una carga estándar y con la técnica denominada retrocálculo, con esta técnica se pueden determinar los módulos de elasticidad de las diferentes capas que componen el modelo estructural de un pavimento en servicio (Higuera C. H., 2008).

ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DETERMINADAS IN SITU.

La medición de las deflexiones se realizaron en un tramo de 15 km con aproximadamente 100 m entre puntos de ensayo tanto en el carril de baja como en el carril de alta, en el apartado IX se presentan los resultados de dichas lecturas determinadas en siete sensores; con las mediciones efectuadas por cada uno de los sensores se puede obtener un esquema de la cuenca de deflexiones producidas por el impacto de la carga aplicada (ver ilustración 8), se indica además el cadenamiento y magnitud de la carga impuesta en cada estación de lectura.

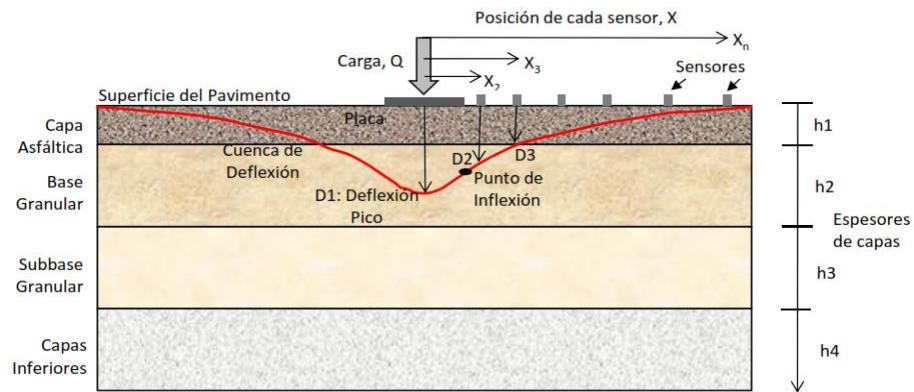


ILUSTRACIÓN 8 PRUEBA DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO Y CUENCA DE DEFLEXIÓN; FUENTE: TESIS DOCTORAL EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS GLORIA INÉS BELTRÁN CALVO

La posición de los sensores se configura con 7 geófonos arreglados de la siguiente manera: 0, 30, 45, 60, 90, 120 y 180 cm (ver ilustración 9) a partir del plato de carga, en el caso de pavimentos flexibles. Como se muestra en la siguiente imagen (ver ilustración 10):

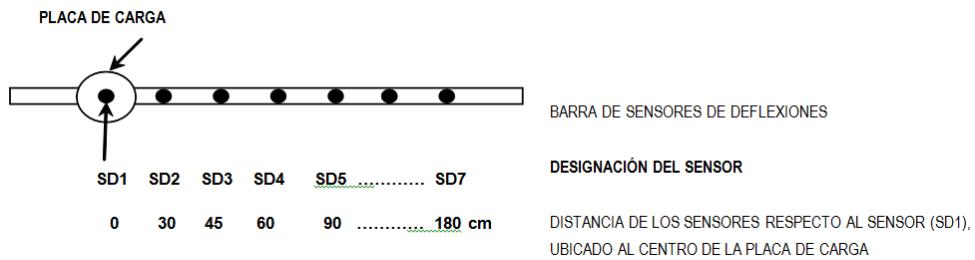


ILUSTRACIÓN 9 ARREGLO DE SENSORES EN EL EQUIPO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



ILUSTRACIÓN 10 ARREGLO DE SENSORES EN EL EQUIPO; FUENTE: MANUAL DE INICIO RÁPIDO FWD - DYNATEST

PROCESO DE EJECUCIÓN DE DEFLEXIÓN EN EL PAVIMENTO.

Al realizar una prueba primero se traslada el equipo al sitio de estudio y se alinea el plato de carga con el punto de aplicación del impacto. En la medida de lo posible, se vigila que el sitio se encuentre libre de partículas de roca, grava, basura o cuerpos que pudiesen afectar el contacto de los sensores con el pavimento (ver ilustración 11).

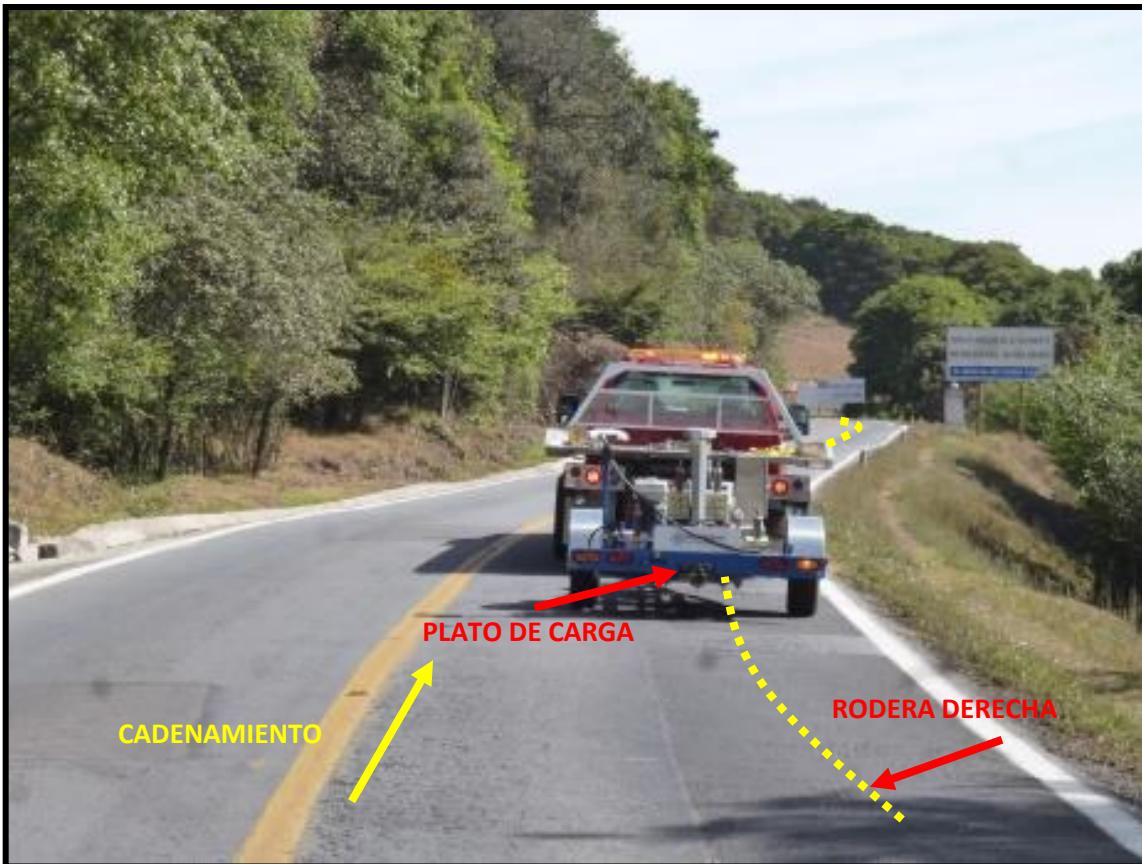


ILUSTRACIÓN 11 EQUIPO FWD EN OPERACIÓN; FUENTE: YUTAVE INGENIERIA SA DE CV

Para cada punto de medición se realiza la siguiente secuencia cíclica (ver ilustración 12):

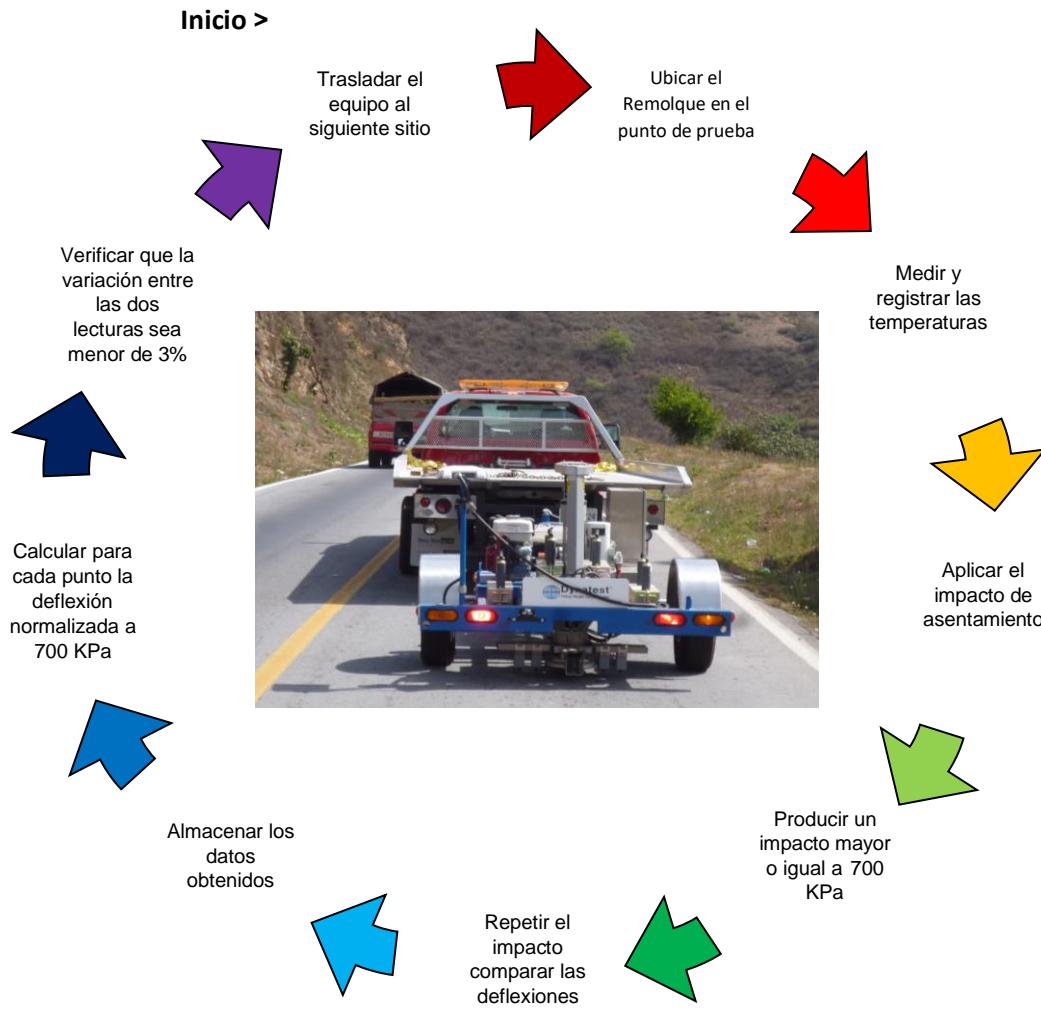


ILUSTRACIÓN 12.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES; FUENTE: ELABORACION PROPIA

En primera instancia para cada prueba se registra la distancia con respecto al origen del tramo carretero, con base en las lecturas del dispositivo DMI el cual se encuentra instalado en el equipo FWD, mismo que esta simultáneamente asociado a sus coordenadas geográficas y UTM. Posteriormente se registran las temperaturas del aire y de la superficie del pavimento, y se verifica la firmeza y estabilidad de la superficie en medición, luego se hace descender el plato de carga y los sensores hasta que entran en contacto con el pavimento.

Una vez que el equipo se encuentra preparado y el plato de carga ubicado firmemente situado en la superficie de rodamiento, se aplica el impacto de

asentamiento, considerando la altura de caída “uno”, posteriormente a ello, se verifica que los sensores se encuentren en correcta posición.

Terminado el primer impacto, se repite la caída para producir un impacto considerando la altura de caída 2 que se marca en el equipo, de tal manera que se genere un impacto mayor o igual a 700 KPa, se registra el valor del impacto (carga y esfuerzo) y de la deflexión resultante en cada uno de los sensores.

Después, se repite el impacto anterior y se comparan las deflexiones obtenidas en ambas mediciones. La diferencia entre los resultados no debería ser mayor de 3% en cualquiera de los sensores para registrarlas en la bitácora de medición. Cuando la diferencia es mayor de 3%, se debe repetir las pruebas o en su defecto, se registra la justificación técnica de la variación en la bitácora donde se describe por qué se consideraba de esa forma para realizar el análisis.

Una vez que se realizó la comparación, se almacenan los datos obtenidos en las mediciones realizadas en una Base de Datos en formato *.mdb.

NORMALIZACIÓN DE DEFLEXIONES A 700 KPA

Con el propósito de retroalimentar el sistema de administración de pavimentos HDM-4 con la respuesta del pavimento a través de la deflexión, es necesario que la magnitud de ésta, se refiere a un esfuerzo constante (700 kPa) para efecto de que la equivalencia de la respuesta tenga un indicador fijo.

Durante la ejecución de las pruebas de medición de deflexiones, se mantiene constante el peso del lastre y la altura de caída que impacta sobre la placa de carga con el objetivo de inducir un esfuerzo muy cercano a 700 kPa, sin embargo, la respuesta que da el pavimento como principal factor, la pendiente longitudinal y transversal, entre otros, no permiten que esta condición se cumpla, razón por la cual, es necesario efectuar un simple cálculo de interpolación o extrapolación, según sea menor o mayor la deflexión producida por un esfuerzo de 700 kPa (ver ilustración 13).

A esta proyección se le denomina normalización de la deflexión a 700 kPa y en otras palabras, trata de establecer condiciones similares de carga/esfuerzo para comparar un punto con otro, aun cuando la altura de caída sea ligeramente distinta.

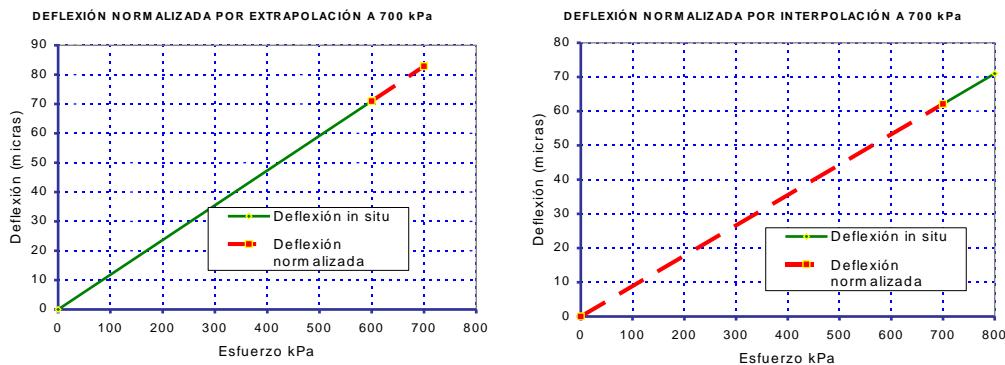


ILUSTRACIÓN 13 EJEMPLO DE UNA DEFLEXIÓN NORMALIZADA POR EXTRAPOLACIÓN E INTERPOLACIÓN A 700 KPA; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Aplicando la normalización a todas las pruebas de deflexiones según se requiera interpolación o extrapolación, se presentan los resultados en el formato similar al que se muestra a continuación como ejemplo en la tabla 1.

TABLA 1 FORMATO DE MUESTRA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS A UNA DEFLEXIÓN NORMALIZADA A 700 KPA; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

No. PRUEBA	ESTACIÓN, km	ESFUERZO, kPa	DEFLEXION (micras)	
			IN SITU SD1	NORMALIZADA A 700kPa
1	0.498	683.00	316.80	324.69
2	1.000	660.00	381.10	404.20
3	1.503	707.00	515.30	510.20
4	1.941	696.00	121.50	122.20
5	2.504	679.00	354.80	*
6	2.997	676.00	*	*
7	3.503	714.00	*	
8	3.982	*		
9	4.505	*		
10	*			
11	*			
*	*			

PROCEDIMIENTO PARA CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Los resultados de las deflexiones del pavimento son dependientes de las condiciones climáticas y de variaciones ambientales. Con el fin de obtener resultados significativos en la capacidad estructural, las deflexiones y por lo tanto los módulos retrocalculados deben ser ajustados para tener en cuenta efectos de temperatura, ya que esta condición afecta significativamente el comportamiento de las capas del pavimento como la carpeta asfáltica y capas estabilizadas con asfalto las cuales son susceptibles a la temperatura.

A través de los años, se han desarrollado grandes hallazgos en investigaciones de los métodos para medir la temperatura de la mezcla asfáltica y ajustar los resultados de deflexiones por efecto de temperatura, una de estas metodologías se presenta

en el manual determinación de las deflexiones con equipo de impacto M-MMP-4-07-020/17 del instituto mexicano del transporte.

A continuación en la tabla 2, se presentan los métodos recopilados durante la revisión bibliográfica realizada, estos métodos han sido agrupados en dos categorías, aquellos que prefijan la temperatura de referencia y aquellos en que esta puede ser escogida (Suárez, 2013), donde: E_{ref} = módulo del concreto asfáltico a la temperatura de referencia; E_{ca} = módulo del concreto asfáltico retrocalculado; T_{ref} = temperatura de referencia; T_{ca} =temperatura de la capa de concreto asfáltico.

**TABLA 2 CORRECCIÓN DE TEMPERATURA CON DIFERENTES AUTORES; FUENTE: REVISTA CIENCIA, INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA (RCIYT)
| VOL. III | 2017**

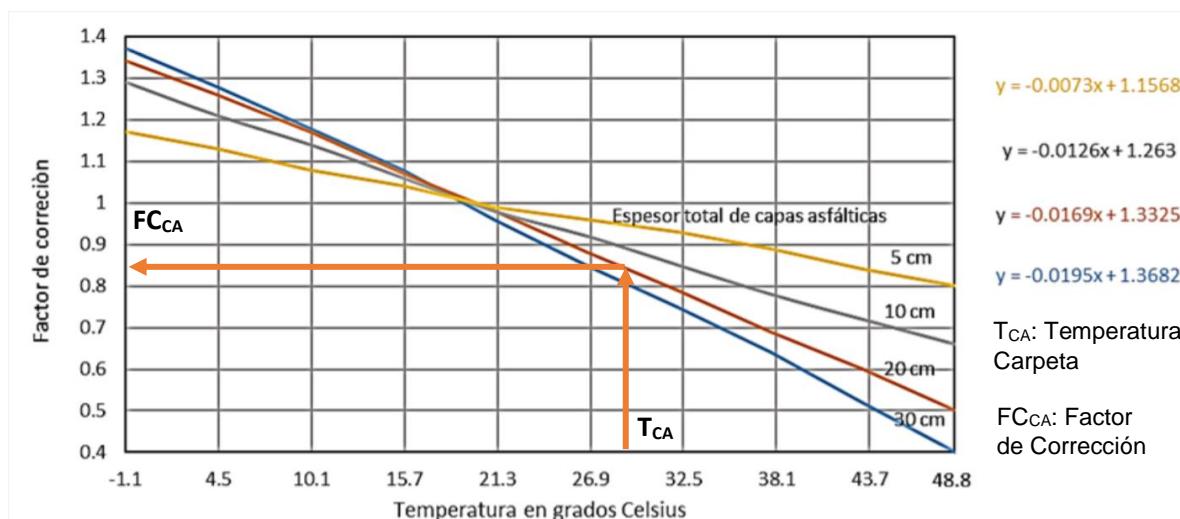
Ref	Autor	Expresión	Observaciones	No
[3]	Ullidtz y Peattie (1982)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 1 - 1.384 \log \left(\frac{T_{ca}}{15} \right)$	Tref= 15°C = 59°F Tca, °C	(1)
[4]	Baltzer y Jansen (1994)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{-0.018(20-T_{ca})}$	Tref= 20°C = 68°F Tca medida a 1/3 espesor capa, °C	(2)
[4]	Kim (1995)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{-0.0275(20-T_{ca})}$	Tref= 20°C = 68°F Tca medida a 1/3 espesor capa, °C	(3)
[1]	Chile	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{-0.02284(20-T_{ca})}$	Tref= 20°C = 68°F Tca, °C	(4)
[9]	Noureldin (2005)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = \frac{1}{1.0000008^{313442-T_{ca}^3}}$	Tref= 20°C = 68°F Tca medida a 1/2 espesor capa, °F	(5)
[10]	Loizos et al (2015)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = e^{-0.06(T_{ca}-20)}$	Tref= 20°C = 68°F Tca, °C	(6)
[9]	Agencia de Autopistas Inglesa (2008)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{0.0003(20-T_{ca})^2 - 0.022(20-T_{ca})}$	Tref= 20°C = 68°F Tca medida a 10cm espesor capa, °C Tca entre 15 y 25°C	(7)
[5]	Johnson y Baus (1992)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{-0.0002175(70^{1.886}-T_{ca}^{1.886})}$	Tref= 21.1°C = 70°F Tca, °F	(8)

[9]	Ali y López (1996)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = e^{-0.03608145 T_{ca} - 0.75771}$	Tref = 21.1°C = 70°F Tca, °C	(9)
[3]	Chang (2002)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{-0.02822(25-T_{ca})}$	Tref = 25°C = 77°F Tca medida a 1/2 espesor capa, °C	(10)
[5]	Alexander Kwasi (2003)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = e^{-0.031(T_{ca}-25)}$	Tref = 25°C = 77°F Tca, °C	(11)
[3]	EVERCALC MICHIPAVE	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{-0.000147362(77^2-T_{ca}^2)}$	Tref = 25°C = 77°F Tca, °F	(12)
[6]	TxDOT	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = \frac{T_{ca}^{2.81}}{185000}$	Tref = 25°C = 77°F Tca, °F	(13)
[7]	Reddy (2003)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = \frac{1 - 0.238 \log(35)}{1 - 0.238 \log(T_{ca})}$	Tref = 35°C = 95°F Tca, °F	(14)
[5]	Ullidtz (1987)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = \frac{1}{3.177 - 1.673 \log T_{ca}}$	Tca > 1 °C	(15)
[8]	Lukanen (2000)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{m(T_{ref}-T_{ca})}$	m = -0.0195 para la huella m = -0.021 parte central del carril Tca a 1/2 espesor capa, °C y Tref, °C	(16)
[4]	Jung (1990)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = e^{-0.072(T_{ref}-T_{ca})}$	Tca y Tref, °C	(17)
[3]	Baltzer y Jansen (1994)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = \frac{1}{1 - 2.2 \log\left(\frac{T_{ca}}{T_{ref}}\right)}$	Tref, °C Tca medida a 1/3 espesor capa, °C	(18)
[3]	Antunes (1993)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = \frac{1.635 - 0.0317 T_{ref}}{1.635 - 0.0317 T_{ca}}$	Tca y Tref, °C	(19)
[3]	Chen (2000)	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = \frac{(1.8 T_{ca} + 32)^{2.4462}}{(1.8 T_{ref} + 32)^{2.4462}}$	Tref, °C Tca medida a 1/2 espesor capa, °C	(20)
[9]	Braun Intertec	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = 10^{-0.01(T_{ref}-T_{ca})}$	Tca y Tref, °F	(21)
[9]	ELMOD	$\frac{E_{ref}}{E_{ca}} = e^{-0.04663(T_{ref}-T_{ca})}$	Tca y Tref, °C	(22)

En México, los valores de deflexión normalizados por esfuerzo son corregidos por temperatura aplicando la normativa vigente de la SCT determinación de las deflexiones con equipo de impacto M-MMP-4-07-020/17. La corrección por temperatura se entenderá entonces, como el cálculo que se realiza para determinar

cuál es el valor de la deflexión a una temperatura de 20° C, cuando fue realizada la prueba a una temperatura diferente. Esto lo entenderemos como Normalización por temperatura y se utiliza el gráfico que se presentan a continuación en la Ilustración 14, el cual sirve para pavimentos flexibles con bases hidráulicas, estabilizadas o tratadas con productos asfálticos y/o cal.

Para emplear este grafico ingresamos en las abscisas con la temperatura de la carpeta asfáltica y con una línea vertical interceptamos el espesor total de las capas asfálticas para obtener el factor de corrección que multiplica a la deflexión normalizada a 700 kPa, con esto obtenemos la deflexión normalizada por temperatura



III. MEDICIÓN DE ESPESORES CON GEORRADAR

El equipo que se utiliza para la obtención del perfil continuo de la estructura del pavimento en este trabajo es el GPR (HI- PAVE) de IDS, por sus siglas en inglés ground penetration radar (ver ilustración 15). Es una técnica no destructiva que consiste en un método de análisis de materiales basado en la transmisión de ondas electromagnéticas.

La normativa que se aplica es la ASTM D 4748-06. "Standard Test Method for Prediction of Asphalt-Bound Pavement Layer Temperatures" y la regulación del equipo es regulación europea 1999/05/EEC Radio Directive.

CONDICIONES DE USO GPR (HI-PAVE).

Altura de la antena: 50 cm con respecto a la superficie de rodamiento.

Velocidad: 80 km/h
Frecuencia: 1000 MHz.
Profundidad de lectura: 100 cm



ILUSTRACIÓN 15 GPR EN FUNCIONAMIENTO; FUENTE: YUTAVE INGENIERIA SA DE CV

METODOLOGÍA DE MEDICIÓN CON GPR.

El sistema utilizado está dedicado para aplicaciones de pavimento en carreteras de asfalto y concreto. La aplicación más común es detectar el espesor de las capas de asfalto y concreto, dentro del primer metro de profundidad.

OBTENCIÓN DE LECTURAS.

Para la obtención de lecturas se utiliza el software K2 FW (ver ilustración 16) instalado en una computadora portátil y está dedicado a la recolección y almacenamiento de los datos que genera el radar.

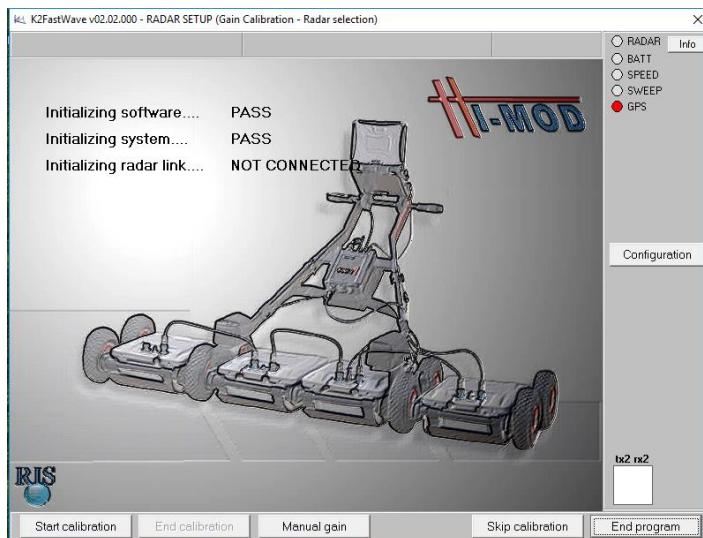


ILUSTRACIÓN 16 SOFTWARE K2 FW; FUENTE: YUTAVE INGENIERIA SA DE CV

En el software k2 FW se selecciona la frecuencia y la distancia en las que se dividen las muestras de los escáneres para su posterior análisis, 1000 MHz y 2000 metros respectivamente. Así mismo, para la recolección de datos se sincroniza el equipo con un sistema GPS para conocer la ubicación real de la localización donde se realizan los trabajos.

Las lecturas se generan de izquierda a derecha y donde se nota que el contenido de la sección de radar cambia línea por línea. Cuando el sistema pasa a través de una posible utilidad o un objetivo de radar de cualquier tipo, aparecerán figuras típicas con forma de hipérbola (ver ilustración 17) con un contraste variable en la dirección de profundidad correspondiente a los impulsos recibidos.

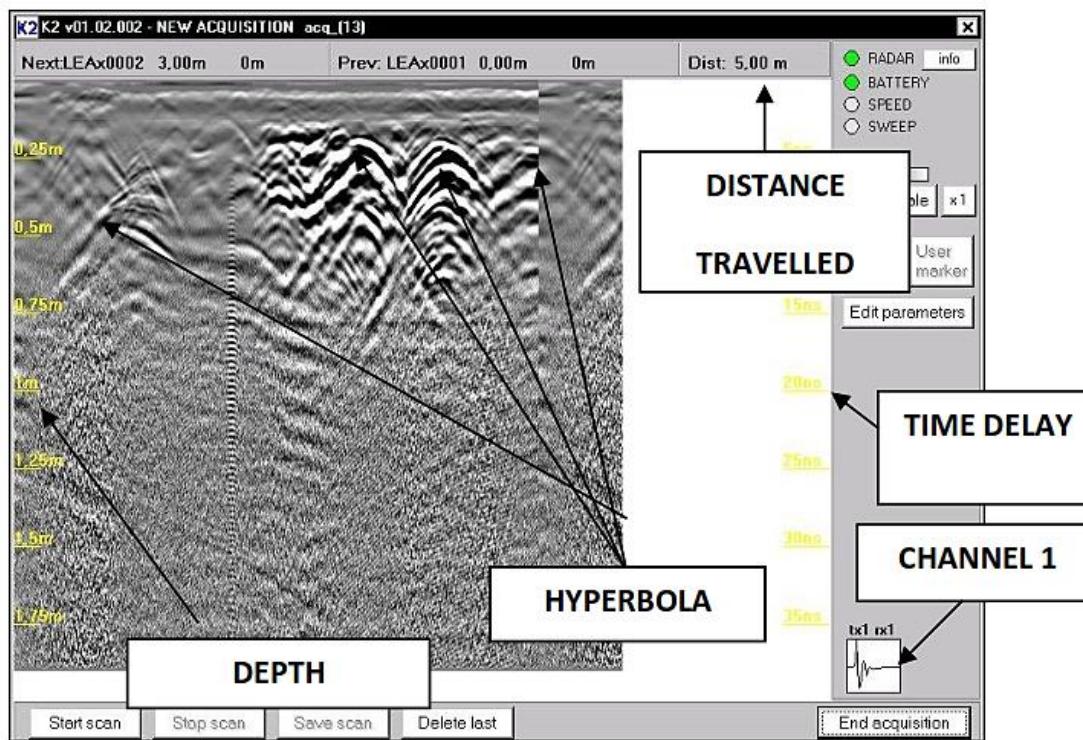


ILUSTRACIÓN 17 SECCIÓN DE RADAR DURANTE LA ADQUISICIÓN DE DATOS; FUENTE: K2 FASTWAVE 2.2 MANUAL DE USUARIO

Se toman las lecturas a lo largo del tramo en un rango de velocidad de 80 a 110 km/h. En este caso en particular se usó una velocidad promedio de 80 km/h.

PROCESAMIENTO DE DATOS.

Posterior a la recolección y almacenamiento de datos, se requiere procesar y analizar la información, para esto, se hace uso del software GRED HD 01.06, en el cual por medio de los escáneres obtenidos se identifica los espesores encontrados (ver ilustración 18).

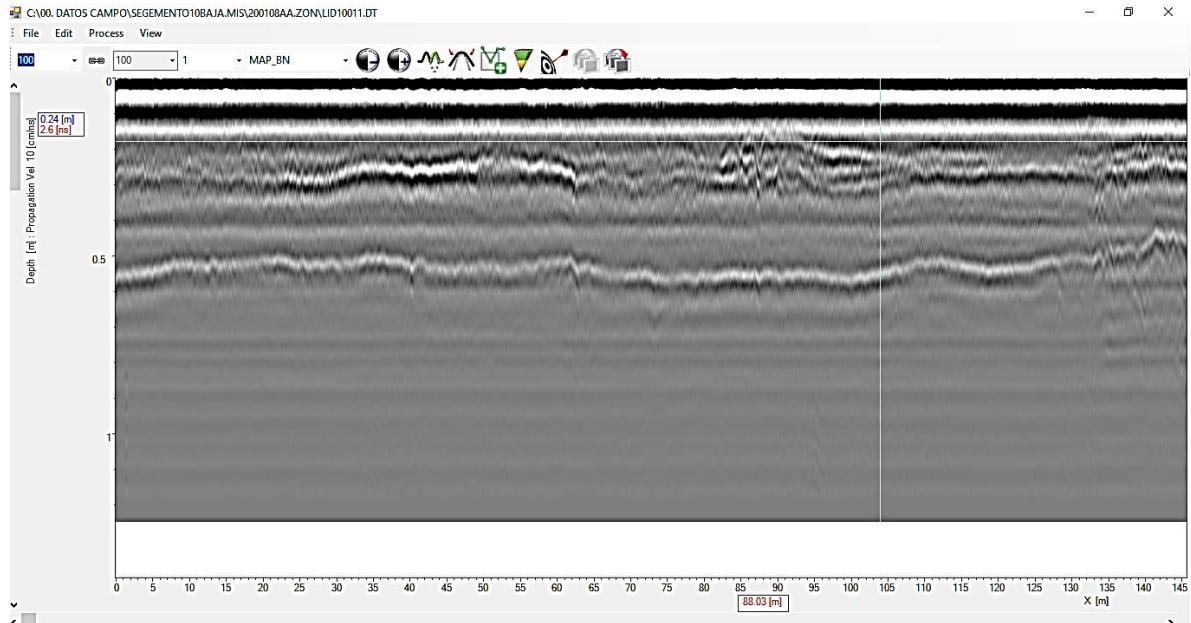


ILUSTRACIÓN 18 PROCESAMIENTO DE DATOS B-SCAN; FUENTE: K2 FASTWAVE 2.2 MANUAL DE USUARIO

Como inicio, se genera un nuevo proyecto que incluye la localización georreferenciada y trayectoria del sitio donde se realizó el estudio.

Después, se analiza cada escáner generado en la adquisición de datos (ver ilustración 19).

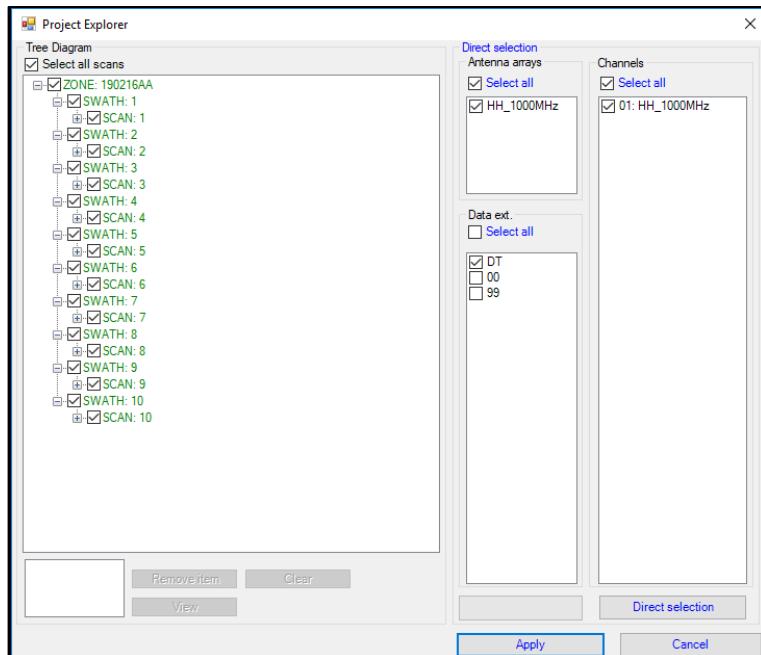


ILUSTRACIÓN 19 LISTA DE ESCÁNERES: FUENTE ELABORACIÓN PROPIA / YUTAVE INGENIERIA SA DE CV

Donde por cada escáner, el software a través de logaritmos identifica la superficie y los cambios de frecuencias, se traza la trayectoria longitudinal de la capa para posteriormente exportar la información a excel (ver ilustración 20) y conocer las profundidades de los espesores.

X [m]	Altitude [m]	Latitude	Longitude	LAYER-1: Depth [m]	LAYER-2: Depth [m]
2398.25	2246.75	19° 44' 54.91"	99° 1' 28.137"		
2418.25	2246.74	19° 44' 54.41"	99° 1' 28.769"	0.261	0.566
2438.25	2246.73	19° 44' 53.91"	99° 1' 29.373"	0.276	0.568
2458.25	2246.73	19° 44' 53.41"	99° 1' 29.978"	0.272	0.568
2478.25	2246.73	19° 44' 52.91"	99° 1' 30.609"	0.257	0.564
2498.25	2246.69	19° 44' 52.40"	99° 1' 31.213"	0.275	0.568
2518.25	2246.66	19° 44' 51.90"	99° 1' 31.818"	0.271	0.568
2538.25	2246.61	19° 44' 51.39"	99° 1' 32.449"	0.268	0.566
2558.25	2246.56	19° 44' 50.89"	99° 1' 33.054"	0.292	0.571
2578.25	2246.52	19° 44' 50.39"	99° 1' 33.685"	0.271	0.566
2598.25	2246.48	19° 44' 49.89"	99° 1' 34.290"	0.269	0.566
2618.25	2246.41	19° 44' 49.39"	99° 1' 34.894"	0.275	0.567
2638.25	2246.37	19° 44' 48.89"	99° 1' 35.498"	0.295	0.57
2658.25	2246.32	19° 44' 48.38"	99° 1' 36.130"	0.266	0.566
2678.25	2246.29	19° 44' 47.88"	99° 1' 36.734"	0.289	0.57

ILUSTRACIÓN 20 EJEMPLO DE DATOS DE GPR EXPORTADOS A EXCEL; FUENTE: ELABORACION PROPIA / YUTAVE INGENIERIA SA DE CV

Para el tramo en estudio se pudo conocer un panorama general de la composición de la estructura del pavimento, en la que a través de los escáneres se observó la presencia de 3 capas principales en ambos carriles, la capa 1 correspondiente a la carpeta asfáltica existente, la capa 2 a base hidráulica y la capa 3 a la terracería.

De igual manera, se realizaron sondeos en los laterales del camino y se extrajeron núcleos al centro de los carriles para compararlos con los espesores obtenidos con el GPR. Los espesores del GPR se obtuvieron con la intersección aproximadamente a cada 100 metros de la longitud total del tramo en estudio.

IV. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO DE DISEÑO

El tránsito vehicular es la solicitud principal y directa a la que una estructura de pavimento está sometida, además los cambios climáticos, intemperismo y meteorización, el paso repetido de los vehículos es principalmente por lo que los pavimentos sufren deterioros que van mermando su capacidad y funcionabilidad

Para la caracterización del tránsito vehicular en México comúnmente se utiliza transformar numericamente el volumen y características del tránsito real en un cierto número de ejes sencillos duales de 8.2 t para el período de diseño, lo cual habitualmente se conoce como ejes equivalentes o ESAL (Equivalent Simple Axial Load), siempre y cuando se logre estar de acuerdo con los factores de equivalencia

a utilizar, ya que entre otras cosas, dependerán de cómo se defina esa equivalencia los factores serán diferentes en términos de agrietamiento por fatiga o en términos de magnitud de roderas (ver ilustración 21).

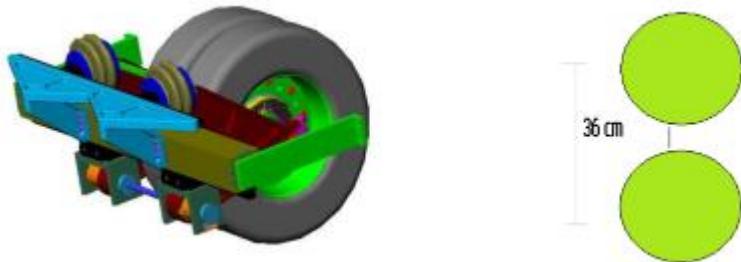


ILUSTRACIÓN 21 CONFIGURACIÓN DE UN EJE SENCILLO DUAL DE 8.2 TON; FUENTE: ESPECTROS DE CARGA Y DAÑO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS

En la actualidad se ha propuesto caracterizar el tránsito de forma más apegada a la realidad y se ha propuesto trabajar directamente con las configuraciones vehiculares y su correspondiente distribución de cargas por eje, a través del concepto de espectro de carga para darle a los diseños un enfoque mecánico (ver ilustración 22).

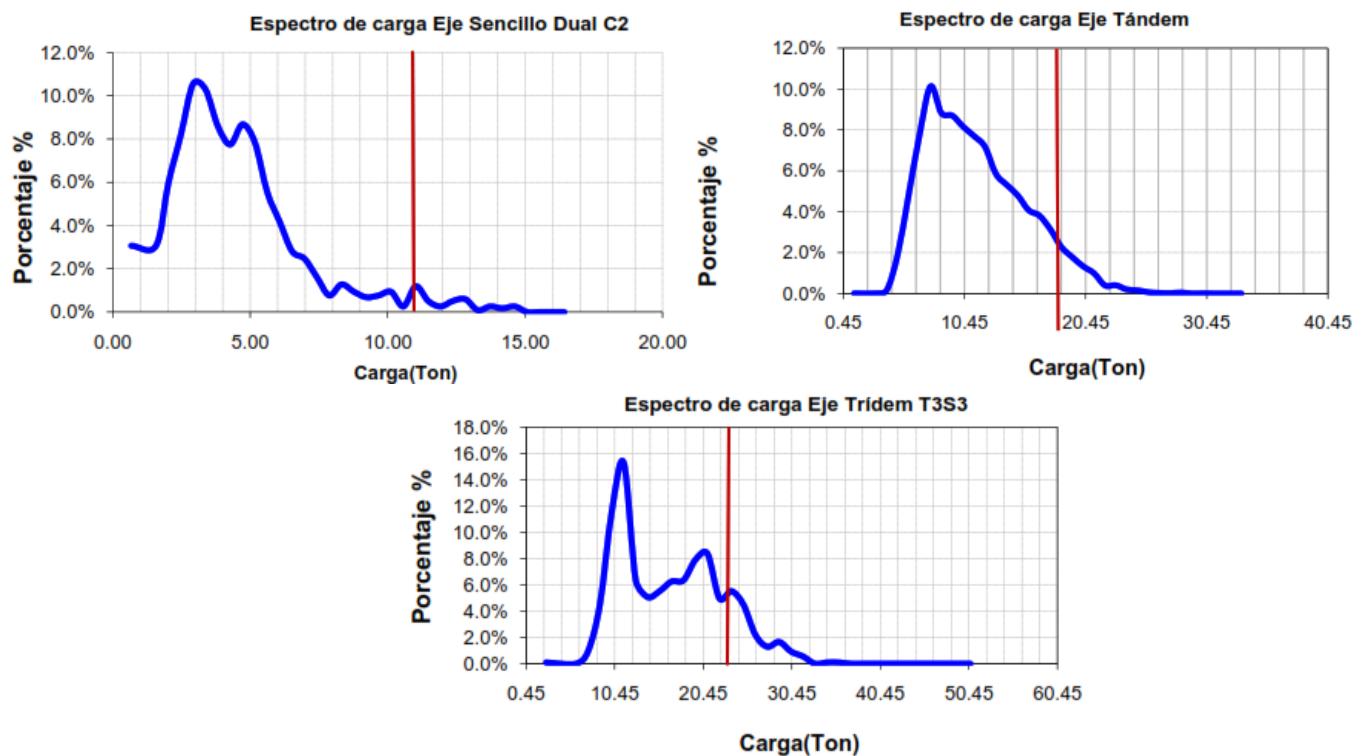
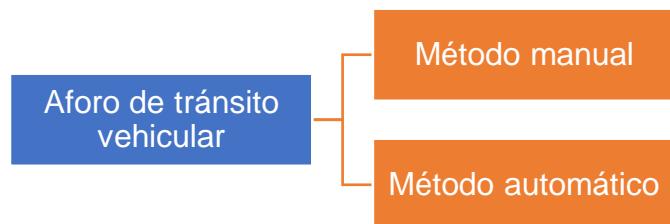


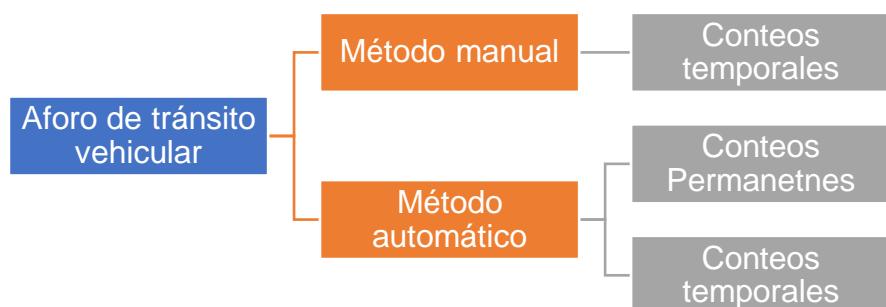
ILUSTRACIÓN 22 ESPECTROS DE CARGA EN LA CARRETERA LIBRE GÓMEZ PALACIO – JIMÉNEZ (2005); FUENTE: ESPECTROS DE CARGA Y DAÑO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS

El conocimiento permanente y oportuno del uso de una carretera, ya sea para la red básica, la red secundaria, o corredores carreteros incluso para vialidades urbanas es básico para el análisis y la toma de decisiones sobre la misma y esto tiene que ver invariablemente con el proyecto para la construcción de esta infraestructura. En cuestiones de la red vial que administra y supervisa la SCT esta misma, incluye entre sus actividades la operación de un sistema de conteo vehicular de las carreteras del país, que permite conocer anualmente los volúmenes vehiculares, clasificación y velocidades del tránsito que circula por la red de carreteras nacional.

Los datos del flujo de tránsito es un insumo básico en la planeación, proyecto, mantenimiento, gestión, evaluación económica, evaluación ambiental y administración de la infraestructura vial. Para conocer el comportamiento del flujo de tránsito (aforo de tránsito vehicular) en los trabajos de monitoreo de una red de carreteras existen dos métodos generales de conteo utilizados para la recopilación de datos:



Dependiendo de la magnitud del estudio, la precisión requerida de los datos y la asignación de recursos para este estudio, se realizan dos tipos de conteos del flujo de tránsito para cada uno de los métodos, dado que los conteos manuales son realizados por personal técnico, se torna muy complicado realizar conteos manuales de forma permanente, por eso no se considera para fines prácticos.



MÉTODO DE CONTEO MANUAL

El conteo manual es un método para obtener atributos del flujo de tránsito a través de personal que realiza el conteo vehicular de forma visual. Este método se emplea por lo general en conteos especiales de pocas horas de duración y para comprobar la exactitud de los conteos automáticos, esta actividad se lleva a cabo cuando la información deseada no puede ser obtenida mediante el uso de dispositivos automáticos o cuando las condiciones ambientales hacen imposible su empleo.

El método manual de conteo de flujo de tránsito permite clasificar a los vehículos por: tamaño, tipo, número de ocupantes, carril de circulación, dirección de circulación, entre otras propiedades muy diversas. Sin embargo, el método manual tiene desventajas como costo de empleo a personal de campo por tiempos prolongados, costo de procesamiento de información, tiempo de captura a formatos digitales y limitaciones por factores humanos.

La mecánica de este método es simple; consiste en que el personal registre y almacene la información del flujo de tránsito en un formulario especial (previamente establecido con la clasificación vehicular correspondiente). Este formulario puede ser en papel (hoja de conteo) o una tableta electrónica que cuente con una aplicación para la captura de datos, para así minimizar errores de procesamiento. (Manual para obtener los Volúmenes de tránsito en una carretera) (SCT, 2016)

MÉTODO DE CONTEO AUTOMÁTICO

El método de conteo automático se refiere al procedimiento de recopilación de datos, con un equipo automático diseñado para registrar continuamente los componentes del flujo de tránsito en un tiempo establecido, el cual puede ser: minutos, horas, días, semanas, meses o años.

Los atributos del flujo de tránsito son registrados por medio de sensores (también llamados detectores) que transmiten la información a un equipo registrador (generalmente ubicado a un lado del camino), para su almacenamiento y procesamiento. El dispositivo registrador, puede transmitir en tiempo real los datos de la información recolectada a centrales de conteo para su análisis en gabinete, mediante la ayuda de aditamentos de comunicación. (Manual para obtener los Volúmenes de tránsito en una carretera) (SCT, 2016)

CONTEO PERMANENTE DE FLUJO DE TRÁNSITO

Estos conteos registran información del flujo de tránsito permanentemente. Los lugares donde se ubican los dispositivos de conteo son llamados estaciones de conteo permanente, o estaciones maestras. Estas estaciones se colocan en lugares estratégicos a lo largo de toda la red de carreteras (fедерales и естатаles) con el fin de representar los patrones de comportamiento del flujo de tránsito en una zona, región, grupo o conglomerado de caminos con características similares.

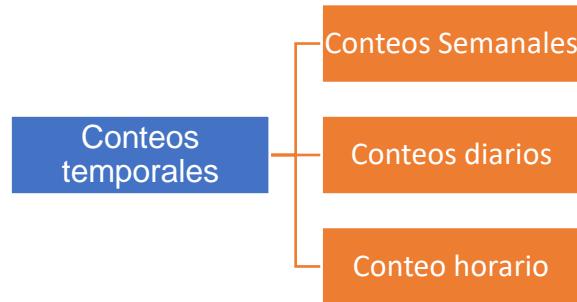
Los datos de las estaciones maestras se emplean para determinar los factores de ajuste necesarios para estimar parámetros del flujo de tránsito a partir de conteos temporales. Cabe señalar que este tipo de estaciones son una parte importante del programa de monitoreo realizado anualmente.

Para la instalación de las estaciones maestras, se debe partir del análisis del programa temporal, la necesidad de información y control de tramos específicos de carretera. Se deben definir las zonas donde se presente el mismo comportamiento de flujo vehicular, tomando como base los datos existentes y las actividades que se desarrollan en ellas. La ubicación precisa de las estaciones se determina por el o los puntos que mejor correlacionen con el resto de las mismas. (Manual para obtener los Volúmenes de tránsito en una carretera) (SCT, 2016)

CONTEO TEMPORAL DEL FLUJO DE TRÁNSITO.

Para obtener el comportamiento del flujo de tránsito en una red de carreteras es necesaria la obtención continua de datos. Sin embargo, la recolección de estos datos sobre todas las carreteras que comprenden la red, resulta poco factible debido a la gran cantidad de recursos necesarios para realizar esta tarea.

Se puede llevar a cabo una estimación razonable a través de conteos temporales y factores de ajuste, calculados a partir de las estaciones maestras. Dentro de los conteos temporales se recomienda el semanal, debido a que los viajes recreacionales, de trabajo y carga, están distribuidos con comportamientos diferentes, siguiendo patrones estacionales a lo largo de ese periodo; adicionalmente se tienen conteos de tipo especial como son los diarios y los horarios.



A continuación, se describen con mayor detenimiento los conteos mencionados:

Conteos Semanales: registra el comportamiento del flujo de tránsito durante 7 días continuos. Su función principal es calcular el Tránsito Diario Promedio Semanal (TDPS) para un punto en carretera. Al sitio donde se realiza este conteo se le conoce como estación semanal.

Conteos diarios: registra el comportamiento del flujo durante al menos 24 horas. En algunos casos este conteo puede llevarse a cabo por varios días, con el fin de calcular un Tránsito Diario Promedio (TDP) de un punto localizado en carretera.

Conteo horario: este conteo se encarga de registrar el comportamiento horario de punto específico; por lo general la duración de este registro es menor a 24 horas, aunque en ocasiones puede excederlas. Sus resultados son empleados para conocer el Tránsito Horario (TH) de un punto localizado en carretera.

Estos tipos de conteos cumplen la función de dar cobertura a los programas de monitoreo del flujo de tránsito, de tal manera, que se logren incluir todos los tramos de la red nacional de carreteras, tanto estatales como federales. Los dispositivos de conteo de las estaciones semanales se localizan en puntos específicos del tramo carretero. Este punto representa las características del segmento de carretera, considerado homogéneo respecto al volumen y clasificación de vehículos. La longitud para un segmento varía según la uniformidad del flujo de tránsito en el tramo, y la significancia del flujo de salida y entrada en las diferentes intersecciones.

La ubicación de las estaciones de conteo deberá encontrarse a suficiente distancia de puntos de conflicto vehicular (entrópique, poblados, ciudades, etc.) para que la recepción de movimiento no sea alterada por movimientos locales, o deben colocarse las estaciones necesarias para diferenciar el volumen de una zona específica a la de una rural. (Manual para obtener los Volúmenes de tránsito en una carretera) (SCT, 2016)

V. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS

Un pavimento es un sistema de transferencia de carga de los vehículos o los factores de carga a un terreno natural, formado por el conjunto de capas de materiales diversos destinados a distribuir y retransmitir las cargas aplicadas por el tránsito a un terreno natural. Los pavimentos se pueden clasificar en dos tipos principalmente por su resistencia que presentan a la flexión. Pavimentos Flexibles (asfálticos) y pavimentos rígidos (Hidráulicos). (Zapata, 2017)

Los pavimentos flexibles son una estructura formada por una superficie de rodamiento, una carpeta de pavimento asfáltico, y un numero finito de capas hidráulicas con propiedades y propósitos diferentes dependiendo el grado de exposición a la abrasión del tránsito (ver ilustración 23).



ILUSTRACIÓN 23 ESTRUCTURA COMÚN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE; FUENTE INTERNET

Pavimentos rígidos, son una estructura formada por materiales hidráulicos protegidos por una losa de concreto hidráulico, la cual va dar una alta resistencia a la flexión y una mayor distribución de los esfuerzos a las capas que subyacen al pavimento y por ende al terreno natural.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.

La magnitud y forma de los desplazamientos verticales registrados en las pruebas de deflexión, se encuentran fuertemente asociados con las características de resistencia y rigidez de las capas y de sus espesores.

Las deflexiones medidas cerca del plato de carga se han asociado con la rigidez relativa de las capas superiores del pavimento (Shahin, 2005) y (Goktepe, 2005); así mismo, las deflexiones en la parte media de la cuenca reflejan la rigidez relativa de las capas intermedias, mientras que las deflexiones más alejadas del eje de carga se han relacionado con la rigidez de las capas inferiores (Gopalakrishnan, 2010).

INDICADORES DERIVADOS DE LAS PRUEBAS DE DEFLEXIÓN

Deflexión máxima (D_{\max}). La deflexión registrada en el sensor ubicado en el sitio de aplicación de la carga corresponde al valor de D_{\max} ; describe cómo se comporta globalmente el pavimento ante una carga, pero no necesariamente refleja la resistencia individual de alguna de las capas. Bajo el mismo nivel de carga, los sistemas de pavimento débiles tendrán mayor D_{\max} que aquellos sistemas fuertes.

El área normalizada de la cuenca (AN). Para la obtención de AN, se divide la deflexión registrada en cada sensor por la D_{\max} o D_0 en un arreglo de tres trapecios. Hoffman y Thompson (1982) propusieron la ecuación 1 para el cálculo del área normalizada cuando se utilizan 4 sensores separados a distancias constantes de 0.3m, con lo cual se evalúa la cuenca hasta una distancia de 0.9 m desde el eje de carga donde D_0 es la deflexión al centro del plato de carga $D_{0.3}$, $D_{0.6}$ y $D_{0.9}$. Son las deflexiones medidas a 0.3, 0.6 y 0.9 m respectivamente del plato de carga dadas en milímetros.

ECUACIÓN 1 TEORÍA DE HOFFMAN Y THOMPSON (1982)

$$AN = \frac{150(D_0 + 2D_{0.3} + 2D_{0.6} + D_{0.9})}{D_0}$$

Índice Estructural (le) (Orozco, 2005) propone determinar este índice adimensional, como la relación entre D_{\max} [mm] y la distancia horizontal desde el eje de carga hasta el punto de inflexión (p_i) [mm] que exhibe la curva de deflexiones, según se ilustra en la ilustración 24.

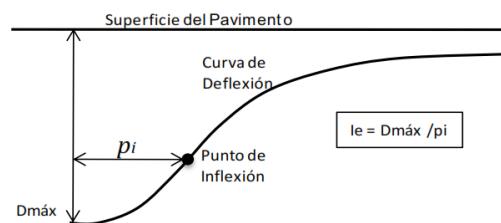


ILUSTRACIÓN 24 PUNTO DE INFLEXIÓN DE LA CUENCA NORMALIZADA; FUENTE: ANÁLISIS DE ÍNDICES DERIVADOS DE PRUEBAS DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO GLORIA BELTRÁN ET AL (2012)

Factores de forma (BLI, MLI, LLI) (Horak E., 1988) planteó dividir las cuencas de deflexión en las tres zonas ilustradas en la ilustración 25.

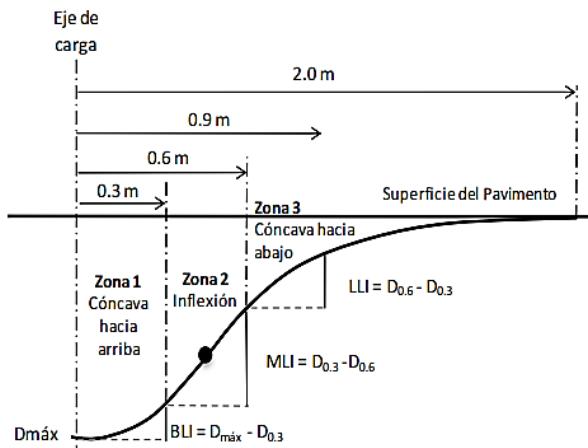


ILUSTRACIÓN 25 ZONAS DE LA CUENCA DE DEFLEXIÓN; FUENTE: ANÁLISIS DE ÍNDICES DERIVADOS DE PRUEBAS DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO GLORIA BELTRÁN ET AL (2012)

El índice de forma F2 ($F2 = (D_{0.3} - D_{0.9}) / D_{0.3}$), evalúa la rigidez relativa de las capas granulares.

La relación de deflexión RD refleja la capacidad de las capas superiores respecto a la capacidad estructural total ($RD = D_{0.3} / D_{máx}$).

El módulo de rigidez dinámico MRD, por su parte ($MRD = Q / D_{máx}$); evalúa la resistencia global de la estructura en función de la carga aplicada, Q [kN]; bajo el mismo nivel de carga, los valores más altos reflejan mayores resistencias. (Zárate, 2011)

Determinación de las zonas homogéneas ZH, con la deflexión máxima se determinan las ZH adoptando la metodología propuesta por el Aashto 93, conforme al apéndice j de la guía de diseño estructural de pavimentos.

La Metodología se basa en los siguientes pasos:

Se realiza una hoja de cálculo donde la primera columna denotará el cadenamiento del ensayo correspondiente.

X1, X2, X3, ..., Xn

Siendo:

X1: El kilómetro en el que se realizó la deflexión 1

Xn: El kilómetro en el que se realizó la deflexión n

La segunda columna denotará la deflexión máxima normalizada, es decir la deflexión normalizada al centro del plato de carga.

La tercera columna denominada distancia del intervalo muestra la distancia entre las pruebas de deflexión de la columna 1, longitud expresada en metros.

$$\Delta X_1 = 0$$

$$\Delta X_2 = X_2 - X_1$$

$$\Delta X_n = X_n - X_{n-1}$$

La cuarta columna establecerá la distancia acumulada entre las pruebas de deflexión de la columna 3, longitud expresada en metros.

$$\sum \Delta X_1 = 0$$

$$\sum \Delta X_2 = \Delta X_2 + \Delta X_1$$

$$\sum \Delta X_3 = \Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3$$

$$\sum \Delta X_n = \Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3 + \dots + \Delta X_{n-1} + \Delta X_n$$

La quinta columna expresa el promedio de las deflexiones por intervalo, de la siguiente forma.

$$\bar{R}_1 = R_1$$

$$\bar{R}_2 = (R_1 + R_2) / 2$$

$$\bar{R}_n = (R_{n-1} + R_n) / 2$$

La columna sexta denomina el área del intervalo, se determina mediante la expresión siguiente.

$$A_1 = 0$$

$$A_2 = (\Delta X_2) * (\bar{R}_2)$$

$$A_n = (\Delta X_n) * (\bar{R}_n)$$

La columna séptima denomina el área acumulativa y se determina mediante la siguiente expresión.

$$\sum \Delta A_1 = 0$$

$$\sum \Delta A_2 = \Delta A_2 + \Delta A_1$$

$$\sum \Delta A_3 = \Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3$$

$$\sum \Delta A_n = \Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3 + \dots + \Delta A_{n-1} + \Delta A_n$$

Se determina el factor de diferencia mediante la siguiente formula.

$$F = \text{Área Acumulativa} / \text{Distancia Acumulativa}$$

$$F = \sum \Delta A_n / \sum \Delta X_n$$

La columna octava determina la diferencia acumulada a través de la siguiente expresión.

$$Zx_1 = 0$$

$$Zx_2 = \sum \Delta A_2 - (F * \sum \Delta A_2)$$

$$Zx_n = \sum \Delta A_n - (F * \sum \Delta A_n)$$

A este valor también se le puede llamar valor Zx

Se realiza una grafico Zx VS abscisa el cual ayuda a la visualización de las secciones homogéneas. En teoría cada vez que el grafico cambie de pendiente, esta determinará una nueva sección homogénea, se deberá tener en cuenta que las secciones muy pequeñas son antieconómicas para un tratamiento de rehabilitación.

VI. CÁLCULO DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD.

En ingeniería aplicada existen diferentes métodos para conocer la capacidad estructural, basados en métodos empíricos, inteligencia artificial con redes neuronales, elemento finito, pero en este trabajo se hablará de una técnica que habitualmente es llevada a cabo en la evaluación de la capacidad estructural de pavimentos flexibles, esta es: la predicción de los módulos de las capas del pavimento y conocer su capacidad estructural con la cual obtenemos (entre otras cosas) la vida remanente y el espesor de refuerzo para alcanzar un horizonte de proyecto con el programa Elmod.

En esta técnica se realiza un retrocálculo para obtener los módulos de todas las capas usando el cuenco de deflexiones medido con el deflectómetro de impacto, se determina la capacidad estructural global del pavimento a partir del módulo de la subrasante y la deflexión máxima medida al centro de carga del plato del deflectómetro. Aunque actualmente se han desarrollado técnicas que utilizan información adicional del cuenco de deflexiones, en esta técnica, las deflexiones medidas, o el módulo de las capas calculadas, deben ser ajustadas a un tipo particular de sistema o acción de carga y a condiciones ambientales normalizadas para su uso en el estudio de pavimentos según el país o región donde se realice el estudio. (Suárez, 2013)

Los factores relacionados con el sistema de carga son la frecuencia y nivel de la carga aplicada con FWD. El factor ambiental más importante que afecta la

superficie de pavimentos flexibles, es la temperatura de la capa asfáltica, influyendo en su módulo, así como la humedad de las capas granulares y materiales susceptibles a la humedad. En materiales no ligados, las propiedades de resistencia se ven afectadas, principalmente, por variaciones en el nivel de carga y el contenido de humedad, sin embargo, en México y particularmente en la SCT aún no se dispone de un criterio que determine el orden y rango para normalizar estos cambios por humedad en las capas durante las diferentes estaciones del año.

El Ajuste de los módulos obtenidos por retrocálculo es imperativo para la implementación de los métodos de diseño de rehabilitación presentados en la guía de diseño de pavimentos mecanística - empírica (MEPDG) AASHTO 2008, así como en el tradicional método AASHTO 1993 o el método del Elmod que basa sus algoritmos en el proceso propuesto por el Instituto del Asfalto, radio de curvatura y el ajuste del cuenco de deflexiones. (Suárez, 2013)

En la práctica tradicional, el problema de retrocálculo de módulos se reduce a un principio básico de acción (carga aplicada) – reacción (respuesta de deflexiones del pavimento), ambos relacionados mediante alguna ley o modelo convencional de respuesta del pavimento.

Una vez obtenidos los datos de la deflexión, éstos se procesan por medio de una técnica analítica conocida como retrocálculo para definir el módulo elástico equivalente de capas de pavimento que corresponde a una carga aplicada y a unas deflexiones inducidas. El análisis se puede desarrollar a partir de métodos iterativos, búsqueda en bases de datos, ecuaciones simultáneas, etc.; en este apartado se aplica análisis por métodos iterativos (ver ecuación 2).

ECUACIÓN 2 VARIABLES EN LAS DEFLEXIONES

Deflexiones = f (carga, espesores, materiales, módulos)

Se asume la hipótesis de que existe una combinación de módulos de capa que generan unas respuestas de deflexión teóricas muy aproximadas a las medidas con deflectómetro; la complejidad de los análisis aumenta con la cantidad de capas del pavimento. Para realizar los estimativos de manera eficiente, tradicionalmente se utilizan programas de cómputo con la secuencia ilustrada en la ilustración 26, acoplados con un proceso iterativo de ensayo y error.

Este procedimiento de análisis involucra la suposición de los valores de módulo elástico para una estructura de pavimento por capas, mediante el cálculo de la deflexión en la superficie a diferentes distancias radiales del punto de aplicación de la carga. Una vez obtenidas las deflexiones calculadas, se comparan con las

deflexiones medidas; así, el proceso se repite cambiando el módulo elástico de las capas en cada iteración, hasta que la diferencia entre las deflexiones medidas y las calculadas se encuentren dentro de las tolerancias especificadas, o cuando se haya alcanzado el máximo número de iteraciones (ver ilustración 26). Alternativamente, el procedimiento de análisis puede involucrar investigaciones a bases de datos de cuencas de deflexión pre-calculadas a partir de módulos de capa y espesores conocidos, hasta que la cuenca se aproxime lo suficiente a la de deflexiones medidas.



ILUSTRACIÓN 26 OBTENCIÓN DE MÓDULOS CON EL PROGRAMA ELMOD FUENTE: BELTRÁN (2012)

Es importante destacar que el módulo de capa calculado con este procedimiento es una condición específica de carga y para las condiciones ambientales en el momento de hacer las mediciones. Para que ese módulo se pueda utilizar en evaluación de pavimentos y diseño de sobrecapas, es necesario hacer ajustes por temperatura, época del año y carga de diseño.

Las consideraciones implícitas utilizadas en la solución se basan en la existencia de un arreglo representativo de módulos de capa para las condiciones particulares de carga (magnitud y área) y de temperatura, de tal manera que la cuenca de deflexiones calculada (mediante la teoría elástica multicapa cuasiestática, y suponiendo características estáticas en el equipo de pruebas no destructivas) se aproxima en gran medida a la cuenca de deflexiones medida. (Alfonso Pérez Salazar, 2004)

En este trabajo se utilizan los principios de espesor equivalente (MET) y multicapa elástica (MLET) desarrollado por Nils Odemark en 1949, el cual es un modelo simplificado que permite calcular la respuesta tensodeformacional en un sistema multicapa elástico, mediante la transformación de dicho sistema en un semiespacio homogéneo y lineal equivalente, con un módulo elástico único. La ventaja de dicha transformación es que las tensiones, deformaciones y desplazamientos en este caso se pueden obtener a partir de las ecuaciones relativamente sencillas.

El método de los espesores equivalentes de Odemark se basa en la hipótesis de que las tensiones y deformaciones que se producen bajo una capa dependen únicamente de la rigidez de dicha capa la cual es proporcional a la ecuación 3

ECUACIÓN 3 EQUIVALENCIA DE ODEMARK

$$\frac{h^3 \cdot E}{1 - \nu^2}$$

Donde

h_i : el espesor de la capa i

E_i : el módulo de la capa i

ν_i : es el módulo de poisson de la capa i

De este modo, si varían el espesor h, el módulo elástico E o el coeficiente de Poisson de una capa, de tal forma que su rigidez global se mantenga constante, las tensiones y deformaciones bajo dicha capa permanecerán aproximadamente invariables (ver ecuación 4). Por ejemplo, la transformación que se muestra en la siguiente figura no tendría influencia, a efectos de cálculo de las tensiones y deformaciones en la capa 2, si se cumple que (ver ilustración 27):

ECUACIÓN 4 EQUIVALENCIA DE ODEMARK II

$$\frac{h_1^3 \cdot E_1}{1 - \nu_1^2} = \frac{h_{e,1}^3 \cdot E_2}{1 - \nu_2^2} \Rightarrow h_{e,1} = h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{1 - \nu_2^2}{1 - \nu_1^2}}$$

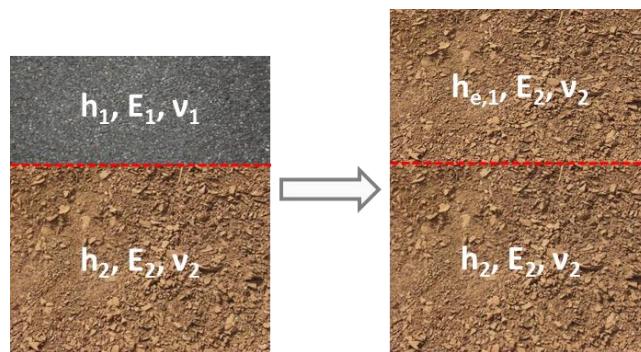


ILUSTRACIÓN 27 'ESPESOR EQUIVALENTE' DE LA CAPA 1 RESPECTO A LA CAPA 2; FUENTE: INTERNET

El sistema equivalente de la parte derecha de la figura no es más que un semiespacio infinito para el que son aplicables las ecuaciones de Boussinesq y las derivadas a partir de ellas para cargas distribuidas (ecuaciones de Foster y Ahlvin), pero únicamente para calcular tensiones, deformaciones de desplazamientos por debajo de la interfaz. (Gutiérrez, 2018)

RMS

El RMS, es una medida estadística del ajuste que se obtiene al comparar las curvas de deflexión medida en campo por medio del FWD y la deflexión calculada durante el análisis. Errores con valores cercanos a cero (0) indican que existe un muy buen ajuste entre las curvas comparadas, por lo que consecuentemente habrá una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos, sin embargo, la teoría y la experiencia indican que es relativamente difícil conseguir un RMS igual a cero, por lo cual un valor menor o igual a 5% indica que los resultados son satisfactorios". (Corrales, 2015)

El valor de la media cuadrática o RMS que se muestra en la ecuación 5, se emplea para calcular las diferencias entre las deflexiones medidas y calculadas, con el cual se puede medir la confiabilidad de los resultados obtenidos. Un valor de RMS deseable es menor del 5% sin embargo, es sumamente importante el criterio para definir los límites de aceptación.

ECUACIÓN 5 CALCULO DE RMS (%)

$$RMS(\%) = 100 \cdot \sqrt{\frac{1}{n_d} \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_{ci} - d_{mi}}{d_{mi}} \right)^2}$$

Donde:

d_{ci} deflexión calculada a la distancia del geófono i
 d_{mi} deflexión medida a con el geófono i
 n número de geófonos
 n_d número de total de geófonos

En realidad, lo anterior depende de la tolerancia que se permita en el procedimiento y en la relación entre el número de capas evaluadas y el número de geófonos que estén activos durante la medición de deflexión; varias combinaciones de módulo pueden causar que las dos cuencas se ajusten (o estén dentro de tolerancia) en forma razonable. Es necesario aplicar juicios ingenieriles para evaluar estas alternativas de solución, y seleccionar la combinación más aplicable o eliminar soluciones irracionales, o ambas (ver ilustración 28).

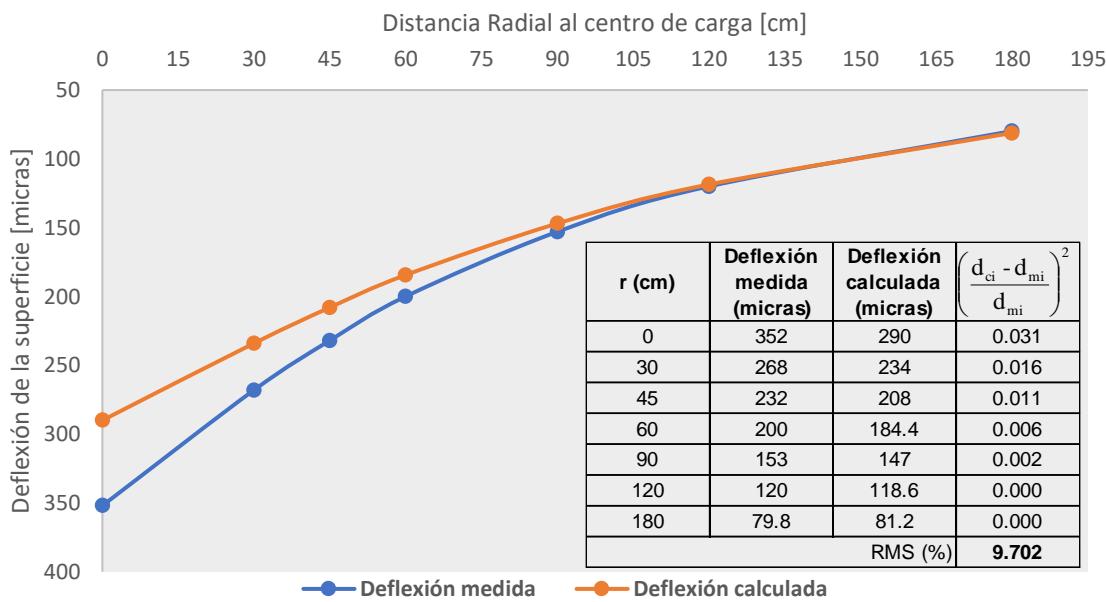


ILUSTRACIÓN 28 EJEMPLO DE DEFLEXIONES MEDIDAS Y CALCULADAS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

MÓDULO SUPERFICIAL

El módulo superficial obtenido de la respuesta de un pavimento a la aplicación de una carga representa la rigidez equivalente o la rigidez aparente del pavimento. Se puede utilizar para evaluar la calidad de los datos obtenidos de deflexiones del pavimento al momento de realizar las mediciones o bien denotar una idea de la complejidad de la estructura como la que se está trabajando. “al graficar los módulos superficiales contra la ubicación de los geófonos se puede obtener información muy importante para realizar la modelación de la estructura”. (Molenaar, 2009)

Realizar este análisis permite obtener mucha información sobre las características del pavimento analizado, principalmente identificar la no linealidad de la subsanante de la estructura del pavimento y ayuda a detectar capas rígidas a poca profundidad siendo esto último muy importante al momento de realizar el retrocálculo.

En la ilustración 29, se observa la variación de los módulos superficiales a partir de las deflexiones por geófono. En esta imagen existen dos curvas: una en azul que representa los módulos superficiales calculados a partir de las deflexiones medidas y otra en rojo que representa los módulos superficiales calculados a partir de las deflexiones calculadas, las cuales son calculadas a partir de los módulos propuestos en el retrocálculo. Al igual que la ilustración 28 esta se puede utilizar para determinar si el ajuste de los módulos retrocalculados es bueno, haciendo el

retrocálculo se busca minimizar las diferencias en las series y tratar de hacerlas coincidir.

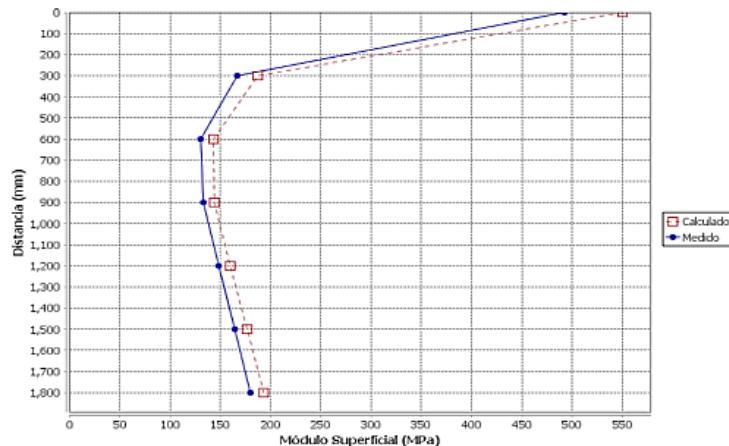


ILUSTRACIÓN 29 EJEMPLO DE MÓDULO SUPERFICIAL DE DEFLEXIONES MEDIDAS Y CALCULADAS; FUENTE: TESIS “HERRAMIENTA DE CÁLCULO PARA RETROCALCULO DE MÓDULOS Y DISEÑO DE SOBRECAPAS ASFÁLTICAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES”

Para calcular el módulo superficial bajo el punto de aplicación de la carga se utiliza la ecuación 6 y para calcular el módulo superficial en posiciones diferentes al punto de aplicación se puede utilizar la ecuación 7.

ECUACIÓN 6 CALCULO DE MÓDULO SUPERFICIAL EN EL PUNTO DE APLICACIÓN DE CARGA

$$E_0 = \frac{2P(1 - \mu^2)}{\pi ad_0}$$

Donde:

E_0 = Módulo superficial bajo la carga.

P = Carga aplicada.

μ = Razón de Poisson.

a = Radio del plato de carga.

d_0 = Deflexión bajo la carga.

ECUACIÓN 7 CALCULO DE MÓDULO SUPERFICIAL EN PUNTOS DIFERENTES AL DE APLICACIÓN DE CARGA

$$E_r = \frac{P(1 - \mu^2)}{\pi r d_r}$$

Donde:

E_r = Módulo superficial a distancia r de la carga.

P = Carga aplicada.

μ = Razón de Poisson.

r = distancia r al geófono.

dr = Deflexión a distancia r .

En la ilustración 30, se pueden apreciar cinco ejemplos de situaciones de módulos superficiales para diferentes estructuras. Para todos los casos se aplicó una carga de 40kN con un plato de carga de 150mm.

En la ilustración 31, se muestra la curva Ex1, esta representa una estructura de una sola capa (en otras palabras, la subrasante), como se puede ver de la ilustración 31, se presenta una discontinuidad en el segundo geófono, lo cual se puede deber a un vacío en la subrasante; además, aparenta tener un comportamiento lineal después de la discontinuidad (Dynatest, 2012)

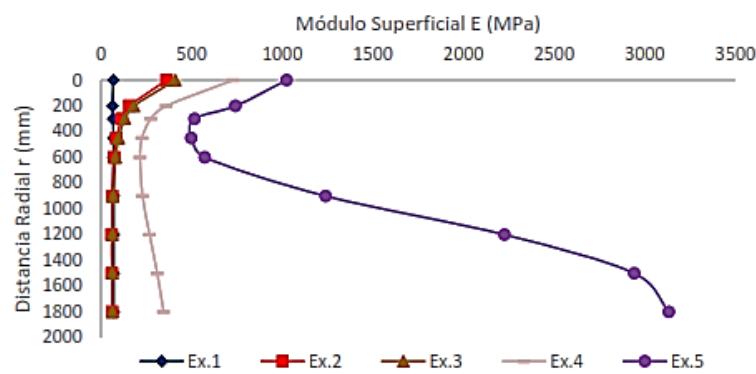


ILUSTRACIÓN 30 EJEMPLOS DE GRÁFICOS DE MÓDULO SUPERFICIAL; FUENTE: (BAZI, 2012).

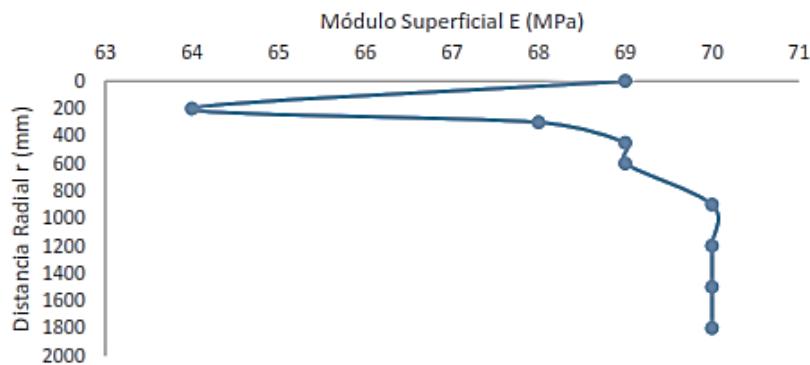


ILUSTRACIÓN 31 EJEMPLO EX.1 MÓDULO SUPERFICIAL; FUENTE: (BAZI, 2012)

La curva Ex2 de la ilustración 30 representa una estructura de dos capas, en la ilustración 32, se puede ver el caso específico el cual tiene un comportamiento lineal, la curva Ex3 de la ilustración 30 representa una estructura de cuatro capas, en la ilustración 33 se puede ver que también presenta un comportamiento lineal al

igual que Ex.2, como se puede observar de la ilustración 32 e ilustración 33 tienen una forma similar. (Bazi, 2012)

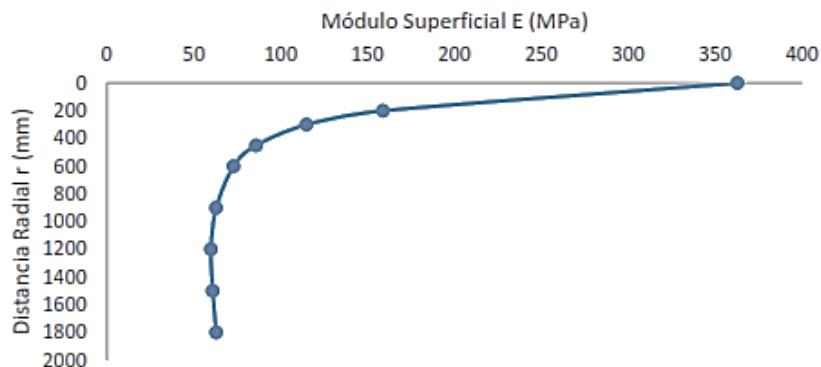


ILUSTRACIÓN 32 EJEMPLO EX.2 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012)

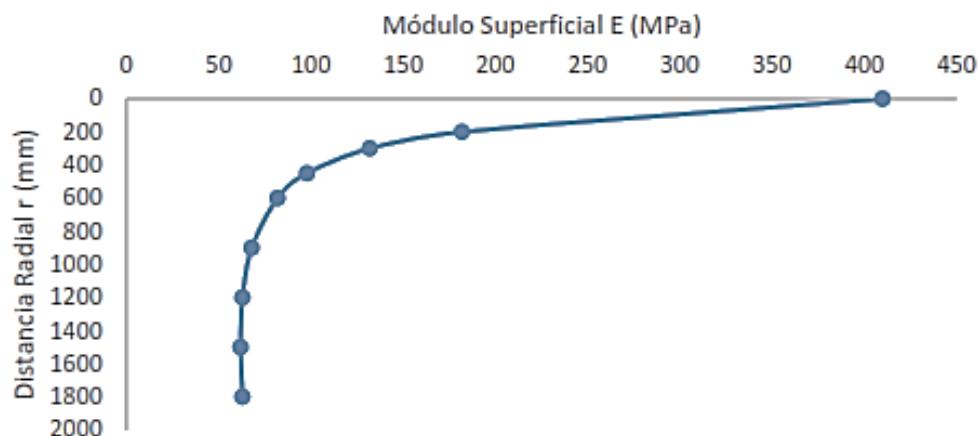


ILUSTRACIÓN 33 EJEMPLO EX.3 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012).

La curva Ex4 de la ilustración 30, representa una estructura de dos capas con una subrasante no lineal. De la ilustración 34, se puede apreciar como los módulos aumentan al alejarse del punto de aplicación de la carga, esto según Bazi es señal de la presencia de una subrasante no lineal. Este aumento en los módulos en los geófonos más exteriores también podría ser señal de una capa rígida (Bazi, 2012).

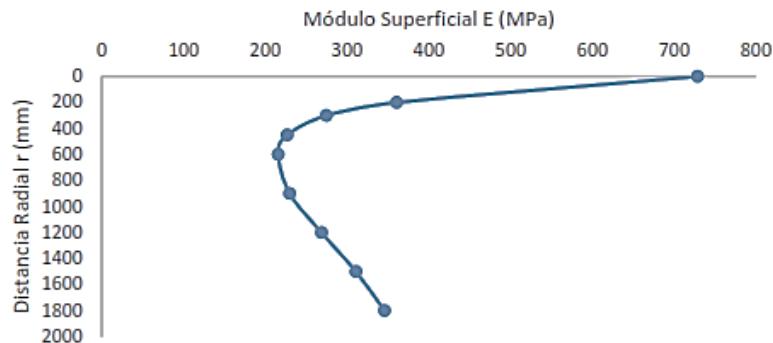


ILUSTRACIÓN 34 EJEMPLO EX.4 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012)

La curva Ex5 de la ilustración 30, representa una estructura de tres capas sobre una capa rígida. En la ilustración 35, se puede apreciar los módulos aumentan al igual que Ex.4; pero, con una magnitud muy superior.

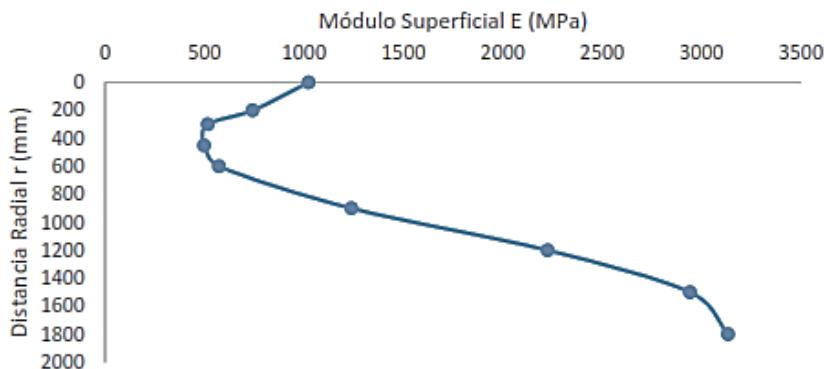


ILUSTRACIÓN 35 EJEMPLO EX.5 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012).

Es importante resumir que de acuerdo a Bazi, los gráficos de módulo superficial, proveen de manera visual información sobre las características del pavimento, pueden mostrar la dificultad de los datos a evaluar, si la subrasante tiene un comportamiento no lineal, si hay una capa rígida, o si hay vacíos en la estructura. (Bazi, 2012)

RETROCALCULO CON ELMOD

A continuación se escribe el proceso para realizar el retrocálculo con el programa Elmod, primero se realiza la importación de la base de datos de los archivos *.mdb al programa Elmod (ver ilustración 36).

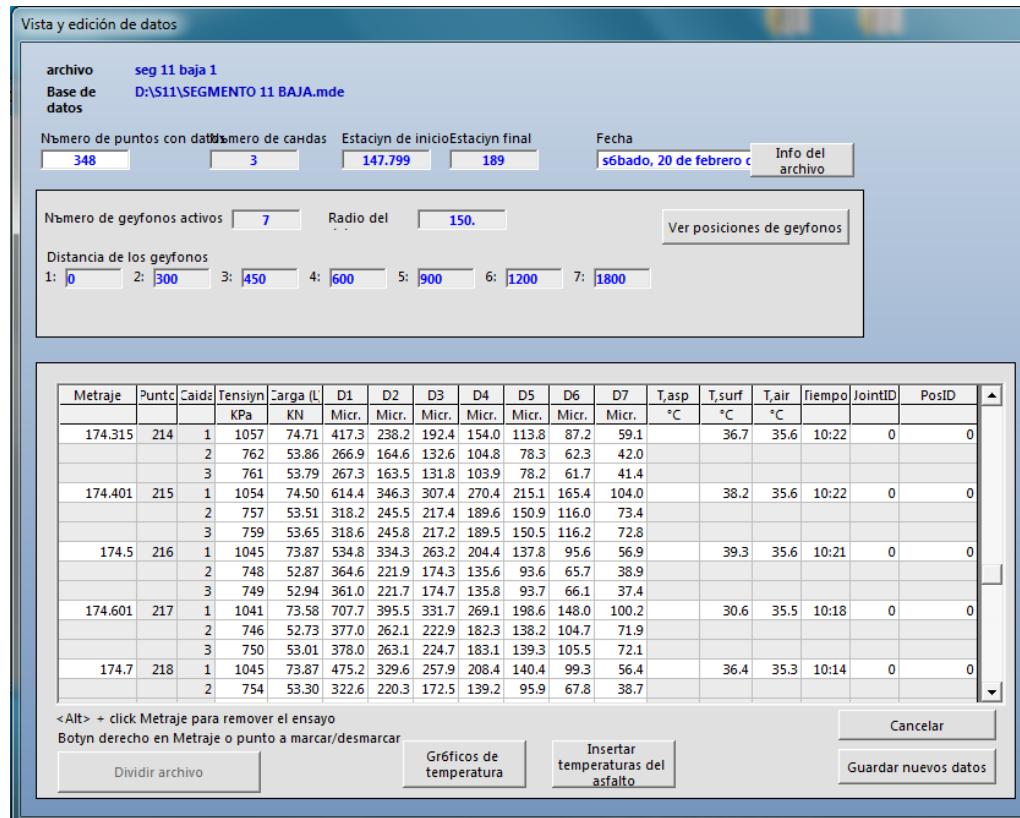


ILUSTRACIÓN 36 ANÁLISIS DE DATOS CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

Inmediatamente después se procede a capturar los resultados de los espesores GPR para cada una de las secciones que se tenga disponible (ver ilustración 37).

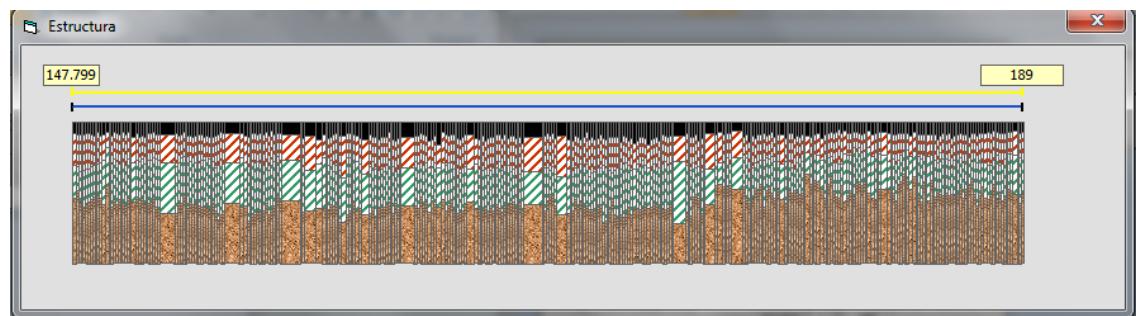


ILUSTRACIÓN 37 ANÁLISIS DE ESPESORES GPR CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

Se procese a realizar el ajuste del cuenco de deflexiones considerando un ajuste de temperatura "Bells" el cual contempla la temperatura media de un día anterior a la fecha de mediciones, por lo que hay que consultar la estación meteorológica más cercana para determinar esta temperatura media, y realizar el ajuste por temperatura de las capas asfálticas (ver ilustración 38).

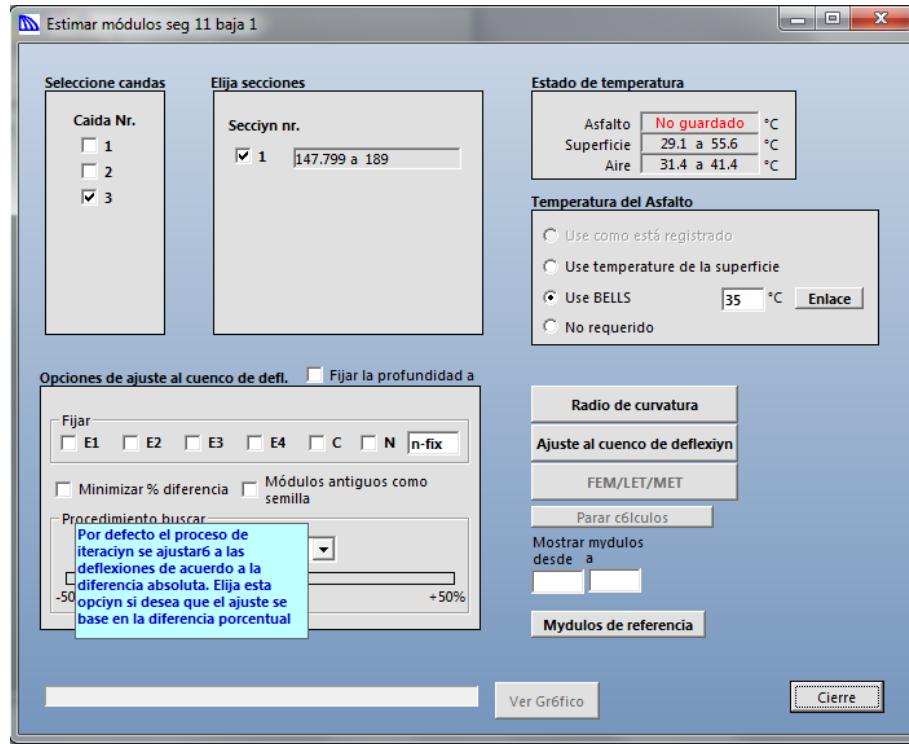


ILUSTRACIÓN 38 AJUSTE DEL CUENCO DE DEFLEXIONES CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

Se inspeccionan las deflexiones en bruto para identificar las posibles zonas homogéneas y el cambio en la tendencia de la respuesta estructural de pavimento a lo largo del camino evaluado (ver ilustración 39), nótese que las deflexiones que se presentan abarcan del km. 147+000 al 189+000, no obstante, el tramo en estudio corresponde a los últimos 15 kilómetros, los cuales representan el estado más crítico del tramo en general.

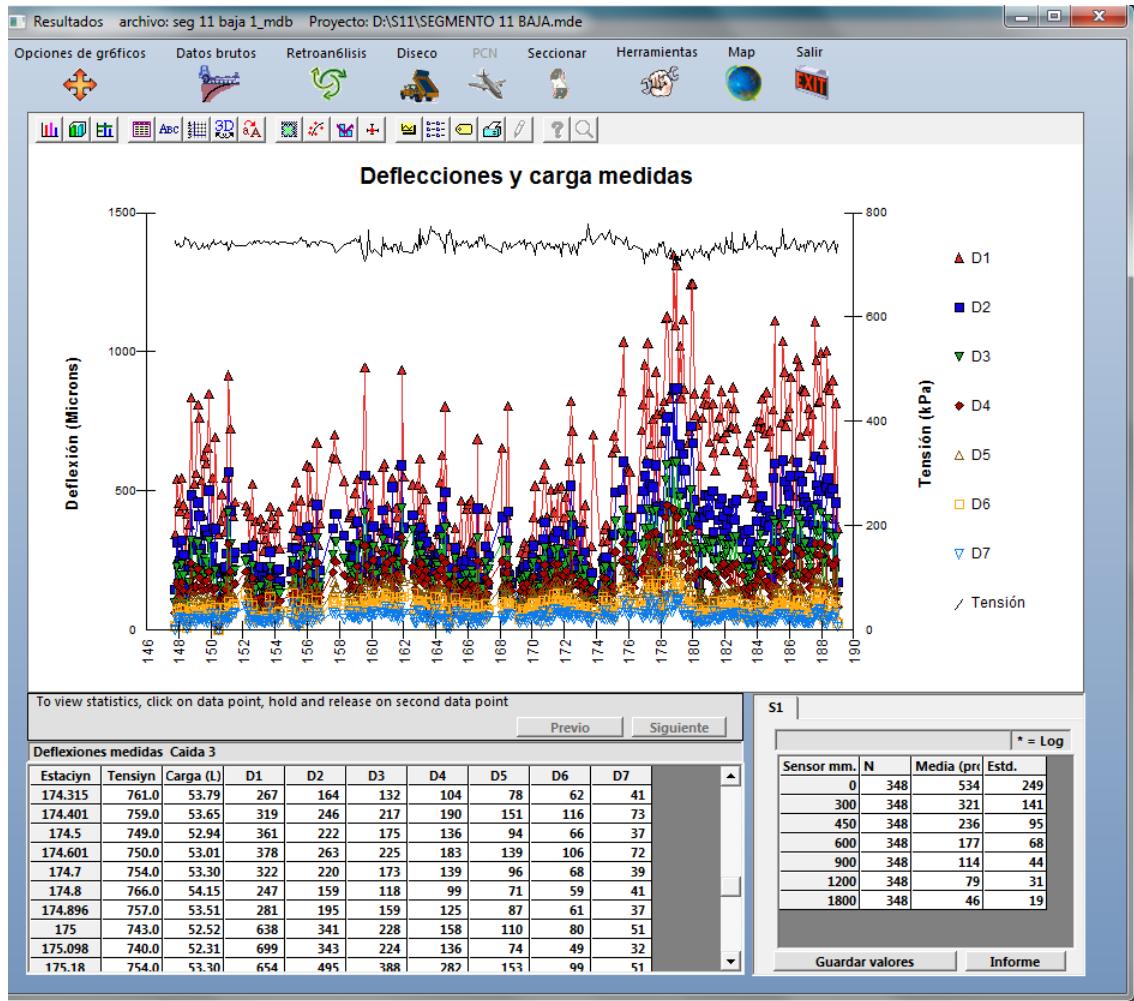


ILUSTRACIÓN 39 DISTRIBUCIÓN DE DEFLEXIONES CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

Se realiza una inspección visual de los módulos en los gráficos que presenta el programa después del retrocálculo (ver ilustración 40)

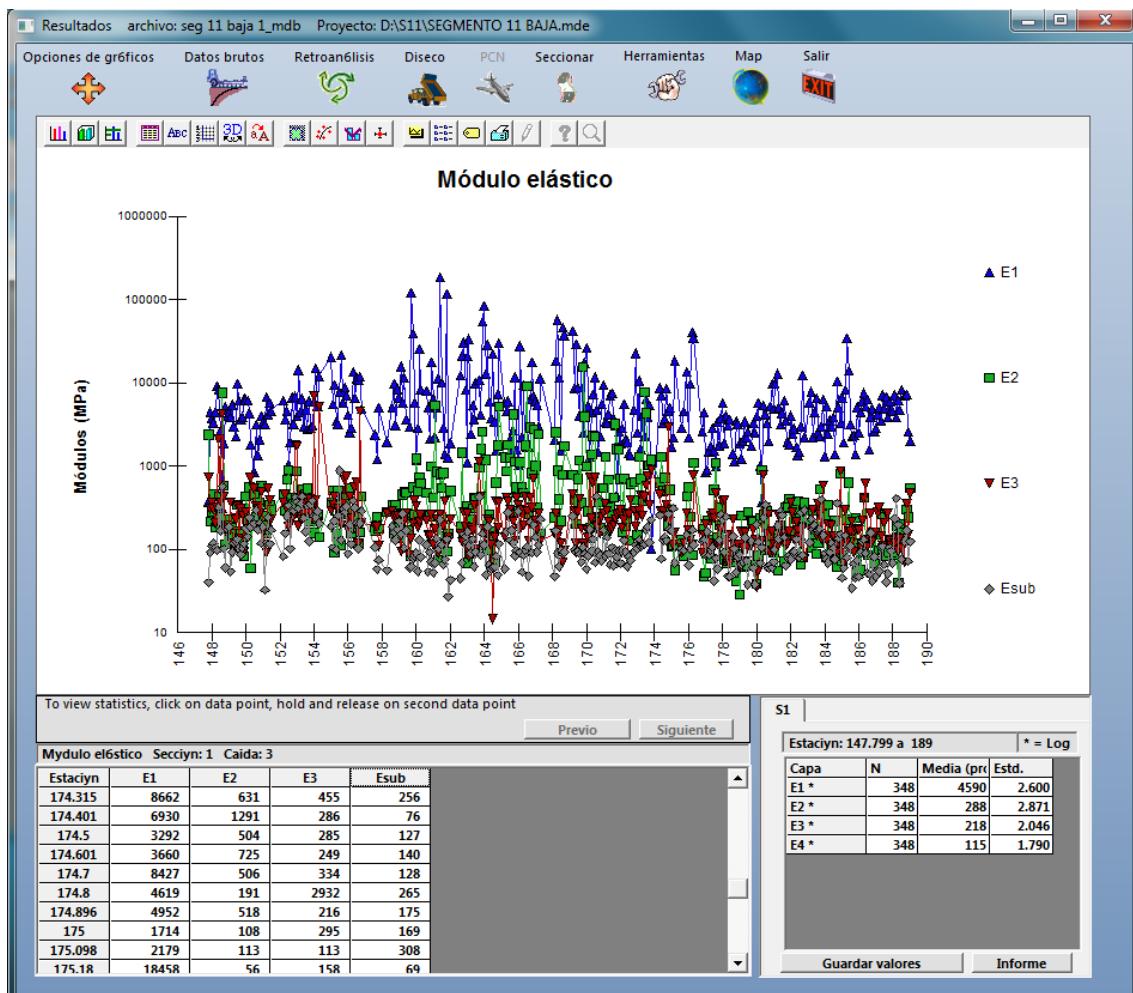


ILUSTRACIÓN 40 ANÁLISIS DE MÓDULOS CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

Se realiza el análisis de comparación de las deflexiones calculadas con las deflexiones reales y se obtiene el RMS(%) para verificar la compatibilidad de los resultados con los datos de campo (ver ilustración 41)

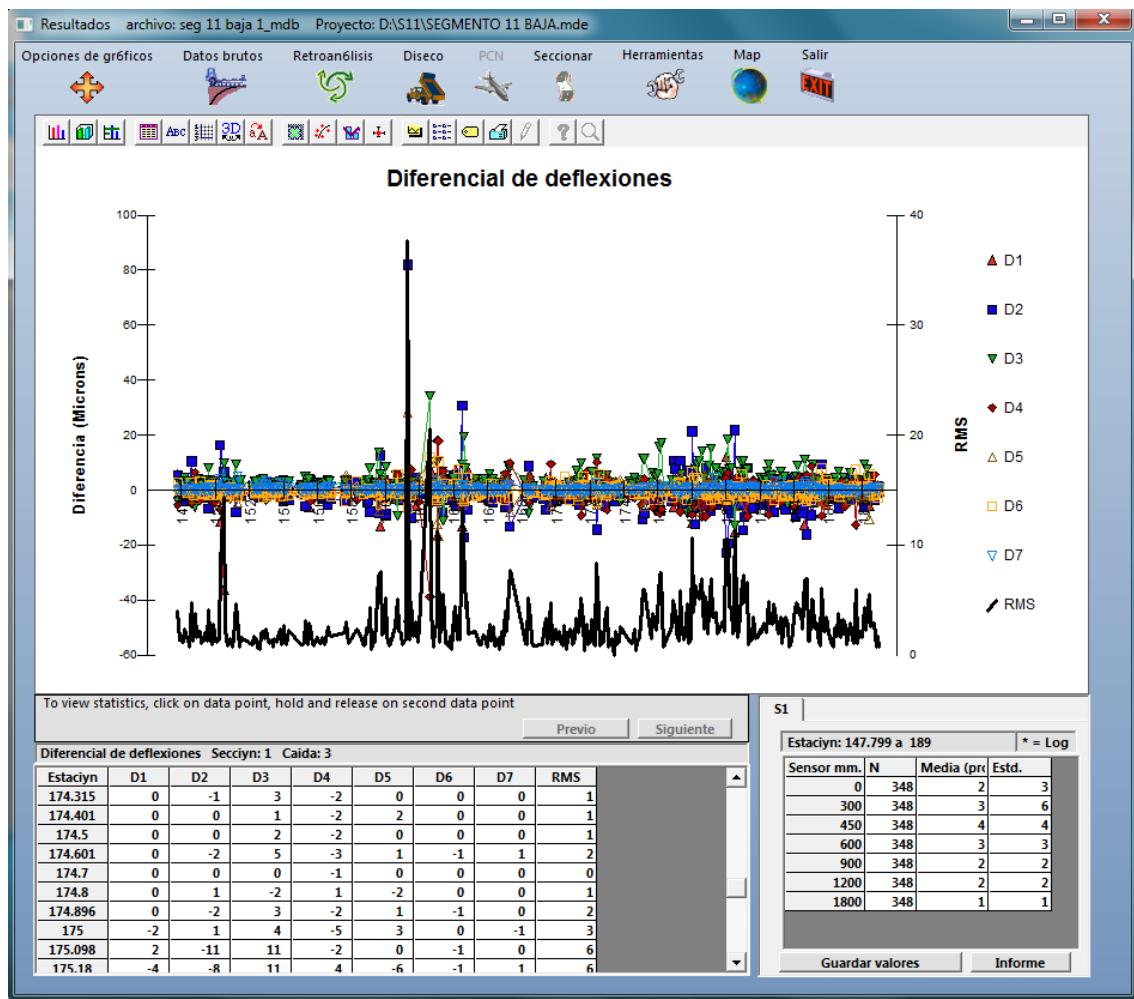


ILUSTRACIÓN 41 ANÁLISIS DE DEFLEXIONES TEÓRICAS CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

Es importante mencionar que se utilizó el sistema elástico de las 3 capas para los dos carriles existentes (Alta y Baja). En capítulo XII se presentan los valores promedio de los módulos de elasticidad obtenidos en los tramos evaluados en este trabajo.

VII. ANÁLISIS DE VIDA REMANENTE

FUNCIONES DE TRANSFERENCIA

Los estados de falla utilizados con más frecuencia para el diseño de pavimentos flexibles, son el desempeño por fatiga y deformación permanente. “La fatiga puede denominarse como grietas que aparecen en la superficie debido a la compresión producto del paso de los vehículos y también como un reflejo de las grietas que aparecen en la parte inferior de la carpeta asfáltica debido a la tensión en la fibra extrema” (Trejos, 2015)

La fatiga en pavimentos flexibles se basa en los esfuerzos horizontales en la fibra inferior de la carpeta asfáltica (ver ilustración 42). Los criterios de falla se relacionan al número permisible de repeticiones de la carga de esfuerzo a tensión, que una viga de material asfáltico soportaría. La deformación permanente se visualiza principalmente como roderas o ahuellamiento. Se debe a las altas cargas a las que está sometido el pavimento y a la poca resistencia del pavimento debido a espesores insuficientes de alguna de las capas o a la baja resistencia de alguna de las capas, lo cual lleva a la falla".(Trejos, 2015)



ILUSTRACIÓN 42 FATIGA DE UN PAVIMENTO; FUENTE: INTERNET

La deformación permanente ocurre principalmente en los pavimentos flexibles y se da por dos mecanismos: falla estructural del pavimento, que se percibe por un descenso en el nivel de la superficie (deformación/roderas), justo en la línea bajo las llantas de los vehículos, y falla del material que constituye la carpeta asfáltica, por pérdida de la resistencia al corte del material (Fatiga).

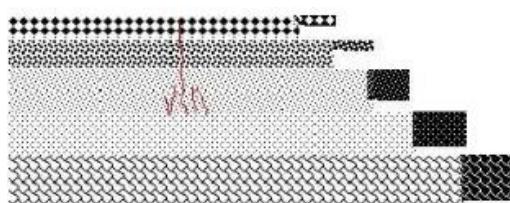
Existen dos métodos de diseño para controlar la deformación estructural permanente, el primero es asegurar que el esfuerzo vertical compresivo en la parte superior de la subrasante, cumpla con el desempeño de campo. Un buen control de la calidad de los agregados durante la construcción puede reducir la deformación permanente a un grado aceptable, incluso mayor a lo esperado. El segundo método busca limitar la deformación a un valor establecido. Este método se basa en calcular la deformación directamente basándose en correlaciones empíricas, partiendo de un principio simple, para reducir la deformación se requiere aumentar el espesor de las capas superiores. (Matamoros, 2017)

MODELO DE ESTIMACIÓN DEL DESEMPEÑO POR FATIGA

Los esfuerzos de tensión generalmente se presentan y son disipados en la capa superior, ya sea construida por un material pétreo aglutinado con asfalto o con cemento Portland, de tal forma que el paso sucesivo de las cargas dinámicas

genera el fenómeno de fatiga en esta capa. En el diseño de la estructura del pavimento se analiza que la falla por fatiga no ocurra durante el periodo de servicio del proyecto, para lo cual se considera el uso de materiales en los que se revisa en pruebas dinámicas de laboratorio que presenta una alta resistencia a la fatiga, determinando además un espesor de la capa superior que “rigidice” y asegure la resistencia a la fatiga para la vida de servicio del pavimento.

La fatiga de la capa superior del pavimento ocasiona la aparición de pequeñas grietas que generalmente inician entre la unión de la capa superior y la capa de apoyo, como se puede observar en la ilustración 43. El paso de las cargas dinámicas de los vehículos durante un determinado tiempo, continúa favoreciendo el desarrollo de las grietas a través del espesor de la capa superior, hasta que empiezan a ser visibles en la superficie de rodadura.



- Capa asfáltica de desgaste
- Capa asfáltica intermedia
- Capa asfáltica inferior
- Base hidráulica
- Capa subrasante

ILUSTRACIÓN 43 INICIO Y DESARROLLO DE LAS GRIETAS OCASIONADAS POR FATIGA; FUENTE: INTERNET

El agrietamiento por fatiga de la capa superior, puede continuar evolucionando, observándose inicialmente un agrietamiento reticular en la superficie, sobre todo en las zonas de pavimento por donde se canaliza el tráfico, siendo crítico cuando ya se observa un agrietamiento en forma de “panal” o de “piel de cocodrilo” (ver ilustración 44), porque en esa condición el pavimento ya requiere la sustitución de la capa superior o la reutilización de materiales para construir una nueva capa. De no tomar medidas oportunas para atender este tipo de falla, lo más probable es que el pavimento en corto tiempo sufra una desintegración paulatina de la capa de rodadura que la vuelva intransitable o con un nivel de servicio muy bajo. (DGST, Dirección General de Servicios Técnicos, 2014)



ILUSTRACIÓN 44 AGRIETAMIENTO EN FORMA DE “PANAL” O DE “PIEL DE COCODRILLO”; FUENTE: INTERNET

En la siguiente tabla se presentan las leyes de fatiga más utilizadas en los pavimentos por diferentes organismos en desarrollo (ver tabla 3).

TABLA 3 LEYES DE FATIGA PARA LA DEFORMACIÓN RADIAL ADMISIBLE EN LA BASE DE LA CARPETA ASFÁLTICA. (HIGUERA, 2007)

Instituto de Asfalto(1981)	$N = 0.0796 * \varepsilon^{-3.291} * E^{-0.854}$ (Asphalt, 1981)	Ley de fatiga para cualquier tipo de mezcla Bituminosa
Model shell	$\varepsilon_r = (0.856 V_b + 1.08)(10^6 E)^{-0.36} \left(\frac{N}{K}\right)^{-0.2}$ (Shell, 1978)	$V_b = \% \text{ contenido de betún}$ $s_{mix} = \text{módulo de la mezcla en Pa}$
US Army Corps of Engineers	$N = 497.156 * \varepsilon^{-5} * E^{-2.66}$ (Khana et al., 2013)	Ley de fatiga desarrollada por US Army Corps of Engineers
Belgian Road Research Center	$N = 4.92 * 10^{-14} * \varepsilon^{-4.76} E$ (Verstraeten et al., 1982)	Desarrollada en el centro de Investigación de caminos Bélgica en el año 1982
UC-Berkeley	$N = 0.0636 * \varepsilon^{-3.291} * E^{-0.854}$ (Craus et al., 1984).	Ley de fatiga determinada en la universidad UC-Berkeley de California en 1984.
Transport and Road Research Laboratory	$N = 1.66 * 10^{-10} * \varepsilon^{-4.32}$ (Powell et al, 1984)	Desarrollada en el centro de investigación de transporte y carreteras en 1984 (USA).
Illinois- Department of Transportation	$N = 5 * 10^{-6} * \varepsilon^{-3}$ (Thompson, 1987)	Ley de fatiga determinada en el estado de Illinois en 1987 (USA).
U.S. Army model	$N = 478.63 * \varepsilon^{-5} * E^{-2.66}$ (Defence, 1988)	Desarrollada por un modelo del ejercito de los EE.UU en 1998.
Minnesota 1998	$N = 2.83 * 10^{-6} * \varepsilon^{-3.21}$ (Timm et al., 1998)	Ley de fatiga determinada en el estado de Minnesota 1998 (USA).
Indian model	$N = 0.1001 * \varepsilon^{-3.565} * E^{-1.4747}$ (Das y Pandey, 1999)	Frecuencia del ensayo 10Hz, Temperaturas entre (20-30)°C, Instituto tecnológico India, Carga de prueba entre (80-800)N (India)

Donde

E (psi): Módulo de elasticidad de la mezcla de concreto asfáltico.

ε : Deformación radial admisible en la base de la carpeta asfáltica.

N: Tránsito de diseño expresado en ejes equivalentes acumulados de 8.2 Toneladas en carril de diseño.

MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DEFORMACIÓN PERMANENTE

“La curva de deformación permanente a lo largo de la vida útil del pavimento para cualquiera de las capas que componen la carpeta asfáltica muestra tres etapas: una etapa primaria de crecimiento acelerado de la deformación, la secundaria en que se da un crecimiento lineal y una etapa terciaria luego del punto de flujo, difícil de predecir, por lo cual se supone que mantendrá el mismo comportamiento mostrado en la etapa secundaria de acumulación de deformación permanente” (Trejos, 2015)

No importa el tipo de material considerado, de manera general existen estas tres etapas del comportamiento de la deformación permanente, para los materiales que conforman la estructura del pavimento bajo cargas específicas, en la ilustración 45 se puede observar la curva teórica de deformación (ver tabla 4 y tabla 5).

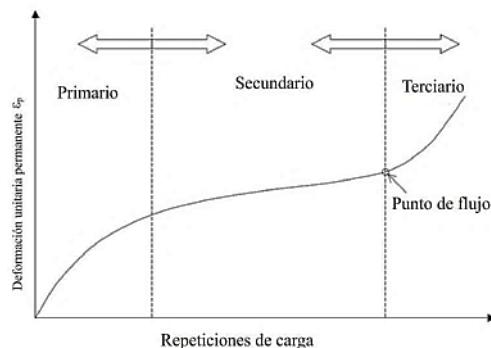


ILUSTRACIÓN 45 CURVA TEÓRICA DE DEFORMACIÓN PERMANENTE A LO LARGO DE LA VIDA ÚTIL FUENTE: (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, 2004)

TABLA 4 LEYES DE FATIGA DISPONIBLES PARA USO EN EL CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN VERTICAL ADMISIBLE EN LA SUBRASANTE (HIGUERA, 2007).

Universidad de Nottingham	$\varepsilon_z = 2.16 * 10^{-2} N^{-0.28}$	Citada en (Reyes, 2003)
LCPG	$\varepsilon_z = 2.1 * 10^{-2} N^{-0.24}$	Ley de fatiga para subrasante en calzadas nuevas, (LCPG- Setra, 1997)
Centro investigación de Bélgica	$\varepsilon_z = 1.1 * 10^{-2} N^{-0.23}$	(Verstraeten et al., 1982)
Chevron	$\varepsilon_z = 1.05 * 10^{-2} N^{-0.223}$	Citada en (Higuera, 2007)
Dormon y Mercalf	$\varepsilon_z = 1.16 * 10^{-2} N^{-0.21}$	Citada en (Hidalgo, 2007)
TRRL	$\varepsilon_z = 1.49 * 10^{-2} N^{-0.253}$	Ley de deformación vertical para una confiabilidad del 85%: Citada en (Higuera, 2007)
Shell	$\varepsilon_z = 2.8 * 10^{-2} N^{-0.25}$	Ley de deformación vertical para una confiabilidad del 50% (Shell, 1978)
Shell	$\varepsilon_z = 2.13 * 10^{-2} N^{-0.253}$	Ley de deformación vertical para una confiabilidad del 85% (Shell, 1978)
Shell	$\varepsilon_z = 1.79 * 10^{-2} N^{-0.253}$	Ley de deformación vertical para una confiabilidad del 95% (Shell, 1978)
INGLES	$\varepsilon_z = 0.56 * 10^{-2} N^{-0.24}$	Citada en (Higuera, 2007)
Instituto de Asfalto	$N = 1.36 * 10^{-9} * \varepsilon_z^{-4.477}$	(Asphalt, 1981)

Donde:

N: Tránsito de diseño expresado en ejes equivalentes acumulados de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el periodo de diseño.

TABLA 5 LEYES DE FATIGA DISPONIBLES PARA CALCULAR LA DEFLEXIÓN ADMISIBLE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (HIGUERA, 2007)

Autor	Ley de fatiga (mm)
Criterio del instituto de Asfalto	$\Delta_{z\ adm} = 25.64 N^{-0.2383}$ (Asphalt Institute, 1969)
Criterio Checoslovaco	$\Delta_{z\ adm} = 8.035 N^{-0.16}$
Criterio de Yang H. Huang	$\Delta_{z\ adm} = 26.3 N^{-0.2438}$
Criterio de la RTAC de Canadá	$\Delta_{z\ adm} = 65.024 N^{-0.3}$ (Transportation Association of Canada, 1997)
Criterio de Ivanow	$\Delta_{z\ adm} = 5.248 N^{-0.12}$
Criterio de Ruiz	$\Delta_{z\ adm} = 24.76 N^{-0.2523}$
Criterio de la AASHTO Road Test (Pt=2.5)	$\Delta_{z\ adm} = 63.735 N^{-0.2383}$
Criterio de la CGRA de Canadá	$\Delta_{z\ adm} = 52.275 N^{-0.237}$
Criterio Belga	$\Delta_{z\ adm} = 242 N^{-0.334}$

Y por último se calcula el espesor de refuerzo requerido para un horizonte de proyecto dado, este cálculo de determinar considerando el tránsito en ejes equivalentes por año (ver ilustración 46).

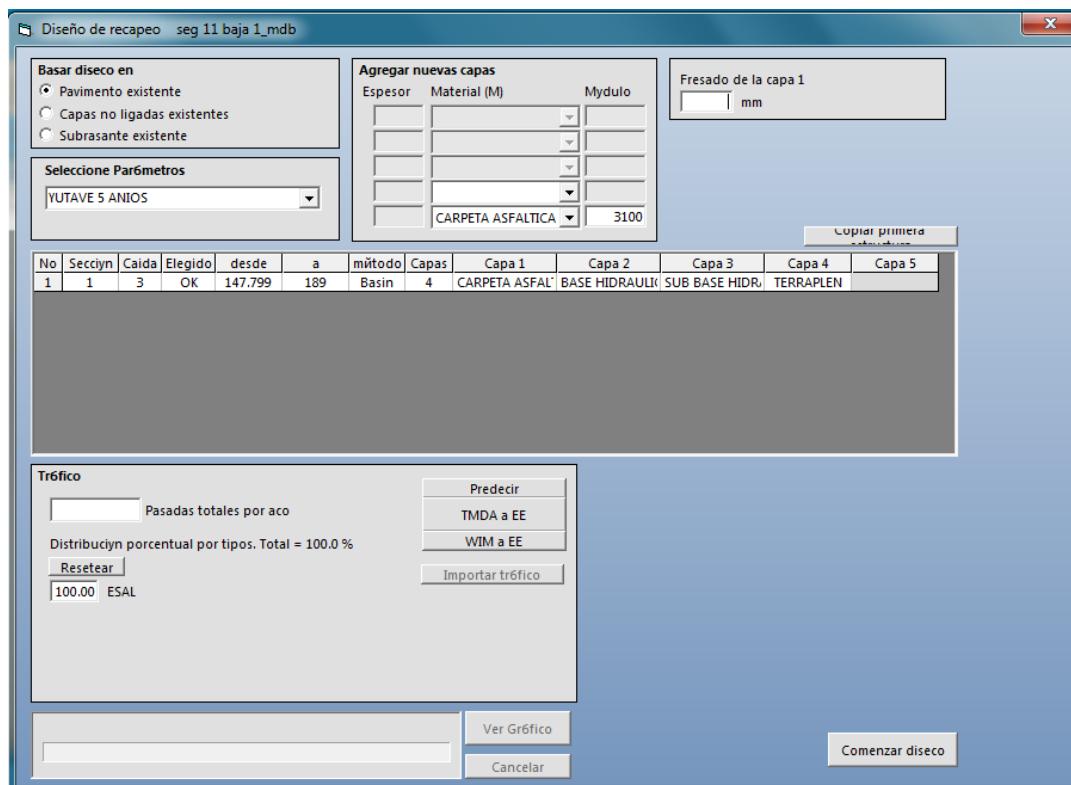


ILUSTRACIÓN 46 REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

Con ello se determina la condición actual del pavimento para las condiciones de tránsito que se está proponiendo como tránsito de diseño, por lo que es de esperar que haya puntos, tramos o secciones donde el deterioro del pavimento es tal que aun pudiera resistir las solicitudes que se esperan en el nuevo periodo de diseño, así mismo se puede determinar la vida remanente del tramo y las capas críticas puesto que se revisa por deformación y por fatiga las capas que componen la estructura del pavimento (ver ilustración 47 e ilustración 48).

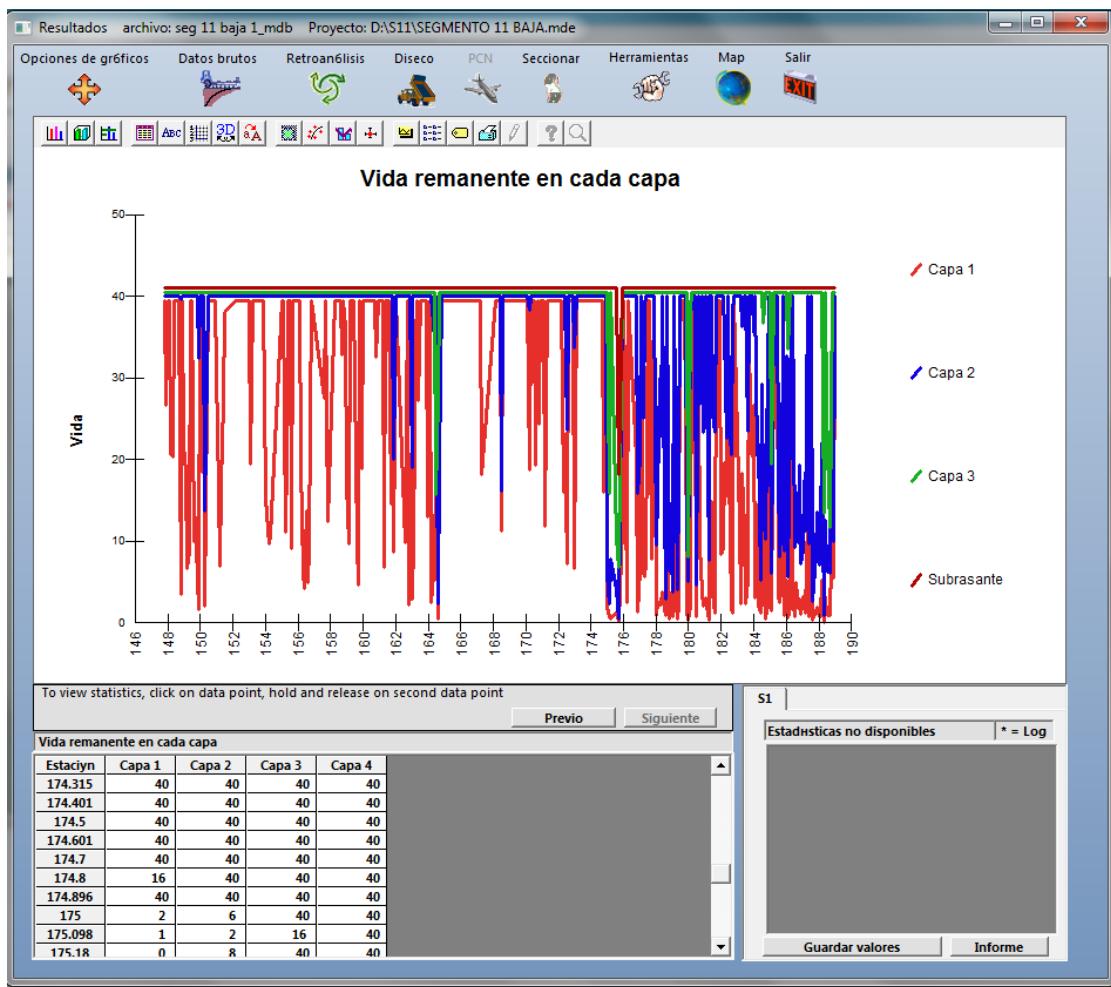


ILUSTRACIÓN 47 ANÁLISIS DE VIDA REMANENTE CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

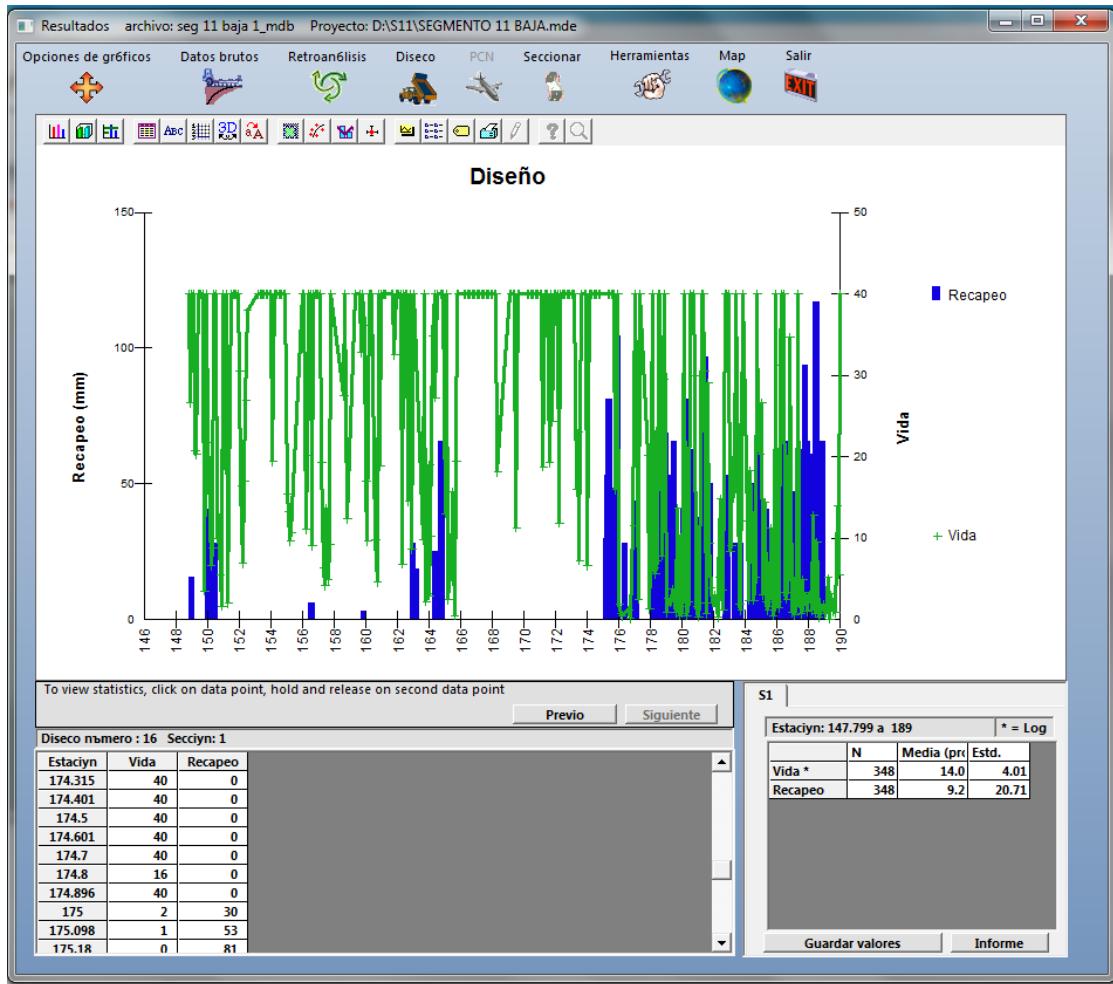


ILUSTRACIÓN 48 ANÁLISIS DE VIDA REMANENTE CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE

VIII. DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS

LOCALIZACIÓN

El tramo evaluado se encuentra en el estado de Chiapas forma parte de la carretera MEX 200, comunicando la Ciudad de Arriaga (Chiapas) con la Ciudad de Tapachula (Chiapas), cruza por los municipios de Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Huixtla y Tapachula (ver ilustración 49). Esta ruta es parte de la vía que comunica las ciudades mexicanas de Tapachula y Tepic a lo largo de la costa mexicana del Pacífico por lo cual es un eje importante de comunicaciones en la zona ya que cruza por el estado de Chiapas y 6 estados más de la costa, además es libre de peaje, por ello se considera una ruta mexicana de principal relevancia.

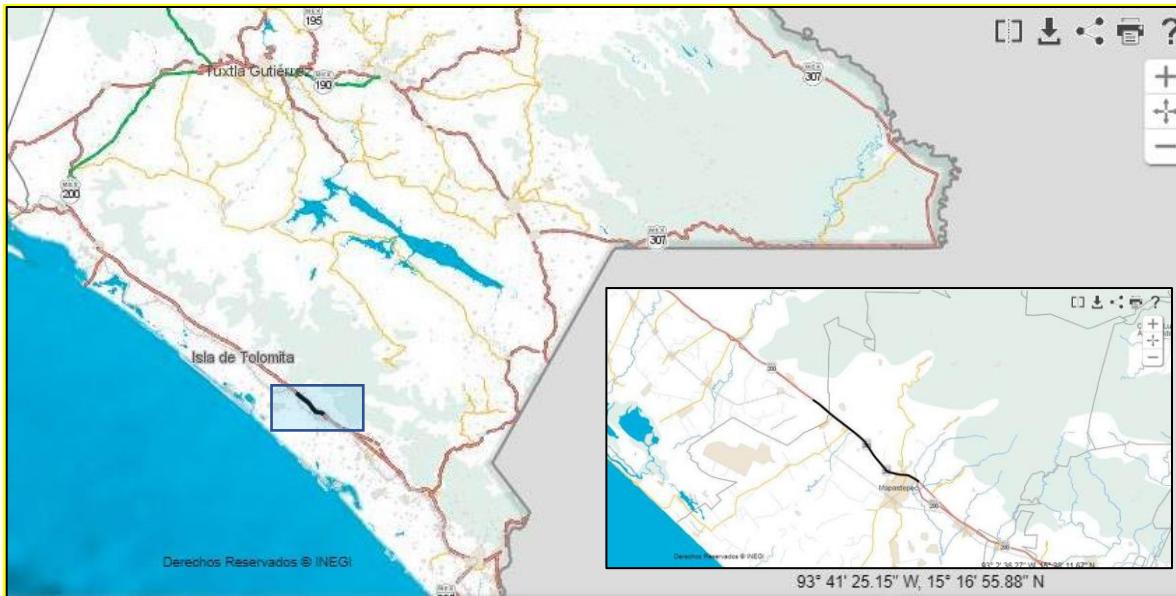


ILUSTRACIÓN 49 UBICACIÓN DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: INEGI

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS TRAMOS

El tramo en estudio pertenece a la carretera Arriaga - Tapachula en el tramo de Pijijiapan - Mapastepéc (cpo. B) del km 174+000 al km 189+000 y presenta las siguientes características: la estructura del camino es de pavimento asfáltico con capas granulares. Este subtramo está formado, en casi toda su longitud, por terraplenes de baja altura, tangentes pronunciadas y algunos cortes en las zonas de lomeríos, cabe aclarar que, este segmento cuenta con dos carriles (Alta y Baja velocidad) (ver ilustración 50).



ILUSTRACIÓN 50 OROGRAFÍA DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: INEGI

TOPOGRAFÍA DE LOS TRAMOS

El tramo presenta topografía muy variadas que van desde terrenos planos a lomeríos ya que se localiza en la zona de transición entre la costa del pacífico con la sierra madre de Chiapas (ver ilustración 51), en la figura se puede observar el tramo objeto de estudio en planta y el perfil de este, se observa que las pendientes varían del 7.6 al -12.6% del km. 174+000 al km. 189+000, se trata de un camino sinuoso pasando por lomeríos y algunas curvas importantes (ver ilustración 52).

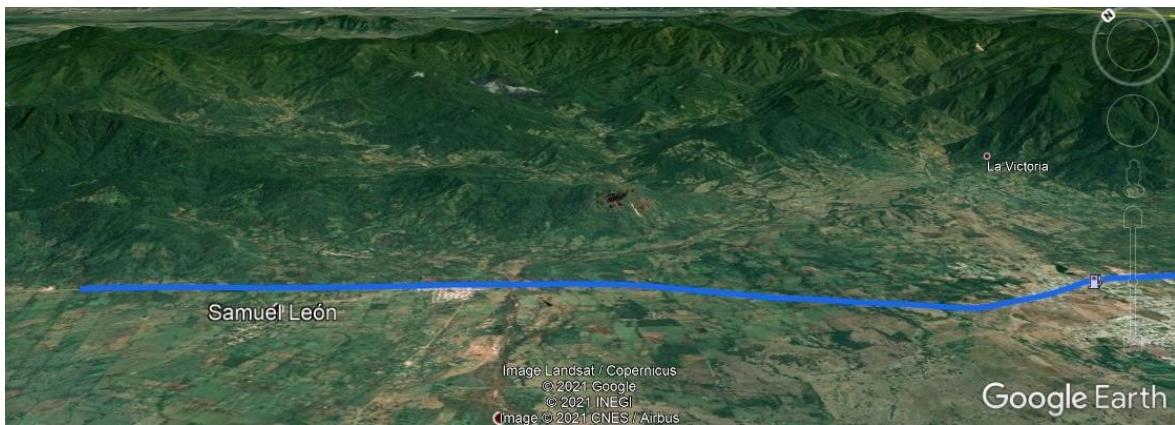


ILUSTRACIÓN 51 VISTA EN PLANTA DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: GOOGLE EARTH



ILUSTRACIÓN 52 ELEVACIONES DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: GOOGLE EARTH

UNIDADES CLIMÁTICAS

El 100% de la carretera presenta clima cálido subhúmedo (ver ilustración 53), la temperatura media anual de la carretera se encuentra paralela a la isolínea de 28°C (ver ilustración 54), la precipitación media es de 2500 a 3000 mm anuales variando a lo largo de todo el tramo con mayor precipitación en el lado sureste de la carretera (ver ilustración 55), la permanencia de humedad del suelo varía de forma alternada dependiendo la orografía del lugar con periodos de entre 6 y 7 meses (ver ilustración 56).



ILUSTRACIÓN 53 CLIMA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI

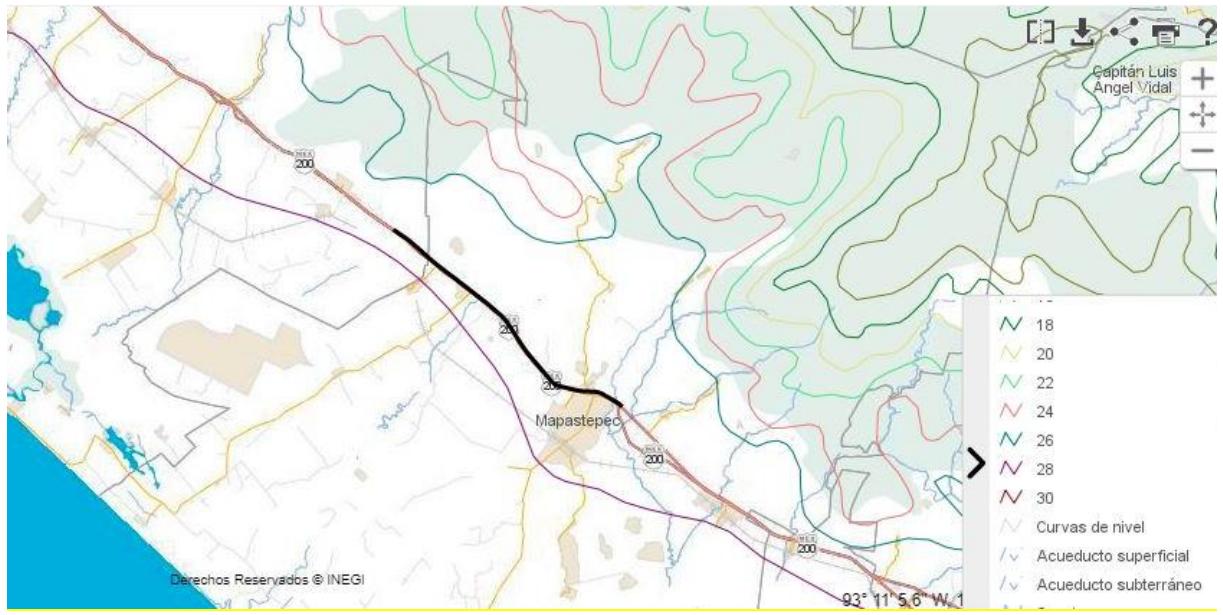


ILUSTRACIÓN 54 TEMPERATURA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI



ILUSTRACIÓN 55 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI

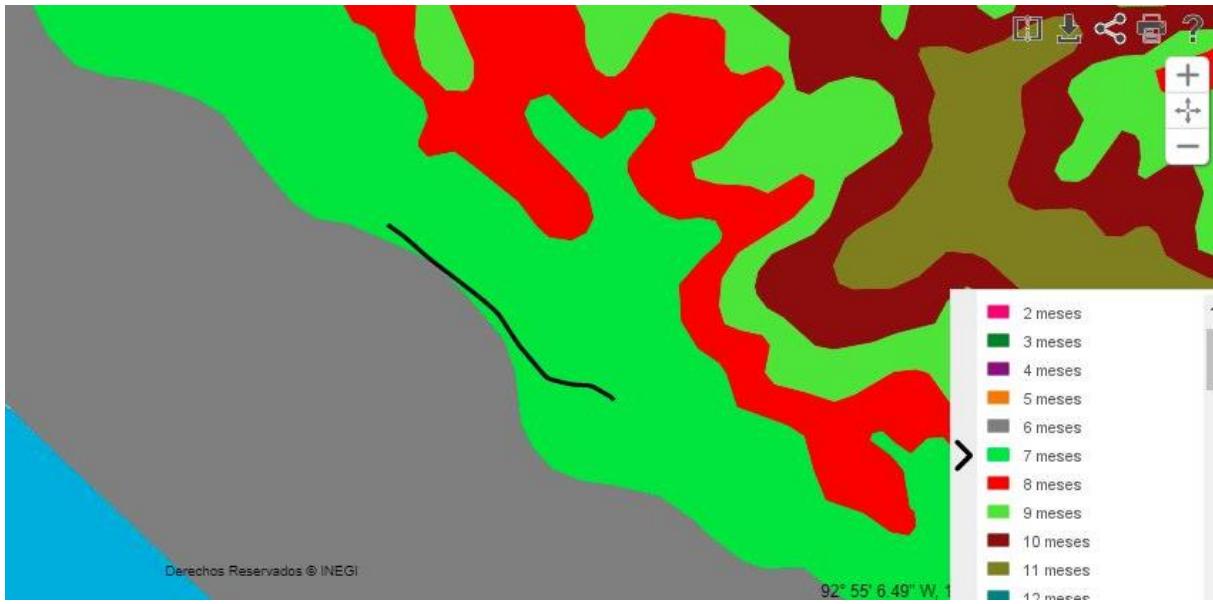


ILUSTRACIÓN 56 HUMEDAD DEL SUELO DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI

AGUAS SUPERFICIALES

El tramo se encuentra situado en las cuencas hidrológicas de la costa de Chiapas (ver ilustración 57), mayormente en la cuenca de R Novillero, el coeficiente de escurrimiento del tramo se presenta entre el 10 y 30% (ver ilustración 58).

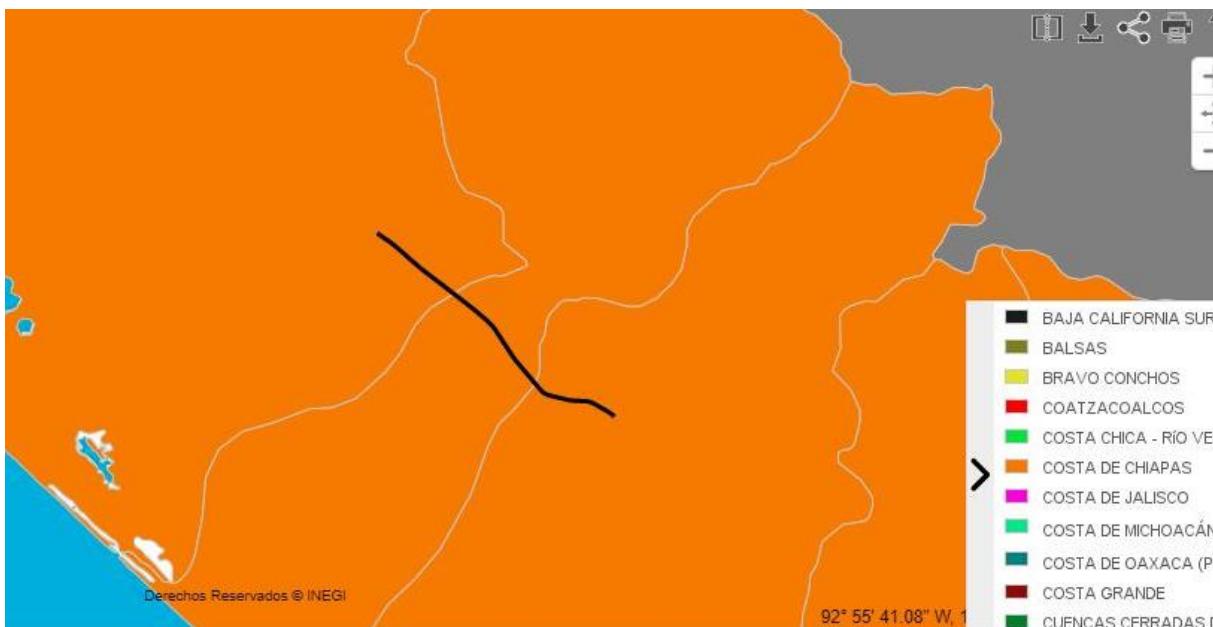


ILUSTRACIÓN 57 REGIÓN HIDROLÓGICA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI



ILUSTRACIÓN 58 ESCORRENTÍA DEL SUELO DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI

GEOLOGÍA

El tramo se encuentra situado en la provincia de la cordillera de Centroamérica particularmente cruzando por la llanura costera del istmo en el municipio de Mapastepec y de la llanura costera de Chiapas y Guatemala; por lo general en estos tramos se encuentran rocas ígneas intrusivas, rocas graníticas y algunas tobas, el tramo no cruza por fallas geológicas importantes (ver ilustración 59).



ILUSTRACIÓN 59 GEOLOGÍA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI

SUELO

El tramo se encuentra alojado sobre diferentes suelos, principalmente cambisol, fluvisol y luvisol (ver ilustración 60), en selva perennifolia arbustiva (ver ilustración 61).

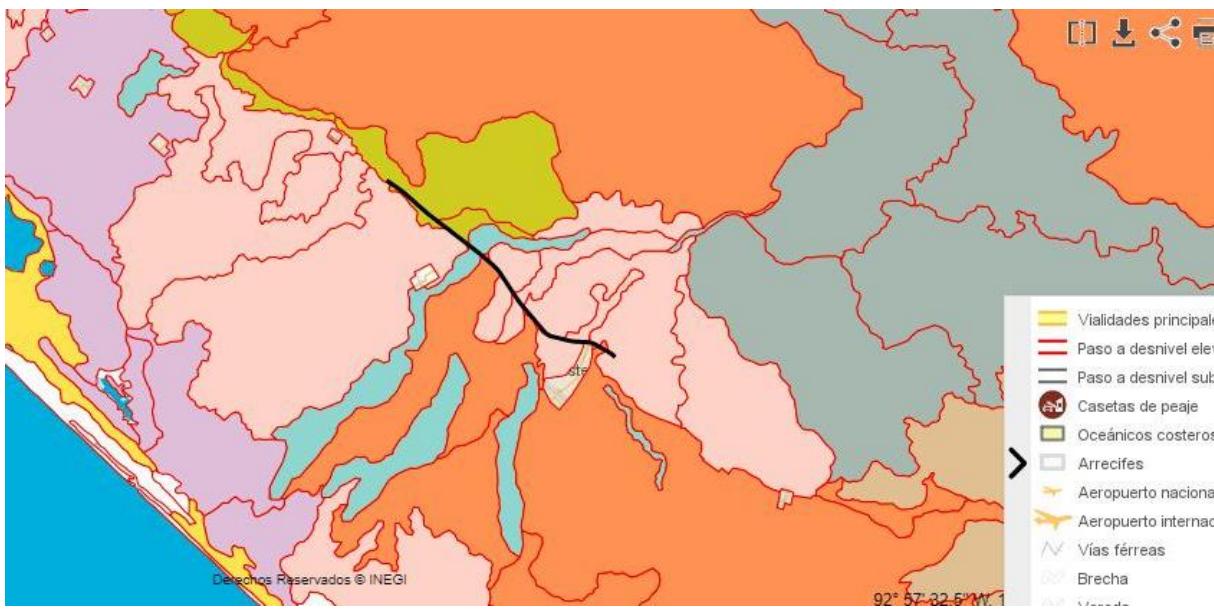


ILUSTRACIÓN 60 USO DE SUELO DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI

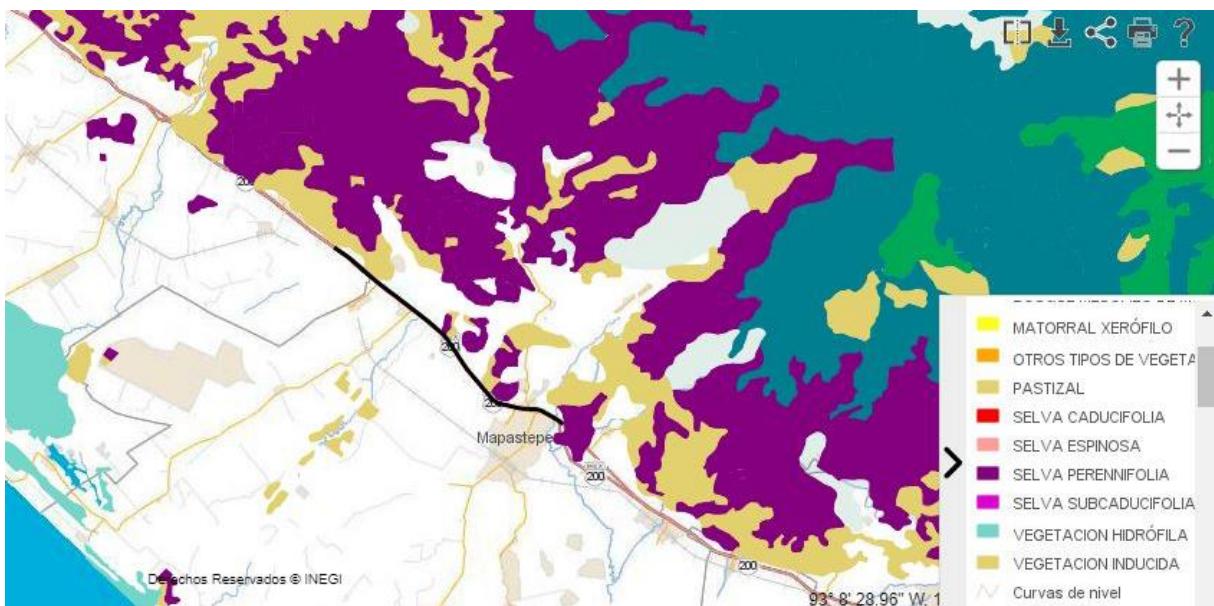
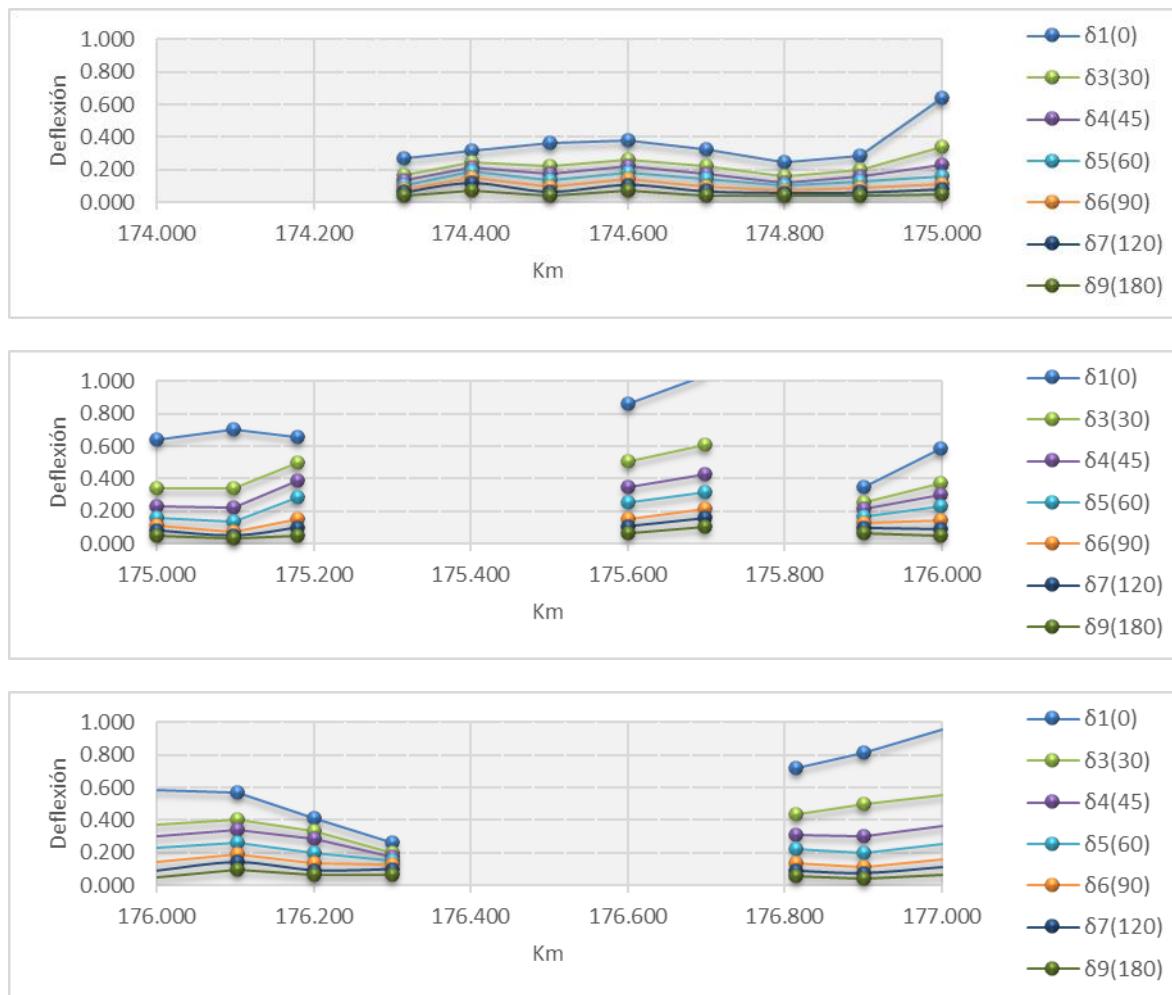


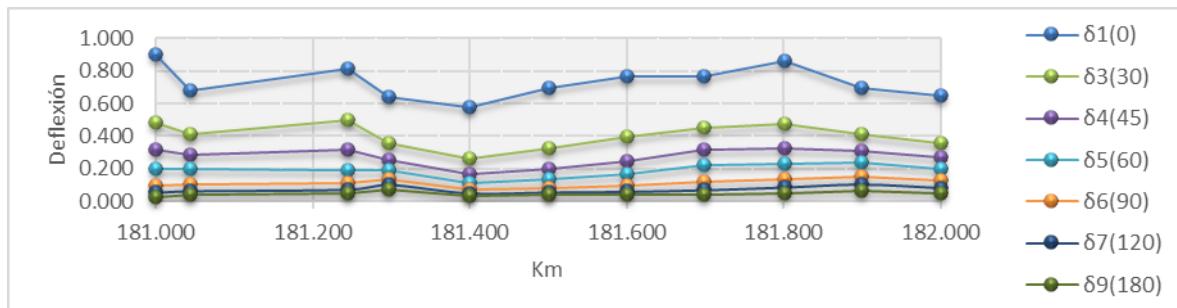
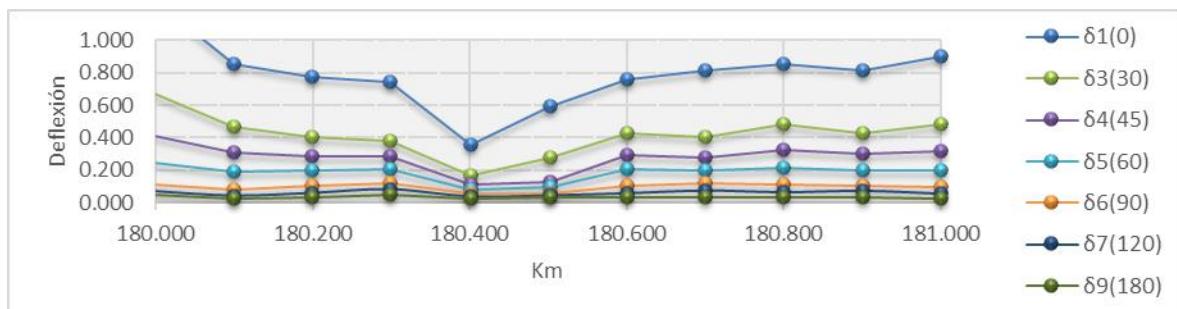
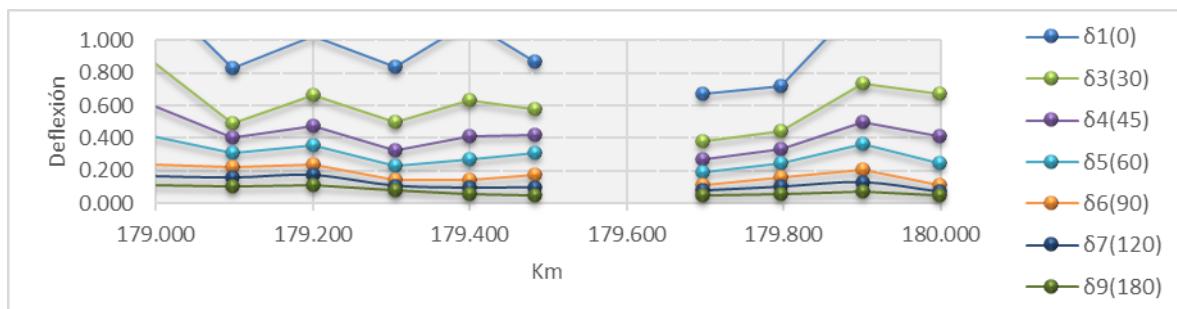
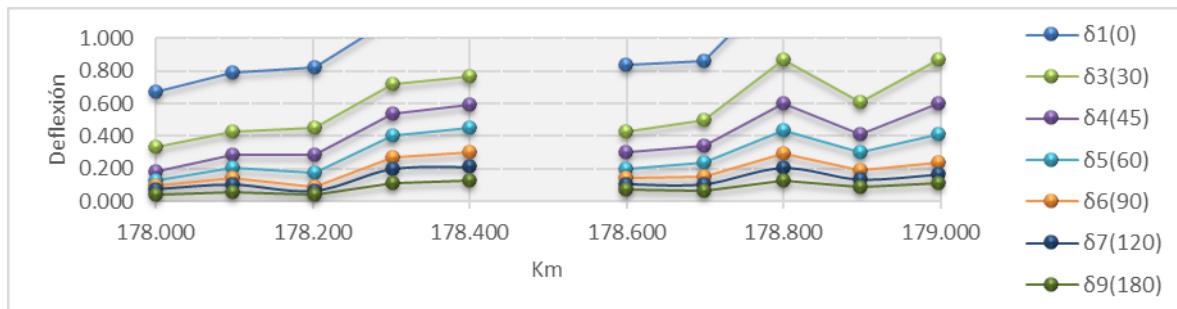
ILUSTRACIÓN 61 EDAFOLOGÍA DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: INEGI

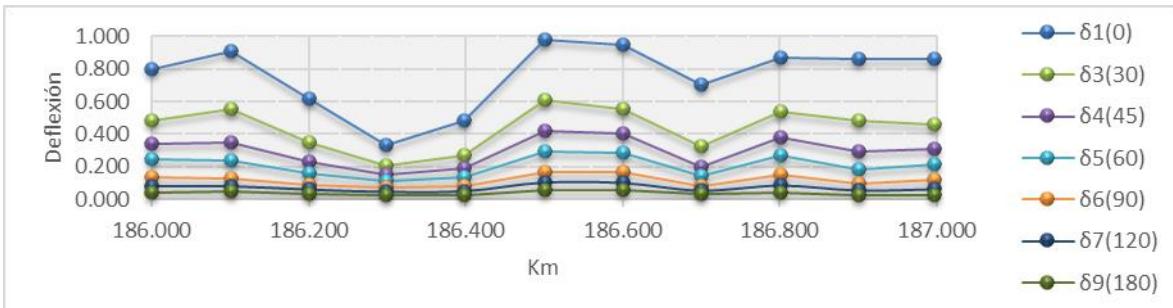
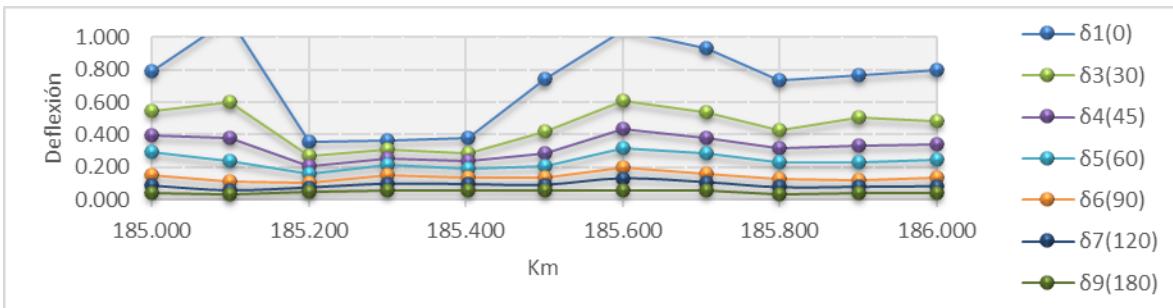
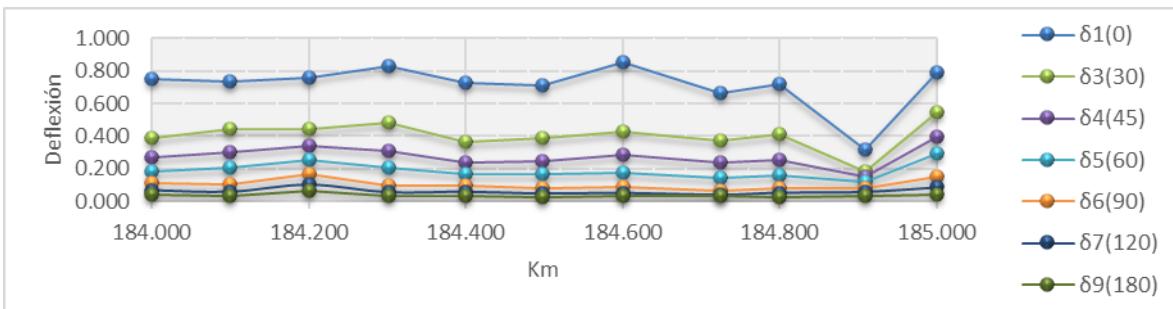
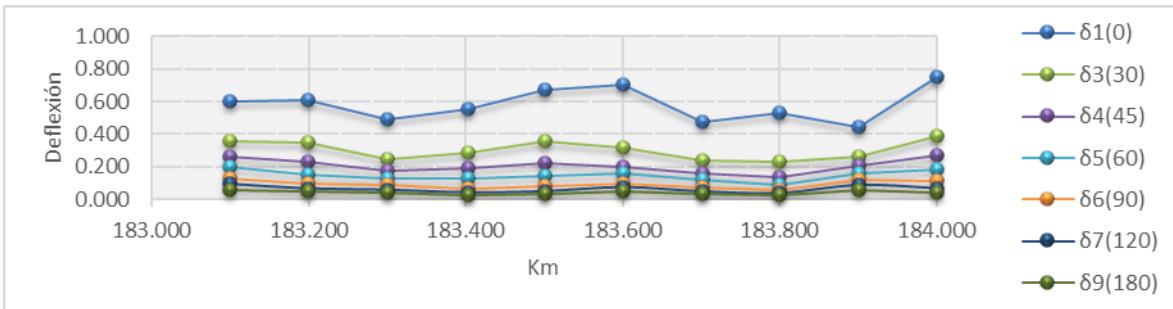
IX. COLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO

De acuerdo al procedimiento indicado en el tema medición de deflexiones se realizó la colección de datos en campo, siguiendo los lineamientos que ahí se mencionan y las consideraciones que se hacen en la normativa SCT, particularmente en el manual 020. Determinación de las deflexiones con equipo de impacto M-MMP-4-07-020/17.

MEDICIÓN EN EL CARRIL DE BAJA







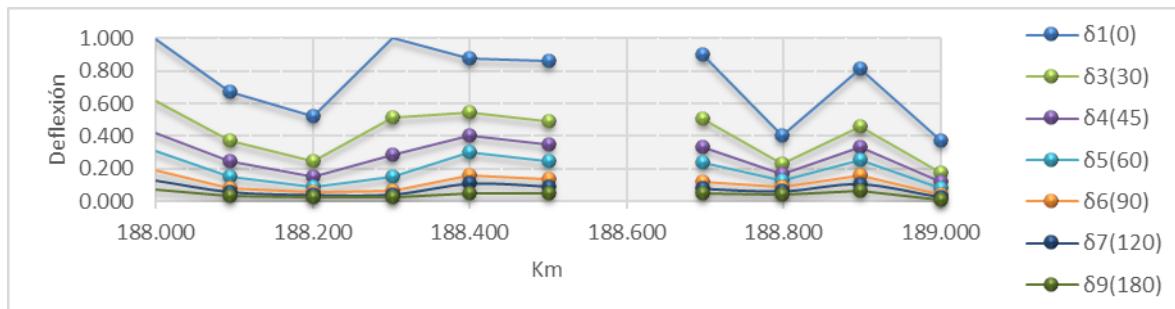
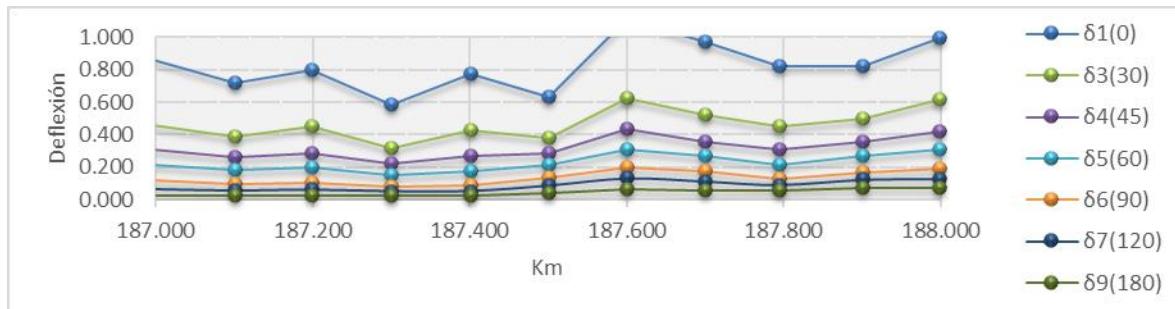
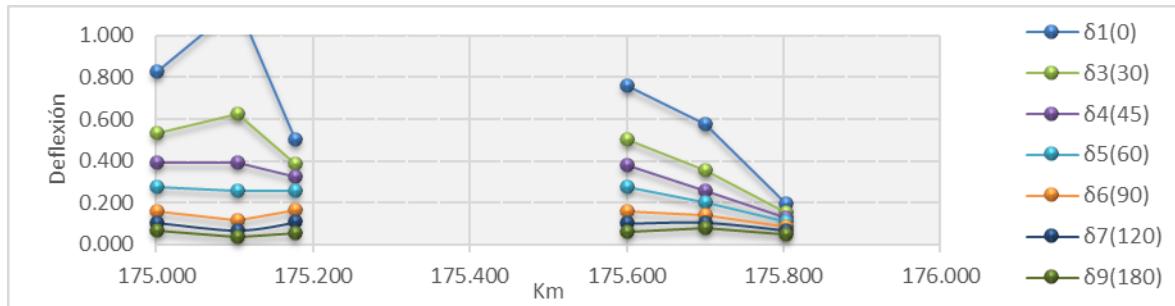
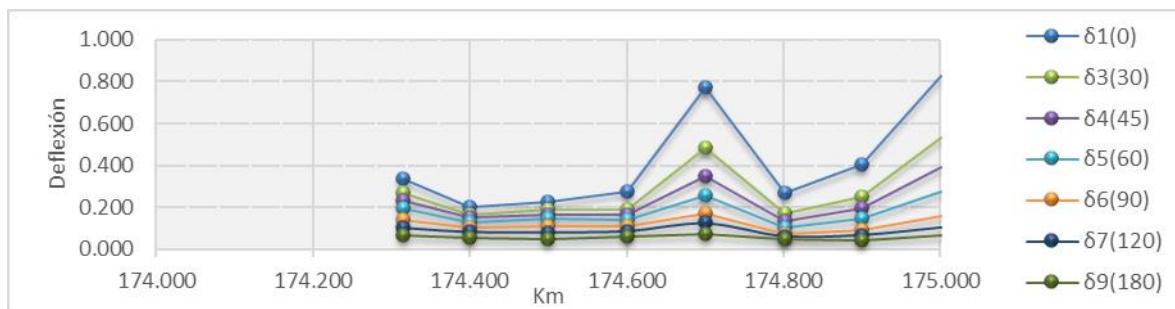
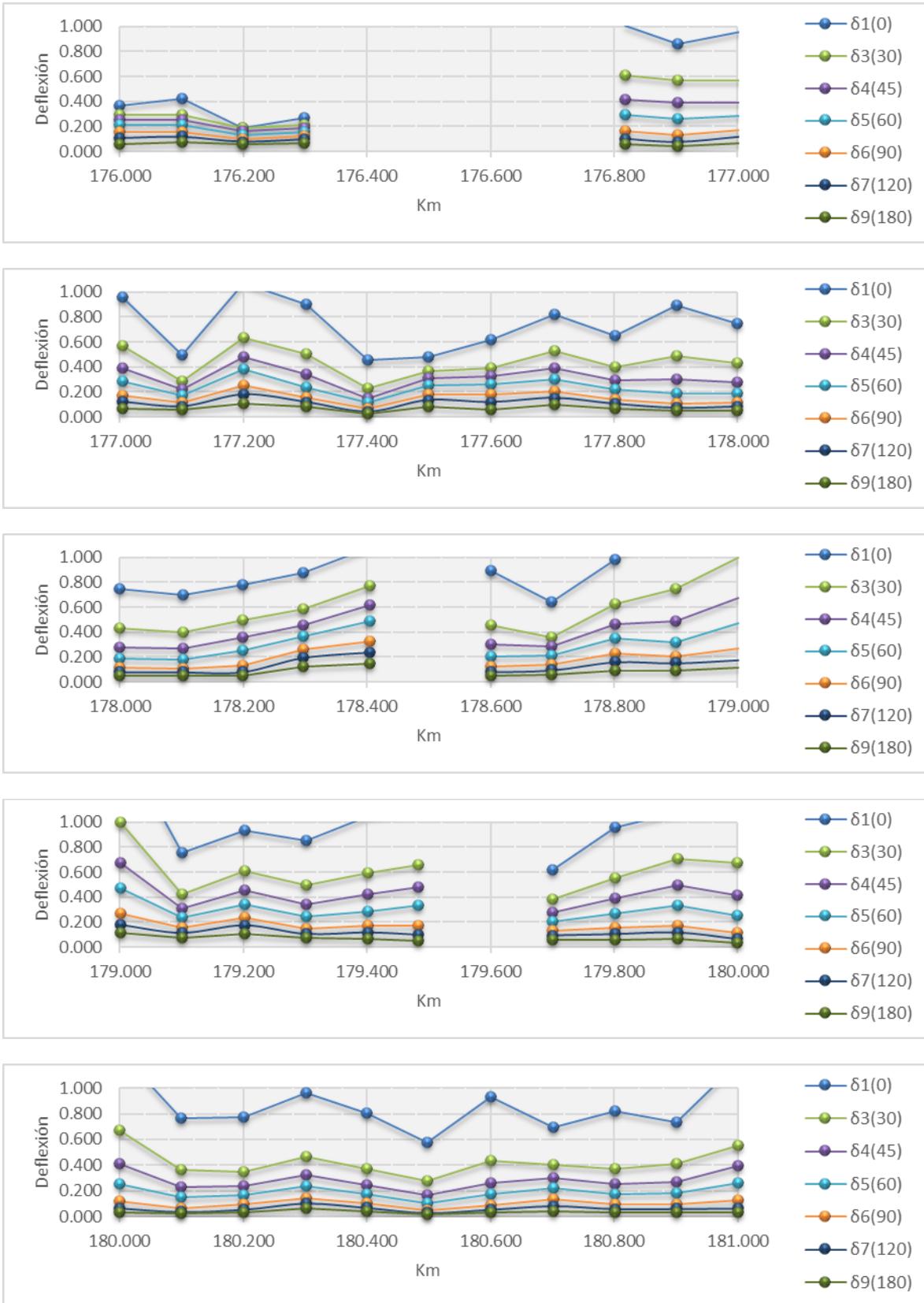
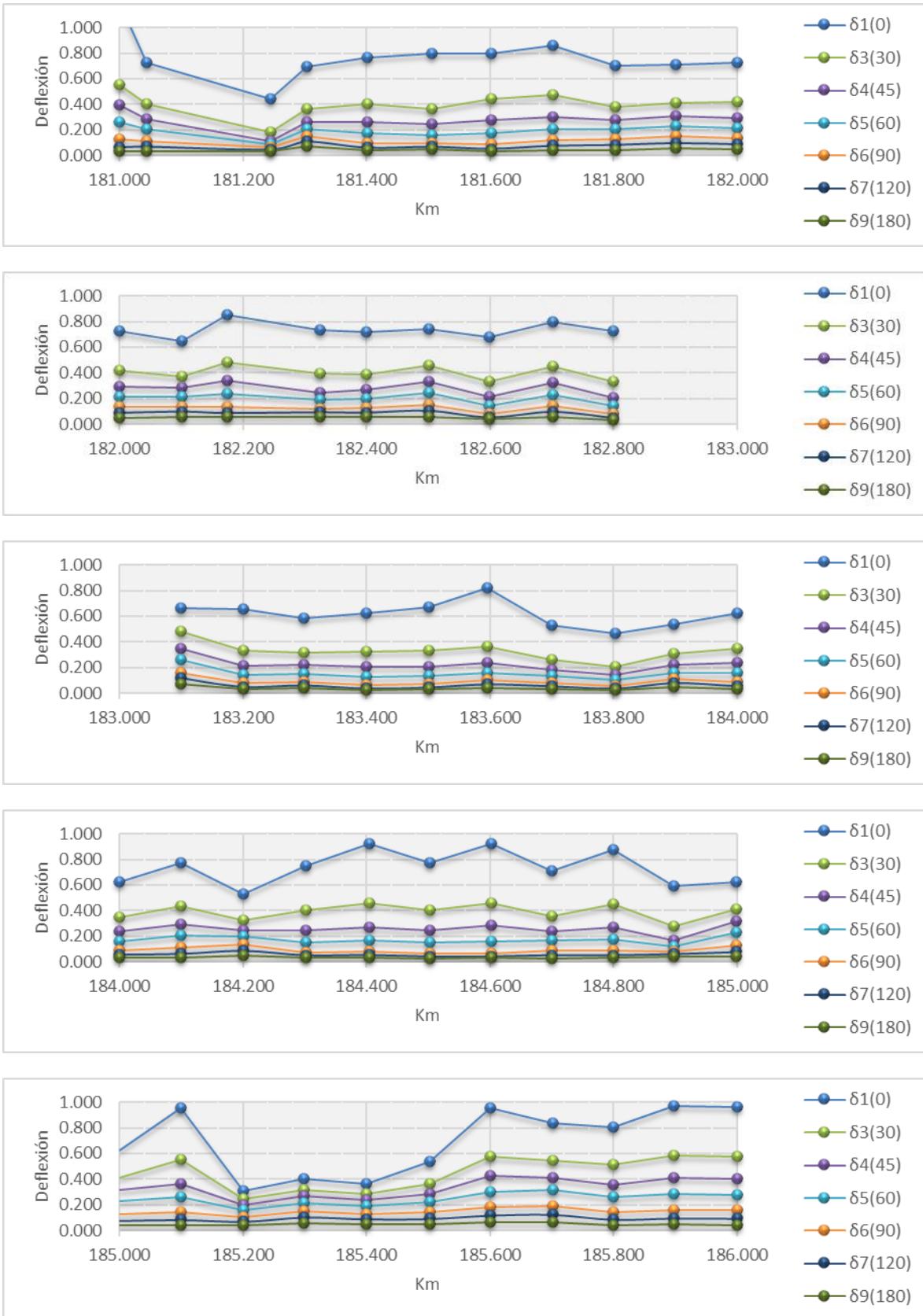


ILUSTRACIÓN 62 DEFLEXIONES POR KM EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

MEDICIÓN EN EL CARRIL DE ALTA







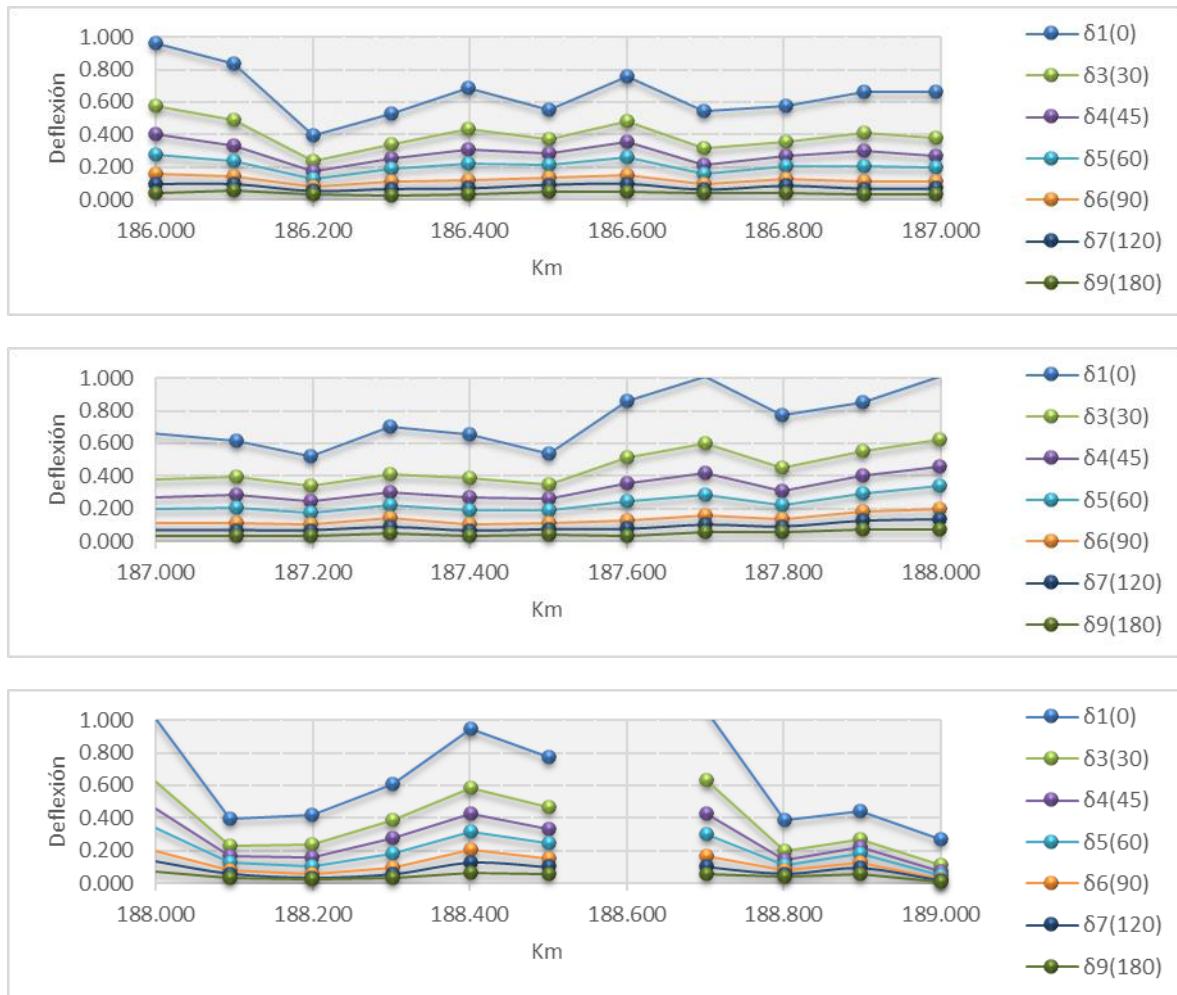


ILUSTRACIÓN 63 DEFLEXIONES POR KM EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

NORMALIZACIÓN

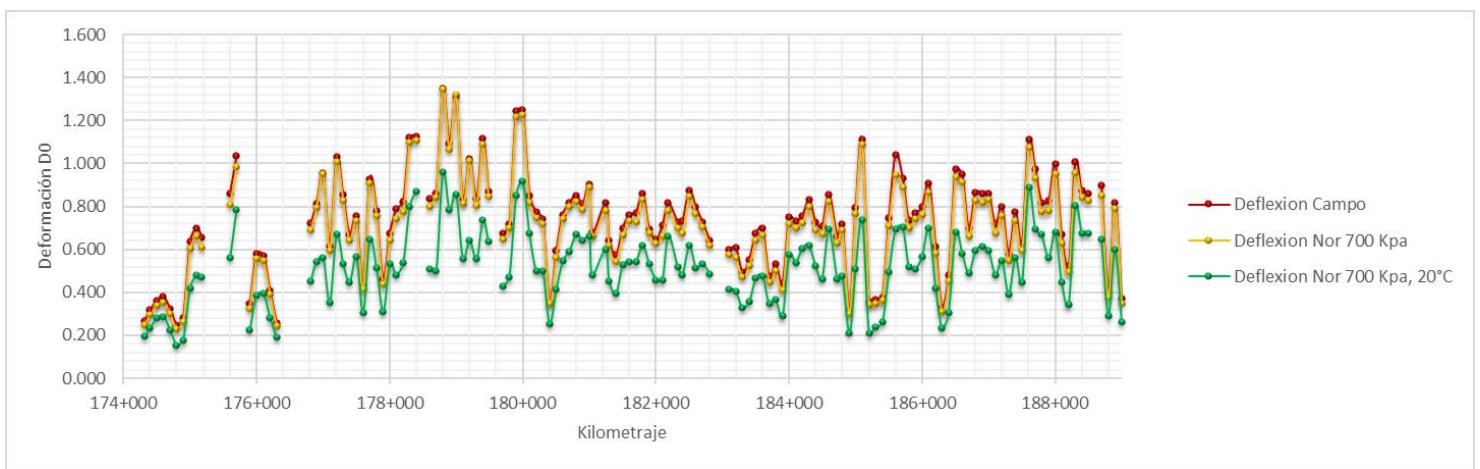


ILUSTRACIÓN 64 PROCESO DE NORMALIZACIÓN Y COMPARATIVA CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

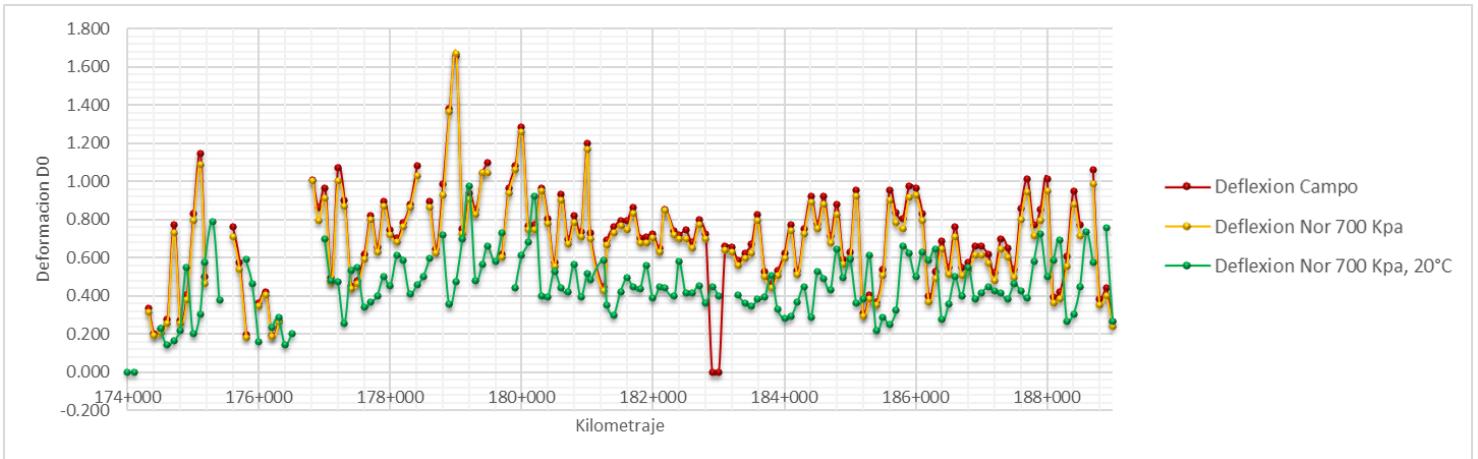


ILUSTRACIÓN 65 PROCESO DE NORMALIZACIÓN Y COMPARATIVA CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

DEFLECTOGRÁMAS CON ZONAS HOMOGÉNEAS CARRIL DE BAJA

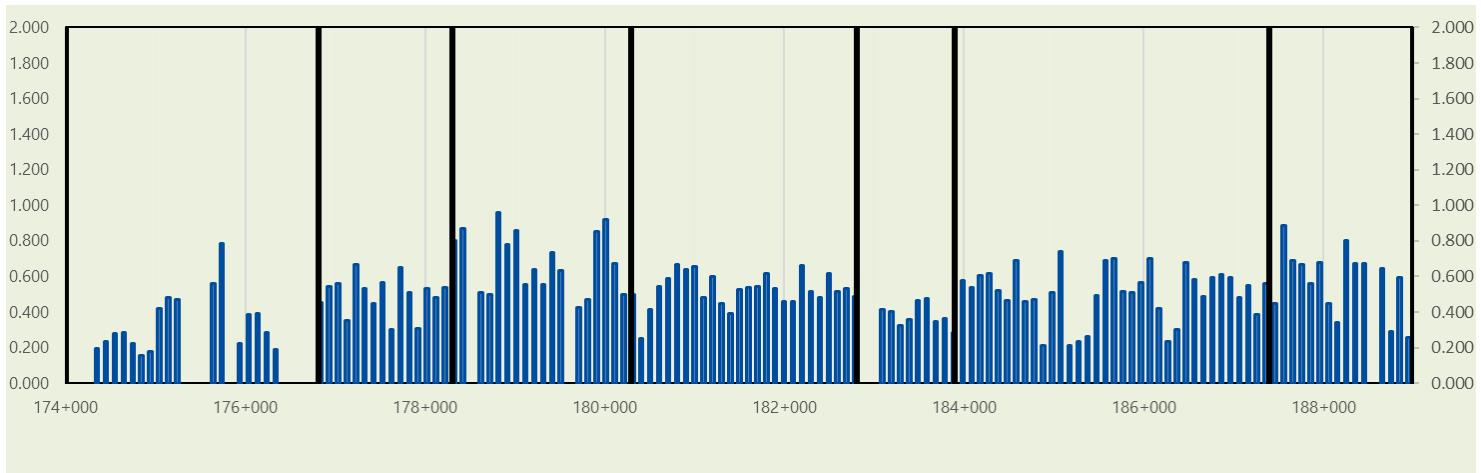


ILUSTRACIÓN 66 DEFLECTOGRÁMA CON ZONAS HOMOGÉNEAS EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

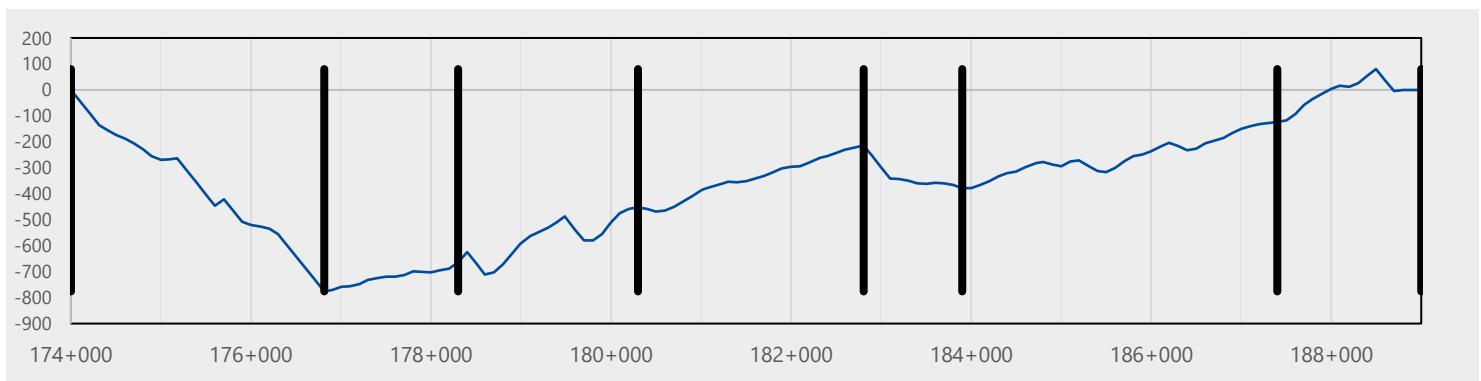


ILUSTRACIÓN 67 GRÁFICA ZX PARA DETERMINAR LAS ZONAS HOMOGÉNEAS EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

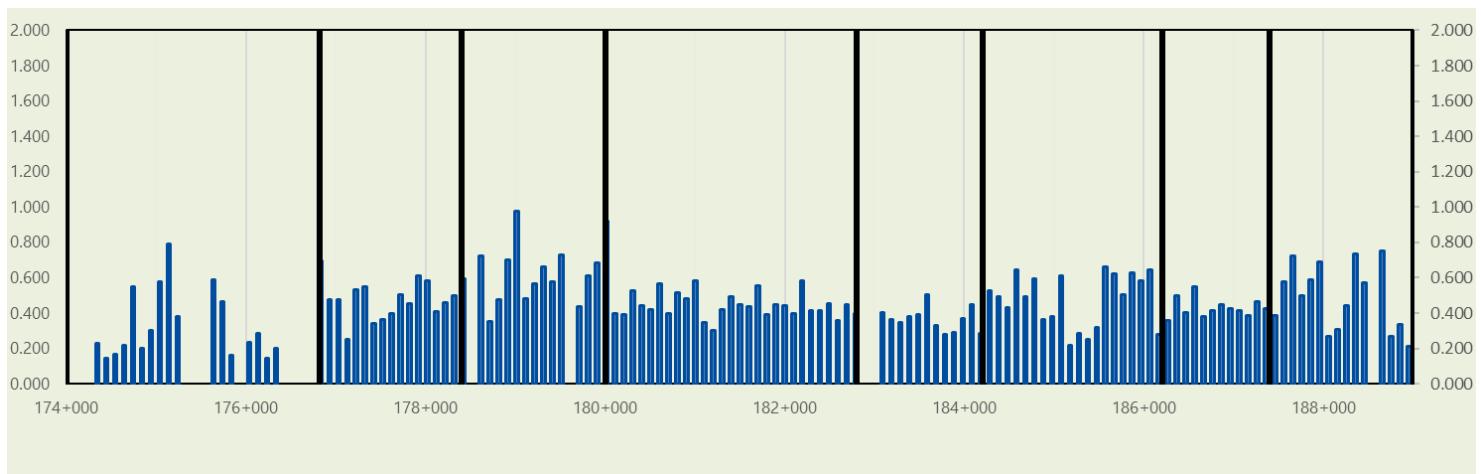


ILUSTRACIÓN 68 DEFLECTOGRÁMA CON ZONAS HOMOGÉNEAS EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

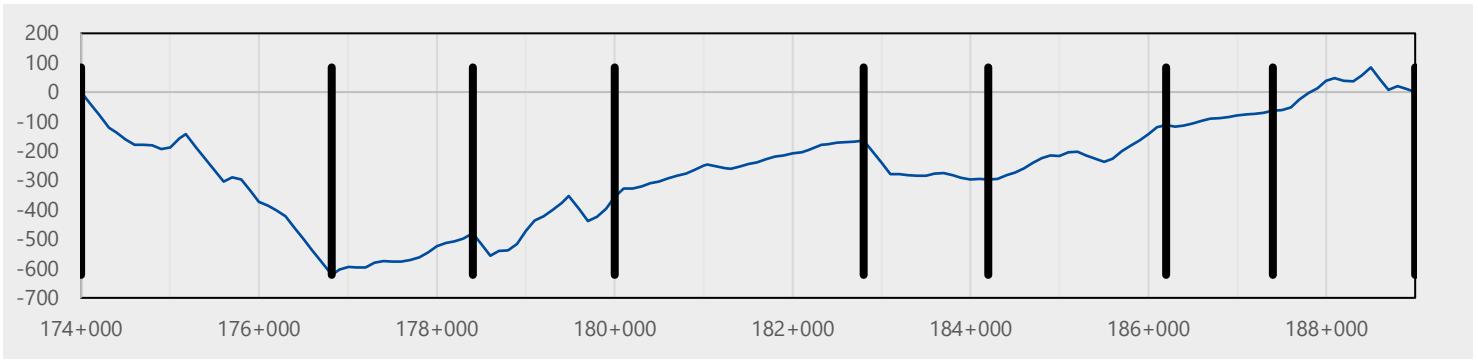


ILUSTRACIÓN 69 GRÁFICA ZX PARA DETERMINAR LAS ZONAS HOMOGENEAS EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ESPESORES OBTENIDOS CON GPR

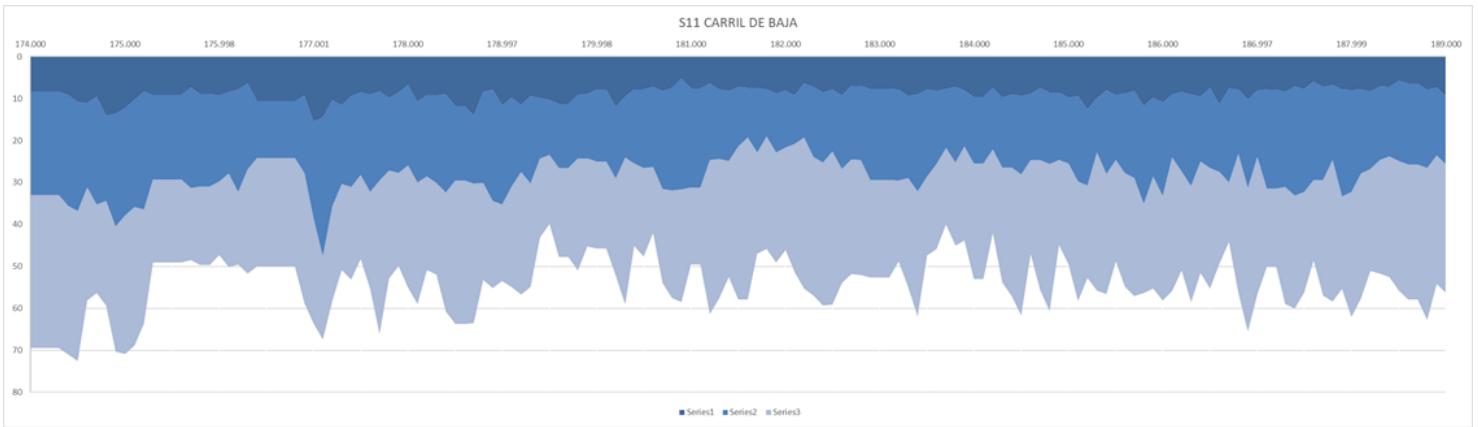


ILUSTRACIÓN 70 ESPESORES OBTENIDOS CON GPR EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

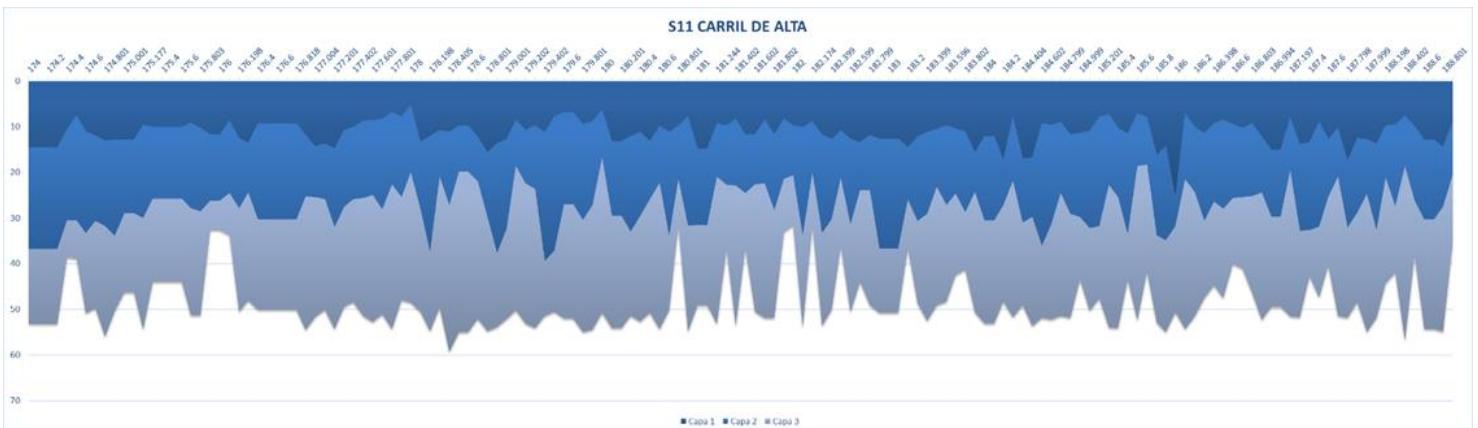


ILUSTRACIÓN 71 ESPESORES OBTENIDOS CON GPR EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

X. TRÁNSITO DE DISEÑO

Para realizar el estudio de tránsito y el cálculo de los ejes equivalentes de diseño se obtienen los datos históricos registrado en el acervo de datos viales de la DGST de la SCT, la cual se concentra en la siguiente tabla 6 para la estación de conteo más cercana al tramo en estudio, la cual en este caso corresponde a la estación T. der. Mapastepec.

TABLA 6 HISTÓRICO DE TRÁNSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL Y CONFIGURACIÓN DE TRÁNSITO; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA DGST

Número	2.- T. Der. Mapastepec	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	TE	SC
	AÑO.	TDPA											
	(X)	(V)											
1	2013	3392	7	71.3	2.9	6.7	1.9	5.5	1.4	3	0.3	3	2
2	2014	3871	6.9	70.7	3.1	6.9	2.1	5.8	1.2	2.9	0.4	3	2
3	2015	3736	8.3	65.4	3.7	8.1	2.2	7.1	1.3	3.6	0.3	3	2
4	2016	3801	10.7	63.1	3.8	8.7	1.9	6.5	1.3	3.7	0.3	3	2
5	2017	3841	12.8	64.3	3.3	7.8	2	4.7	1	3.7	0.4	3	2
6	2018	3835	13.8	61.2	4	8.3	1.9	6.5	1.1	3	0.2	3	2
7	2019	4081	14.6	59.5	3.9	9.1	1.7	6.8	1.2	3.1	0.1	3	2

Con estos datos históricos se realiza una estimación del tránsito a diferentes años proyectando los datos actuales, se utiliza un ajuste lineal y uno de interés simple, se extrae el tránsito hasta el año el cual se contempla el periodo de diseño (ver ilustración 72).

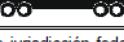
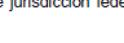


ILUSTRACIÓN 72 AJUSTE Y PROYECCIÓN DEL TDPA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En consecuencia se calcula el daño que ejerce cada tipo de vehículo sobre el pavimento, este daño, en general depende de cada vehículo, de cada configuración de los ejes con los que cuenta, el peso que transporta, la velocidad, la presión de inflado de llantas y las mismas dimensiones de los neumáticos, a partir de estos datos se obtiene el coeficiente de daño de cada tipo de eje y se realiza una

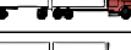
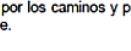
conversión equivalente a un eje sencillo estándar dual de 8.2 toneladas el cual en lo sucesivo lo determinaremos como eje equivalente.

El daño que representa cada vehículo se representa como una parte proporcional al daño que ejerce un eje equivalente y a esta proporcionalidad la determinamos como coeficiente unitario de daño equivalente, con esto se determina la cantidad de ejes equivalentes en función de una configuración de tránsito dada y el volumen de vehículos que se contabilizaron en el aforo a continuación de ilustra los tipos de vehículos que tienen mayor probabilidad de circular por las carreteras mexicanas (ver ilustración 73). (PT5-IMT, Instituto Mexicano Del Transporte, 1992)

ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE CARRETERAS		DATOS VIALES	
Clase 1 Motocicletas		M	
Clase 2 Automóviles	   	A	
Clase 3 Unitario, 4 llantas	  		
AUTOBUS (B)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	VEHÍCULO
B2	2	6	 
B3	3	8 o 10	 
B4	4	10	 

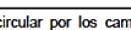
Nota: Los autobuses deben circular por los caminos y puentes de jurisdicción federal con las luces encendidas permanentemente.

ILUSTRACIÓN 73 CLASIFICACIÓN DEL TRÁNSITO; FUENTE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-012-SCT-2-2017

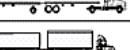
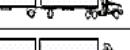
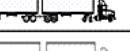
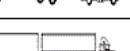
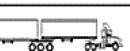
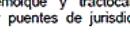
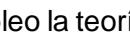
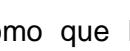
CAMIÓN UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	VEHÍCULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	
CAMIÓN-REMOLQUE (C-R)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	VEHÍCULO
C2-R2	4	14	
C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	

Nota: Los camiones unitarios y camión remolque deben circular por los caminos y puentes de jurisdicción federal con las luces encendidas permanentemente.

TABLA 5.2.3

TRACTOCAMIÓN ARTICULADO (T-S)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

Nota: Las configuraciones de tractocamión articulado deben circular por los caminos y puentes de jurisdicción federal con las luces encendidas permanentemente.

TRACTOCAMIÓN SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

Nota: Las configuraciones de tractocamión semirremolque-remolque y tractocamión semirremolque-semirremolque deben circular por los caminos y puentes de jurisdicción federal con las luces encendidas permanentemente.

Para realizar el calculo de los coeficientes unitarios de daño equivalente se empleo la teoría desarrollada por el Instituto de Ingeniería la cual considera la ley de acumulación de deformación para los diversos materiales definida empíricamente, así como que la distribución de esfuerzos obedece a la teoría de Boussinesq ampliada por Burmister para un sistema bicapa.

De esta forma si se requiere determinar el coeficiente de daño (D_i) correspondiente a un eje dual que trasmite una carga (Q) a una presión de contacto (p) se aplica la ecuación:

$$\log(D_i) = \frac{\log \sigma_z(i) - \log \sigma_z(Nor)}{\log 1.5} \quad \text{con} \quad \sigma_z(i) = p \left[1 - \frac{z^3}{(a_i^2 - z^2)^{3/2}} \right] \quad \text{y} \quad \sigma_z(Nor) = p \left[1 - \frac{z^3}{(15^2 - z^2)^{3/2}} \right]$$

donde: z es la profundidad a_i el radio equivalente de un círculo que representa las llantas gemelas del eje dual.

**TABLA 7 CALCULO DE FACTORES DE DAÑO POR VEHÍCULO CON LA CONFIGURACIÓN DE TRÁNSITO DE LA DGST - SCT. FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA**

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
C. Sentido	1.00	Coeficiente Ejes Sencillos	Ejes Sencillos												
C. Distribución	0.80	Dado	0.2 Ton												
Cargados	0.60	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta	Carpeta
Vacíos	0.40	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm	Z = 5 cm
A-2	Cargados.	0.60	0.00280	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125	0.00125
	Vacíos.	0.40	0.00226	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067	0.00067
B-2	Cargados.	0.60	2.01892	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724	0.04724
	Vacíos.	0.40	1.64277	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563	0.02563
C-2	Cargados.	0.60	2.44424	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346	0.13346
	Vacíos.	0.40	1.29541	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715	0.04715
C-3	Cargados.	0.60	3.52802	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599	0.03599
	Vacíos.	0.40	1.67200	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137	0.01137
T3-S1	Cargados.	0.60	4.10614	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	Vacíos.	0.40	2.23828	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
T3-S2	Cargados.	0.60	6.14955	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090	0.25090
	Vacíos.	0.40	2.35716	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411	0.06411
T3-S3	Cargados.	0.60	7.33319	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280	0.05280
	Vacíos.	0.40	2.49582	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198	0.01198
T3-S2-R4	Cargados.	0.60	10.48043	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122	0.20122
	Vacíos.	0.40	2.98745	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824	0.03824
ESAL/AÑO		1,098,715	1,136,209	1,168,571	1,205,148	1,242,870	1,285,283	1,321,891	1,363,267	1,405,938	1,453,916	1,495,327	1,542,132	1,590,401	1,644,674

Con ello se estima el comportamiento del tránsito durante el periodo de diseño en ejes equivalentes, en este caso se considera un periodo de diseños de 5 años, por lo cual se determina el promedio aritmético de los ejes equivalentes por año, dato que es requerido por el programa de retrocálculo con un promedio 1,427,359 de ejes equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño, considerando un 60% de vehículos cargados con un coeficiente de distribución del carril de diseño del 80%.

	del	al	Ejes Sencillos
ESAL 10 años	2020	2030	14,177,136
ESAL 5 años	2020	2025	7,136,797

XI. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO CON DEFLEXIONES

Se presentan las tablas con los resultados del análisis deflectométrico expuesto en el punto “EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS” este proceso se realiza en una tabla de excel para mejorar la trabajabilidad de datos.

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Ar-Tap-174000-189000-S11
Carretera ARRAGA - TAPACHULA
Tramo PIJILIAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)
Cuerpo B Carril Izq (Baía)

DEFLEXIONES CARRIL DE BAJA

Clave del Tramo	Nombre de la Carretera	Nombre del Tramo	KM Inicial	KM Final	Cuerpo	Carril	Km Medición	Temperatura °C	Carga (kN)	Deflexión a 700 kPa (mm)	Media en campo, mm (Distancia al centro del plato)	Deflexión	Calificación Según Área	Longitud	Latitud	Altitud	Observaciones		
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.000	174.100	B	Izq (Baía)	174.000	39.0						9321372	15.69900	67.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.100	174.200	B	Izq (Baía)	174.100	39.3						-9321283	15.69864	65.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.200	174.300	B	Izq (Baía)	174.200	39.6						-9321141	15.69849	64.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.300	174.400	B	Izq (Baía)	174.315	40.0	53.8	0.194	0.267	0.164	0.32	0.104	0.078	0.062	0.041	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.400	174.500	B	Izq (Baía)	174.401	38.7	53.7	0.232	0.319	0.246	0.27	0.190	0.151	0.116	0.073	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.500	174.600	B	Izq (Baía)	174.500	33.9	52.9	0.279	0.361	0.222	0.175	0.136	0.094	0.066	0.037	0.037	9
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.600	174.700	B	Izq (Baía)	174.601	34.6	53.0	0.287	0.378	0.263	0.225	0.183	0.139	0.106	0.072	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.700	174.800	B	Izq (Baía)	174.700	41.8	53.3	0.223	0.322	0.220	0.173	0.139	0.096	0.068	0.039	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.800	174.900	B	Izq (Baía)	174.800	41.6	54.2	0.154	0.247	0.159	0.118	0.098	0.071	0.059	0.041	10	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	174.900	175.000	B	Izq (Baía)	174.886	41.8	53.5	0.177	0.281	0.195	0.159	0.125	0.087	0.061	0.037	10	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.000	175.100	B	Izq (Baía)	175.000	42.0	52.5	0.419	0.638	0.341	0.228	0.158	0.10	0.080	0.051	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.100	175.200	B	Izq (Baía)	175.098	42.2	52.3	0.480	0.699	0.343	0.224	0.136	0.074	0.049	0.032	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.200	175.300	B	Izq (Baía)	175.180	41.5	53.3	0.469	0.654	0.495	0.388	0.282	0.153	0.099	0.051	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.300	175.400	B	Izq (Baía)	175.300	43.3						-9320800	15.69547	70.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.400	175.500	B	Izq (Baía)	175.400	46.8						-9320846	15.69460	77.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.500	175.600	B	Izq (Baía)	175.500	45.2						-9320536	15.69397	74.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.600	175.700	B	Izq (Baía)	175.600	47.0	52.7	0.568	0.869	0.592	0.349	0.249	0.153	0.105	0.065	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.700	175.800	B	Izq (Baía)	175.699	40.8	52.3	0.784	1.037	0.606	0.29	0.124	0.074	0.055	0.039	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.800	175.900	B	Izq (Baía)	175.800	47.7						-9320395	15.68795	61.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	175.900	176.000	B	Izq (Baía)	175.900	47.1	53.2	0.225	0.347	0.252	0.211	0.169	0.124	0.094	0.062	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.000	176.100	B	Izq (Baía)	175.998	46.4	51.7	0.386	0.580	0.370	0.28	0.228	0.141	0.087	0.049	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.100	176.200	B	Izq (Baía)	176.102	46.2	51.5	0.393	0.570	0.405	0.349	0.259	0.191	0.142	0.093	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.200	176.300	B	Izq (Baía)	176.201	47.1	51.6	0.282	0.408	0.334	0.282	0.198	0.132	0.091	0.061	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.300	176.400	B	Izq (Baía)	176.300	46.5	52.1	0.188	0.257	0.198	0.176	0.154	0.124	0.086	0.064	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.400	176.500	B	Izq (Baía)	176.400	46.2						-9319880	15.68410	50.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.500	176.600	B	Izq (Baía)	176.500	46.9						-9319812	15.68348	56.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.600	176.700	B	Izq (Baía)	176.600	46.3						-9319742	15.68233	53.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.700	176.800	B	Izq (Baía)	176.700	48.3						-9319677	15.68219	52.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.800	176.900	B	Izq (Baía)	176.814	47.3	51.6	0.452	0.720	0.435	0.308	0.221	0.132	0.088	0.067	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	176.900	177.000	B	Izq (Baía)	176.901	47.1	50.8	0.543	0.812	0.500	0.302	0.198	0.110	0.072	0.043	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.000	177.100	B	Izq (Baía)	177.001	46.4	49.7	0.561	0.954	0.553	0.363	0.255	0.158	0.110	0.065	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.100	177.200	B	Izq (Baía)	177.099	47.3	51.1	0.350	0.614	0.319	0.239	0.179	0.117	0.083	0.054	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.200	177.300	B	Izq (Baía)	177.202	47.0	50.6	0.670	1.031	0.599	0.331	0.235	0.132	0.178	0.116	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.300	177.400	B	Izq (Baía)	177.299	46.5	51.0	0.533	0.855	0.525	0.366	0.281	0.126	0.155	0.100	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.400	177.500	B	Izq (Baía)	177.397	46.1	51.5	0.446	0.868	0.351	0.245	0.173	0.105	0.073	0.042	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.500	177.600	B	Izq (Baía)	177.500	46.3	51.0	0.564	0.757	0.514	0.26	0.149	0.042	0.065	0.032	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.600	177.700	B	Izq (Baía)	177.600	43.3	51.7	0.304	0.431	0.266	0.231	0.193	0.140	0.100	0.057	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.700	177.800	B	Izq (Baía)	177.700	46.6	50.8	0.648	0.928	0.592	0.311	0.250	0.140	0.168	0.105	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.800	177.900	B	Izq (Baía)	177.801	46.6	51.0	0.511	0.777	0.440	0.319	0.239	0.159	0.116	0.078	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	177.900	178.000	B	Izq (Baía)	177.901	46.9	52.5	0.307	0.462	0.246	0.173	0.124	0.080	0.057	0.038	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.000	178.100	B	Izq (Baía)	178.000	51.9	53.2	0.673	0.931	0.531	0.381	0.28	0.193	0.142	0.104	0.072	9
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.100	178.200	B	Izq (Baía)	178.098	47.4	52.6	0.481	0.787	0.426	0.281	0.205	0.141	0.101	0.056	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.200	178.300	B	Izq (Baía)	178.202	46.9	52.5	0.536	0.821	0.448	0.384	0.277	0.159	0.108	0.060	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.300	178.400	B	Izq (Baía)	178.301	43.8	50.6	0.799	1.121	0.715	0.537	0.406	0.266	0.198	0.114	8	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.400	178.500	B	Izq (Baía)	178.400	39.1	50.5	0.869	1.126	0.765	0.592	0.448	0.297	0.210	0.124	7	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.500	178.600	B	Izq (Baía)	178.500	47.6						-93.18733	15.67557	47.0			
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.600	178.700	B	Izq (Baía)	178.598	46.8	51.7	0.509	0.834	0.425	0.297	0.198	0.141	0.105	0.072	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.700	178.800	B	Izq (Baía)	178.698	47.4	52.6	0.499	0.861	0.495	0.342	0.240	0.151	0.103	0.063	9	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijiliapan - Mapastepc (Cpo. B)	178.800	178.900	B	Izq (Baía)	178.799	46.7	49.7	0.937									

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Ar-Tap-174000-189000-S11
Carrera ARRAGA - TAPACHULA
Tramo PIJJUAPAN - MAESTREP CPO. B
Cuerpo B Carril Izq (Baa)

Clave del Tramo	Nombre de la Carretera	Nombre del Tramo	KM Inicial	KM Final	Cuerpo	Carril	Km Medición	Temperatura	Carga (kN)	Deflexión a 700 kPa (mm)	Deflexión			Calificación Según Área	Longitud	Latitud	Altitud	Observaciones	
											(10)	(20)	(30)	(45)	(60)	(80)	(110)	(120)	(150)
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	179.300	179.400	B	Izq (Baa)	179.305	46.6	51.4	0.553	0.834	0.949	0.925	0.901	0.877	0.805	0.777	0.740	
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	179.400	179.500	B	Izq (Baa)	179.399	46.7	50.8	0.735	1.115	0.633	0.412	0.271	0.146	0.095	0.055	0.055	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	179.500	179.600	B	Izq (Baa)	179.483	40.2	50.8	0.635	0.868	0.574	0.422	0.309	0.172	0.088	0.049	0.049	0.480
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	179.600	179.700	B	Izq (Baa)	179.600	46.1	51.6	0.426	0.673	0.379	0.270	0.191	0.156	0.076	0.048	0.048	0.460
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	179.700	179.800	B	Izq (Baa)	179.697	45.8	51.6	0.426	0.673	0.443	0.335	0.246	0.156	0.101	0.054	0.054	0.460
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	179.800	179.900	B	Izq (Baa)	179.797	48.2	50.8	0.471	0.739	0.733	0.501	0.366	0.207	0.128	0.068	0.068	0.460
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	179.900	180.000	B	Izq (Baa)	179.900	46.7	50.6	0.851	1.243	0.728	0.510	0.309	0.198	0.128	0.068	0.068	0.460
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.000	180.100	B	Izq (Baa)	179.998	44.5	50.3	0.918	1.246	0.671	0.408	0.247	0.144	0.070	0.047	0.047	0.470
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.100	180.200	B	Izq (Baa)	180.099	37.3	51.6	0.674	0.851	0.467	0.310	0.187	0.078	0.043	0.026	0.026	0.480
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.200	180.300	B	Izq (Baa)	180.199	44.4	51.3	0.499	0.774	0.405	0.288	0.198	0.103	0.059	0.032	0.032	0.480
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.300	180.400	B	Izq (Baa)	180.299	45.9	51.0	0.499	0.739	0.475	0.287	0.205	0.121	0.081	0.048	0.048	0.500
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.400	180.500	B	Izq (Baa)	180.401	46.3	51.3	0.253	0.358	0.168	0.081	0.053	0.038	0.021	0.010	0.010	0.500
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.500	180.600	B	Izq (Baa)	180.502	46.2	52.0	0.413	0.592	0.278	0.130	0.098	0.057	0.045	0.030	0.030	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.600	180.700	B	Izq (Baa)	180.600	47.4	50.9	0.544	0.761	0.424	0.294	0.203	0.100	0.057	0.029	0.029	0.510
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.700	180.800	B	Izq (Baa)	180.700	44.7	50.6	0.590	0.816	0.404	0.280	0.200	0.118	0.073	0.035	0.035	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.800	180.900	B	Izq (Baa)	180.800	39.4	51.3	0.667	0.851	0.484	0.327	0.241	0.168	0.063	0.029	0.029	0.530
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	180.900	181.000	B	Izq (Baa)	180.900	46.7	51.3	0.640	0.812	0.427	0.296	0.198	0.105	0.071	0.030	0.030	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.000	181.100	B	Izq (Baa)	181.000	46.0	50.2	0.658	0.901	0.482	0.318	0.200	0.096	0.054	0.028	0.028	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.100	181.200	B	Izq (Baa)	181.043	47.2	50.8	0.481	0.677	0.413	0.286	0.195	0.101	0.063	0.037	0.037	0.510
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.200	181.300	B	Izq (Baa)	181.244	46.6	51.7	0.600	0.815	0.500	0.313	0.200	0.110	0.073	0.046	0.046	0.500
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.300	181.400	B	Izq (Baa)	181.297	46.5	51.5	0.449	0.640	0.353	0.251	0.194	0.137	0.102	0.068	0.068	0.490
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.400	181.500	B	Izq (Baa)	181.400	46.0	52.4	0.333	0.573	0.260	0.165	0.115	0.071	0.051	0.036	0.036	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.500	181.600	B	Izq (Baa)	181.501	41.6	51.8	0.529	0.698	0.323	0.198	0.134	0.080	0.056	0.040	0.040	0.500
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.600	181.700	B	Izq (Baa)	181.601	46.6	51.5	0.539	0.762	0.396	0.247	0.169	0.104	0.060	0.037	0.037	0.510
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.700	181.800	B	Izq (Baa)	181.699	45.9	52.4	0.541	0.769	0.453	0.318	0.224	0.121	0.070	0.036	0.036	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.800	181.900	B	Izq (Baa)	181.801	45.1	51.3	0.618	0.859	0.472	0.326	0.231	0.135	0.086	0.050	0.050	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	181.900	182.000	B	Izq (Baa)	181.889	39.1	50.9	0.531	0.692	0.409	0.309	0.237	0.150	0.104	0.063	0.063	0.560
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.000	182.100	B	Izq (Baa)	182.000	45.8	51.0	0.457	0.645	0.357	0.266	0.199	0.126	0.082	0.046	0.046	0.570
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.100	182.200	B	Izq (Baa)	182.097	46.6	53.2	0.457	0.711	0.378	0.277	0.208	0.138	0.096	0.056	0.056	0.550
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.200	182.300	B	Izq (Baa)	182.186	37.9	51.8	0.660	0.814	0.430	0.305	0.224	0.131	0.086	0.061	0.061	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.300	182.400	B	Izq (Baa)	182.300	46.7	51.7	0.548	0.729	0.327	0.234	0.174	0.112	0.080	0.050	0.050	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.400	182.500	B	Izq (Baa)	182.399	46.2	53.9	0.482	0.733	0.401	0.305	0.228	0.140	0.088	0.054	0.054	0.510
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.500	182.600	B	Izq (Baa)	182.502	46.3	51.0	0.617	0.872	0.465	0.348	0.234	0.152	0.102	0.059	0.059	0.510
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.600	182.700	B	Izq (Baa)	182.599	48.2	51.5	0.514	0.797	0.395	0.231	0.140	0.074	0.051	0.036	0.036	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.700	182.800	B	Izq (Baa)	182.701	46.2	51.0	0.532	0.726	0.467	0.333	0.237	0.151	0.105	0.061	0.061	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.800	182.900	B	Izq (Baa)	182.806	43.1	51.5	0.436	0.643	0.317	0.216	0.146	0.077	0.048	0.036	0.036	0.520
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	182.900	183.000	B	Izq (Baa)	182.900	40.1	52.6	0.356	0.553	0.288	0.188	0.123	0.067	0.041	0.026	0.026	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.000	183.100	B	Izq (Baa)	183.000	46.5	51.5	0.414	0.597	0.355	0.262	0.196	0.130	0.094	0.058	0.058	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.100	183.200	B	Izq (Baa)	183.100	47.5	53.7	0.403	0.607	0.346	0.228	0.149	0.093	0.066	0.048	0.048	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.200	183.300	B	Izq (Baa)	183.199	47.5	52.5	0.345	0.473	0.235	0.161	0.121	0.074	0.047	0.028	0.028	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.300	183.400	B	Izq (Baa)	183.300	46.1	52.0	0.326	0.493	0.226	0.136	0.090	0.052	0.036	0.025	0.025	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.400	183.500	B	Izq (Baa)	183.403	47.9	52.6	0.356	0.553	0.288	0.188	0.144	0.094	0.061	0.048	0.048	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.500	183.600	B	Izq (Baa)	183.500	46.9	51.8	0.445	0.673	0.356	0.222	0.144	0.076	0.048	0.030	0.030	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.600	183.700	B	Izq (Baa)	183.601	46.6	52.2	0.477	0.700	0.317	0.200	0.128	0.074	0.048	0.026	0.026	0.540
Def-Ar-Tap-174000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Pijijiapan - Maestrep (Cpo. B)	183.700	183.800	B	Izq (Baa)	183.701	42.8	52.5	0.345	0.473	0.235	0.161						

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información Clave Def-Air-Tap-17400-18900-511
Carrtera ARRIBA - TAPACHULA
Tramo PIJUJAM - MAPATEPEC (CPO).
Cuenta R. Caril Izo (Baja)

Clave del Tramo	Nombre de la Carretera	Nombre del Tramo	km Inicial	km Final	Cuerpo	Camil	Medición °C	Km	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	Deflexión						Calificación Según Área	Longitud	Latitud	Altitud	Observaciones	
									Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	δ ₀₍₁₈₀₎	δ ₂₍₁₈₀₎	δ ₃₍₁₈₀₎	δ ₄₍₁₈₀₎	δ ₅₍₁₈₀₎	δ ₆₍₁₈₀₎	δ ₇₍₁₈₀₎					
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	184.700	184.800	B	lzn (Baja)	184.724	47.1	51.9	0.461	0.659	0.727	0.234	0.146	0.067	0.038	0.029	9	-93.13756	15.64175	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	184.800	184.900	B	lzn (Baja)	184.800	48.5	51.5	0.473	0.717	0.408	0.252	0.130	0.080	0.051	0.026	9	-93.13679	15.64122	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	184.900	185.000	B	lzn (Baja)	184.909	47.1	51.9	0.211	0.314	0.165	0.151	0.120	0.082	0.057	0.034	9	-93.13597	15.64079	32.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.000	185.100	B	lzn (Baja)	185.000	47.9	51.3	0.508	0.792	0.546	0.397	0.291	0.153	0.086	0.043	8	-93.13517	15.64040	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.100	185.200	B	lzn (Baja)	185.100	47.5	50.5	0.738	1.112	0.599	0.382	0.239	0.110	0.058	0.029	8	-93.13426	15.63997	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.200	185.300	B	lzn (Baja)	185.200	47.3	51.8	0.211	0.358	0.272	0.205	0.156	0.103	0.075	0.045	9	-93.13347	15.63958	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.300	185.400	B	lzn (Baja)	185.300	46.6	51.7	0.236	0.364	0.131	0.255	0.211	0.149	0.097	0.054	9	-93.13326	15.63919	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.400	185.500	B	lzn (Baja)	185.403	46.7	51.7	0.260	0.377	0.283	0.237	0.192	0.133	0.095	0.058	9	-93.13177	15.63877	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.500	185.600	B	lzn (Baja)	185.500	46.2	52.2	0.493	0.745	0.418	0.285	0.208	0.131	0.091	0.055	9	-93.13098	15.63841	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.600	185.700	B	lzn (Baja)	185.600	44.2	54.3	0.692	1.039	0.609	0.434	0.319	0.194	0.130	0.056	8	-93.13011	15.63798	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.700	185.800	B	lzn (Baja)	185.707	40.1	51.7	0.703	0.929	0.534	0.375	0.281	0.161	0.106	0.059	8	-93.12931	15.63759	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.800	185.900	B	lzn (Baja)	185.800	39.3	52.2	0.517	0.734	0.429	0.316	0.229	0.128	0.077	0.033	8	-93.12842	15.63715	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	185.900	186.000	B	lzn (Baja)	185.900	46.1	51.5	0.769	1.197	0.603	0.334	0.271	0.117	0.079	0.038	8	-93.12717	15.63670	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.000	186.100	B	lzn (Baja)	186.000	40.1	51.8	0.566	0.796	0.483	0.340	0.243	0.135	0.082	0.036	8	-93.12691	15.63604	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.100	186.200	B	lzn (Baja)	186.101	37.2	52.1	0.598	0.909	0.554	0.351	0.234	0.126	0.081	0.045	8	-93.12627	15.63548	32.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.200	186.300	B	lzn (Baja)	186.201	45.8	52.6	0.417	0.614	0.348	0.225	0.158	0.088	0.061	0.034	9	-93.12558	15.63495	31.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.300	186.400	B	lzn (Baja)	186.299	42.0	53.0	0.232	0.330	0.202	0.150	0.113	0.071	0.047	0.024	9	-93.12484	15.63431	30.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.400	186.500	B	lzn (Baja)	186.398	47.7	51.7	0.304	0.480	0.272	0.193	0.136	0.083	0.051	0.025	9	-93.12419	15.63376	31.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.500	186.600	B	lzn (Baja)	186.500	47.8	51.8	0.677	0.975	0.604	0.415	0.290	0.165	0.104	0.054	8	-93.12340	15.63311	31.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.600	186.700	B	lzn (Baja)	186.601	47.3	51.5	0.581	0.947	0.554	0.399	0.285	0.163	0.101	0.054	8	-93.12270	15.63254	33.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.700	186.800	B	lzn (Baja)	186.700	46.3	52.3	0.488	0.699	0.325	0.195	0.139	0.079	0.054	0.033	9	-93.12201	15.63197	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.800	186.900	B	lzn (Baja)	186.801	47.2	51.9	0.594	0.865	0.533	0.376	0.272	0.146	0.085	0.038	8	-93.12131	15.63137	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	186.900	187.000	B	lzn (Baja)	186.900	40.4	52.2	0.612	0.861	0.478	0.296	0.182	0.085	0.055	0.026	9	-93.12063	15.63073	35.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.000	187.100	B	lzn (Baja)	186.997	51.3	50.9	0.960	1.063	0.461	0.311	0.210	0.116	0.063	0.028	8	-93.12001	15.63010	37.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.100	187.200	B	lzn (Baja)	187.101	47.8	52.7	0.481	0.718	0.389	0.257	0.183	0.096	0.055	0.025	9	-93.11936	15.62939	39.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.200	187.300	B	lzn (Baja)	187.199	46.9	52.2	0.547	0.798	0.448	0.284	0.196	0.104	0.060	0.027	9	-93.11872	15.62871	40.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.300	187.400	B	lzn (Baja)	187.300	46.6	52.8	0.388	0.581	0.315	0.223	0.152	0.078	0.050	0.025	9	-93.11809	15.62803	41.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.400	187.500	B	lzn (Baja)	187.401	44.5	52.5	0.562	0.775	0.429	0.265	0.177	0.085	0.051	0.026	9	-93.11750	15.62741	44.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.500	187.600	B	lzn (Baja)	187.500	44.5	52.5	0.447	0.629	0.378	0.281	0.211	0.133	0.086	0.043	9	-93.11683	15.62673	42.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.600	187.700	B	lzn (Baja)	187.601	41.7	51.3	0.886	1.109	0.624	0.438	0.311	0.196	0.132	0.062	8	-93.11615	15.62610	39.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.700	187.800	B	lzn (Baja)	187.700	46.9	51.7	0.691	0.971	0.520	0.355	0.270	0.171	0.111	0.058	8	-93.11550	15.62558	37.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.800	187.900	B	lzn (Baja)	187.795	35.5	52.4	0.668	0.819	0.449	0.306	0.216	0.129	0.089	0.052	8	-93.11474	15.62493	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	187.900	188.000	B	lzn (Baja)	187.901	47.5	52.4	0.558	0.824	0.498	0.363	0.271	0.168	0.123	0.075	8	-93.11401	15.62435	35.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.000	188.100	B	lzn (Baja)	187.999	47.6	51.9	0.673	0.998	0.613	0.422	0.312	0.186	0.127	0.073	8	-93.11329	15.62379	37.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.100	188.200	B	lzn (Baja)	188.095	47.6	52.8	0.448	0.668	0.372	0.242	0.150	0.080	0.057	0.035	9	-93.11256	15.62339	38.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.200	188.300	B	lzn (Baja)	188.201	48.1	52.8	0.344	0.525	0.247	0.147	0.091	0.054	0.038	0.024	9	-93.11166	15.62293	38.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.300	188.400	B	lzn (Baja)	188.301	37.2	52.2	0.803	1.005	0.514	0.281	0.152	0.064	0.042	0.023	8	-93.11085	15.62251	37.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.400	188.500	B	lzn (Baja)	188.400	41.1	51.3	0.672	0.872	0.545	0.349	0.296	0.161	0.108	0.048	8	-93.11066	15.62204	38.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.500	188.600	B	lzn (Baja)	188.500	43.2	51.6	0.675	0.861	0.492	0.346	0.244	0.138	0.080	0.050	8	-93.10935	15.62140	38.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.600	188.700	B	lzn (Baja)	188.600	45.4	52.8	0.344	0.525	0.247	0.147	0.091	0.054	0.038	0.024	9	-93.10906	15.62109	37.5
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.700	188.800	B	lzn (Baja)	188.700	47.5	52.4	0.647	0.899	0.507	0.334	0.234	0.122	0.077	0.046	8	-93.10879	15.62079	37.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.800	188.900	B	lzn (Baja)	188.798	41.8	52.8	0.291	0.400	0.227	0.166	0.128	0.087	0.061	0.039	9	-93.10812	15.62033	34.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	188.900	189.000	B	lzn (Baja)	188.897	45.1	51.1	0.597	0.816	0.458	0.335	0.253	0.160	0.105	0.062	8	-93.10749	15.61934	35.0
ef-An-1-Tap-174000-189000-S1	Arriaga - Tapachula	Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B)	189.000	189.100	B	lzn (Baja)	189.000	41.8	52.5	0.260	0.368	0.172	0.118	0.081	0.043	0.025	0.011	10	-93.10682	15.61887	35.0

	PROMEDIO:	51.8	0.511	0.731		PROMEDIO:	86
	MÍNIMO:	49.3	0.154	0.247		MÍNIMO:	7.0
	MÁXIMO:	54.3	0.957	1.350		MÁXIMO:	10.0

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Ar-Tap-144000-189000-511

Carretera ARRAGA - TAPACHULA

Trazo LIBRAMIENTO ARRAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Cari. Der (Alta)

DEFLEXIONES CARRIL DE ALTA

Clave del Tramo	Nombre de la Carrera	Número del Tramo	KM Inicial	KM Final	Cuerpo	Carri	Km Medicion	Temperatura °C	Carga (kN)	Deflexión a 700 (pa) (mm)	Medida en campo, mm (Distancia al centro del dato)	Deflexión	Calificación Según Área	Latitud	Longitud	Altitud	Observaciones	
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.000	174.100	B	Der (Alta)	174.000	38.7						15.531.90	-92.986293	57.4		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.100	174.200	B	Der (Alta)	174.100	38.4						15.531.39	-92.98194	57.9		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.200	174.300	B	Der (Alta)	174.200	38.2						15.530.89	-92.98119	58.4		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.300	174.400	B	Der (Alta)	174.315	37.8	53.4	0.228	0.335	0.269	0.234	1.196	0.140	0.102	0.063	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.400	174.500	B	Der (Alta)	174.400	39.3	52.6	0.144	0.202	0.164	0.149	0.130	0.092	0.052	0.045	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.500	174.600	B	Der (Alta)	174.500	41.5	53.7	0.165	0.227	0.186	0.166	0.144	0.112	0.080	0.045	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.600	174.700	B	Der (Alta)	174.600	30.8	53.3	0.220	0.274	0.192	0.164	0.138	0.068	0.059	0.045	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.700	174.800	B	Der (Alta)	174.701	38.3	52.5	0.549	0.774	0.485	0.347	0.259	0.172	0.125	0.074	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.800	174.900	B	Der (Alta)	174.801	34.3	52.9	0.202	0.270	0.171	0.132	0.102	0.075	0.061	0.045	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	174.900	175.000	B	Der (Alta)	174.900	34.2	53.3	0.301	0.404	0.253	0.192	0.146	0.093	0.067	0.039	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.000	175.100	B	Der (Alta)	175.001	39.4	51.8	0.575	0.829	0.530	0.390	0.273	0.156	0.105	0.064	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.100	175.200	B	Der (Alta)	175.104	52.3	0.790	1.147	0.624	0.394	0.259	0.193	0.068	0.034	8	
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.200	175.300	B	Der (Alta)	175.177	35.9	53.6	0.378	0.501	0.387	0.321	0.254	0.164	0.107	0.055	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.300	175.400	B	Der (Alta)	175.300	35.4						15.527.43	-92.97728	60.4		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.400	175.500	B	Der (Alta)	175.400	34.9						15.520.15	-92.97208	59.6		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.500	175.600	B	Der (Alta)	175.500	34.5						15.520.57	-92.97137	58.8		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.600	175.700	B	Der (Alta)	175.600	34.0	53.1	0.590	0.760	0.504	0.377	0.274	0.158	0.101	0.061	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.700	175.800	B	Der (Alta)	175.701	32.0	53.3	0.465	0.577	0.355	0.259	0.199	0.140	0.106	0.076	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.800	175.900	B	Der (Alta)	175.803	29.3	54.2	0.159	0.195	0.149	0.128	0.108	0.065	0.067	0.047	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	175.900	176.000	B	Der (Alta)	175.900	36.6						15.521.22	-92.96565	60.9		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.000	176.100	B	Der (Alta)	176.000	44.0	51.9	0.235	0.364	0.292	0.256	0.214	0.153	0.108	0.057	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.100	176.200	B	Der (Alta)	176.101	47.2	51.6	0.284	0.423	0.287	0.254	0.211	0.158	0.119	0.077	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.200	176.300	B	Der (Alta)	176.198	35.9	51.1	0.144	0.190	0.186	0.161	0.134	0.101	0.078	0.056	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.300	176.400	B	Der (Alta)	176.299	35.2	52.1	0.201	0.271	0.210	0.186	0.159	0.126	0.098	0.065	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.400	176.500	B	Der (Alta)	176.400	37.4						15.517.70	-92.96499	63.6		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.500	176.600	B	Der (Alta)	176.500	39.6						15.517.12	-92.96327	63.9		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.600	176.700	B	Der (Alta)	176.600	41.8						15.516.54	-92.96188	64.1		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.700	176.800	B	Der (Alta)	176.700	44.0						15.516.86	-92.96197	64.3		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.800	176.900	B	Der (Alta)	176.800	46.5	49.8	0.696	1.009	0.613	0.417	0.291	0.165	0.102	0.057	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	176.900	177.000	B	Der (Alta)	176.903	49.2	53.7	0.478	0.862	0.568	0.388	0.258	0.131	0.075	0.040	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.000	177.100	B	Der (Alta)	177.004	51.8	52.3	0.476	0.662	0.569	0.390	0.285	0.171	0.120	0.068	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.100	177.200	B	Der (Alta)	177.101	51.0	52.3	0.253	0.493	0.288	0.216	0.168	0.115	0.084	0.056	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.200	177.300	B	Der (Alta)	177.201	50.7	52.9	0.533	0.702	0.636	0.381	0.281	0.150	0.100	0.064	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.300	177.400	B	Der (Alta)	177.302	49.0	51.2	0.546	0.897	0.504	0.344	0.241	0.159	0.117	0.082	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.400	177.500	B	Der (Alta)	177.402	38.5	51.3	0.339	0.653	0.226	0.145	0.112	0.068	0.041	0.023	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.500	177.600	B	Der (Alta)	177.498	38.8	51.5	0.366	0.480	0.368	0.309	0.255	0.183	0.134	0.079	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.600	177.700	B	Der (Alta)	177.601	49.3	51.8	0.400	0.618	0.393	0.327	0.263	0.178	0.117	0.061	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.700	177.800	B	Der (Alta)	177.703	54.4	51.0	0.502	0.821	0.526	0.391	0.300	0.205	0.151	0.099	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	177.800	178.400	B	Der (Alta)	177.801	50.3	51.3	0.452	0.652	0.402	0.283	0.216	0.143	0.104	0.069	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	178.400	178.500	B	Der (Alta)	177.902	48.3	51.0	0.614	0.894	0.491	0.298	0.189	0.105	0.071	0.047	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	178.500	178.600	B	Der (Alta)	178.000	43.3						15.512.11	-92.95694	66.2		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	178.600	178.700	B	Der (Alta)	178.103	47.4	51.0	0.411	0.701	0.400	0.267	0.179	0.108	0.079	0.051	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	178.700	178.800	B	Der (Alta)	178.699	51.2	51.3	0.353	0.644	0.362	0.281	0.212	0.140	0.095	0.060	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	178.800	178.900	B	Der (Alta)	178.801	51.4	52.6	0.474	0.866	0.622	0.466	0.354	0.251	0.180	0.122	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	178.900	179.000	B	Der (Alta)	178.405	51.9	52.2	0.596	1.084	0.733	0.616	0.484	0.329	0.238	0.146	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	179.000	179.100	B	Der (Alta)	178.600	43.2	51.3	0.221	0.895	0.485	0.305	0.205	0.119	0.081	0.050	8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	179.100	179.200	B	Der (Alta)	178.699	51.2	51.3	0.353	0.644	0.362	0.281	0.212	0.140	0.095	0.060	9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11</																		

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Ar-Tap-144000-189000-S11
 Carretera ARRAGA - TAPACHULA
 Tano LIBRAMIENTO ARRAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)
 Cuerpo B Carril Der (Alta)

Clave del Tramo	Nombre de la Carrera	Nombre del Tramo	KM				Carri	Medición	Km Medición	Temperatura °C	Carga (kN)	Deflexión a 700 kPa (mm)	Medida en campo, mm (Distancia al centro del dato)		Calificación Según Área	Latitud	Longitud	Altitud	Observaciones		
			Inicial	Final	Cuerpo	Carri							Δ ₇₀₀ (m)	Δ ₉₀₀ (m)	Δ ₁₀₀₀ (m)	Δ ₁₁₀₀ (m)	Δ ₁₂₀₀ (m)	Δ ₁₃₀₀ (m)	Δ ₁₄₀₀ (m)		
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	179.600	179.700	B	Der (Alta)	179.700	49.6	50.7	0.439	0.617	0.382	0.275	0.204	0.131	0.093	0.054	9	15.5056	-92.94144	69.0
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	179.700	179.800	B	Der (Alta)	179.801	49.5	50.9	0.609	0.662	0.556	0.392	0.268	0.154	0.103	0.067	8	15.50500	-92.94069	67.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	179.800	180.000	B	Der (Alta)	179.903	51.6	50.5	0.681	1.083	0.704	0.494	0.333	0.175	0.116	0.067	8	15.49888	-92.33956	66.9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.000	180.100	B	Der (Alta)	180.000	50.9	50.6	0.923	1.285	0.671	0.414	0.255	0.115	0.065	0.035	8	15.49822	-92.33932	66.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.100	180.200	B	Der (Alta)	180.100	52.2	50.9	0.398	0.765	0.361	0.232	0.148	0.066	0.036	0.022	9	15.49764	-92.33761	68.0
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.200	180.300	B	Der (Alta)	180.201	52.9	51.4	0.391	0.774	0.348	0.239	0.163	0.091	0.054	0.029	9	15.49706	-92.33689	68.8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.300	180.400	B	Der (Alta)	180.302	52.1	50.3	0.528	0.963	0.465	0.235	0.146	0.102	0.060	0.029	9	15.49546	-92.33618	66.8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.400	180.500	B	Der (Alta)	180.400	52.7	51.0	0.443	0.802	0.368	0.246	0.170	0.102	0.068	0.038	9	15.49586	-92.33548	66.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.500	180.600	B	Der (Alta)	180.498	36.9	51.5	0.421	0.576	0.280	0.166	0.101	0.045	0.028	0.019	9	15.49529	-92.33480	66.1
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.600	180.700	B	Der (Alta)	180.600	50.5	51.3	0.566	0.934	0.434	0.257	0.170	0.086	0.054	0.029	9	15.49468	-92.33408	67.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.700	180.800	B	Der (Alta)	180.700	51.4	51.4	0.395	0.697	0.405	0.298	0.222	0.137	0.081	0.039	9	15.49409	-92.33326	67.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.800	180.900	B	Der (Alta)	180.801	48.4	51.9	0.516	0.820	0.370	0.251	0.173	0.093	0.059	0.034	9	15.49350	-92.33266	66.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	180.900	181.000	B	Der (Alta)	180.901	50.5	51.3	0.483	0.732	0.409	0.272	0.179	0.097	0.060	0.030	9	15.49294	-92.33199	65.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.000	181.100	B	Der (Alta)	181.000	52.7	50.9	0.538	1.199	0.556	0.392	0.262	0.126	0.063	0.030	9	15.49231	-92.33133	64.3
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.100	181.200	B	Der (Alta)	181.000	52.8	51.5	0.349	0.727	0.403	0.263	0.173	0.086	0.055	0.025	9	15.49200	-92.33102	64.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.200	181.300	B	Der (Alta)	181.204	45.7	51.7	0.289	0.445	0.179	0.14	0.086	0.060	0.045	0.031	10	15.49062	-92.32981	64.1
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.300	181.400	B	Der (Alta)	181.303	50.5	51.3	0.422	0.693	0.363	0.260	0.202	0.148	0.110	0.071	9	15.49119	-92.32948	64.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.400	181.500	B	Der (Alta)	181.402	50.4	51.6	0.492	0.672	0.406	0.258	0.170	0.091	0.060	0.038	9	15.49146	-92.32884	64.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.500	181.600	B	Der (Alta)	181.506	51.0	51.2	0.447	0.794	0.363	0.224	0.159	0.077	0.067	0.046	9	15.49186	-92.32841	63.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.600	181.700	B	Der (Alta)	181.600	50.9	52.7	0.434	0.94	0.459	0.276	0.175	0.086	0.051	0.031	9	15.49176	-92.32791	61.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.700	181.800	B	Der (Alta)	181.701	50.4	51.2	0.556	0.861	0.471	0.302	0.206	0.121	0.075	0.040	9	15.49121	-92.32740	60.0
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.800	181.900	B	Der (Alta)	181.802	51.3	51.3	0.389	0.702	0.382	0.275	0.204	0.123	0.082	0.043	9	15.49046	-92.32688	58.3
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	181.900	182.000	B	Der (Alta)	181.901	51.2	51.9	0.448	0.676	0.413	0.308	0.230	0.146	0.088	0.058	9	15.49086	-92.32657	57.3
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.000	182.100	B	Der (Alta)	182.000	50.8	51.0	0.443	0.725	0.420	0.295	0.215	0.130	0.088	0.048	9	15.49096	-92.32688	56.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.100	182.200	B	Der (Alta)	182.101	49.6	51.2	0.389	0.650	0.374	0.280	0.213	0.137	0.087	0.053	9	15.49020	-92.32634	55.9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.200	182.300	B	Der (Alta)	182.174	47.8	49.7	0.582	0.851	0.483	0.337	0.235	0.135	0.087	0.052	8	15.48366	-92.32696	55.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.300	182.400	B	Der (Alta)	182.300	51.2	51.9	0.444	0.737	0.382	0.241	0.192	0.121	0.082	0.055	9	15.48252	-92.32418	56.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.400	182.500	B	Der (Alta)	182.396	48.7	51.3	0.412	0.720	0.383	0.269	0.199	0.128	0.089	0.057	9	15.48196	-92.32379	56.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.500	182.600	B	Der (Alta)	182.501	47.2	52.9	0.452	0.744	0.465	0.333	0.244	0.151	0.103	0.069	9	15.48119	-92.32327	57.1
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.600	182.700	B	Der (Alta)	182.599	51.7	51.7	0.360	0.679	0.332	0.212	0.141	0.079	0.054	0.037	9	15.48045	-92.32276	57.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.700	182.800	B	Der (Alta)	182.700	48.8	51.3	0.449	0.799	0.451	0.321	0.229	0.142	0.086	0.057	9	15.47566	-92.32225	56.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.800	182.900	B	Der (Alta)	182.799	51.3	51.7	0.398	0.726	0.332	0.236	0.140	0.080	0.049	0.035	9	15.47594	-92.32175	56.0
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	182.900	183.000	B	Der (Alta)	182.900	49.6	50.6	0.404	0.660	0.485	0.351	0.257	0.161	0.116	0.072	8	15.47475	-92.32120	58.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	183.000	183.100	B	Der (Alta)	183.000	48.0	51.0	0.404	0.660	0.465	0.334	0.214	0.146	0.076	0.034	9	15.47390	-92.32079	61.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	183.100	183.200	B	Der (Alta)	183.100	48.0	51.5	0.362	0.653	0.391	0.218	0.150	0.089	0.060	0.039	9	15.47359	-92.31957	66.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	183.200	183.300	B	Der (Alta)	183.200	47.9	51.8	0.345	0.586	0.319	0.203	0.128	0.064	0.037	0.023	9	15.47159	-92.31939	68.3
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	183.300	183.400	B	Der (Alta)	183.300	47.6	51.8	0.381	0.625	0.320	0.203	0.130	0.070	0.045	0.023	9	15.47117	-92.31937	65.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	183.400	183.500	B	Der (Alta)	183.400	48.0	51.8	0.382	0.626	0.344	0.216	0.156	0.084	0.055	0.032	9	15.47104	-92.31914	64.0
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	183.500	183.600	B	Der (Alta)	183.500	49.2	53.4	0.672	0.772	0.453	0.283	0.201	0.108	0.061	0.032	9	15.46979	-92.31816	55.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	183.																		

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Ar-Tap-144000-189000-S11

Carretera ARRAGA - TAPACHULA

Trazo LIBRAMIENTO ARRAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alt)

Clave del Tramo	Nombre de la Carrera	Nombre del Tramo	KM				Carril	Km Medición	Temperatura °C	Carga (kN)	Deflexión a 700 kPa (mm)	Medida en campo, mm (Distancia al centro del dato)	Calificación Segn Área	Latitud	Longitud	Altitud	Observaciones				
			Inicial	Final	Cuerpo	KM															
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	185.400	185.500	B	Dar (Alt)	185.500	42.9	51.8	0.250	0.365	0.284	0.234	0.191	0.128	0.089	0.049	9	15.46119	-92.90590	56.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	185.500	185.600	B	Dar (Alt)	185.503	47.2	52.5	0.321	0.535	0.363	0.282	0.217	0.130	0.092	0.050	9	15.46080	-92.90593	58.1
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	185.600	185.700	B	Dar (Alt)	185.600	48.1	52.3	0.660	0.951	0.579	0.425	0.303	0.178	0.114	0.066	8	15.46053	-92.90574	59.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	185.700	185.800	B	Dar (Alt)	185.701	40.0	52.9	0.621	0.856	0.567	0.413	0.315	0.192	0.124	0.063	8	15.46134	-92.90528	59.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	185.800	185.900	B	Dar (Alt)	185.800	40.9	53.2	0.502	0.805	0.514	0.357	0.259	0.141	0.086	0.038	8	15.46113	-92.90538	61.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	185.900	186.000	B	Dar (Alt)	185.900	40.9	52.6	0.630	0.973	0.580	0.407	0.287	0.150	0.096	0.046	8	15.45992	-92.90549	62.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.000	186.100	B	Dar (Alt)	186.000	39.7	51.3	0.583	0.961	0.579	0.404	0.278	0.158	0.094	0.042	8	15.45971	-92.90507	64.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.100	186.200	B	Dar (Alt)	186.090	40.0	52.1	0.644	0.833	0.487	0.335	0.238	0.104	0.094	0.054	8	15.45950	-92.90567	65.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.200	186.300	B	Dar (Alt)	186.200	40.2	53.4	0.278	0.397	0.236	0.172	0.129	0.080	0.084	0.033	9	15.45927	-92.90576	66.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.300	186.400	B	Dar (Alt)	186.300	40.9	53.2	0.566	0.528	0.337	0.193	0.142	0.065	0.025	0.025	9	15.45906	-92.90576	67.3
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.400	186.500	B	Dar (Alt)	186.400	39.8	52.8	0.498	0.687	0.450	0.310	0.222	0.121	0.069	0.028	8	15.45886	-92.89700	69.0
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.500	186.600	B	Dar (Alt)	186.501	39.7	53.4	0.401	0.549	0.374	0.214	0.145	0.090	0.050	0.050	9	15.45865	-92.89906	69.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.600	186.700	B	Dar (Alt)	186.600	39.8	53.1	0.547	0.760	0.481	0.352	0.257	0.162	0.086	0.047	8	15.45847	-92.89516	70.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.700	186.800	B	Dar (Alt)	186.699	39.9	53.7	0.381	0.548	0.312	0.214	0.156	0.094	0.062	0.036	9	15.45834	-92.89525	72.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.800	186.900	B	Dar (Alt)	186.803	39.0	53.4	0.416	0.744	0.356	0.265	0.202	0.128	0.084	0.040	9	15.45825	-92.89529	74.1
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	186.900	187.000	B	Dar (Alt)	186.902	39.7	53.4	0.447	0.660	0.412	0.296	0.208	0.124	0.067	0.030	9	15.45819	-92.89537	74.9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.000	187.100	B	Dar (Alt)	186.994	40.0	53.7	0.423	0.661	0.377	0.266	0.196	0.112	0.087	0.031	9	15.45816	-92.89516	74.8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.100	187.200	B	Dar (Alt)	187.102	37.9	53.7	0.412	0.616	0.392	0.286	0.203	0.13	0.067	0.029	9	15.45811	-92.89505	75.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.200	187.300	B	Dar (Alt)	187.197	39.3	53.9	0.384	0.522	0.336	0.245	0.178	0.104	0.067	0.032	9	15.45807	-92.88562	77.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.300	187.400	B	Dar (Alt)	187.299	39.1	53.8	0.464	0.700	0.443	0.286	0.223	0.138	0.087	0.048	9	15.45803	-92.88567	78.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.400	187.500	B	Dar (Alt)	187.400	40.2	53.6	0.426	0.651	0.389	0.271	0.191	0.104	0.064	0.031	9	15.45798	-92.88574	78.9
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.500	187.600	B	Dar (Alt)	187.501	39.8	53.6	0.387	0.538	0.350	0.257	0.190	0.113	0.074	0.037	9	15.45791	-92.88560	77.4
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.600	187.700	B	Dar (Alt)	187.600	39.6	53.2	0.578	0.857	0.516	0.357	0.246	0.129	0.075	0.035	8	15.45774	-92.88509	76.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.700	187.800	B	Dar (Alt)	187.700	39.2	52.9	0.722	1.101	0.601	0.416	0.284	0.158	0.102	0.054	8	15.45750	-92.88501	75.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.800	187.900	B	Dar (Alt)	187.798	38.5	53.3	0.499	0.771	0.447	0.310	0.221	0.131	0.081	0.056	9	15.45714	-92.88416	74.0
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	187.900	188.000	B	Dar (Alt)	187.900	38.7	53.4	0.866	0.854	0.551	0.403	0.294	0.184	0.127	0.071	8	15.45672	-92.88532	73.1
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.000	188.100	B	Dar (Alt)	187.998	39.4	52.9	0.691	1.013	0.620	0.454	0.336	0.200	0.137	0.074	8	15.45529	-92.88520	70.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.100	188.200	B	Dar (Alt)	188.094	37.5	52.6	0.268	0.393	0.228	0.124	0.083	0.059	0.034	0.024	9	15.45587	-92.88575	69.1
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.200	188.300	B	Dar (Alt)	188.198	37.4	54.3	0.305	0.422	0.235	0.158	0.105	0.053	0.033	0.020	9	15.45540	-92.88500	68.2
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.300	188.400	B	Dar (Alt)	188.302	37.1	54.2	0.444	0.606	0.386	0.274	0.185	0.097	0.056	0.030	9	15.45595	-92.88508	67.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.400	188.500	B	Dar (Alt)	188.402	37.0	53.4	0.733	0.947	0.584	0.429	0.314	0.202	0.128	0.062	8	15.45510	-92.87525	68.7
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.500	188.600	B	Dar (Alt)	188.500	36.4	53.6	0.574	0.771	0.468	0.328	0.243	0.150	0.099	0.052	8	15.45507	-92.87564	70.8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.600	188.700	B	Dar (Alt)	188.600	36.5	53.7	0.754	1.058	0.630	0.428	0.300	0.164	0.102	0.058	8	15.45317	-92.87562	71.5
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.700	188.800	B	Dar (Alt)	188.701	36.7	53.2	0.754	1.058	0.630	0.428	0.300	0.164	0.102	0.058	9	15.45316	-92.87562	72.8
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.800	188.900	B	Dar (Alt)	188.801	36.2	54.3	0.266	0.384	0.197	0.144	0.111	0.079	0.058	0.039	9	15.45313	-92.87553	76.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	188.900	189.000	B	Dar (Alt)	188.898	35.1	54.4	0.333	0.439	0.271	0.220	0.179	0.129	0.084	0.055	9	15.45213	-92.87546	81.6
Def-Ar-Tap-144000-189000-S11	Arraga - Tapachula	Libramiento Arraga - Libramiento Sur Tapachula (Cpo. B)	189.000	189.000	B	Dar (Alt)	189.000	32.3	54.9	0.209	0.268	0.113	0.072	0.049	0.027	0.015	0.010	10	15.45152	-92.87546	81.6

NORMALIZADA CARRIL DE BAJA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada 700 kPa [mm]									Tipo de superficie	Raíz de curvatura 700 kPa [m]	Espesor Pav [cm]	Temperatura [°C]	Factor por Temperatura	Deflexión normalizada 700 kPa, 20°C [mm]									Raíz de curvatura 20°C [m]	
		S1 0	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S9 1800								S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800		
1	174+000										Flexible					39										Flexible
2	174+100										Flexible					39										Flexible
3	174+200										Flexible					40										Flexible
4	174+315	0.246	0.150	0.121	0.096	0.072	0.057	0.038			Flexible	183	8	40	0.79	0.194	0.000	0.119	0.096	0.075	0.057	0.045	0.000	0.030	Flexible	232
5	174+401	0.294	0.227	0.200	0.175	0.139	0.107	0.067			Flexible	173	9	39	0.79	0.232	0.000	0.179	0.158	0.138	0.110	0.085	0.000	0.053	Flexible	219
6	174+500	0.337	0.207	0.163	0.127	0.088	0.062	0.035			Flexible	134	11	34	0.83	0.279	0.000	0.171	0.135	0.105	0.072	0.051	0.000	0.029	Flexible	162
7	174+601	0.353	0.246	0.210	0.171	0.130	0.098	0.067			Flexible	136	11	35	0.81	0.287	0.000	0.200	0.171	0.139	0.106	0.080	0.000	0.055	Flexible	167
8	174+700	0.299	0.204	0.161	0.129	0.089	0.063	0.036			Flexible	158	10	42	0.75	0.223	0.000	0.152	0.120	0.098	0.067	0.047	0.000	0.027	Flexible	213
9	174+800	0.226	0.145	0.108	0.091	0.065	0.054	0.037			Flexible	204	14	42	0.68	0.154	0.000	0.099	0.073	0.062	0.044	0.036	0.000	0.025	Flexible	300
10	174+896	0.260	0.180	0.147	0.116	0.081	0.056	0.034			Flexible	184	14	42	0.68	0.177	0.000	0.123	0.100	0.079	0.055	0.038	0.000	0.023	Flexible	269
11	175+000	0.601	0.321	0.215	0.149	0.104	0.075	0.048			Flexible	71	12	42	0.70	0.419	0.000	0.224	0.150	0.104	0.072	0.053	0.000	0.034	Flexible	102
12	175+098	0.661	0.324	0.212	0.129	0.070	0.046	0.030			Flexible	63	10	42	0.73	0.480	0.000	0.235	0.154	0.094	0.051	0.033	0.000	0.022	Flexible	86
13	175+180	0.607	0.460	0.360	0.261	0.142	0.091	0.047			Flexible	83	8	42	0.77	0.469	0.000	0.355	0.278	0.202	0.110	0.071	0.000	0.037	Flexible	107
14	175+300										Flexible					43									Flexible	
15	175+400										Flexible					47									Flexible	
16	175+500										Flexible					45									Flexible	
17	175+600	0.807	0.472	0.328	0.234	0.144	0.098	0.061			Flexible	55	9	47	0.69	0.558	0.000	0.326	0.227	0.162	0.100	0.068	0.000	0.042	Flexible	79
18	175+699	0.981	0.573	0.405	0.295	0.203	0.147	0.101			Flexible	45	7	41	0.80	0.784	0.000	0.458	0.324	0.236	0.162	0.117	0.000	0.080	Flexible	56
19	175+800										Flexible					48									Flexible	
20	175+900	0.323	0.234	0.196	0.157	0.115	0.088	0.058			Flexible	152	9	47	0.70	0.225	0.000	0.163	0.136	0.109	0.080	0.061	0.000	0.040	Flexible	218
21	175+998	0.556	0.354	0.285	0.219	0.135	0.083	0.047			Flexible	83	9	46	0.69	0.386	0.000	0.246	0.198	0.152	0.094	0.058	0.000	0.032	Flexible	119
22	176+102	0.548	0.389	0.330	0.248	0.184	0.136	0.089			Flexible	88	8	46	0.72	0.393	0.000	0.279	0.237	0.178	0.132	0.098	0.000	0.064	Flexible	123
23	176+201	0.391	0.320	0.270	0.191	0.127	0.087	0.058			Flexible	135	8	47	0.72	0.282	0.000	0.231	0.195	0.137	0.091	0.063	0.000	0.042	Flexible	187
24	176+300	0.244	0.188	0.167	0.146	0.117	0.093	0.061			Flexible	208	6	47	0.77	0.188	0.000	0.145	0.129	0.113	0.090	0.071	0.000	0.047	Flexible	270
25	176+400										Flexible					46									Flexible	
26	176+500										Flexible					47									Flexible	
27	176+600										Flexible					46									Flexible	
28	176+700										Flexible					48									Flexible	
29	176+814	0.690	0.417	0.296	0.212	0.126	0.084	0.055			Flexible	65	11	47	0.65	0.452	0.000	0.273	0.193	0.139	0.083	0.055	0.000	0.036	Flexible	99
30	176+901	0.792	0.487	0.295	0.194	0.107	0.070	0.042			Flexible	57	9	47	0.69	0.543	0.000	0.334	0.202	0.133	0.073	0.048	0.000	0.029	Flexible	83
31	177+001	0.950	0.550	0.361	0.254	0.157	0.110	0.065			Flexible	46	16	46	0.59	0.561	0.000	0.325	0.213	0.150	0.093	0.065	0.000	0.038	Flexible	78
32	177+099	0.595	0.309	0.231	0.173	0.113	0.080	0.052			Flexible	71	15	47	0.59	0.350	0.000	0.182	0.136	0.102	0.067	0.047	0.000	0.031	Flexible	121
33	177+202	1.008	0.585	0.422	0.327	0.227	0.174	0.113			Flexible	44	10	47	0.66	0.670	0.000	0.389	0.280	0.218	0.150	0.116	0.000	0.075	Flexible	66
34	177+299	0.828	0.509	0.355	0.272	0.200	0.150	0.097			Flexible	54	12	47	0.64	0.533	0.000	0.328	0.228	0.175	0.128	0.097	0.000	0.062	Flexible	85
35	177+397	0.641	0.337	0.235	0.166	0.101	0.070	0.040			Flexible	66	9	46	0.70	0.446	0.000	0.235	0.164	0.116	0.070	0.049	0.000	0.028	Flexible	95
36	177+500	0.734	0.498	0.413	0.338	0.235	0.159	0.089			Flexible	64	9	41	0.77	0.564	0.000	0.383	0.317	0.260	0.180	0.123	0.000	0.068	Flexible	84
37	177+600	0.412	0.255	0.221	0.185	0.134	0.095	0.055			Flexible	110	9	43	0.74	0.304	0.000	0.188	0.163	0.136	0.099	0.070	0.000	0.040	Flexible	149
38	177+700	0.905	0.577	0.420	0.341	0.234	0.164	0.103			Flexible	51	8	47	0.72	0.648	0.000	0.413	0.301	0.244	0.168	0.117	0.000	0.073	Flexible	71
39	177+801	0.753	0.427	0.309	0.231	0.154	0.112	0.075			Flexible	58	10	47	0.68	0.511	0.000	0.289	0.209	0.157	0.104	0.076	0.000	0.051	Flexible	85
40	177+901	0.436	0.232	0.163	0.117	0.076	0.054	0.036			Flexible	98	9	47	0.70	0.307	0.000	0.164	0.115	0.082	0.053	0.038	0.000	0.025	Flexible	139
41	178+000	0.642	0.316	0.213	0.170	0.089	0.070	0.041			Flexible	65	7	39	0.83	0.532	0.000	0.262	0.243	0.199	0.074	0.058	0.000	0.034	Flexible	78
42	178+098	0.741	0.401	0.265	0.193	0.132	0.095	0.052			Flexible	58	11	47	0.65	0.481	0.000	0.260	0.172	0.125	0.086	0.062	0.000	0.034	Flexible	89
43	178+202	0.774	0.422	0.268	0.167	0.085	0.059	0.038			Flexible	56	9	47	0.69	0.536	0.000	0.292	0.185	0.116	0.059	0.041	0.000	0.028	Flexible	80
44	178+301	1.096	0.699	0.525	0.397	0.260	0.193	0.112			Flexible	42	9	44	0.73	0.799	0.000	0.510	0.383	0.289	0.190	0.141	0.000	0.082	Flexible	57
45	178+400	1.104	0.750	0.581	0.439	0.291	0.206	0.122			Flexible	43	9													

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

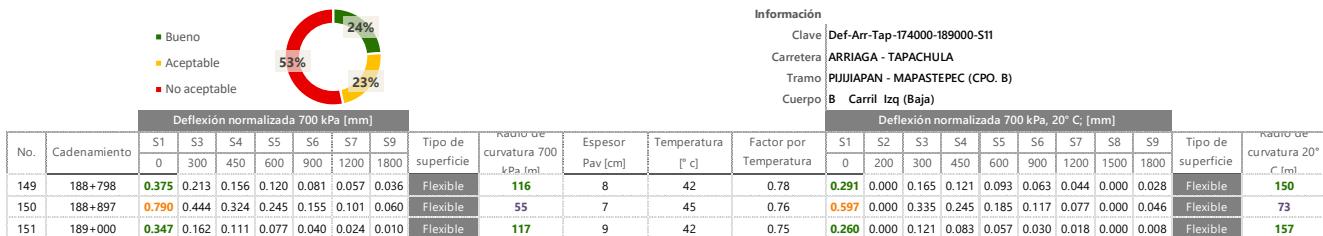


Deflexión normalizada 700 kPa [mm]

No.	Cadenamiento	S1	S3	S4	S5	S6	S7	S9	0	300	450	600	900	1200	1800
75	181+400	0.541	0.245	0.156	0.108	0.067	0.048	0.034							
76	181+501	0.667	0.308	0.189	0.128	0.076	0.054	0.038							
77	181+601	0.731	0.380	0.237	0.162	0.090	0.057	0.036							
78	181+699	0.727	0.428	0.300	0.211	0.114	0.066	0.034							
79	181+801	0.829	0.456	0.315	0.223	0.130	0.083	0.049							
80	181+899	0.672	0.397	0.301	0.231	0.145	0.101	0.061							
81	182+000	0.625	0.346	0.257	0.193	0.122	0.079	0.044							
82	182+097	0.661	0.352	0.258	0.193	0.128	0.089	0.052							
83	182+186	0.778	0.411	0.291	0.206	0.125	0.082	0.048							
84	182+325	0.698	0.313	0.224	0.166	0.107	0.076	0.048							
85	182+399	0.673	0.368	0.280	0.208	0.129	0.090	0.049							
86	182+502	0.846	0.441	0.323	0.227	0.148	0.099	0.057							
87	182+599	0.765	0.379	0.222	0.134	0.071	0.049	0.034							
88	182+701	0.703	0.453	0.323	0.230	0.146	0.102	0.059							
89	182+806	0.618	0.304	0.207	0.140	0.074	0.046	0.034							
90	182+900								40						
91	183+000								47						
92	183+100	0.573	0.341	0.252	0.188	0.124	0.091	0.056							
93	183+199	0.560	0.319	0.210	0.138	0.085	0.061	0.044							
94	183+300	0.469	0.232	0.165	0.123	0.080	0.055	0.035							
95	183+403	0.520	0.271	0.177	0.116	0.063	0.038	0.024							
96	183+500	0.643	0.342	0.212	0.138	0.073	0.046	0.029							
97	183+601	0.663	0.300	0.189	0.147	0.093	0.070	0.044							
98	183+701	0.447	0.222	0.152	0.109	0.067	0.045	0.027							
99	183+799	0.500	0.214	0.128	0.085	0.049	0.034	0.024							
100	183+901	0.406	0.242	0.188	0.148	0.107	0.080	0.049							
101	184+000	0.719	0.374	0.258	0.174	0.103	0.065	0.035							
102	184+100	0.697	0.424	0.289	0.195	0.099	0.055	0.030							
103	184+200	0.721	0.422	0.328	0.245	0.155	0.100	0.060							
104	184+301	0.795	0.461	0.297	0.195	0.092	0.052	0.029							
105	184+400	0.691	0.341	0.226	0.157	0.088	0.056	0.034							
106	184+497	0.672	0.369	0.234	0.155	0.076	0.044	0.023							
107	184+600	0.840	0.413	0.271	0.169	0.082	0.048	0.028							
108	184+724	0.629	0.355	0.223	0.139	0.064	0.036	0.028							
109	184+800	0.688	0.392	0.242	0.154	0.077	0.049	0.025							
110	184+909	0.300	0.177	0.144	0.115	0.078	0.054	0.032							
111	185+000	0.765	0.527	0.383	0.280	0.148	0.083	0.042							
112	185+100	1.088	0.586	0.374	0.234	0.107	0.057	0.028							
113	185+200	0.342	0.260	0.196	0.149	0.099	0.072	0.042							
114	185+300	0.348	0.297	0.244	0.202	0.142	0.093	0.052							
115	185+403	0.361	0.271	0.227	0.184	0.128	0.091	0.056							
116	185+500	0.705	0.396	0.270	0.197	0.124	0.086	0.052							
117	185+600	0.947	0.555	0.396	0.291	0.177	0.118	0.051							
118	185+707	0.890	0.511	0.359	0.269	0.154	0.102	0.056							
119	185+800	0.697	0.406	0.299	0.217	0.121	0.073	0.031							
120	185+900	0.739	0.483	0.321	0.218	0.112	0.076	0.037							
121	186+000	0.760	0.462	0.325	0.232	0.129	0.078	0.035							
122	186+101	0.863	0.526	0.334	0.222	0.120	0.077	0.043							
123	186+201	0.578	0.328	0.212	0.149	0.083	0.057	0.032							
124	186+299	0.308	0.188	0.140	0.105	0.065	0.044	0.022							
125	186+398	0.451	0.255	0.181	0.127	0.078	0.048	0.023							
126	186+500	0.934	0.578	0.397	0.278	0.158	0.099	0.050							
127	186+601	0.911	0.533	0.383	0.274	0.157	0.097	0.051							
128	186+700	0.661	0.307	0.184	0.132	0.075	0.051	0.031							
129	186+801	0.825	0.509	0.359	0.260	0.140	0.081	0.036							
130	186+900	0.815	0.454	0.280	0.172	0.109	0.052	0.025							
131	186+997	0.830	0.445	0.300	0.202	0.112	0.061	0.027							
132	187+101	0.674	0.365	0.242	0.172	0.109	0.051	0.023							
133	187+199	0.756	0.424	0.269	0.186	0.099	0.057	0.025							
134	187+300	0.544	0.294	0.209	0.143	0.073	0.047	0.023							
135	187+401	0.730	0.405	0.250	0.167	0.080	0.048	0.023							
136	187+500	0.593	0.357	0.265	0.199	0.125	0.081	0.041							
137	187+601	1.071	0.603	0.423	0.300	0.189	0.127	0.060							
138	187+700	0.930	0.498	0.340	0.258	0.164	0.107	0.055							
139	187+795	0.773	0.424	0.289	0.204	0.121	0.084	0.049							
140	187+901	0.778	0.471	0.333	0.256	0.159	0.116	0.071							
141	187+999	0.952	0.584	0.402	0.297	0.178	0.121	0.070							
142	188+095	0.626	0.348	0.226	0.140	0.075	0.053	0.033							
143	188+201	0.492	0.232	0.137	0.085	0.051	0.036	0.022							
144	188+301	0.954	0.487	0.267	0.144	0.060	0.039	0.022							
145	188+400	0.842	0.526	0.385	0.286	0.155	0.104	0.046							
146	188+500	0.826	0.472	0.331	0.234	0.132	0.086	0.048							
147	188+600								45						
148	188+696	0.849	0.479	0.315	0.221	0.115	0.073	0.044							

Información															
Clave	Def-Arr-Tap-174000-189000-511														
Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA														
Tramo	PUJUJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)														
Cuerpo	B Carril Izq (Baja)														
Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C, [mm]															
Tipo de superficie	Rango de curvatura 700 kPa, f.m.	Espesor Pav [cm]	Temperatura [° C]	Factor por Temperatura	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	Tipo de superficie	Rango de curvatura 20° C [m]
Flexible	75	8	46	0.73	0.393	0.000	0.178	0.113	0.079	0.049	0.035	0.000	0.025	Flexible	103
Flexible	61	7	42	0.79	0.529	0.000	0.245	0.150	0.102	0.061	0.043	0.000	0.030	Flexible	77
Flexible	58	8	47	0.74	0.539	0.000	0.280	0.175	0.120	0.067	0.042	0.000	0.026	Flexible	78
Flexible	61	8	46	0.74	0.541</td										

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



NORMALIZADA CARRIL DE ALTA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

- Bueno
- Aceptable
- No aceptable



No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada 700 kPa [mm]									Tipo de superficie	Radio de curvatura 700 kPa [m]	Espesor Pav [cm]	Temperatura [°c]	Factor por Temperatura	Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]									Tipo de superficie	Radio de curvatura 20° C [m]	
		S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800						S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800			
1	174+000	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	Flexible	Indef	39													Flexible	
2	174+100	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	Flexible	Indef	38													Flexible	
3	174+200										Flexible	Indef	38													Flexible	
4	174+315	0.311	0.000	0.250	0.217	0.182	0.130	0.095	0.000	0.058	Flexible	168	15	38	0.73	0.228	0.000	0.183	0.159	0.134	0.095	0.069	0.000	0.043	Flexible	229	
5	174+400	0.189	0.000	0.154	0.140	0.122	0.098	0.077	0.000	0.049	Flexible	279	11	39	0.76	0.144	0.000	0.117	0.106	0.093	0.075	0.058	0.000	0.037	Flexible	367	
6	174+500	0.209	0.000	0.172	0.153	0.132	0.103	0.074	0.000	0.041	Flexible	253	8	42	0.79	0.165	0.000	0.135	0.121	0.104	0.081	0.058	0.000	0.033	Flexible	322	
7	174+600	0.254	0.000	0.178	0.152	0.128	0.101	0.080	0.000	0.055	Flexible	189	11	31	0.87	0.220	0.000	0.154	0.132	0.111	0.087	0.069	0.000	0.047	Flexible	219	
8	174+701	0.730	0.000	0.457	0.327	0.244	0.162	0.117	0.000	0.070	Flexible	62	12	38	0.75	0.549	0.000	0.344	0.246	0.184	0.122	0.088	0.000	0.053	Flexible	83	
9	174+801	0.252	0.000	0.160	0.124	0.095	0.070	0.057	0.000	0.042	Flexible	181	13	34	0.80	0.202	0.000	0.127	0.099	0.076	0.050	0.045	0.000	0.033	Flexible	227	
10	174+900	0.375	0.000	0.235	0.178	0.136	0.087	0.062	0.000	0.036	Flexible	121	13	34	0.80	0.301	0.000	0.188	0.143	0.109	0.069	0.050	0.000	0.029	Flexible	151	
11	175+001	0.792	0.000	0.507	0.373	0.261	0.149	0.100	0.000	0.062	Flexible	58	13	39	0.73	0.575	0.000	0.368	0.271	0.189	0.108	0.073	0.000	0.045	Flexible	80	
12	175+104	1.085	0.000	0.590	0.373	0.245	0.107	0.064	0.000	0.032	Flexible	40	13	39	0.73	0.790	0.000	0.430	0.271	0.178	0.078	0.047	0.000	0.023	Flexible	54	
13	175+177	0.463	0.000	0.357	0.297	0.235	0.151	0.099	0.000	0.050	Flexible	110	10	36	0.82	0.378	0.000	0.291	0.242	0.192	0.123	0.081	0.000	0.041	Flexible	135	
14	175+300										Flexible	Indef	35												Flexible		
15	175+400										Flexible	Indef	35												Flexible		
16	175+500										Flexible	Indef	34												Flexible		
17	175+600	0.708	0.000	0.470	0.351	0.255	0.147	0.095	0.000	0.057	Flexible	66	10	34	0.83	0.590	0.000	0.392	0.292	0.212	0.122	0.079	0.000	0.047	Flexible	79	
18	175+701	0.535	0.000	0.329	0.240	0.185	0.130	0.098	0.000	0.071	Flexible	84	9	32	0.87	0.465	0.000	0.286	0.208	0.161	0.113	0.085	0.000	0.061	Flexible	97	
19	175+803	0.178	0.000	0.136	0.117	0.099	0.078	0.061	0.000	0.043	Flexible	284	10	29	0.89	0.159	0.000	0.122	0.104	0.088	0.069	0.054	0.000	0.039	Flexible	319	
20	175+900										Flexible	Indef	37												Flexible		
21	176+000	0.347	0.000	0.278	0.244	0.204	0.146	0.103	0.000	0.054	Flexible	150	12	44	0.68	0.235	0.000	0.189	0.166	0.138	0.099	0.070	0.000	0.037	Flexible	222	
22	176+101	0.405	0.000	0.285	0.243	0.203	0.152	0.114	0.000	0.074	Flexible	119	9	47	0.70	0.284	0.000	0.200	0.171	0.142	0.107	0.080	0.000	0.052	Flexible	169	
23	176+198	0.184	0.000	0.180	0.156	0.129	0.098	0.076	0.000	0.054	Flexible	333	13	36	0.78	0.144	0.000	0.141	0.122	0.101	0.076	0.059	0.000	0.042	Flexible	426	
24	176+299	0.257	0.000	0.199	0.176	0.151	0.120	0.093	0.000	0.062	Flexible	198	14	35	0.78	0.201	0.000	0.155	0.138	0.118	0.094	0.073	0.000	0.048	Flexible	253	
25	176+400										Flexible	Indef	37												Flexible		
26	176+500										Flexible	Indef	40												Flexible		
27	176+600										Flexible	Indef	42												Flexible		
28	176+700										Flexible	Indef	44												Flexible		
29	176+818	1.003	0.000	0.609	0.414	0.289	0.164	0.102	0.000	0.057	Flexible	45	9	47	0.69	0.695	0.000	0.422	0.287	0.200	0.113	0.071	0.000	0.039	Flexible	65	
30	176+903	0.794	0.000	0.523	0.358	0.238	0.121	0.069	0.000	0.036	Flexible	59	12	49	0.60	0.478	0.000	0.315	0.216	0.143	0.073	0.041	0.000	0.022	Flexible	97	
31	177+004	0.910	0.000	0.538	0.369	0.269	0.162	0.113	0.000	0.064	Flexible	49	14	52	0.52	0.476	0.000	0.281	0.193	0.141	0.085	0.059	0.000	0.033	Flexible	93	
32	177+101	0.467	0.000	0.272	0.205	0.159	0.109	0.079	0.000	0.052	Flexible	95	14	51	0.54	0.253	0.000	0.148	0.111	0.086	0.059	0.043	0.000	0.028	Flexible	174	
33	177+201	1.002	0.000	0.595	0.451	0.356	0.233	0.168	0.000	0.097	Flexible	44	15	51	0.53	0.533	0.000	0.317	0.240	0.190	0.124	0.089	0.000	0.052	Flexible	83	
34	177+302	0.868	0.000	0.487	0.333	0.229	0.154	0.114	0.000	0.079	Flexible	50	11	49	0.63	0.546	0.000	0.307	0.210	0.144	0.097	0.071	0.000	0.050	Flexible	80	
35	177+402	0.437	0.000	0.218	0.140	0.108	0.066	0.039	0.000	0.022	Flexible	95	10	39	0.78	0.339	0.000	0.169	0.109	0.084	0.052	0.031	0.000	0.017	Flexible	123	
36	177+499	0.461	0.000	0.353	0.296	0.245	0.176	0.128	0.000	0.076	Flexible	110	9	39	0.79	0.366	0.000	0.280	0.235	0.194	0.139	0.102	0.000	0.060	Flexible	138	
37	177+601	0.590	0.000	0.375	0.312	0.251	0.170	0.112	0.000	0.058	Flexible	78	9	49	0.68	0.400	0.000	0.254	0.211	0.170	0.115	0.076	0.000	0.040	Flexible	115	
38	177+703	0.797	0.000	0.511	0.380	0.291	0.199	0.147	0.000	0.096	Flexible	58	8	54	0.63	0.502	0.000	0.321	0.239	0.183	0.125	0.092	0.000	0.060	Flexible	92	
39	177+801	0.629	0.000	0.388	0.283	0.208	0.138	0.100	0.000	0.066	Flexible	72	7	50	0.72	0.452	0.000	0.279	0.203	0.150	0.099	0.072	0.000	0.048	Flexible	100	
40	177+902	0.867	0.000	0.476	0.389	0.283	0.183	0.102	0.069	0.046	Flexible	50	8	48	0.71	0.614	0.000	0.337	0.250	0.130	0.072	0.049	0.000	0.032	Flexible	70	
41	178+000	0.720	0.000	0.414	0.264	0.183	0.113	0.078	0.000	0.049	Flexible	61	5	46	0.81	0.586	0.000	0.337	0.215	0.149	0.092	0.064	0.000	0.040	Flexible	75	
42	178+103	0.680	0.000	0.388	0.259	0.174	0.105	0.077	0.000	0.050	Flexible	64	13	47	0.60	0.411	0.000	0.234	0.156	0.105	0.064	0.046	0.000	0.030	Flexible	106	
43	178+198	0.763	0.000	0.486	0.350	0.244	0.130	0.078	0.000	0.045	Flexible	60	12	49	0.60	0.457	0.000	0.291	0.210	0.146	0.078	0.047	0.000	0.027	Flexible	100	
44	178+297	0.862	0.000	0.576	0.447	0.360	0.256	0.192	0.000	0.120	Flexible	54	11	53	0.58	0.499	0.000	0.333	0.258	0.208	0.148	0.111	0.000	0.069	Flexible	94	
45	178+405	1																									

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

- Bueno
- Aceptable
- No aceptable



No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada 700 kPa [mm]								
		S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
75	181+402	0.731	0.000	0.389	0.247	0.163	0.087	0.057	0.000	0.037
76	181+506	0.768	0.000	0.351	0.234	0.154	0.093	0.065	0.000	0.045
77	181+602	0.745	0.000	0.411	0.259	0.164	0.081	0.048	0.000	0.029
78	181+701	0.832	0.000	0.455	0.292	0.199	0.117	0.073	0.000	0.039
79	181+802	0.676	0.000	0.368	0.265	0.197	0.119	0.079	0.000	0.041
80	181+901	0.674	0.000	0.394	0.294	0.219	0.139	0.093	0.000	0.055
81	182+000	0.703	0.000	0.407	0.283	0.209	0.126	0.085	0.000	0.046
82	182+101	0.628	0.000	0.361	0.271	0.206	0.133	0.093	0.000	0.052
83	182+174	0.848	0.000	0.481	0.335	0.234	0.134	0.086	0.000	0.051
84	182+325	0.717	0.000	0.381	0.235	0.186	0.118	0.089	0.000	0.054
85	182+399	0.695	0.000	0.370	0.259	0.192	0.124	0.086	0.000	0.055
86	182+501	0.696	0.000	0.426	0.311	0.229	0.141	0.096	0.000	0.055
87	182+599	0.649	0.000	0.318	0.203	0.135	0.076	0.052	0.000	0.035
88	182+701	0.771	0.000	0.435	0.310	0.221	0.137	0.091	0.000	0.055
89	182+799	0.696	0.000	0.318	0.198	0.134	0.077	0.047	0.000	0.034
90	182+900									
91	183+000									
92	183+100	0.639	0.000	0.470	0.340	0.249	0.156	0.112	0.000	0.070
93	183+200	0.627	0.000	0.321	0.206	0.140	0.073	0.048	0.000	0.032
94	183+299	0.560	0.000	0.305	0.208	0.143	0.085	0.057	0.000	0.037
95	183+399	0.597	0.000	0.305	0.193	0.123	0.061	0.035	0.000	0.022
96	183+500	0.623	0.000	0.309	0.189	0.122	0.065	0.042	0.000	0.030
97	183+596	0.791	0.000	0.351	0.231	0.154	0.095	0.066	0.000	0.039
98	183+700	0.502	0.000	0.246	0.173	0.126	0.077	0.052	0.000	0.030
99	183+802	0.444	0.000	0.199	0.134	0.095	0.054	0.035	0.000	0.021
100	183+898	0.507	0.000	0.289	0.214	0.153	0.103	0.074	0.000	0.048
101	184+000	0.597	0.000	0.328	0.223	0.149	0.080	0.052	0.000	0.031
102	184+100	0.739	0.000	0.414	0.281	0.193	0.103	0.058	0.000	0.031
103	184+200	0.512	0.000	0.312	0.239	0.189	0.127	0.085	0.000	0.049
104	184+302	0.724	0.000	0.390	0.239	0.146	0.067	0.048	0.000	0.033
105	184+404	0.891	0.000	0.443	0.260	0.159	0.078	0.050	0.000	0.032
106	184+503	0.750	0.000	0.389	0.238	0.142	0.065	0.038	0.000	0.023
107	184+602	0.877	0.000	0.439	0.273	0.154	0.062	0.038	0.000	0.027
108	184+700	0.678	0.000	0.337	0.228	0.157	0.081	0.048	0.000	0.024
109	184+799	0.826	0.000	0.425	0.254	0.166	0.080	0.047	0.000	0.028
110	184+898	0.565	0.000	0.264	0.161	0.112	0.077	0.057	0.000	0.036
111	184+999	0.596	0.000	0.394	0.297	0.219	0.123	0.073	0.000	0.038
112	185+099	0.922	0.000	0.531	0.349	0.253	0.137	0.081	0.000	0.040
113	185+201	0.294	0.000	0.232	0.190	0.150	0.101	0.067	0.000	0.038
114	185+299	0.383	0.000	0.302	0.253	0.205	0.142	0.099	0.000	0.056
115	185+400	0.349	0.000	0.271	0.223	0.182	0.122	0.085	0.000	0.047
116	185+503	0.504	0.000	0.342	0.266	0.205	0.131	0.087	0.000	0.047
117	185+600	0.900	0.000	0.548	0.402	0.286	0.168	0.112	0.000	0.062
118	185+701	0.781	0.000	0.512	0.387	0.293	0.180	0.116	0.000	0.059
119	185+800	0.749	0.000	0.478	0.332	0.241	0.131	0.080	0.000	0.035
120	185+898	0.915	0.000	0.546	0.382	0.270	0.150	0.090	0.000	0.043
121	186+000	0.927	0.000	0.558	0.389	0.268	0.152	0.091	0.000	0.040
122	186+099	0.791	0.000	0.463	0.318	0.226	0.133	0.089	0.000	0.052
123	186+200	0.368	0.000	0.218	0.159	0.119	0.074	0.050	0.000	0.030
124	186+300	0.491	0.000	0.313	0.238	0.179	0.104	0.061	0.000	0.023
125	186+398	0.644	0.000	0.403	0.291	0.208	0.113	0.065	0.000	0.026
126	186+501	0.508	0.000	0.346	0.259	0.199	0.125	0.083	0.000	0.046
127	186+600	0.709	0.000	0.448	0.328	0.239	0.141	0.089	0.000	0.044
128	186+699	0.504	0.000	0.287	0.200	0.143	0.087	0.057	0.000	0.033
129	186+803	0.532	0.000	0.330	0.245	0.187	0.119	0.078	0.000	0.037
130	186+902	0.611	0.000	0.382	0.274	0.193	0.104	0.062	0.000	0.028
131	186+994	0.610	0.000	0.348	0.246	0.181	0.103	0.062	0.000	0.028
132	187+102	0.567	0.000	0.361	0.263	0.187	0.104	0.062	0.000	0.027
133	187+197	0.479	0.000	0.308	0.225	0.163	0.095	0.061	0.000	0.029
134	187+299	0.644	0.000	0.380	0.273	0.205	0.127	0.080	0.000	0.044
135	187+400	0.601	0.000	0.359	0.250	0.176	0.096	0.059	0.000	0.029
136	187+501	0.497	0.000	0.323	0.237	0.175	0.104	0.068	0.000	0.034
137	187+600	0.796	0.000	0.479	0.331	0.229	0.120	0.070	0.000	0.032
138	187+700	0.945	0.000	0.562	0.389	0.266	0.148	0.096	0.000	0.051
139	187+798	0.715	0.000	0.415	0.288	0.205	0.122	0.084	0.000	0.052
140	187+900	0.791	0.000	0.510	0.373	0.273	0.171	0.118	0.000	0.066
141	187+999	0.948	0.000	0.581	0.425	0.314	0.187	0.128	0.000	0.070
142	188+094	0.359	0.000	0.208	0.150	0.113	0.075	0.054	0.000	0.031
143	188+198	0.384	0.000	0.214	0.144	0.096	0.048	0.030	0.000	0.018
144	188+302	0.553	0.000	0.352	0.250	0.169	0.088	0.051	0.000	0.028
145	188+402	0.878	0.000	0.542	0.398	0.291	0.187	0.119	0.000	0.058
146	188+500	0.712	0.000	0.432	0.303	0.224	0.138	0.091	0.000	0.048
147	188+600									
148	188+701	0.985	0.000	0.586	0.399	0.279	0.153	0.094	0.000	0.054

Información													
Clave	Def-Arr-Tap-144000-189000-S11												
Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA												
Tramo	LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)												
Cuerpo	B Carril Der (Alta)												
Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]													
Tipo de superficie	Radio de curvatura 700 kPa [m]	Espesor Pav [cm]	Temperatura [°C]	Factor por Temperatura	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Flexible	58	8	50	0.67	0.492	0.000	0.262	0.167	0.110	0.059	0.039	0.000	0.025
Flexible	53	12	51	0.58	0.447	0.000	0.204	0.136	0.090	0.054	0.038	0.000	0.026
Flexible	58	9	50	0.58	0.434	0.000	0.240	0.151	0.096	0.047	0.028	0.000	0.017
Flexible	63	12	51	0.58	0.389	0.000	0.212	0.153	0.113	0.068	0.049	0.000	0.026
Flexible	66	8	51	0.66	0.448	0.000	0.262	0.195	0.146	0.093	0.062	0.000	0.037
Flexible	63	10	51	0.63	0.443	0.000	0.256	0.178	0.132	0.080	0.054	0.000	0.029
Flexible	77	13	46	0.63	0.404	0.000	0.297	0.215	0.157	0.098	0.071	0.000	0.044
Flexible	67	15	48	0.58	0.362	0.000	0.185	0.119	0.081	0.042	0.028	0.000	0.019
Flexible	77	12	48	0.62	0.345	0.000	0.188	0.128	0.088	0.052	0.035	0.000	0.02

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

- Bueno
- Aceptable
- No aceptable



Deflexión normalizada 700 kPa [mm]										
No.	Cadenamiento	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
		0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
149	188+801	0.350	0.000	0.180	0.132	0.101	0.072	0.053	0.000	0.036
150	188+898	0.399	0.000	0.246	0.200	0.162	0.117	0.085	0.000	0.050
151	189+000	0.241	0.000	0.102	0.065	0.044	0.024	0.014	0.000	0.009

Información

Clave: Def-Arr-Tap-144000-189000-S11
 Carrera: ARRIAGA - TAPACHULA
 Tramo: LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)
 Cuerpo: B Carril Der (Alta)

Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]

No.	Cadenamiento	Tipo de superficie	Radio de curvatura 700 kPa [m]	Espesor Pav [cm]	Temperatura [° C]	Factor por Temperatura	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	Tipo de superficie	Radio de curvatura 20° C [m]
							0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800		
149	188+801	Flexible	120	14	36	0.76	0.266	0.000	0.137	0.100	0.077	0.055	0.040	0.000	0.027	Flexible	158
150	188+898	Flexible	113	9	35	0.83	0.333	0.000	0.205	0.167	0.135	0.097	0.071	0.000	0.041	Flexible	136
151	189+000	Flexible	164	9	32	0.87	0.209	0.000	0.088	0.056	0.039	0.021	0.012	0.000	0.008	Flexible	189

Se establece que de acuerdo a los límites permisibles que presentan los contratos APP al cual pertenece el tramo en estudio el límite permisible para considerar dentro del parámetro que cumplen el desempeño de ese tramo son 500 micras en deflexiones, sin embargo, en la tabla 1 de la norma N-CSV-CAR-1-03-010/17 de la SCT, establece que el límite permisible para corredores como el tramo que estamos evaluando son de 400 micras o 0.4 mm

TABLA 8 RANGOS DE VALORES REPRESENTATIVOS DE DEFLEXIONES PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SEGMENTOS CARRETERAS A 700 KPA Y 20 GRADOS C. FUENTE: NORMATIVA SCT

Rangos de valores representativos de deflexiones mm		
Condición estructural	Autopistas y Corredores Carreteros	Red Básica y Secundaria
Buena	0 a 0,4	0 a 0,50
Regular	---	> 0,50 y ≤ 0,80
Mala	> 0,4	> 0,80

Con esto se construye la forma de evaluar el tramo en función de su deflexión máxima o la deflexión al centro del plato siendo que las deflexiones por debajo de las 400 micras corresponden a un estado Bueno y las ubicamos en color verde, las deflexiones mayores a 400 micras y menos que 500 se consideran dentro de un estado Regular y las identificamos en color amarillo y las deflexiones que superan las 500 micras corresponden a un estado Malo identificándolas en color rojo.

TABLA 9 EVALUACIÓN DE LAS DEFLEXIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Grupo	Intervalo	Frecuencia
1	0.0 - 0.4	Bueno
2	>0.4 - 0.5	Regular
3	> 0.5	Malo

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11
 Carrera ARRIBA - TAPACHULA
 Tramo PUJILPAN - MAPASTEPEC (CPQ. B)
 Cuerpo B Carril Izq (Baja)

Análisis Estadístico DN max.

ESTADÍSTICA CARRIL DE BAJA

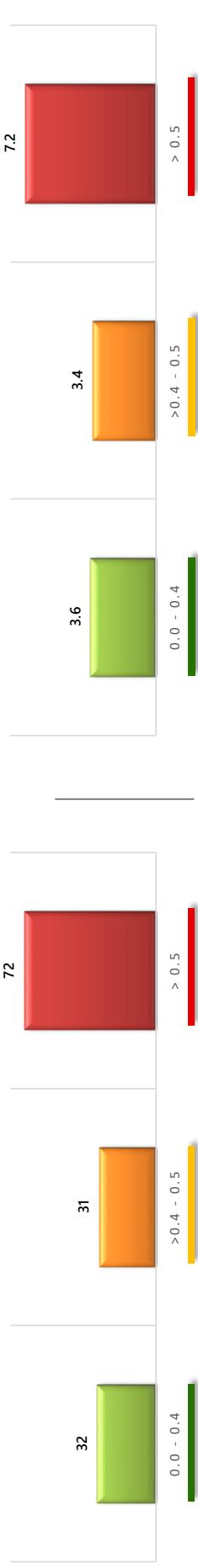
Características de clase

Grupo	Intervalos de clase	Límite inferior de clase	Límite superior de clase	Ancho de clase	Marca de clase
1	0.0 - 0.4	0.0	< 0.4	0.4	0.2
2	>0.4 - 0.5	>0.4	< 0.5	0.1	0.45
3	> 0.5	>0.5	-	-	-

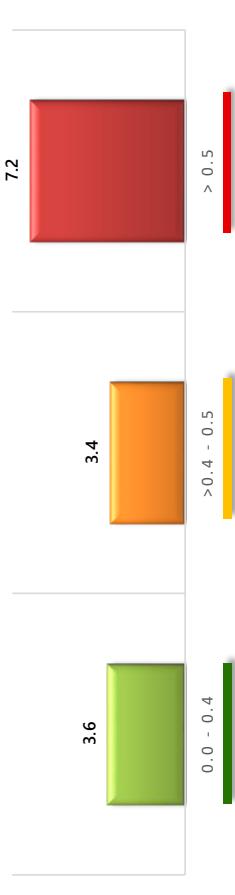
Distribución de frecuencias

Grupo	Intervalo	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
1	0.0 - 0.4	32	23.7%	32	23.7%
2	>0.4 - 0.5	31	23.0%	63	46.7%
3	> 0.5	72	53.3%	135	100.0%

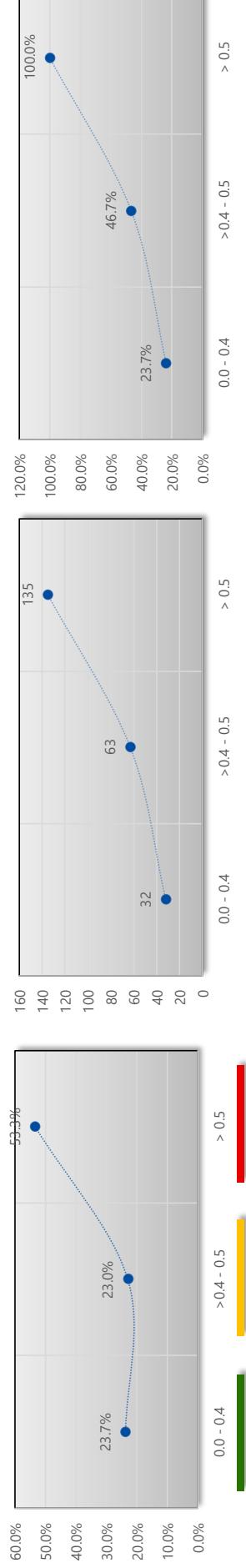
Histograma de frecuencias por número de impactos



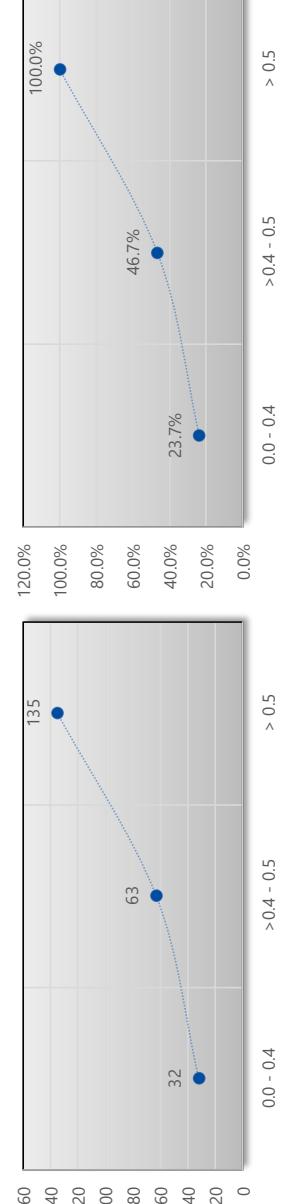
Histograma de frecuencias por kilómetro



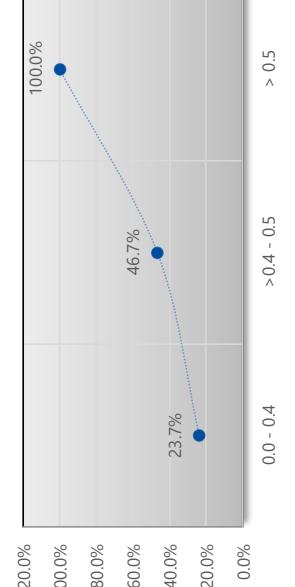
Polígono de frecuencia relativa



Polígono de frecuencia acumulada



Ojiva porcentual



Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11
 Carrera ARRIGA - TAPACHULA
 Tramo LIBRAMIENTO ARRIGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)
 Cuerpo B Carril Der (Alta)

Análisis Estadístico DN max.

ESTADÍSTICA CARRIL DE ALTA

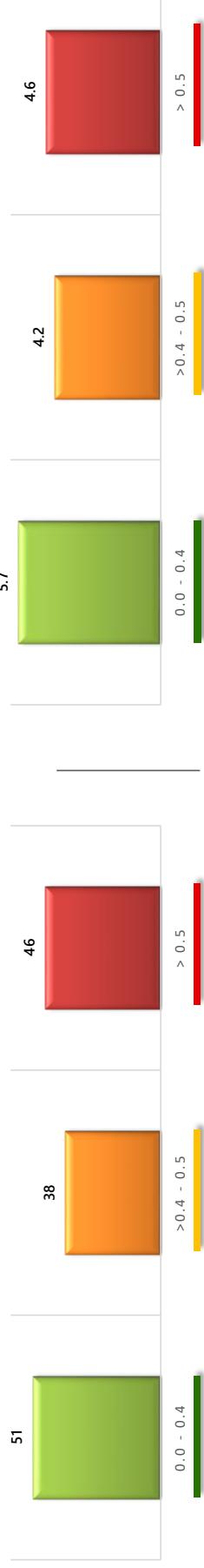
Características de clase

Grupo	Intervalos de clase	Límite inferior de clase	Límite superior de clase	Ancho de clase	Marca de clase
1	0.0 - 0.4	0.0	<= 0.4	0.5	0.25
2	>0.4 - 0.5	>0.4	<= 0.4	0.3	0.65
3	>0.5	>0.5	-	-	-

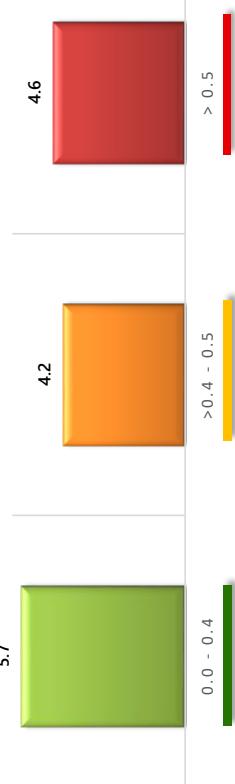
Distribución de frecuencias

Grupo	Intervalo	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
1	0.0 - 0.4	51	37.8%	51	37.8%
2	>0.4 - 0.5	38	28.1%	89	65.9%
3	>0.5	46	34.1%	135	100.0%

Histograma de frecuencias por número de impactos

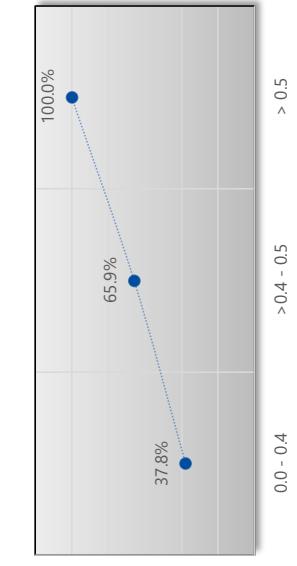
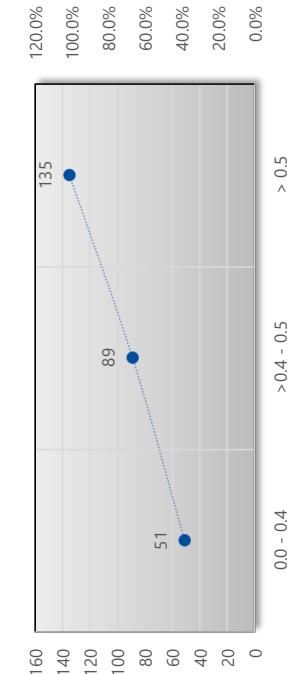


Histograma de frecuencias por kilómetro



Polígono de frecuencia acumulada

Ojiva porcentual



El proceso de cálculo de zonas homogéneas implica realizar una tabla en la cual se identifican las columnas como se establece en el punto V Indicadores derivados de las pruebas de deflexión y el procedimiento para analizar los deflectogramas con zonas homogéneas.

Dado que el uso de grafica Zx incluye analizar los cambios de pendiente de la gráfica existen varios métodos para encontrar estos cambios, considerando la convención de los datos iniciando de izquierda a derecha.

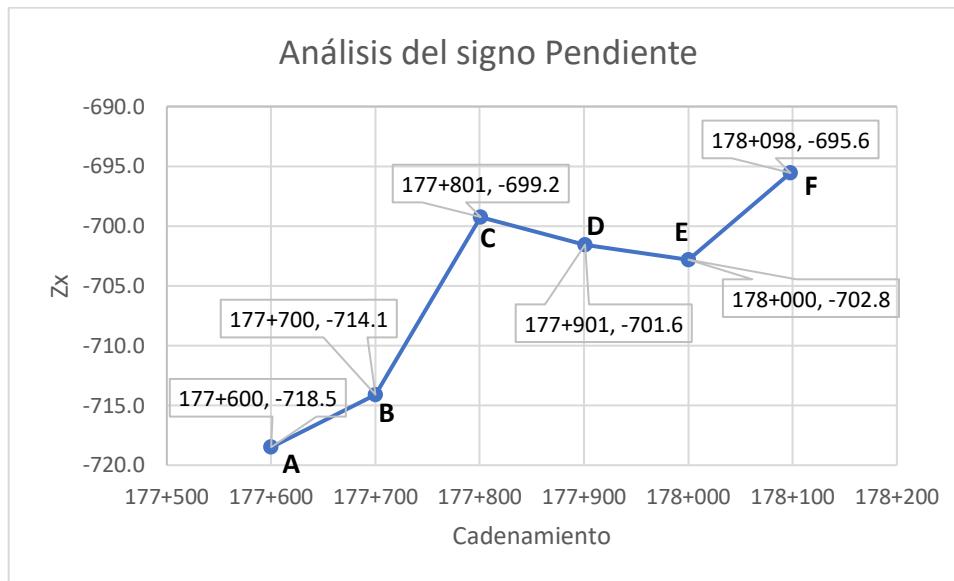


ILUSTRACIÓN 74 ANÁLISIS DE SIGNO PENDIENTE DE LA GRAFICA ZX. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se utiliza el concepto de signo pendiente entre dos puntos, es decir, La pendiente m de una recta que pasa a través de dos puntos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) es:

ECUACIÓN 9 ECUACION DE LA PENDIENTE DE UNA RECTA CON DOS PUNTOS

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Si $m > 0$ entonces la pendiente es positiva y el signo pendiente se asigna como +1 en caso de que $m < 0$ el signo pendiente se asigna como -1 luego entonces se identifica los cambios de pendiente cuando hay un cambio en el signo pendiente.

La proposición de las zonas homogéneas se hace en dos fases: Fase 1 (cambios grandes) considerando la suma de los siguientes $N_{\text{Fase 1}}$ signos pendiente de los $N_{\text{Fase 1}}$ ensayos de Deflexión si es positivo se le asigna +1 si es negativo se le asigna -1 y como Fase 2 (ajuste a detalle), los cuales identifican los subtramos homogéneos haciendo un análisis análogo de los $N_{\text{Fase 2}}$ para la Fase 1.

ZONAS HOMOGÉNEAS CARRIL DE BAJA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	6482		km	1.0		Clave	Def-Arr-Tap-174000-189000-S11		
Lp	15000		Fase 1	5		Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA		
F*	0.432110667		Fase 2	2		Tramo	PIJIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)		
Tipo de red		# Zonas Homogéneas	7			Cuerpo	B Carril Izq (Baja)		

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
1	174+000	#N/D	-	-	-	-	-	0	-1	-1	-1	1
2	174+100	#N/D	100	100	0.000	0	0	-43.2	-1	-1	-1	1
3	174+200	#N/D	100	200	0.000	0	0	-86.4	-1	-1	-1	1
4	174+315	0.194	115	315	0.000	0	0	-136.1	-1	-1	-1	1
5	174+401	0.232	86	401	0.213	18	18	-154.9	-1	-1	-1	1
6	174+500	0.279	99	500	0.256	25	44	-172.4	-1	-1	-1	1
7	174+601	0.287	101	601	0.283	29	72	-187.5	-1	-1	-1	1
8	174+700	0.223	99	700	0.255	25	97	-205.0	-1	-1	-1	1
9	174+800	0.154	100	800	0.188	19	116	-229.4	-1	-1	-1	1
10	174+896	0.177	96	896	0.165	16	132	-255.0	-1	-1	-1	1
11	175+000	0.419	104	1000	0.298	31	163	-268.9	-1	-1	-1	1
12	175+098	0.480	98	1098	0.449	44	207	-267.2	1	-1	-1	1
13	175+180	0.469	82	1180	0.475	39	246	-263.7	1	-1	-1	1
14	175+300	#N/D	120	1300	0.000	0	246	-315.6	-1	-1	-1	1
15	175+400	#N/D	100	1400	0.000	0	246	-358.8	-1	-1	-1	1
16	175+500	#N/D	100	1500	0.000	0	246	-402.0	-1	-1	-1	1
17	175+600	0.558	100	1600	0.000	0	246	-445.2	-1	-1	-1	1
18	175+699	0.784	99	1699	0.671	66	313	-421.5	1	-1	-1	1
19	175+800	#N/D	101	1800	0.000	0	313	-465.2	-1	-1	-1	1
20	175+900	0.225	100	1900	0.000	0	313	-508.4	-1	-1	-1	1
21	175+998	0.386	98	1998	0.305	30	343	-520.8	-1	-1	-1	1
22	176+102	0.393	104	2102	0.389	41	383	-525.3	-1	-1	-1	1
23	176+201	0.282	99	2201	0.338	33	416	-534.6	-1	-1	-1	1
24	176+300	0.188	99	2300	0.235	23	440	-554.1	-1	-1	-1	1
25	176+400	#N/D	100	2400	0.000	0	440	-597.3	-1	-1	-1	1
26	176+500	#N/D	100	2500	0.000	0	440	-640.5	-1	-1	-1	1
27	176+600	#N/D	100	2600	0.000	0	440	-683.7	-1	-1	-1	1
28	176+700	#N/D	100	2700	0.000	0	440	-726.9	-1	-1	-1	1
29	176+814	0.452	114	2814	0.000	0	440	-776.2	-1	1	1	1
30	176+901	0.543	87	2901	0.497	43	483	-770.5	1	1	1	2
31	177+001	0.561	100	3001	0.552	55	538	-758.6	1	1	1	2
32	177+099	0.350	98	3099	0.455	45	583	-756.3	1	1	1	2
33	177+202	0.670	103	3202	0.510	53	635	-748.3	1	1	1	2
34	177+299	0.533	97	3299	0.602	58	694	-731.8	1	1	1	2
35	177+397	0.446	98	3397	0.490	48	742	-726.2	1	1	1	2
36	177+500	0.564	103	3500	0.505	52	794	-718.7	1	1	1	2
37	177+600	0.304	100	3600	0.434	43	837	-718.5	1	1	1	2
38	177+700	0.648	100	3700	0.476	48	885	-714.1	1	1	1	2
39	177+801	0.511	101	3801	0.579	59	943	-699.2	1	1	1	2
40	177+901	0.307	100	3901	0.409	41	984	-701.6	-1	1	1	2
41	178+000	0.532	99	4000	0.420	42	1026	-702.8	-1	1	1	2
42	178+098	0.481	98	4098	0.506	50	1075	-695.6	1	1	1	2
43	178+202	0.536	104	4202	0.508	53	1128	-687.6	1	1	1	2
44	178+301	0.799	99	4301	0.668	66	1194	-664.3	1	1	1	88

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	6482		km	1.0		Clave	Def-Arr-Tap-174000-189000-S11		
Lp	15000		Fase 1	5		Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA		
F*	0.432110667		Fase 2	2		Tramo	PIJIAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)		
Tipo de red		# Zonas Homogéneas	7			Cuerpo	B Carril Izq (Baja)		

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
45	178+400	0.869	99	4400	0.834	83	1277	-624.5	1	1	1	3
46	178+500	N/D	100	4500	0.000	0	1277	-667.7	-1	1	1	3
47	178+598	0.509	98	4598	0.000	0	1277	-710.1	-1	1	1	3
48	178+698	0.499	100	4698	0.504	50	1327	-702.9	1	1	1	3
49	178+799	0.957	101	4799	0.728	74	1401	-673.0	1	1	1	3
50	178+897	0.781	98	4897	0.869	85	1486	-630.2	1	1	1	3
51	178+997	0.856	100	4997	0.819	82	1568	-591.5	1	1	1	3
52	179+098	0.558	101	5098	0.707	71	1639	-563.7	1	1	1	3
53	179+200	0.642	102	5200	0.600	61	1700	-546.7	1	1	1	3
54	179+305	0.553	105	5305	0.597	63	1763	-529.3	1	1	1	3
55	179+399	0.735	94	5399	0.644	61	1824	-509.4	1	1	1	3
56	179+483	0.635	84	5483	0.685	58	1881	-488.2	1	1	1	3
57	179+600	N/D	117	5600	0.000	0	1881	-538.7	-1	1	1	3
58	179+697	0.426	97	5697	0.000	0	1881	-580.6	-1	1	1	3
59	179+797	0.471	100	5797	0.449	45	1926	-579.0	1	1	1	3
60	179+900	0.851	103	5900	0.661	68	1994	-555.4	1	1	1	3
61	179+998	0.918	98	5998	0.884	87	2081	-511.1	1	1	1	3
62	180+099	0.674	101	6099	0.796	80	2161	-474.3	1	1	1	3
63	180+199	0.499	100	6199	0.586	59	2220	-458.9	1	1	1	3
64	180+299	0.498	100	6299	0.499	50	2270	-452.3	1	1	1	3
65	180+401	0.253	102	6401	0.376	38	2308	-458.0	-1	1	1	4
66	180+502	0.413	101	6502	0.333	34	2342	-468.1	-1	1	1	4
67	180+600	0.544	98	6600	0.478	47	2388	-463.6	1	1	1	4
68	180+700	0.590	100	6700	0.567	57	2445	-450.1	1	1	1	4
69	180+800	0.667	100	6800	0.629	63	2508	-430.4	1	1	1	4
70	180+900	0.640	100	6900	0.654	65	2573	-408.3	1	1	1	4
71	181+000	0.658	100	7000	0.649	65	2638	-386.6	1	1	1	4
72	181+043	0.481	43	7043	0.570	24	2663	-380.6	1	1	1	4
73	181+244	0.600	201	7244	0.540	109	2771	-358.9	1	1	1	4
74	181+297	0.449	53	7297	0.525	28	2799	-354.0	1	1	1	4
75	181+400	0.393	103	7400	0.421	43	2842	-355.1	-1	1	1	4
76	181+501	0.529	101	7501	0.461	47	2889	-352.2	1	1	1	4
77	181+601	0.539	100	7601	0.534	53	2942	-342.0	1	1	1	4
78	181+699	0.541	98	7699	0.540	53	2995	-331.4	1	1	1	4
79	181+801	0.618	102	7801	0.579	59	3054	-316.4	1	1	1	4
80	181+899	0.531	98	7899	0.575	56	3111	-302.4	1	1	1	4
81	182+000	0.457	101	8000	0.494	50	3161	-296.2	1	1	1	4
82	182+097	0.457	97	8097	0.457	44	3205	-293.8	1	1	1	4
83	182+186	0.660	89	8186	0.559	50	3255	-282.5	1	1	1	4
84	182+325	0.518	139	8325	0.589	82	3337	-260.7	1	1	1	4
85	182+399	0.482	74	8399	0.500	37	3374	-255.7	1	1	1	4
86	182+502	0.617	103	8502	0.549	57	3430	-243.6	1	1	1	4
87	182+599	0.514	97	8599	0.566	55	3485	-230.6	1	1	1	4
88	182+701	0.532	102	8701	0.523	53	3538	-221.4	1	1	-1	49

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	6482		km	1.0		Clave	Def-Arr-Tap-174000-189000-S11		
Lp	15000		Fase 1	5		Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA		
F*	0.432110667		Fase 2	2		Tramo	PIJIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)		
Tipo de red		# Zonas Homogéneas	7			Cuerpo	B	Carril Izq (Baja)	

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
89	182+806	0.486	105	8806	0.509	53	3592	-213.3	1	-1	-1	4
90	182+900	N/D	94	8900	0.000	0	3592	-254.0	-1	-1	-1	5
91	183+000	N/D	100	9000	0.000	0	3592	-297.2	-1	-1	-1	5
92	183+100	0.414	100	9100	0.000	0	3592	-340.4	-1	-1	-1	5
93	183+199	0.403	99	9199	0.409	40	3632	-342.7	-1	-1	-1	5
94	183+300	0.326	101	9300	0.365	37	3669	-349.5	-1	-1	-1	5
95	183+403	0.356	103	9403	0.341	35	3704	-359.0	-1	-1	-1	5
96	183+500	0.465	97	9500	0.410	40	3744	-361.1	-1	-1	-1	5
97	183+601	0.477	101	9601	0.471	48	3792	-357.2	1	-1	-1	5
98	183+701	0.345	100	9701	0.411	41	3833	-359.3	-1	-1	-1	5
99	183+799	0.364	98	9799	0.355	35	3867	-366.9	-1	-1	-1	5
100	183+901	0.288	102	9901	0.326	33	3901	-377.7	-1	1	1	5
101	184+000	0.577	99	10000	0.432	43	3943	-377.7	1	1	1	6
102	184+100	0.537	100	10100	0.557	56	3999	-365.2	1	1	1	6
103	184+200	0.604	100	10200	0.570	57	4056	-351.4	1	1	1	6
104	184+301	0.617	101	10301	0.611	62	4118	-333.4	1	1	1	6
105	184+400	0.521	99	10400	0.569	56	4174	-319.8	1	1	1	6
106	184+497	0.462	97	10497	0.492	48	4222	-314.0	1	1	1	6
107	184+600	0.692	103	10600	0.577	59	4281	-299.1	1	1	1	6
108	184+724	0.461	124	10724	0.576	71	4353	-281.3	1	1	1	6
109	184+800	0.473	76	10800	0.467	35	4388	-278.6	1	1	1	6
110	184+909	0.211	109	10909	0.342	37	4425	-288.5	-1	1	-1	6
111	185+000	0.508	91	11000	0.359	33	4458	-295.1	-1	-1	-1	6
112	185+100	0.738	100	11100	0.623	62	4520	-276.0	1	-1	-1	6
113	185+200	0.211	100	11200	0.475	47	4568	-271.8	1	-1	-1	6
114	185+300	0.236	100	11300	0.223	22	4590	-292.6	-1	-1	-1	6
115	185+403	0.260	103	11403	0.248	26	4616	-311.6	-1	-1	-1	6
116	185+500	0.493	97	11500	0.376	37	4652	-317.0	-1	1	1	6
117	185+600	0.692	100	11600	0.593	59	4712	-301.0	1	1	1	6
118	185+707	0.703	107	11707	0.698	75	4786	-272.5	1	1	1	6
119	185+800	0.517	93	11800	0.610	57	4843	-256.0	1	1	1	6
120	185+900	0.509	100	11900	0.513	51	4894	-248.0	1	1	1	6
121	186+000	0.566	100	12000	0.537	54	4948	-237.4	1	1	1	6
122	186+101	0.698	101	12101	0.632	64	5012	-217.2	1	1	1	6
123	186+201	0.417	100	12201	0.558	56	5068	-204.7	1	1	1	6
124	186+299	0.232	98	12299	0.325	32	5099	-215.2	-1	1	1	6
125	186+398	0.304	99	12398	0.268	26	5126	-231.5	-1	1	1	6
126	186+500	0.677	102	12500	0.490	50	5176	-225.5	1	1	1	6
127	186+601	0.581	101	12601	0.629	64	5239	-205.6	1	1	1	6
128	186+700	0.488	99	12700	0.535	53	5292	-195.5	1	1	1	6
129	186+801	0.594	101	12801	0.541	55	5347	-184.5	1	1	1	6
130	186+900	0.612	99	12900	0.603	60	5407	-167.6	1	1	1	6
131	186+997	0.592	97	12997	0.602	58	5465	-151.1	1	1	1	6
132	187+101	0.481	104	13101	0.537	56	5521	-140.2	1	1	1	90

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	6482		km	1.0		Clave	Def-Arr-Tap-174000-189000-S11		
Lp	15000		Fase 1	5		Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA		
F*	0.432110667		Fase 2	2		Tramo	PIJIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)		
Tipo de red		# Zonas Homogéneas	7			Cuerpo	B Carril Izq (Baja)		

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
133	187+199	0.547	98	13199	0.514	50	5571	-132.2	1	1	1	6
134	187+300	0.388	101	13300	0.468	47	5619	-128.6	1	1	1	6
135	187+401	0.562	101	13401	0.475	48	5666	-124.2	1	1	1	6
136	187+500	0.447	99	13500	0.504	50	5716	-117.1	1	1	1	7
137	187+601	0.886	101	13601	0.667	67	5784	-93.4	1	1	1	7
138	187+700	0.691	99	13700	0.789	78	5862	-58.1	1	1	1	7
139	187+795	0.668	95	13795	0.680	65	5926	-34.6	1	1	1	7
140	187+901	0.558	106	13901	0.613	65	5991	-15.4	1	1	1	7
141	187+999	0.679	98	13999	0.618	61	6052	2.8	1	1	1	7
142	188+095	0.448	96	14095	0.563	54	6106	15.4	1	1	1	7
143	188+201	0.344	106	14201	0.396	42	6148	11.6	-1	1	1	7
144	188+301	0.803	100	14301	0.573	57	6205	25.7	1	1	1	7
145	188+400	0.672	99	14400	0.738	73	6278	56.0	1	1	1	7
146	188+500	0.675	100	14500	0.674	67	6346	80.2	1	1	1	7
147	188+600	N/D	100	14600	0.000	0	6346	36.9	-1	1	-1	7
148	188+696	0.647	96	14696	0.000	0	6346	-4.5	-1	-1	-1	7
149	188+798	0.291	102	14798	0.469	48	6394	-0.8	1	-1	-1	7
150	188+897	0.597	99	14897	0.444	44	6438	0.4	1	1	-1	7
151	189+000	0.260	103	15000	0.428	44	6482	0.0	-1	-1	-1	7

ZONAS HOMOGÉNEAS CARRIL DE ALTA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	5750		km	1.0		Clave	Def-Arr-Tap-144000-189000-S11		
Lp	15000		Fase 1	8		Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA		
F*	0.383362843		Fase 2	4		Tramo	LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)		
Tipo de red		# Zonas Homogéneas		8		Cuerpo	B	Carril Der (Alta)	

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
1	174+000	#N/D	-	-	-	-	-	0	-1	-1	-1	1
2	174+100	#N/D	100	100	0.000	0	0	-38.3	-1	-1	-1	1
3	174+200	#N/D	100	200	0.000	0	0	-76.7	-1	-1	-1	1
4	174+315	0.228	115	315	0.000	0	0	-120.8	-1	-1	-1	1
5	174+400	0.144	85	400	0.186	16	16	-137.6	-1	-1	-1	1
6	174+500	0.165	100	500	0.154	15	31	-160.5	-1	-1	-1	1
7	174+600	0.220	100	600	0.192	19	50	-179.6	-1	-1	-1	1
8	174+701	0.549	101	701	0.385	39	89	-179.4	1	-1	-1	1
9	174+801	0.202	100	801	0.376	38	127	-180.2	-1	-1	-1	1
10	174+900	0.301	99	900	0.251	25	152	-193.3	-1	-1	-1	1
11	175+001	0.575	101	1001	0.438	44	196	-187.8	1	-1	-1	1
12	175+104	0.790	103	1104	0.683	70	266	-156.9	1	-1	-1	1
13	175+177	0.378	73	1177	0.584	43	309	-142.3	1	-1	-1	1
14	175+300	#N/D	123	1300	0.000	0	309	-189.5	-1	-1	-1	1
15	175+400	#N/D	100	1400	0.000	0	309	-227.8	-1	-1	-1	1
16	175+500	#N/D	100	1500	0.000	0	309	-266.1	-1	-1	-1	1
17	175+600	0.590	100	1600	0.000	0	309	-304.5	-1	-1	-1	1
18	175+701	0.465	101	1701	0.527	53	362	-289.9	1	-1	-1	1
19	175+803	0.159	102	1803	0.312	32	394	-297.2	-1	-1	-1	1
20	175+900	#N/D	97	1900	0.000	0	394	-334.4	-1	-1	-1	1
21	176+000	0.235	100	2000	0.000	0	394	-372.7	-1	-1	-1	1
22	176+101	0.284	101	2101	0.260	26	420	-385.2	-1	-1	-1	1
23	176+198	0.144	97	2198	0.214	21	441	-401.6	-1	-1	-1	1
24	176+299	0.201	101	2299	0.172	17	458	-422.9	-1	-1	-1	1
25	176+400	#N/D	101	2400	0.000	0	458	-461.7	-1	-1	-1	1
26	176+500	#N/D	100	2500	0.000	0	458	-500.0	-1	-1	-1	1
27	176+600	#N/D	100	2600	0.000	0	458	-538.3	-1	-1	-1	1
28	176+700	#N/D	100	2700	0.000	0	458	-576.7	-1	-1	1	1
29	176+818	0.695	118	2818	0.000	0	458	-621.9	-1	1	1	1
30	176+903	0.478	85	2903	0.587	50	508	-604.6	1	1	1	2
31	177+004	0.476	101	3004	0.477	48	556	-595.2	1	1	1	2
32	177+101	0.253	97	3101	0.365	35	592	-597.0	-1	1	1	2
33	177+201	0.533	100	3201	0.393	39	631	-596.0	1	1	1	2
34	177+302	0.546	101	3302	0.540	55	686	-580.2	1	1	1	2
35	177+402	0.339	100	3402	0.443	44	730	-574.2	1	1	1	2
36	177+499	0.366	97	3499	0.353	34	764	-577.2	-1	1	1	2
37	177+601	0.400	102	3601	0.383	39	803	-577.3	-1	1	1	2
38	177+703	0.502	102	3703	0.451	46	849	-570.4	1	1	1	2
39	177+801	0.452	98	3801	0.477	47	896	-561.2	1	1	1	2
40	177+902	0.614	101	3902	0.533	54	950	-546.1	1	1	1	2
41	178+000	0.586	98	4000	0.600	59	1009	-524.9	1	1	1	2
42	178+103	0.411	103	4103	0.498	51	1060	-513.0	1	1	1	2
43	178+198	0.457	95	4198	0.434	41	1101	-508.2	1	1	1	2
44	178+297	0.499	99	4297	0.478	47	1148	-498.9	1	1	1	92

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	5750		km	1.0		Clave	Def-Arr-Tap-144000-189000-S11		
Lp	15000		Fase 1	8		Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA		
F*	0.383362843		Fase 2	4		Tramo	LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)		
Tipo de red		# Zonas Homogéneas		8		Cuerpo	B Carril Der (Alta)		

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
45	178+405	0.596	108	4405	0.547	59	1208	-481.2	1	1	1	2
46	178+500	N/D	95	4500	0.000	0	1208	-517.6	-1	1	1	3
47	178+600	0.721	100	4600	0.000	0	1208	-556.0	-1	1	1	3
48	178+699	0.353	99	4699	0.537	53	1261	-540.7	1	1	1	3
49	178+801	0.474	102	4801	0.414	42	1303	-537.6	1	1	1	3
50	178+900	0.700	99	4900	0.587	58	1361	-517.5	1	1	1	3
51	179+001	0.977	101	5001	0.838	85	1446	-471.6	1	1	1	3
52	179+100	0.480	99	5100	0.728	72	1518	-437.4	1	1	1	3
53	179+202	0.567	102	5202	0.523	53	1571	-423.2	1	1	1	3
54	179+301	0.662	99	5301	0.614	61	1632	-400.3	1	1	1	3
55	179+402	0.579	101	5402	0.621	63	1695	-376.3	1	1	1	3
56	179+483	0.732	81	5483	0.655	53	1748	-354.3	1	1	1	3
57	179+600	N/D	117	5600	0.000	0	1748	-399.2	-1	1	1	3
58	179+701	0.439	101	5701	0.000	0	1748	-437.9	-1	1	1	3
59	179+801	0.609	100	5801	0.524	52	1800	-423.8	1	1	1	3
60	179+903	0.681	102	5903	0.645	66	1866	-397.1	1	1	1	3
61	180+000	0.923	97	6000	0.802	78	1944	-356.5	1	1	1	3
62	180+100	0.398	100	6100	0.661	66	2010	-328.7	1	1	1	4
63	180+201	0.391	101	6201	0.395	40	2050	-327.6	1	1	1	4
64	180+302	0.528	101	6302	0.459	46	2096	-319.9	1	1	1	4
65	180+400	0.443	98	6400	0.486	48	2144	-309.9	1	1	1	4
66	180+498	0.421	98	6498	0.432	42	2186	-305.1	1	1	1	4
67	180+600	0.566	102	6600	0.494	50	2236	-293.9	1	1	1	4
68	180+701	0.395	101	6701	0.481	49	2285	-284.1	1	1	1	4
69	180+801	0.516	100	6801	0.455	46	2330	-276.8	1	1	1	4
70	180+901	0.483	100	6901	0.500	50	2380	-265.2	1	1	1	4
71	181+000	0.583	99	7000	0.533	53	2433	-250.4	1	1	1	4
72	181+043	0.349	43	7043	0.466	20	2453	-246.8	1	1	1	4
73	181+244	0.299	201	7244	0.324	65	2518	-258.8	-1	1	1	4
74	181+303	0.422	59	7303	0.361	21	2540	-260.1	-1	1	1	4
75	181+402	0.492	99	7402	0.457	45	2585	-252.8	1	1	1	4
76	181+506	0.447	104	7506	0.469	49	2634	-243.9	1	1	1	4
77	181+602	0.434	96	7602	0.440	42	2676	-238.4	1	1	1	4
78	181+701	0.556	99	7701	0.495	49	2725	-227.3	1	1	1	4
79	181+802	0.389	101	7802	0.473	48	2773	-218.3	1	1	1	4
80	181+901	0.448	99	7901	0.419	41	2814	-214.8	1	1	1	4
81	182+000	0.443	99	8000	0.445	44	2858	-208.7	1	1	1	4
82	182+101	0.399	101	8101	0.421	43	2901	-204.9	1	1	1	4
83	182+174	0.582	73	8174	0.491	36	2937	-197.0	1	1	1	4
84	182+325	0.414	151	8325	0.498	75	3012	-179.7	1	1	1	4
85	182+399	0.412	74	8399	0.413	31	3042	-177.5	1	1	-1	4
86	182+501	0.452	102	8501	0.432	44	3086	-172.6	1	1	-1	4
87	182+599	0.360	98	8599	0.406	40	3126	-170.3	1	-1	-1	4
88	182+701	0.449	102	8701	0.404	41	3167	-168.2	1	-1	-1	93

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	5750		km 1.0		Clave	Def-Arr-Tap-144000-189000-S11			
Lp	15000		Fase 1 8		Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA			
F*	0.383362843		Fase 2 4		Tramo	LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)			
Tipo de red		# Zonas Homogéneas 8			Cuerpo	B Carril Der (Alta)			

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
89	182+799	0.399	98	8799	0.424	42	3209	-164.2	1	-1	-1	4
90	182+900	N/D	101	8900	0.000	0	3209	-202.9	-1	-1	-1	5
91	183+000	N/D	100	9000	0.000	0	3209	-241.3	-1	-1	-1	5
92	183+100	0.404	100	9100	0.000	0	3209	-279.6	-1	-1	-1	5
93	183+200	0.362	100	9200	0.383	38	3247	-279.7	-1	-1	-1	5
94	183+299	0.345	99	9299	0.353	35	3282	-282.6	-1	-1	-1	5
95	183+399	0.381	100	9399	0.363	36	3319	-284.7	-1	-1	-1	5
96	183+500	0.394	101	9500	0.387	39	3358	-284.3	1	-1	-1	5
97	183+596	0.504	96	9596	0.449	43	3401	-278.0	1	-1	-1	5
98	183+700	0.330	104	9700	0.417	43	3444	-274.5	1	-1	-1	5
99	183+802	0.279	102	9802	0.304	31	3475	-282.6	-1	-1	-1	5
100	183+898	0.290	96	9898	0.285	27	3502	-292.0	-1	-1	1	5
101	184+000	0.368	102	10000	0.329	34	3536	-297.6	-1	1	1	5
102	184+100	0.446	100	10100	0.407	41	3577	-295.3	1	1	1	5
103	184+200	0.285	100	10200	0.365	37	3613	-297.1	-1	1	1	5
104	184+302	0.527	102	10302	0.406	41	3655	-294.7	1	1	1	6
105	184+404	0.491	102	10404	0.509	52	3707	-281.9	1	1	1	6
106	184+503	0.431	99	10503	0.461	46	3752	-274.2	1	1	1	6
107	184+602	0.643	99	10602	0.537	53	3805	-259.0	1	1	1	6
108	184+700	0.492	98	10700	0.568	56	3861	-241.0	1	1	-1	6
109	184+799	0.593	99	10799	0.542	54	3915	-225.2	1	1	-1	6
110	184+898	0.364	99	10898	0.478	47	3962	-215.8	1	-1	-1	6
111	184+999	0.382	101	10999	0.373	38	4000	-216.9	-1	-1	-1	6
112	185+099	0.613	100	11099	0.497	50	4049	-205.5	1	-1	1	6
113	185+201	0.215	102	11201	0.414	42	4092	-202.4	1	1	1	6
114	185+299	0.287	98	11299	0.251	25	4116	-215.4	-1	1	1	6
115	185+400	0.250	101	11400	0.269	27	4143	-227.0	-1	1	1	6
116	185+503	0.321	103	11503	0.286	29	4173	-237.0	-1	1	1	6
117	185+600	0.660	97	11600	0.491	48	4220	-226.6	1	1	1	6
118	185+701	0.621	101	11701	0.641	65	4285	-200.6	1	1	1	6
119	185+800	0.502	99	11800	0.562	56	4341	-183.0	1	1	1	6
120	185+898	0.630	98	11898	0.566	55	4396	-165.1	1	1	1	6
121	186+000	0.583	102	12000	0.606	62	4458	-142.3	1	1	1	6
122	186+099	0.644	99	12099	0.613	61	4519	-119.6	1	1	1	6
123	186+200	0.278	101	12200	0.461	47	4565	-111.7	1	1	1	6
124	186+300	0.356	100	12300	0.317	32	4597	-118.4	-1	1	1	7
125	186+398	0.498	98	12398	0.427	42	4639	-114.1	1	1	1	7
126	186+501	0.401	103	12501	0.449	46	4685	-107.3	1	1	1	7
127	186+600	0.547	99	12600	0.474	47	4732	-98.4	1	1	1	7
128	186+699	0.381	99	12699	0.464	46	4778	-90.4	1	1	1	7
129	186+803	0.416	104	12803	0.399	41	4819	-88.8	1	1	1	7
130	186+902	0.447	99	12902	0.432	43	4862	-84.0	1	1	1	7
131	186+994	0.423	92	12994	0.435	40	4902	-79.3	1	1	1	7
132	187+102	0.412	108	13102	0.418	45	4947	-75.6	1	1	1	94

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Datos		Intervalo mínimo		Información					
At	5750		km	1.0					
Lp	15000		Fase 1	8					
F*	0.383362843		Fase 2	4					
Tipo de red		# Zonas Homogéneas		8					

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada	Distancia intervalo	Distancia acumulada	Promedio DN por intervalo	Área del intervalo	Área acumulada	Valor Zx	Signo de pendiente	Zonas homogéneas		
										Fase 1	Fase 2	Final
133	187+197	0.384	95	13197	0.398	38	4985	-74.2	1	1	1	7
134	187+299	0.464	102	13299	0.424	43	5028	-70.1	1	1	1	7
135	187+400	0.426	101	13400	0.445	45	5073	-63.8	1	1	1	7
136	187+501	0.387	101	13501	0.407	41	5114	-61.5	1	1	1	8
137	187+600	0.578	99	13600	0.483	48	5162	-51.6	1	1	1	8
138	187+700	0.722	100	13700	0.650	65	5227	-25.0	1	1	1	8
139	187+798	0.499	98	13798	0.611	60	5287	-2.7	1	1	1	8
140	187+900	0.586	102	13900	0.543	55	5342	13.6	1	1	-1	8
141	187+999	0.691	99	13999	0.639	63	5406	38.9	1	1	-1	8
142	188+094	0.268	95	14094	0.479	46	5451	48.0	1	-1	-1	8
143	188+198	0.305	104	14198	0.287	30	5481	37.9	-1	-1	-1	8
144	188+302	0.444	104	14302	0.375	39	5520	37.0	-1	-1	-1	8
145	188+402	0.733	100	14402	0.589	59	5579	57.5	1	-1	-1	8
146	188+500	0.574	98	14500	0.654	64	5643	84.0	1	-1	-1	8
147	188+600	N/D	100	14600	0.000	0	5643	45.7	-1	-1	-1	8
148	188+701	0.754	101	14701	0.000	0	5643	7.0	-1	-1	-1	8
149	188+801	0.266	100	14801	0.510	51	5694	19.6	1	-1	-1	8
150	188+898	0.333	97	14898	0.299	29	5723	11.5	-1	-1	-1	8
151	189+000	0.209	102	15000	0.271	28	5750	0.0	-1	-1	-1	8

Para realizar el análisis de la cuenca se consideran los índices estructurales mencionados en el apartado V, considerando la Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm], Área normalizada [mm], Factor de forma (F2), Índice de Curvatura Superficial (SCI), Relación de deflexión (RD), Módulo de Rigidez Dinámico (MRD) kN/mm, Factores de forma: BLI,MLI, LLI, Índice Estructural (Orozco 2005)", Área Cuenca (le) mm², Calificación Según Área Calificación le (Orozco).

Se considera las siguientes calificaciones:

Para la evaluación de pavimento de acuerdo al área de la cuenca se utiliza la propuesta por Orozco (2005).

Área (mm ²)	Condición	Calificación
0 a 100	Excelente	10
100 a 200	Muy bueno	9
200 a 400	Bueno	8
400 a 800	Regular	7
800 a 1600	Malo	6
Mayor a 1600	Pésimo	5

Fuente: Orozco (2005)

Para la evaluación del camino con el analizando el punto de inflexión de la cuenca Se utiliza el propuesto por Orozco (2005)

le	Calificación	Condición	Solución
0.0 a 0.05	10	Excelente	Tratamiento superficial
0.05 a 0.1	9	Muy buena	Tratamiento superficial
0.1 a 0.2	8	Buena	Reforzamiento
0.2 a 0.3	7	Regular	Reforzamiento
0.3 a 0.4	6	Mala	Recuperación <i>in situ</i>
> 0.4	5	Pésima	Recuperación <i>in situ</i>

Fuente: Orozco (2005)

Y finalmente para evaluar las capas se utiliza la propuesta de Horack y Emery (2006)

Tabla 4. Rangos de valores de índices estructurales

	Cond.	Dmáx(mm)	RoC	BLI(mm)	MLI(mm)	LLI(mm)
BG	A	< 0.5	> 0.1	< 0.2	< 0.1	< 0.05
	R	0.5-0.75	0.05-0.1	0.2-0.4	0.1-0.2	0.05-0.1
	G	> 0.75	< 0.05	> 0.4	> 0.2	> 0.1
BC	A	< 0.2	> 0.15	< 0.1	< 0.05	< 0.04
	R	0.2-0.4	0.08-0.15	0.1-0.3	0.05-0.1	0.04-0.08
	G	> 0.4	< 0.08	> 0.3	> 0.1	> 0.08

BG: Base Granular; BC: Base Cementada; A: Adecuada; R: Riesgo; G: Grave

Fuente: adaptada de Horak y Emery (2006)

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo PIJIIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)

Cuerpo B Carril Izq (Baja)

ANÁLISIS DE LA CUENCA CARRIL DE BAJA

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]									Área normalizada (mm)	Factor de forma (F2)	Inverso de Curvatura Superficial (SCI)	Relación de deflexión	Modulo de Rigididad Dinámico (MRD) kN/mm	Factores de forma			Inverso Estructural (Orozco, 2005)	Área Cuenca (le) mm²	Calificación Según Área	Calificación le (Orozco)
		S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800						BLI	MU	LU				
1	174+000																				#N/D	
2	174+100																					
3	174+200																					
4	174+315	0.194	0.000	0.119	0.096	0.075	0.057	0.045	0.000	0.030	494.00	0.32	0.08	0.61	277.11	0.08	0.04	0.02	0.13	100.57	9.00	8.00
5	174+401	0.232	0.000	0.179	0.158	0.138	0.110	0.085	0.000	0.053	630.74	0.30	0.05	0.77	231.16	0.05	0.04	0.03	0.20	166.63	9.00	7.00
6	174+500	0.279	0.000	0.171	0.135	0.105	0.072	0.051	0.000	0.029	486.02	0.35	0.11	0.61	189.75	0.11	0.07	0.03	0.16	134.57	9.00	8.00
7	174+601	0.287	0.000	0.200	0.171	0.139	0.106	0.080	0.000	0.055	559.40	0.33	0.09	0.70	184.50	0.09	0.06	0.03	0.22	174.70	9.00	7.00
8	174+700	0.223	0.000	0.152	0.120	0.096	0.067	0.047	0.000	0.027	528.77	0.38	0.07	0.68	238.89	0.07	0.06	0.03	0.13	119.03	9.00	8.00
9	174+800	0.154	0.000	0.099	0.073	0.062	0.044	0.036	0.000	0.025	506.27	0.35	0.06	0.64	352.61	0.06	0.04	0.02	0.11	80.57	10.00	8.00
10	174+896	0.177	0.000	0.123	0.100	0.079	0.055	0.038	0.000	0.023	537.45	0.38	0.05	0.69	301.72	0.05	0.04	0.02	0.11	97.43	10.00	8.00
11	175+000	0.419	0.000	0.224	0.150	0.104	0.072	0.053	0.000	0.034	410.79	0.36	0.19	0.53	125.38	0.19	0.12	0.03	0.21	158.26	9.00	7.00
12	175+098	0.480	0.000	0.235	0.154	0.094	0.051	0.033	0.000	0.022	371.32	0.38	0.24	0.49	109.00	0.24	0.14	0.04	0.21	150.03	9.00	7.00
13	175+180	0.469	0.000	0.355	0.278	0.202	0.110	0.071	0.000	0.037	541.26	0.52	0.11	0.76	113.61	0.11	0.15	0.09	0.23	238.10	8.00	7.00
14	175+300																					
15	175+400																					
16	175+500																					
17	175+600	0.558	0.000	0.326	0.227	0.162	0.100	0.068	0.000	0.042	439.25	0.41	0.23	0.58	94.33	0.23	0.16	0.06	0.28	223.67	8.00	7.00
18	175+699	0.784	0.000	0.458	0.324	0.236	0.162	0.117	0.000	0.080	446.36	0.38	0.33	0.58	66.69	0.33	0.22	0.07	0.44	333.20	8.00	5.00
19	175+800																					
20	175+900	0.225	0.000	0.163	0.136	0.109	0.080	0.061	0.000	0.040	567.00	0.37	0.06	0.73	236.56	0.06	0.05	0.03	0.16	136.23	9.00	8.00
21	175+998	0.386	0.000	0.246	0.198	0.152	0.094	0.058	0.000	0.032	495.62	0.39	0.14	0.64	133.97	0.14	0.09	0.06	0.20	183.44	9.00	8.00
22	176+102	0.393	0.000	0.279	0.237	0.178	0.132	0.098	0.000	0.064	549.40	0.38	0.11	0.71	131.04	0.11	0.10	0.05	0.27	228.41	8.00	7.00
23	176+201	0.282	0.000	0.231	0.195	0.137	0.091	0.063	0.000	0.042	589.75	0.49	0.05	0.82	182.79	0.05	0.09	0.05	0.19	169.80	9.00	8.00
24	176+300	0.188	0.000	0.145	0.129	0.113	0.090	0.071	0.000	0.047	632.41	0.29	0.04	0.77	276.57	0.04	0.03	0.02	0.17	137.21	9.00	8.00
25	176+400																					
26	176+500																					
27	176+600																					
28	176+700																					
29	176+814	0.452	0.000	0.273	0.193	0.139	0.083	0.055	0.000	0.036	450.98	0.42	0.18	0.60	114.25	0.18	0.13	0.06	0.23	186.20	9.00	7.00
30	176+901	0.543	0.000	0.334	0.202	0.133	0.073	0.048	0.000	0.029	428.38	0.48	0.21	0.62	93.48	0.21	0.20	0.06	0.24	197.16	9.00	7.00
31	177+001	0.561	0.000	0.325	0.213	0.150	0.093	0.065	0.000	0.038	428.80	0.41	0.24	0.58	88.64	0.24	0.17	0.06	0.27	215.35	8.00	7.00
32	177+099	0.350	0.000	0.182	0.136	0.102	0.067	0.047	0.000	0.031	422.04	0.33	0.17	0.52	145.98	0.17	0.08	0.04	0.18	139.91	9.00	8.00
33	177+202	0.670	0.000	0.389	0.280	0.218	0.150	0.116	0.000	0.075	455.34	0.36	0.28	0.58	75.56	0.28	0.17	0.07	0.39	297.74	8.00	6.00
34	177+299	0.533	0.000	0.328	0.228	0.175	0.128	0.097	0.000	0.062	469.18	0.37	0.21	0.61	95.70	0.21	0.15	0.05	0.31	244.86	8.00	6.00
35	177+397	0.446	0.000	0.235	0.164	0.116	0.070	0.049	0.000	0.028	409.25	0.37	0.21	0.53	115.58	0.21	0.12	0.05	0.21	164.27	9.00	7.00
36	177+500	0.564	0.000	0.383	0.317	0.260	0.180	0.123	0.000	0.068	539.70	0.36	0.18	0.68	90.49	0.18	0.12	0.08	0.34	311.38	8.00	6.00
37	177+600	0.304	0.000	0.188	0.163	0.136	0.099	0.070	0.000	0.040	518.68	0.29	0.12	0.62	169.88	0.12	0.05	0.04	0.19	165.80	9.00	8.00
38	177+700	0.648	0.000	0.413	0.301	0.244	0.168	0.117	0.000	0.073	493.09	0.38	0.23	0.64	78.33	0.23	0.17	0.08	0.37	312.96	8.00	6.00
39	177+801	0.511	0.000	0.289	0.209	0.157	0.104	0.076	0.000	0.051	442.86	0.36	0.22	0.57	99.96	0.22	0.13	0.05	0.28	215.72	8.00	7.00
40	177+901	0.307	0.000	0.164	0.115	0.082	0.053	0.038	0.000	0.025	416.28	0.36	0.14	0.53	170.63	0.14	0.08	0.03	0.16	118.17	9.00	8.00
41	178+000	0.532	0.000	0.262	0.143	0.099	0.074	0.058	0.000	0.034	374.49	0.35	0.27	0.49	97.59	0.27	0.16	0.03	0.25	174.25	9.00	7.00
42	178+098	0.481	0.000	0.260	0.172	0.125	0.086	0.062	0.000	0.034	417.23	0.36	0.22	0.54	109.42	0.22	0.13	0.04	0.23	183.85	9.00	7.00
43	178+202	0.536	0.000	0.292	0.185	0.116																

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo PIJIIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)

Cuerpo B Carril Izq (Baja)

Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]													Área normalizada [mm]	Factor de forma (F2)	Inverso de Curvatura Superficial (SC)	Relación de deflexión	Modulo de Rigidez Dinámico (MRD) [kN/mm]	Factores de forma			Inverso Estructural [Omrzo. 2005]	Área Curvada [le] [mm²]	Calificación Según Área	Calificación le (Orozco)
No.	Cadenamiento	S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800	BLI	MU	LU											
75	181+400	0.393	0.000	0.178	0.113	0.079	0.049	0.035	0.000	0.025	364.48	0.33	0.21	0.45	133.43	0.21	0.10	0.03	0.18	124.82	9.00	8.00		
76	181+501	0.529	0.000	0.245	0.150	0.102	0.061	0.043	0.000	0.030	363.67	0.35	0.28	0.46	97.91	0.28	0.14	0.04	0.24	164.44	9.00	7.00		
77	181+601	0.539	0.000	0.280	0.175	0.120	0.067	0.042	0.000	0.026	391.07	0.40	0.26	0.52	95.54	0.26	0.16	0.05	0.24	178.75	9.00	7.00		
78	181+699	0.541	0.000	0.319	0.224	0.157	0.085	0.049	0.000	0.026	437.62	0.43	0.22	0.59	96.81	0.22	0.16	0.07	0.23	206.99	8.00	7.00		
79	181+801	0.618	0.000	0.340	0.235	0.166	0.097	0.062	0.000	0.036	419.20	0.39	0.28	0.55	82.97	0.28	0.17	0.07	0.28	229.81	8.00	7.00		
80	181+899	0.531	0.000	0.314	0.238	0.182	0.115	0.080	0.000	0.048	462.62	0.37	0.22	0.59	95.77	0.22	0.13	0.07	0.28	234.71	8.00	7.00		
81	182+000	0.457	0.000	0.253	0.188	0.141	0.089	0.058	0.000	0.032	437.54	0.36	0.20	0.55	111.79	0.20	0.11	0.05	0.22	185.99	9.00	7.00		
82	182+097	0.457	0.000	0.243	0.178	0.134	0.089	0.062	0.000	0.036	426.39	0.34	0.21	0.53	116.47	0.21	0.11	0.04	0.23	183.35	9.00	7.00		
83	182+186	0.660	0.000	0.349	0.247	0.175	0.106	0.070	0.000	0.041	412.13	0.37	0.31	0.53	78.46	0.31	0.17	0.07	0.31	244.99	8.00	6.00		
84	182+325	0.518	0.000	0.233	0.166	0.123	0.080	0.057	0.000	0.036	379.20	0.30	0.29	0.45	99.76	0.29	0.11	0.04	0.25	179.77	9.00	7.00		
85	182+399	0.482	0.000	0.264	0.201	0.148	0.092	0.064	0.000	0.035	435.27	0.36	0.22	0.55	111.79	0.22	0.12	0.06	0.24	196.80	9.00	7.00		
86	182+502	0.617	0.000	0.322	0.236	0.165	0.108	0.072	0.000	0.042	413.14	0.35	0.30	0.52	82.70	0.30	0.16	0.06	0.30	234.92	8.00	7.00		
87	182+599	0.514	0.000	0.255	0.149	0.090	0.048	0.033	0.000	0.023	365.26	0.40	0.26	0.50	100.17	0.26	0.16	0.04	0.22	153.68	9.00	7.00		
88	182+701	0.532	0.000	0.342	0.244	0.174	0.111	0.077	0.000	0.045	472.52	0.44	0.19	0.64	96.02	0.19	0.17	0.06	0.27	234.72	8.00	7.00		
89	182+806	0.486	0.000	0.239	0.163	0.110	0.058	0.036	0.000	0.027	383.59	0.37	0.25	0.49	106.12	0.25	0.13	0.05	0.22	159.86	9.00	7.00		
90	182+900																							
91	183+000																							
92	183+100	0.414	0.000	0.246	0.182	0.136	0.090	0.065	0.000	0.040	459.53	0.38	0.17	0.59	124.50	0.17	0.11	0.05	0.22	182.68	9.00	7.00		
93	183+199	0.403	0.000	0.229	0.151	0.099	0.061	0.044	0.000	0.032	417.30	0.42	0.17	0.57	133.09	0.17	0.13	0.04	0.20	150.25	9.00	7.00		
94	183+300	0.326	0.000	0.161	0.114	0.085	0.056	0.038	0.000	0.024	402.74	0.32	0.16	0.50	159.59	0.16	0.08	0.03	0.16	120.82	9.00	8.00		
95	183+403	0.356	0.000	0.185	0.121	0.079	0.043	0.026	0.000	0.017	391.06	0.40	0.17	0.52	147.92	0.17	0.11	0.04	0.15	117.94	9.00	8.00		
96	183+500	0.465	0.000	0.248	0.153	0.100	0.053	0.033	0.000	0.021	390.94	0.42	0.22	0.53	111.39	0.22	0.15	0.05	0.20	151.87	9.00	8.00		
97	183+601	0.477	0.000	0.216	0.136	0.106	0.067	0.051	0.000	0.031	373.21	0.31	0.26	0.45	109.63	0.26	0.11	0.04	0.23	158.55	9.00	7.00		
98	183+701	0.345	0.000	0.171	0.117	0.084	0.052	0.034	0.000	0.021	395.12	0.35	0.17	0.50	152.13	0.17	0.09	0.03	0.16	121.43	9.00	8.00		
99	183+799	0.364	0.000	0.154	0.098	0.062	0.036	0.025	0.000	0.017	342.68	0.33	0.21	0.42	144.37	0.21	0.09	0.03	0.16	104.38	9.00	8.00		
100	183+901	0.288	0.000	0.171	0.133	0.105	0.075	0.057	0.000	0.035	477.28	0.33	0.12	0.60	188.01	0.12	0.07	0.03	0.17	138.54	9.00	8.00		
101	184+000	0.577	0.000	0.300	0.207	0.140	0.082	0.052	0.000	0.028	400.33	0.38	0.28	0.52	89.45	0.28	0.16	0.06	0.25	202.17	8.00	7.00		
102	184+100	0.537	0.000	0.327	0.223	0.150	0.076	0.043	0.000	0.023	437.62	0.47	0.21	0.61	96.59	0.21	0.18	0.07	0.23	200.93	8.00	7.00		
103	184+200	0.604	0.000	0.353	0.275	0.205	0.130	0.084	0.000	0.050	459.83	0.37	0.25	0.59	85.68	0.25	0.15	0.08	0.31	263.79	8.00	6.00		
104	184+301	0.617	0.000	0.358	0.230	0.152	0.072	0.041	0.000	0.023	415.09	0.46	0.26	0.58	83.68	0.26	0.21	0.08	0.25	212.19	8.00	7.00		
105	184+400	0.521	0.000	0.258	0.170	0.118	0.067	0.042	0.000	0.026	386.24	0.37	0.26	0.50	99.75	0.26	0.14	0.05	0.23	172.99	9.00	7.00		
106	184+497	0.462	0.000	0.254	0.161	0.106	0.052	0.030	0.000	0.016	400.59	0.44	0.21	0.55	112.72	0.21	0.15	0.05	0.19	153.10	9.00	8.00		
107	184+600	0.692	0.000	0.348	0.228	0.143	0.070	0.040	0.000	0.023	377.87	0.40	0.34	0.50	74.49	0.34	0.21	0.07	0.28	215.44	8.00	7.00		
108	184+724	0.461	0.000	0.260	0.163	0.102	0.047	0.026	0.000	0.020	400.93	0.46	0.20	0.56	112.64	0.20	0.16	0.05	0.20	151.04	9.00	8.00		
109	184+800	0.473	0.000	0.269	0.166	0.106	0.053	0.034	0.000	0.017	404.52	0.46	0.20	0.57	108.99	0.20	0.16	0.05	0.19	158.19	9.00	8.00		
110	184+909	0.211	0.000	0.124	0.101	0.080	0.053	0.038	0.000	0.023	480.30	0.33	0.09	0.59	246.21	0.09	0.04	0.03	0.12	101.13	9.00	8.00		
111	185+000	0.508	0.000	0.350	0.254	0.186	0.098	0.055	0.000	0.028	495.78	0.50	0.16	0.69	100.94	0								

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo PIJIIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)

Cuerpo B Carril Izq (Baja)

Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]											Área normalizada (mm)	Factor de forma (F2)	índice de Curvatura Superficial (SCs) (RD)	Relación de deflexión (RDI)	Modulo de Rigidez Dinámico (MRD) kN/cm	Factores de forma			índice Estructural (Orozco, 2005)	Área Cuenca (le) m²	Calificación Según Área	Calificación le (Orozco)
No.	Cadenamiento	S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800						BLI	MU	LU				
149	188+798	0.291	0.000	0.165	0.121	0.093	0.063	0.044	0.000	0.028	448.35	0.35	0.13	0.57	181.41	0.13	0.07	0.03	0.16	125.22	9.00	8.00
150	188+897	0.597	0.000	0.335	0.245	0.185	0.117	0.077	0.000	0.046	440.92	0.37	0.26	0.56	85.65	0.26	0.15	0.07	0.30	244.93	8.00	7.00
151	189+000	0.260	0.000	0.121	0.083	0.057	0.030	0.018	0.000	0.008	373.64	0.35	0.14	0.47	201.99	0.14	0.06	0.03	0.10	81.95	10.00	8.00

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alta)

ANÁLISIS DE LA CUENCA CARRIL DE ALTA

No.	Cadenamiento	Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]										Área normalizada (mm)	Factor de forma (F2)	Inverso de Curvatura Superficial (SCI)	Relación de deflexión	Modulo de Rigididad Dinámico (MRD) kN/mm	Factores de forma			Inverso Estructural (Orozco 2005)	Área Cuenca (le) mm²	Calificación Según Área	Calificación le (Orozco)
		S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800	BLI						MU	LU					
1	174+000																					#N/D	
2	174+100																						
3	174+200																						
4	174+315	0.228	0.000	0.183	0.159	0.134	0.095	0.069	0.000	0.043	629.22	0.39	0.04	0.80	234.08	0.04	0.05	0.04	0.17	155.39	9.00	8.00	
5	174+400	0.144	0.000	0.117	0.106	0.093	0.075	0.058	0.000	0.037	665.55	0.29	0.03	0.81	367.69	0.03	0.02	0.02	0.14	111.29	9.00	8.00	
6	174+500	0.165	0.000	0.135	0.121	0.104	0.081	0.058	0.000	0.033	659.99	0.33	0.03	0.82	325.54	0.03	0.03	0.02	0.13	121.65	9.00	8.00	
7	174+600	0.220	0.000	0.154	0.132	0.111	0.087	0.069	0.000	0.047	570.58	0.30	0.07	0.70	242.35	0.07	0.04	0.02	0.18	139.82	9.00	8.00	
8	174+701	0.549	0.000	0.344	0.246	0.184	0.122	0.088	0.000	0.053	471.36	0.40	0.21	0.63	95.58	0.21	0.16	0.06	0.30	247.22	8.00	7.00	
9	174+801	0.202	0.000	0.127	0.099	0.076	0.056	0.045	0.000	0.033	494.15	0.35	0.07	0.63	262.55	0.07	0.05	0.02	0.14	103.39	9.00	8.00	
10	174+900	0.301	0.000	0.188	0.143	0.109	0.069	0.050	0.000	0.029	480.85	0.40	0.11	0.63	177.16	0.11	0.08	0.04	0.16	139.62	9.00	8.00	
11	175+001	0.575	0.000	0.368	0.271	0.189	0.108	0.073	0.000	0.045	468.86	0.45	0.21	0.64	90.07	0.21	0.18	0.08	0.29	247.61	8.00	7.00	
12	175+104	0.790	0.000	0.430	0.271	0.178	0.078	0.047	0.000	0.023	395.48	0.45	0.36	0.54	66.21	0.36	0.25	0.10	0.31	254.19	8.00	6.00	
13	175+177	0.378	0.000	0.291	0.242	0.192	0.123	0.081	0.000	0.041	582.29	0.44	0.09	0.77	141.80	0.09	0.10	0.07	0.21	220.96	8.00	7.00	
14	175+300																						
15	175+400																						
16	175+500																						
17	175+600	0.590	0.000	0.392	0.292	0.212	0.122	0.079	0.000	0.047	488.25	0.46	0.20	0.66	89.97	0.20	0.18	0.09	0.30	267.13	8.00	7.00	
18	175+701	0.465	0.000	0.286	0.208	0.161	0.113	0.085	0.000	0.061	474.37	0.37	0.18	0.61	114.67	0.18	0.13	0.05	0.29	218.11	8.00	7.00	
19	175+803	0.159	0.000	0.122	0.104	0.088	0.069	0.054	0.000	0.039	611.46	0.33	0.04	0.77	340.91	0.04	0.03	0.02	0.14	109.43	9.00	8.00	
20	175+900																						
21	176+000	0.235	0.000	0.189	0.166	0.138	0.099	0.070	0.000	0.037	629.73	0.38	0.05	0.80	220.46	0.05	0.05	0.04	0.16	159.18	9.00	8.00	
22	176+101	0.284	0.000	0.200	0.171	0.142	0.107	0.080	0.000	0.052	566.99	0.33	0.08	0.70	181.50	0.08	0.06	0.04	0.21	174.83	9.00	7.00	
23	176+198	0.144	0.000	0.141	0.122	0.101	0.076	0.059	0.000	0.042	734.44	0.45	0.00	0.98	355.79	0.00	0.04	0.02	0.15	119.87	9.00	8.00	
24	176+299	0.201	0.000	0.155	0.138	0.118	0.094	0.073	0.000	0.048	628.27	0.31	0.05	0.77	259.09	0.05	0.04	0.02	0.18	143.98	9.00	8.00	
25	176+400																						
26	176+500																						
27	176+600																						
28	176+700																						
29	176+818	0.695	0.000	0.422	0.287	0.200	0.113	0.071	0.000	0.039	443.09	0.44	0.27	0.61	71.62	0.27	0.22	0.09	0.32	271.38	8.00	6.00	
30	176+903	0.478	0.000	0.315	0.216	0.143	0.073	0.041	0.000	0.022	460.60	0.51	0.16	0.66	112.34	0.16	0.17	0.07	0.21	189.46	9.00	7.00	
31	177+004	0.476	0.000	0.281	0.193	0.141	0.085	0.059	0.000	0.033	442.79	0.41	0.19	0.59	109.91	0.19	0.14	0.06	0.23	191.55	9.00	7.00	
32	177+101	0.253	0.000	0.148	0.111	0.086	0.059	0.043	0.000	0.028	462.01	0.35	0.11	0.58	206.41	0.11	0.06	0.03	0.15	114.80	9.00	8.00	
33	177+201	0.533	0.000	0.317	0.240	0.190	0.124	0.089	0.000	0.052	469.79	0.36	0.22	0.59	99.25	0.22	0.13	0.07	0.29	243.50	8.00	7.00	
34	177+302	0.546	0.000	0.307	0.210	0.144	0.097	0.071	0.000	0.050	424.36	0.38	0.24	0.56	93.67	0.24	0.16	0.05	0.29	214.91	8.00	7.00	
35	177+402	0.339	0.000	0.169	0.109	0.084	0.052	0.031	0.000	0.017	396.50	0.35	0.17	0.50	151.10	0.17	0.09	0.03	0.15	177.42	9.00	8.00	
36	177+499	0.366	0.000	0.280	0.235	0.194	0.139	0.102	0.000	0.060	596.03	0.38	0.09	0.77	140.75	0.09	0.09	0.05	0.26	232.10	8.00	7.00	
37	177+601	0.400	0.000	0.254	0.211	0.170	0.115	0.076	0.000	0.040	511.59	0.35	0.15	0.64	129.63	0.15	0.08	0.02	0.22	204.88	8.00	7.00	
38	177+703	0.502	0.000	0.321	0.239	0.183	0.125	0.092	0.000	0.060	489.24	0.39	0.18	0.64	101.56	0.18	0.14	0.06	0.30	241.76	8.00	7.00	
39	177+801	0.452	0.000	0.279	0.203	0.150	0.099	0.072	0.000	0.048	467.31	0.40	0.17	0.62	113.47	0.17	0.13	0.05	0.25	202.87	8.00	7.00	
40	177+902	0.614	0.000	0.337	0.205	0.130	0.072	0.049	0.000	0.027	395.97	0.43	0.28	0.55	83.15	0.28	0.21	0.06	0.27	204.66	8.00	7.00	
41	178+000	0.586	0.000	0.337	0.215	0.149	0.092	0.064	0.000	0.040	422.13	0.42	0.25	0.58	87.64	0.25	0.19	0.06	0.28	218.91	8.00	7.00	
42	178+103	0.411	0.000	0.234	0.156	0.105	0.064	0.046	0.000	0.030	420.95	0.42	0.18	0.57	123.95	0.18	0.13	0.04	0.20	155.07	9.00	7.00	
43	178+198	0.457	0.000	0.291	0.2																		

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alta)

Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]													Área normalizada [mm]	Factor de forma (F2)	Inverso de Curvatura Superficial (SC)	Relación de deflexión	Modulo de Rigidez Dinámico (MRD) [kN/mm]	Factores de forma			Inverso Estructural [Omrzo 2005]	Área Curvada (le) [mm ²]	Calificación Según Área	Calificación le (Orozco)
No.	Cadenamiento	S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800	BLI	MU	LU											
75	181+402	0.492	0.000	0.262	0.167	0.110	0.059	0.039	0.000	0.025	394.78	0.41	0.23	0.53	104.82	0.23	0.15	0.05	0.22	164.68	9.00	7.00		
76	181+506	0.447	0.000	0.204	0.136	0.090	0.054	0.038	0.000	0.026	365.45	0.34	0.24	0.46	114.57	0.24	0.11	0.04	0.20	142.28	9.00	7.00		
77	181+602	0.434	0.000	0.240	0.151	0.096	0.047	0.028	0.000	0.017	398.24	0.44	0.19	0.55	121.46	0.19	0.14	0.05	0.18	142.68	9.00	8.00		
78	181+701	0.556	0.000	0.304	0.195	0.133	0.078	0.049	0.000	0.026	406.79	0.41	0.25	0.55	92.05	0.25	0.17	0.06	0.24	194.66	9.00	7.00		
79	181+802	0.389	0.000	0.212	0.153	0.113	0.068	0.046	0.000	0.024	427.08	0.37	0.18	0.54	131.86	0.18	0.10	0.05	0.18	151.55	9.00	8.00		
80	181+901	0.448	0.000	0.262	0.195	0.146	0.093	0.062	0.000	0.037	454.08	0.38	0.19	0.58	115.84	0.19	0.12	0.05	0.23	191.50	9.00	7.00		
81	182+000	0.443	0.000	0.256	0.178	0.132	0.080	0.054	0.000	0.029	439.78	0.40	0.19	0.58	115.21	0.19	0.12	0.05	0.21	177.04	9.00	7.00		
82	182+101	0.399	0.000	0.230	0.172	0.131	0.084	0.059	0.000	0.033	452.49	0.36	0.17	0.57	128.12	0.17	0.10	0.05	0.20	172.03	9.00	7.00		
83	182+174	0.582	0.000	0.330	0.230	0.161	0.092	0.059	0.000	0.035	426.65	0.41	0.25	0.57	85.33	0.25	0.17	0.07	0.27	220.90	8.00	7.00		
84	182+325	0.414	0.000	0.220	0.135	0.107	0.068	0.051	0.000	0.031	412.14	0.37	0.19	0.53	123.07	0.19	0.11	0.04	0.20	153.78	9.00	7.00		
85	182+399	0.412	0.000	0.220	0.154	0.114	0.074	0.051	0.000	0.032	419.46	0.35	0.19	0.53	124.29	0.19	0.11	0.04	0.21	159.70	9.00	7.00		
86	182+501	0.452	0.000	0.276	0.202	0.148	0.092	0.062	0.000	0.036	462.19	0.41	0.18	0.61	116.90	0.18	0.13	0.06	0.23	195.03	9.00	7.00		
87	182+599	0.360	0.000	0.176	0.112	0.075	0.042	0.029	0.000	0.020	376.59	0.37	0.18	0.49	143.84	0.18	0.10	0.03	0.16	115.75	9.00	8.00		
88	182+701	0.449	0.000	0.253	0.180	0.129	0.080	0.053	0.000	0.032	431.79	0.39	0.20	0.56	114.13	0.20	0.12	0.05	0.22	177.23	9.00	7.00		
89	182+799	0.399	0.000	0.182	0.113	0.077	0.044	0.027	0.000	0.019	361.46	0.35	0.22	0.46	129.56	0.22	0.11	0.03	0.17	121.17	9.00	8.00		
90	182+900																							
91	183+000																							
92	183+100	0.404	0.000	0.297	0.215	0.157	0.098	0.071	0.000	0.044	523.85	0.49	0.11	0.73	126.45	0.11	0.14	0.06	0.23	202.38	8.00	7.00		
93	183+200	0.362	0.000	0.185	0.119	0.081	0.042	0.028	0.000	0.019	388.02	0.40	0.18	0.51	142.28	0.18	0.10	0.04	0.16	119.10	9.00	8.00		
94	183+299	0.345	0.000	0.188	0.128	0.088	0.052	0.035	0.000	0.023	412.88	0.39	0.16	0.54	150.38	0.16	0.10	0.04	0.16	126.58	9.00	8.00		
95	183+399	0.381	0.000	0.195	0.123	0.078	0.039	0.022	0.000	0.014	380.23	0.41	0.19	0.51	135.99	0.19	0.12	0.04	0.16	119.04	9.00	8.00		
96	183+500	0.394	0.000	0.195	0.120	0.077	0.041	0.026	0.000	0.019	373.23	0.39	0.20	0.50	135.57	0.20	0.12	0.04	0.17	122.11	9.00	8.00		
97	183+596	0.504	0.000	0.224	0.147	0.098	0.060	0.042	0.000	0.025	359.28	0.32	0.28	0.44	102.13	0.28	0.13	0.04	0.22	156.83	9.00	7.00		
98	183+700	0.330	0.000	0.161	0.113	0.082	0.051	0.034	0.000	0.020	395.08	0.34	0.17	0.49	156.81	0.17	0.08	0.03	0.15	117.01	9.00	8.00		
99	183+802	0.279	0.000	0.125	0.084	0.060	0.034	0.022	0.000	0.013	367.03	0.33	0.15	0.45	185.46	0.15	0.07	0.03	0.12	88.39	10.00	8.00		
100	183+898	0.290	0.000	0.166	0.123	0.088	0.059	0.042	0.000	0.028	442.42	0.37	0.12	0.57	179.09	0.12	0.08	0.03	0.16	122.46	9.00	8.00		
101	184+000	0.368	0.000	0.202	0.137	0.092	0.049	0.032	0.000	0.019	410.09	0.42	0.17	0.55	140.98	0.17	0.11	0.04	0.16	130.50	9.00	8.00		
102	184+100	0.446	0.000	0.250	0.169	0.116	0.063	0.035	0.000	0.019	417.55	0.42	0.20	0.56	115.96	0.20	0.13	0.05	0.19	159.42	9.00	8.00		
103	184+200	0.285	0.000	0.173	0.133	0.105	0.071	0.047	0.000	0.027	480.38	0.36	0.11	0.61	179.97	0.11	0.07	0.03	0.15	133.29	9.00	8.00		
104	184+302	0.527	0.000	0.284	0.174	0.106	0.048	0.035	0.000	0.024	385.95	0.45	0.24	0.54	97.52	0.24	0.18	0.06	0.23	166.82	9.00	7.00		
105	184+404	0.491	0.000	0.244	0.144	0.088	0.043	0.028	0.000	0.018	365.57	0.41	0.25	0.50	104.29	0.25	0.16	0.04	0.20	144.69	9.00	8.00		
106	184+503	0.431	0.000	0.223	0.137	0.081	0.037	0.022	0.000	0.013	375.19	0.43	0.21	0.52	118.68	0.21	0.14	0.04	0.17	129.49	9.00	8.00		
107	184+602	0.643	0.000	0.322	0.200	0.113	0.045	0.028	0.000	0.020	363.33	0.43	0.32	0.50	80.66	0.32	0.21	0.07	0.25	184.92	9.00	7.00		
108	184+700	0.492	0.000	0.244	0.165	0.114	0.059	0.035	0.000	0.017	386.34	0.38	0.25	0.50	105.44	0.25	0.13	0.05	0.20	160.72	9.00	8.00		
109	184+799	0.593	0.000	0.305	0.182	0.119	0.058	0.034	0.000	0.020	378.94	0.42	0.29	0.51	88.63	0.29	0.19	0.06	0.24	181.80	9.00	7.00		
110	184+898	0.364	0.000	0.171	0.104	0.072	0.049	0.037	0.000	0.023	370.38	0.33	0.19	0.47	142.73	0.19	0.10	0.02	0.17	118.89	9.00	8.00		
111	184+999	0.382	0.000	0.252	0.190	0.140	0.079	0.047	0.000	0.024	489.09	0.45	0.13	0.66	136.17	0.13	0.11	0.06	0.18	170.90	9.00	8.00		
112	185+099	0.613	0.000	0.353	0.232	0.168	0.091	0.054	0.000	0.027	427.40	0.43	0.26	0.58	83.62	0.26	0.19	0.08	0.26	225.54	8.00	7.00		
113	185+201	0.215																						

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

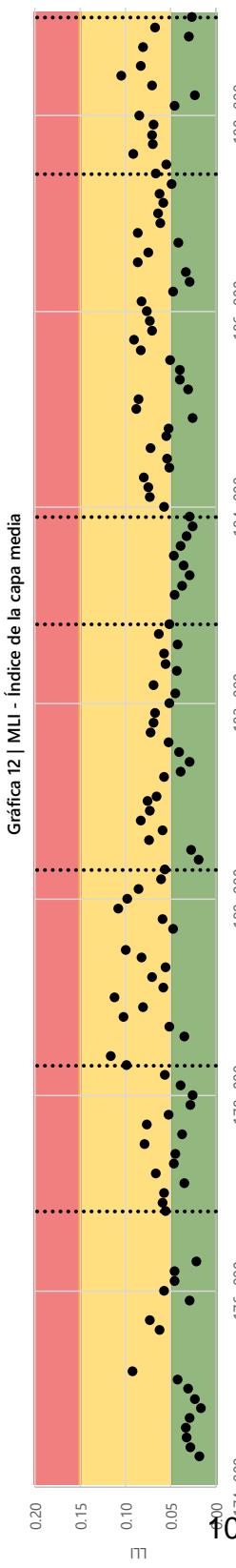
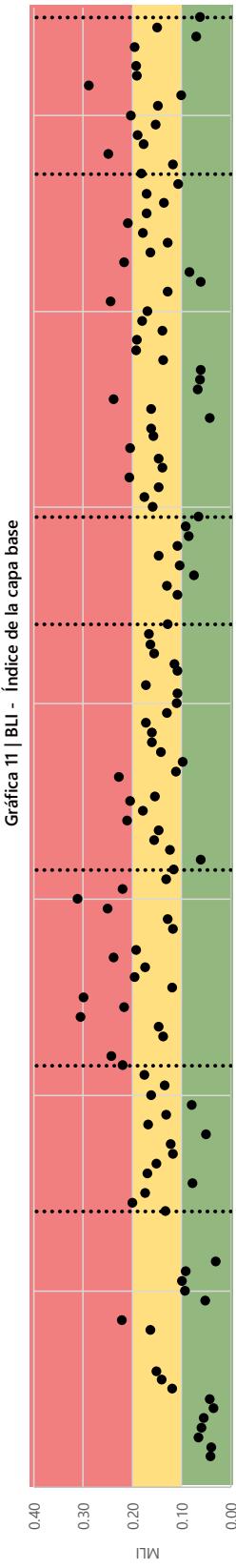
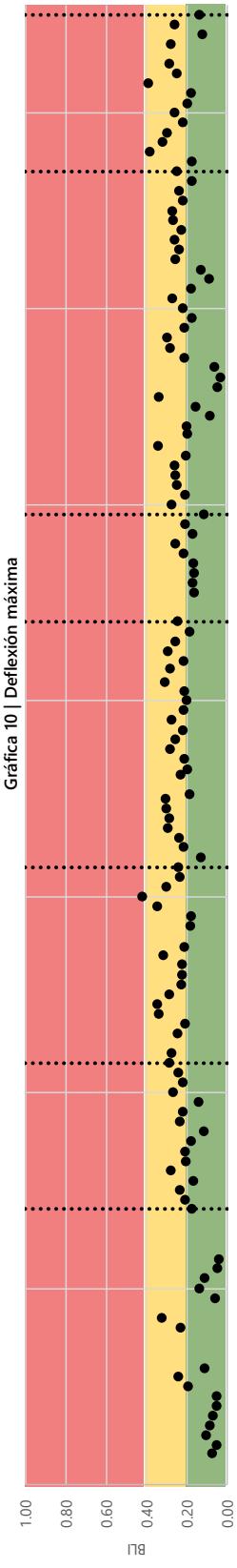
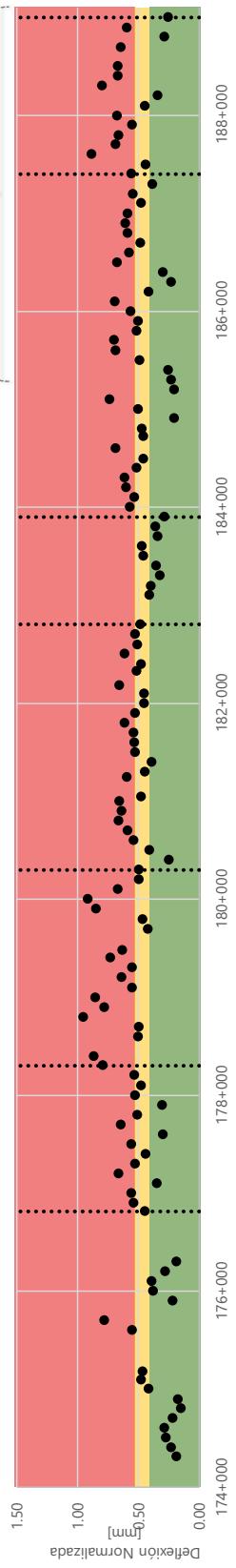
Cuerpo B Carril Der (Alta)

Deflexión normalizada 700 kPa, 20° C; [mm]												Área normalizada [mm]	Factor de forma (F2)	Influencia de Curvatura Superficial (SC)	Relación de deflexión (RD)	Modulo de Rigidez Dinámico (MRD) kN/mm	Factores de forma			Influencia Estructural (Orzco, 2005)	Área Cuencia (le) mm ²	Calificación Según Área	Calificación le (Orzco)
No.	Cadenamiento	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	BLI	MU	LU										
		0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800													
149	188+801	0.266	0.000	0.137	0.100	0.077	0.055	0.040	0.000	0.027	421.84	0.31	0.13	0.51	204.39	0.13	0.06	0.02	0.15	108.42	9.00	8.00	
150	188+898	0.333	0.000	0.205	0.167	0.135	0.097	0.071	0.000	0.041	500.71	0.32	0.13	0.62	163.44	0.13	0.07	0.04	0.20	171.22	9.00	7.00	
151	189+000	0.209	0.000	0.088	0.056	0.039	0.021	0.012	0.000	0.008	346.62	0.32	0.12	0.42	262.68	0.12	0.05	0.02	0.08	60.04	10.00	9.00	

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

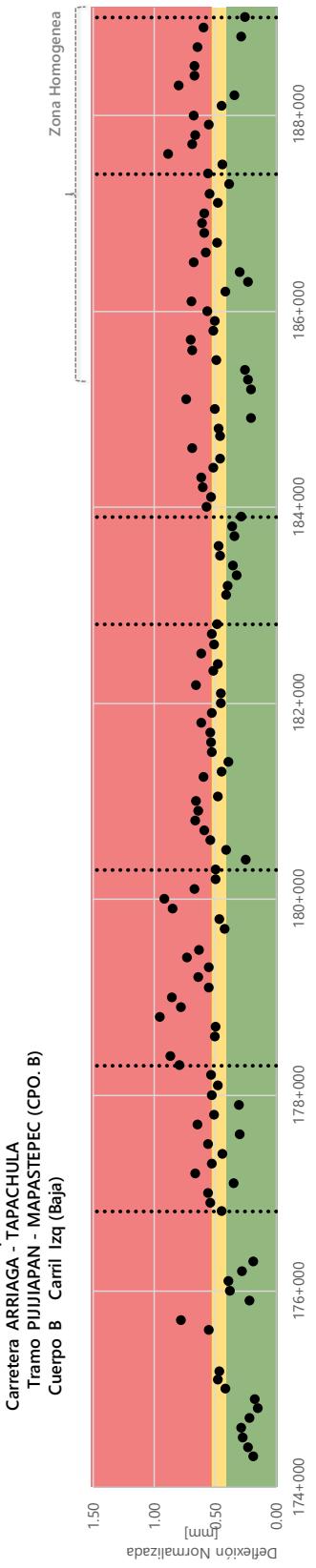
Información
Clave Def-Arr-Tao-174000-189000-511
Calle Carrera ARRIGA - TAPACHULA
Tramo PUJUJAN - MAPASTEPEC (CPO. B)
Cuerpo B Camil Izq (Baja)

Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexion

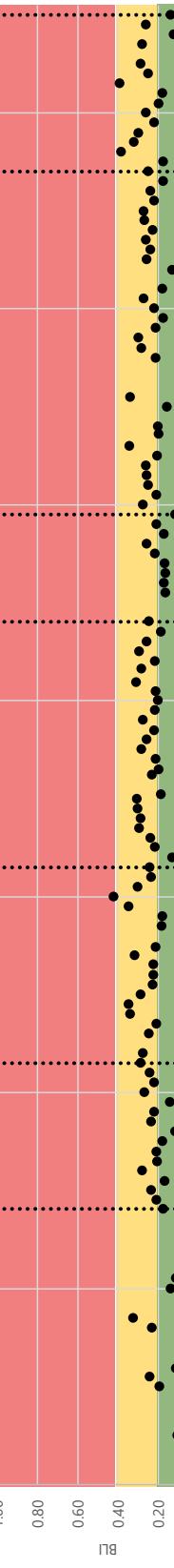


FACTORES DE FORMA CARRIL DE BAJA

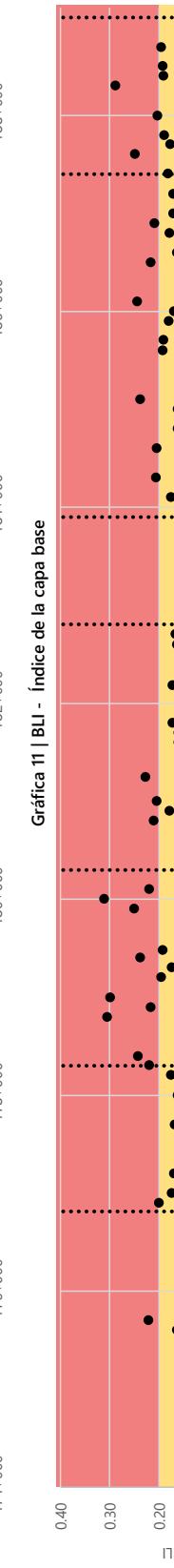
Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexion



Gráfica 10 | Deflexión máxima



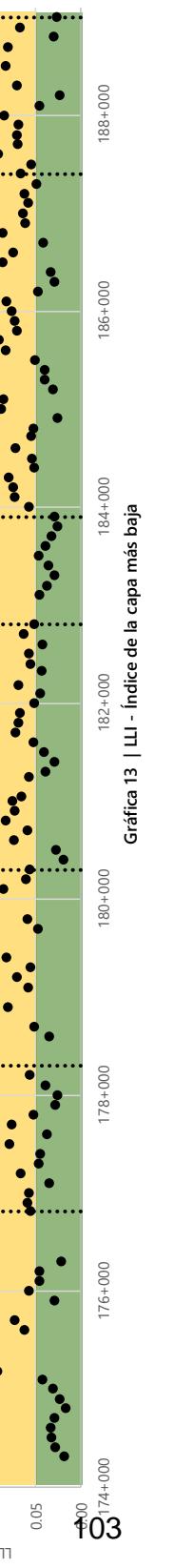
• •



卷之三



• • •



Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

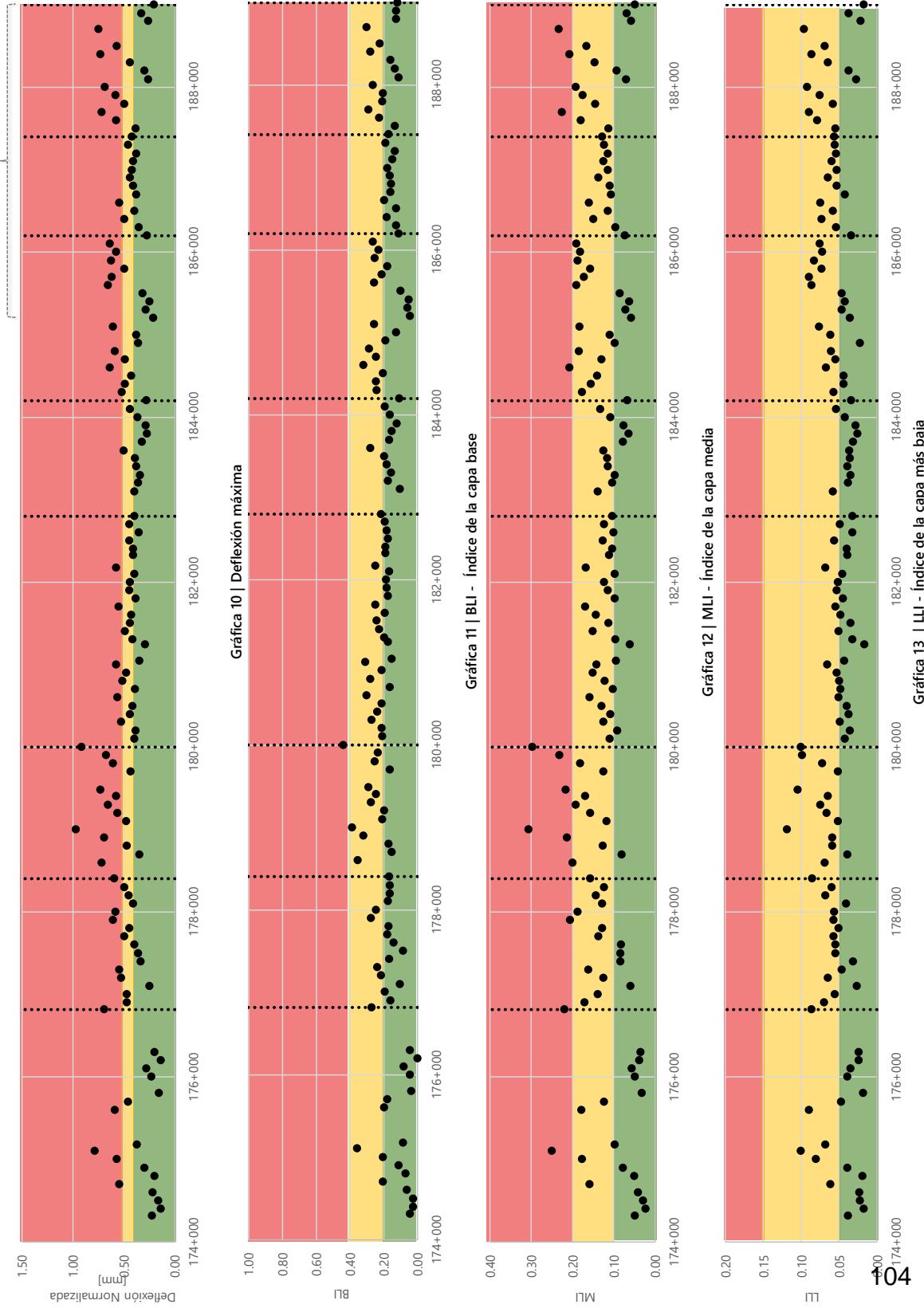
Información

Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11
 Carretera ARRIAGA - TAPACHULA
 Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alta)
 Carril B

Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexión

FACTORES DE FORMA CARRIL DE ALTA



GRAFICAS INDICES ESTRUCTURALES CARRIL DE BAJA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

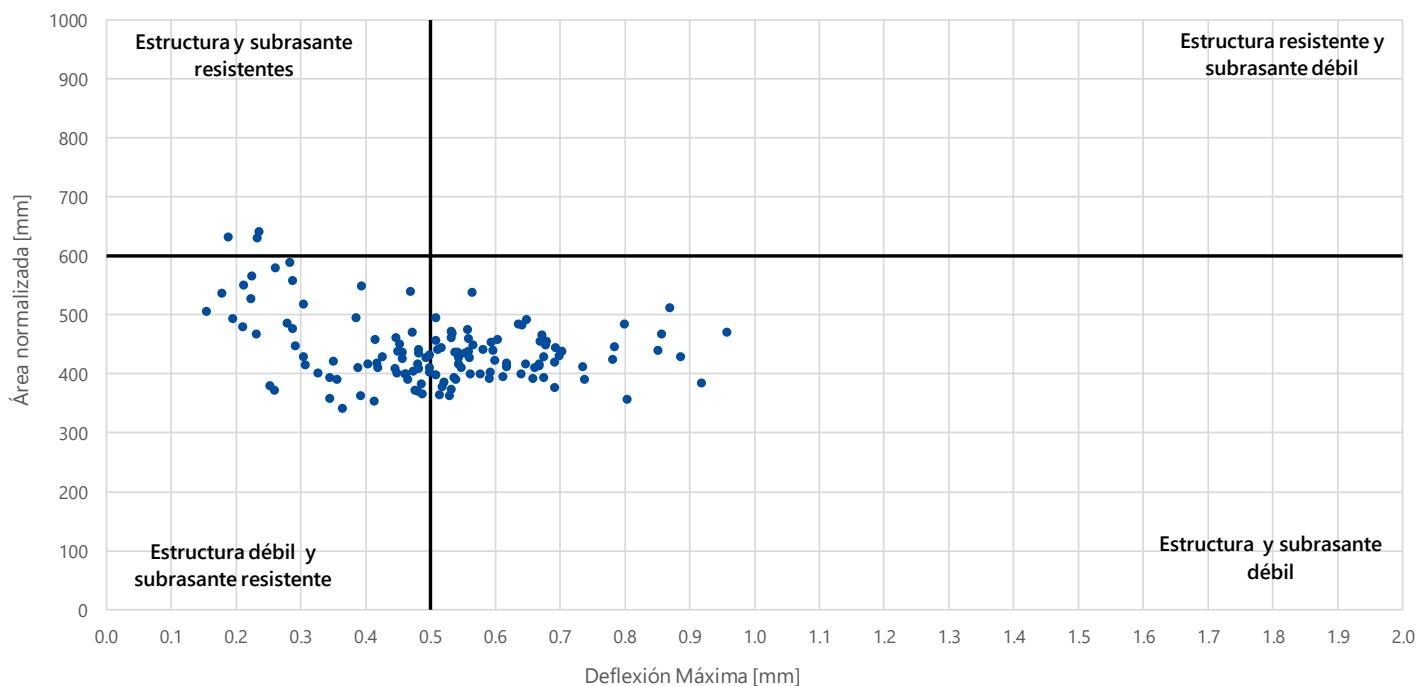
Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

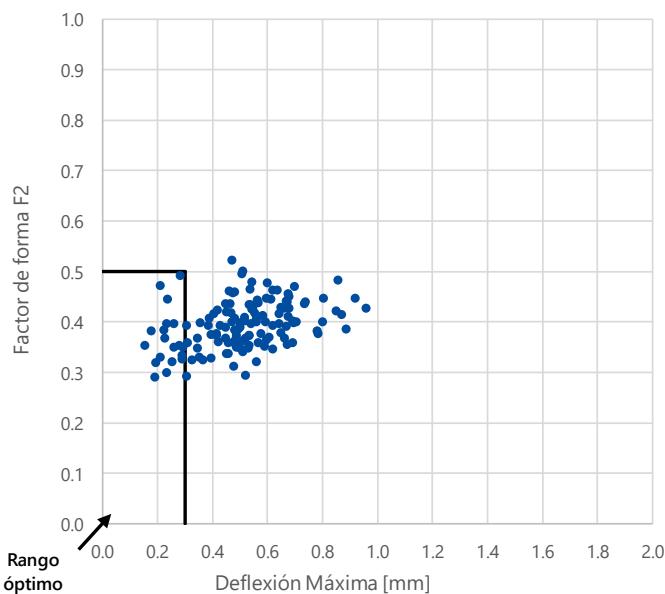
Tramo PIJIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)

Cuerpo B Carril Izq (Baja)

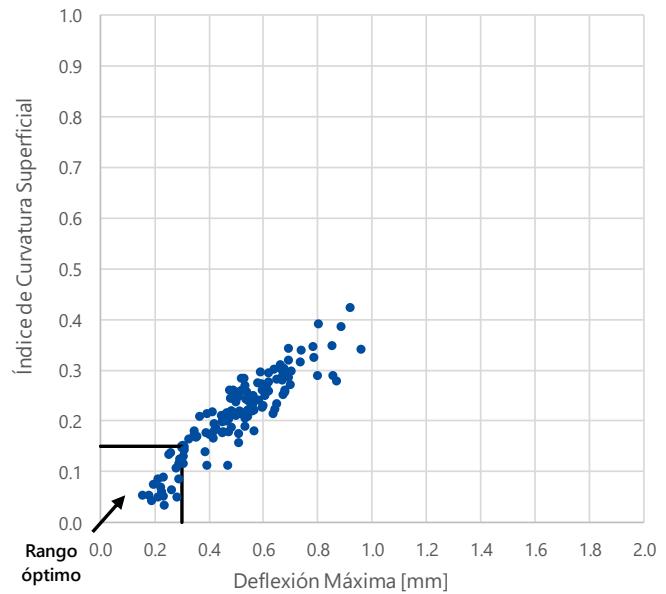
Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexión



Gráfica 1 | Área normalizada - Deflexión Máxima



Gráfica 2 | Relación Factor de forma - Deflexión Máxima



Gráfica 3 | Índice de curvatura superficial - Deflexión Máxima

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

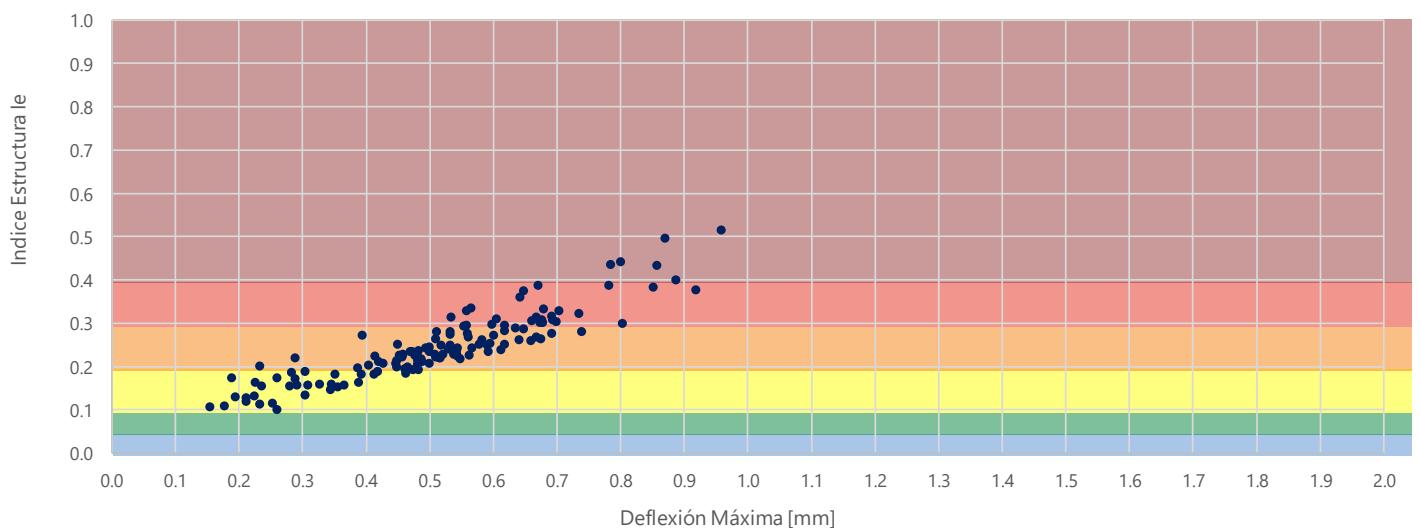
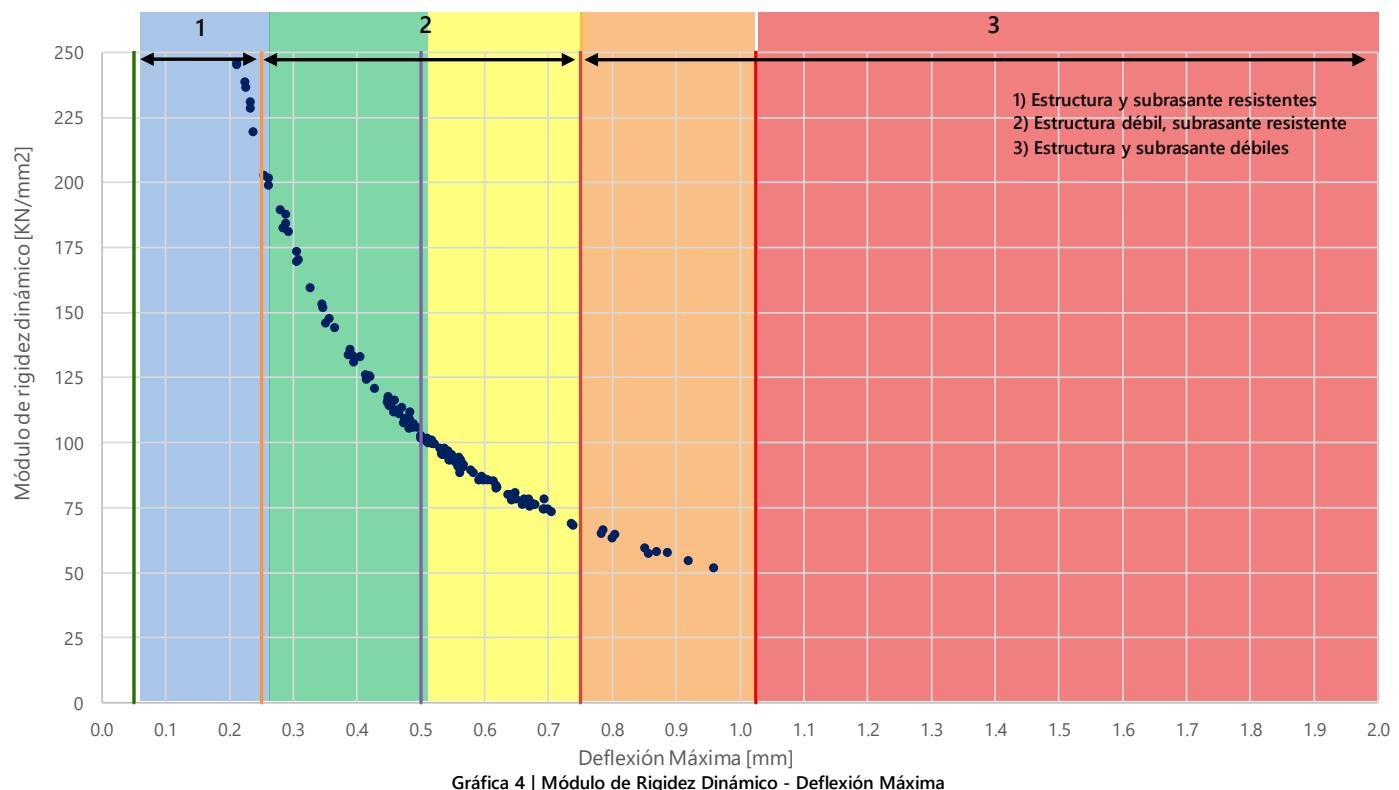
Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexion

Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo PIJIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)

Cuerpo B Carril Izq (Baja)



Gráfica 5 | Índice Estructural - Deflexión Máxima

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

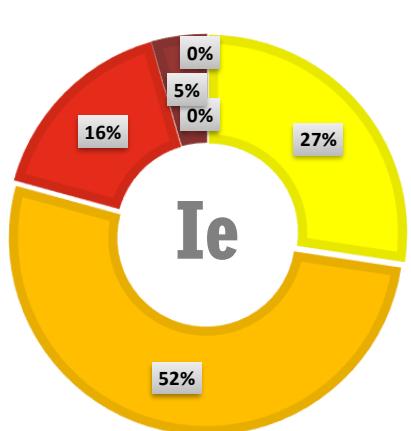
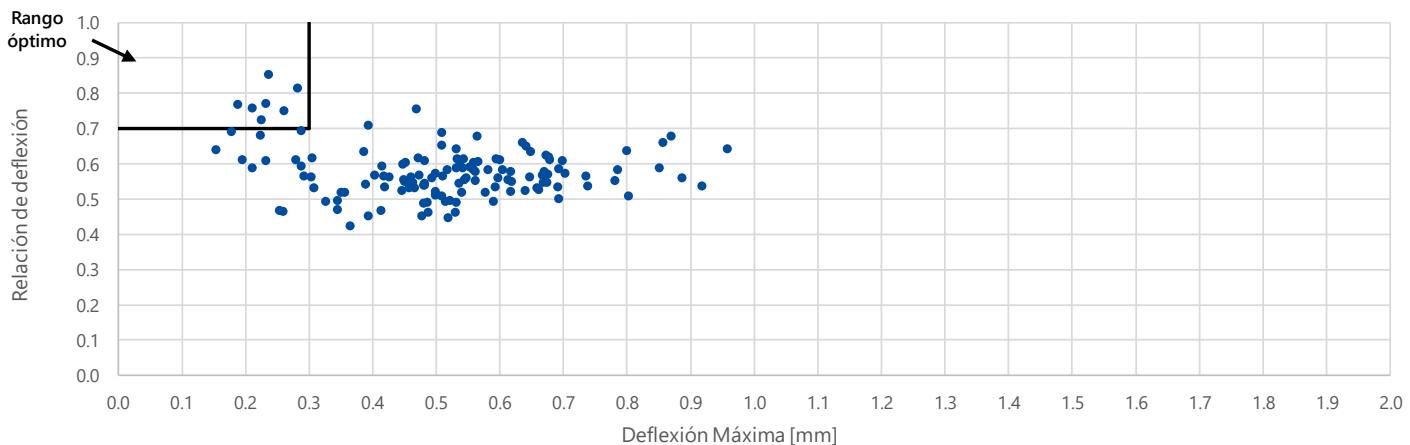
Información

Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11

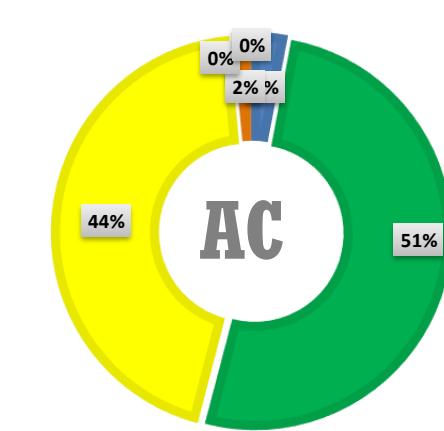
Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo PIJIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)

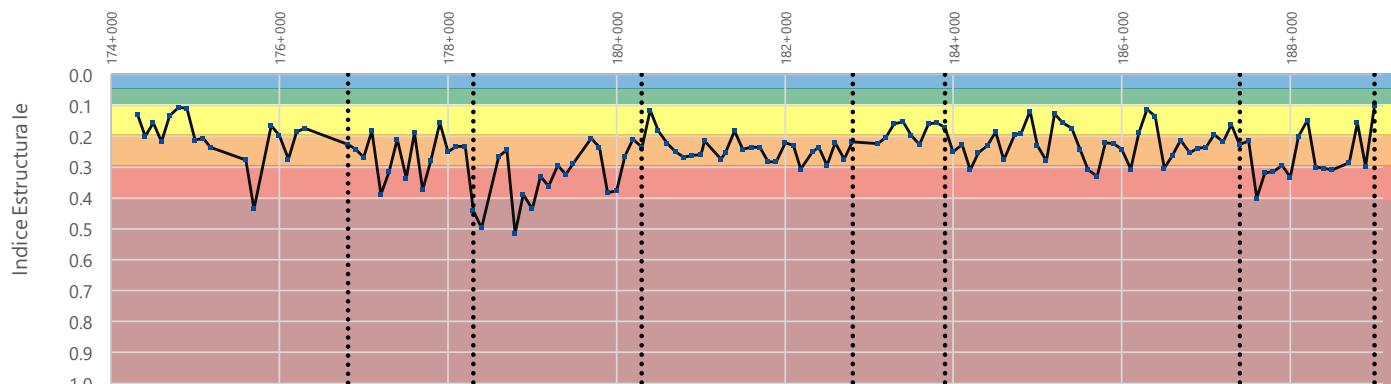
Cuerpo B Carril Izq (Baja)



Gráfica 7 | Estado según Índice Estructural (Orozco 2005)



Gráfica 8 | Estado según Área de la cuenca (Orozco 2005)



Gráfica 9 | Índice Estructural Puntual (Orozco 2005)

GRÁFICAS INDICES ESTRUCTURALES CARRIL DE ALTA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

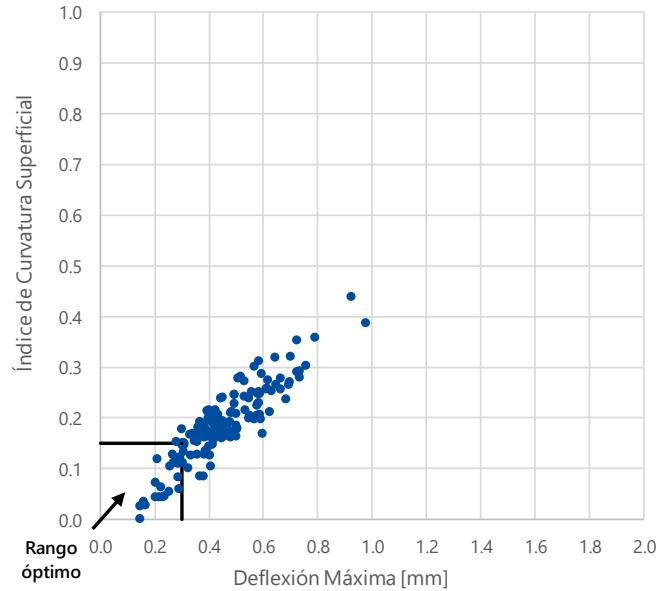
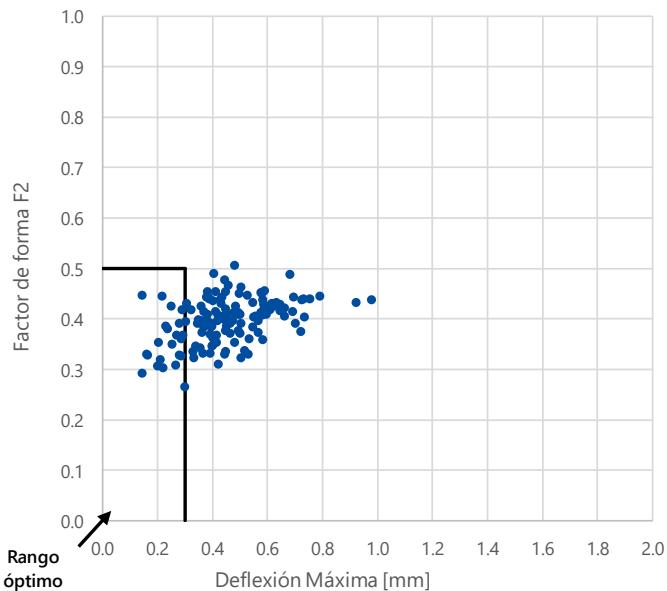
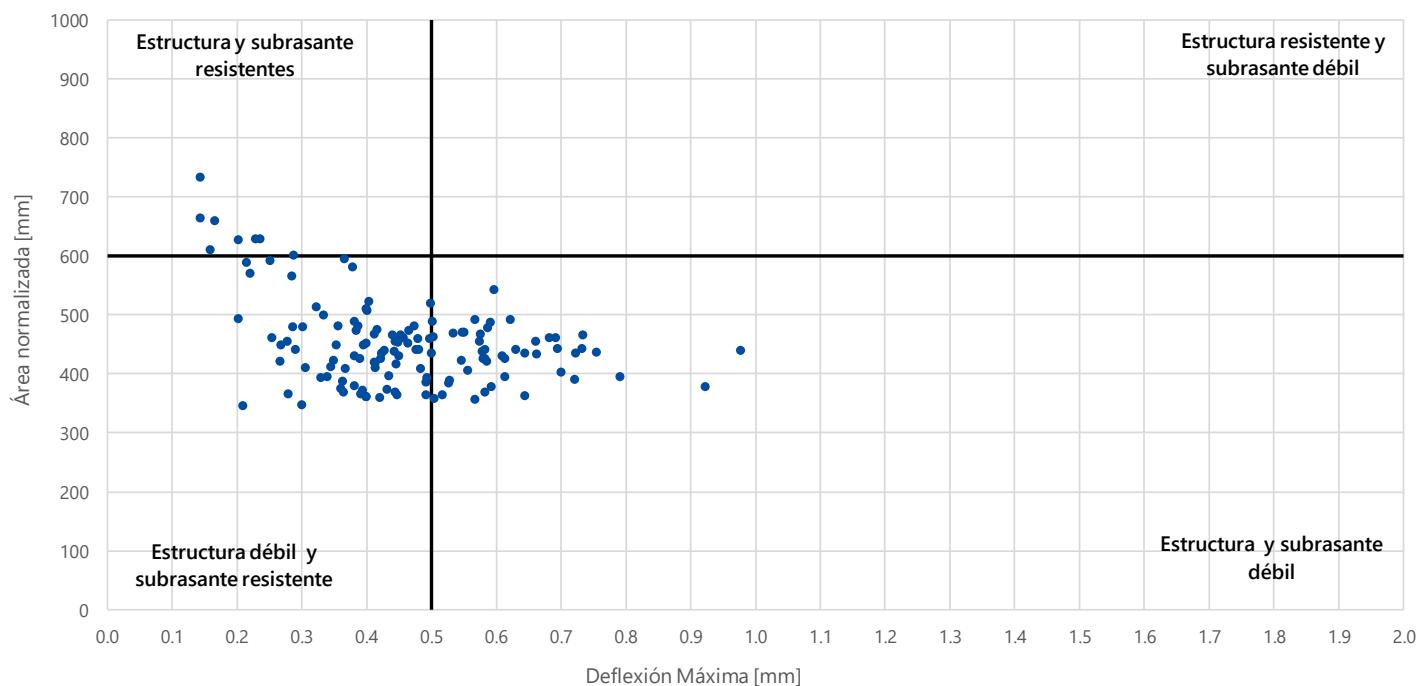
Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alta)

Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexión



Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

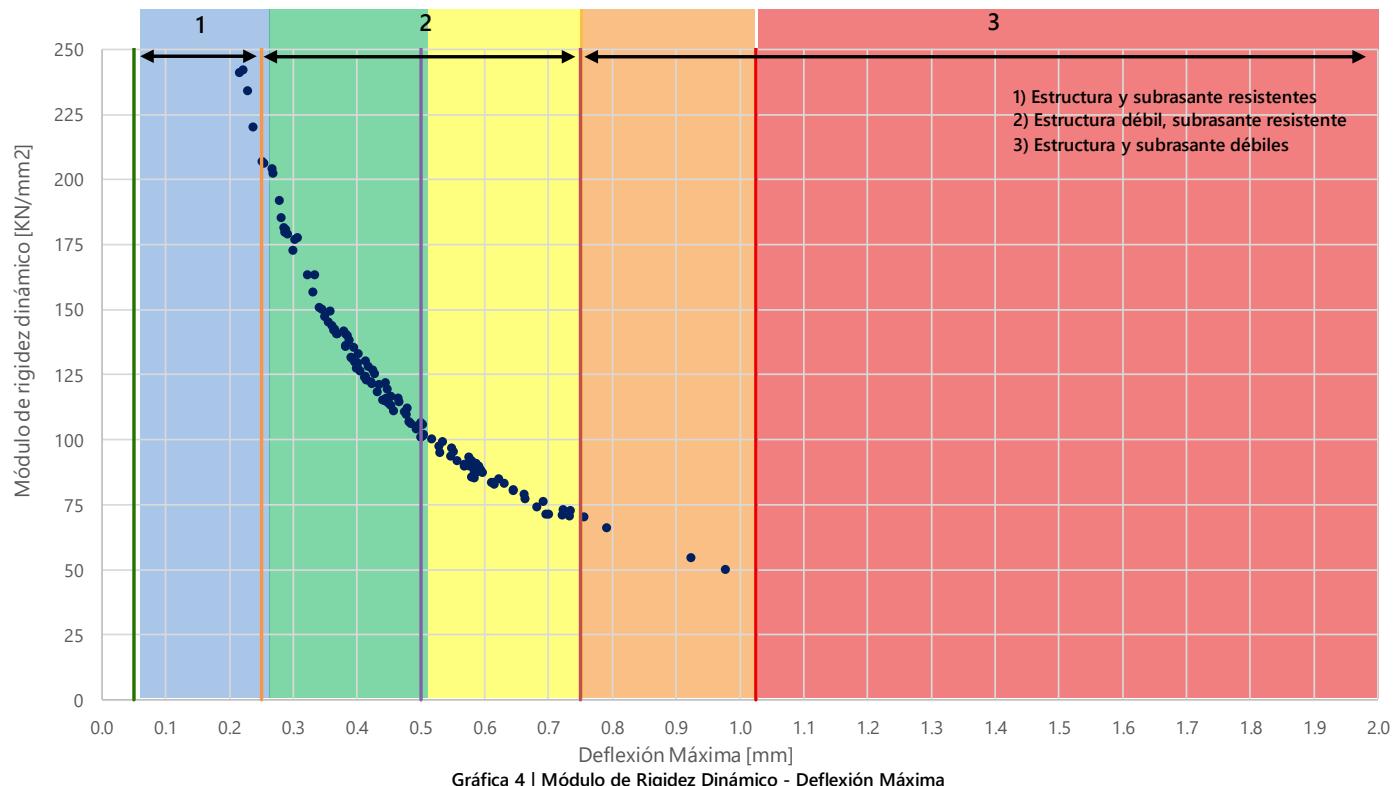
Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexion

Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11

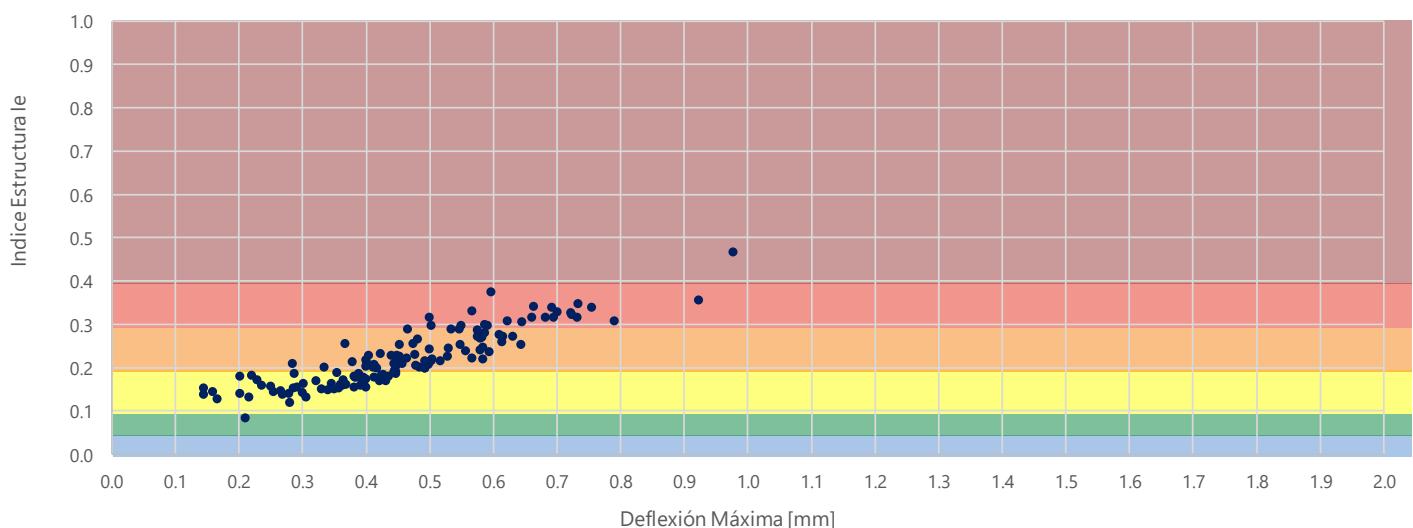
Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alta)



Gráfica 4 | Módulo de Rigidez Dinámico - Deflexión Máxima



Gráfica 5 | Indice Estructural - Deflexión Máxima

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

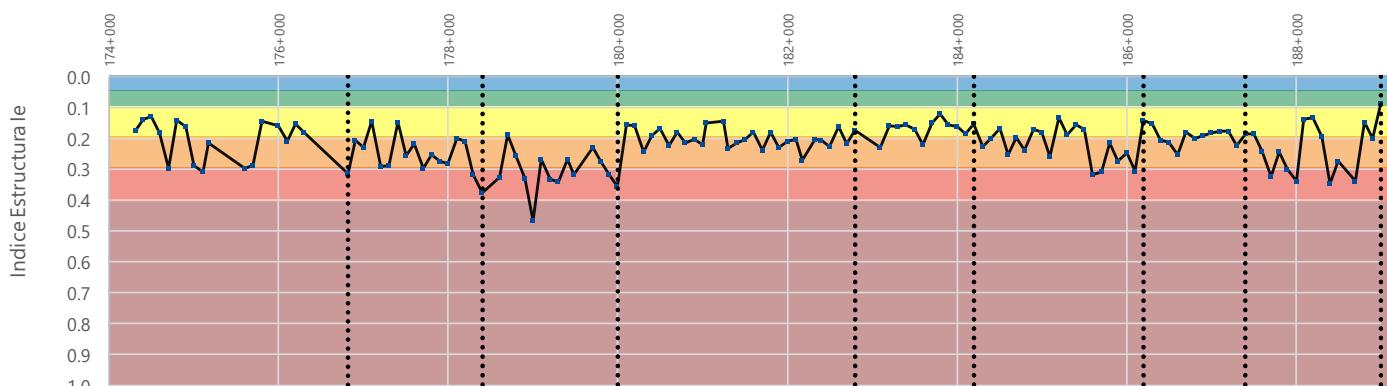
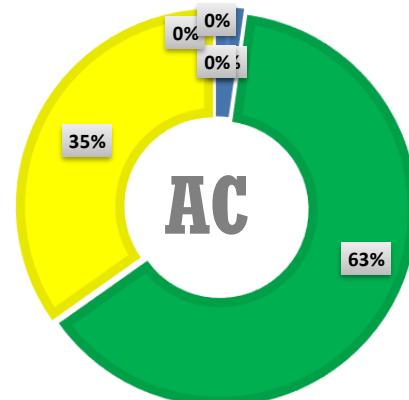
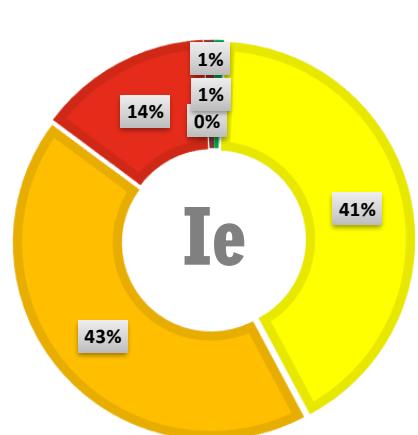
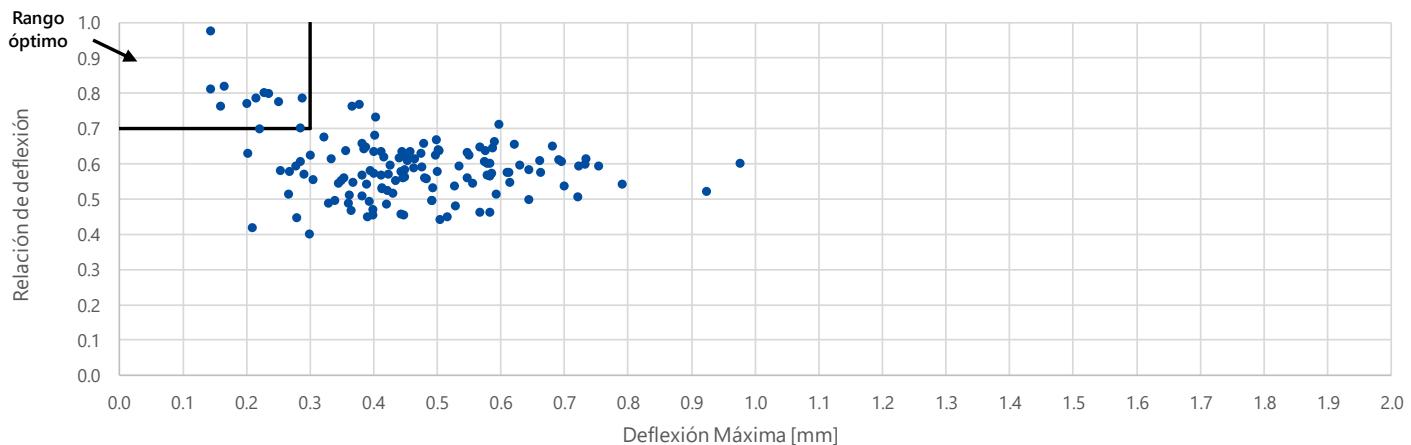
Indicadores Derivados de las Pruebas de Deflexión

Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alta)



Para realizar una evaluación del pavimento se considera una calificación ponderada asignándole un valor a los cinco principales indicadores.

Deflexión Normalizada	Radio curvatura	BLI	MLI	LLI
-----------------------	-----------------	-----	-----	-----

Estos indicadores permiten identificar la condición estructural del pavimento en cada punto de deflexión, con el fin de agrupar los resultados y simplificar la interpretación de los datos, el tramo se evalúa por zonas homogéneas, es decir, por cada zona se obtiene el promedio de cada indicador, posteriormente para cada zona homogénea se obtiene una condición con el siguiente criterio utilizando el promedio de los indicadores de deflexiones calculados.

TABLA 10 PORCENTAJES DE IMPORTANCIA DE CADA INDICADOR. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA

Porcentajes de importancia de cada indicador	Valores de calificación		
	Bueno	Aceptable	No aceptable
	<=	<=	>
Deflexión Máxima Normalizada [Dn Máx]	40%	0.4	0.5
Radio de Curvatura [RoC]	5%	50	100
Capa base [BLI]	10%	0.2	0.4
Capa intermedia o subbase [MLI]	15%	0.1	0.2
Capa inferior o subrasante [LLI]	30%	0.5	1
Condición con 5 indicadores	100%		

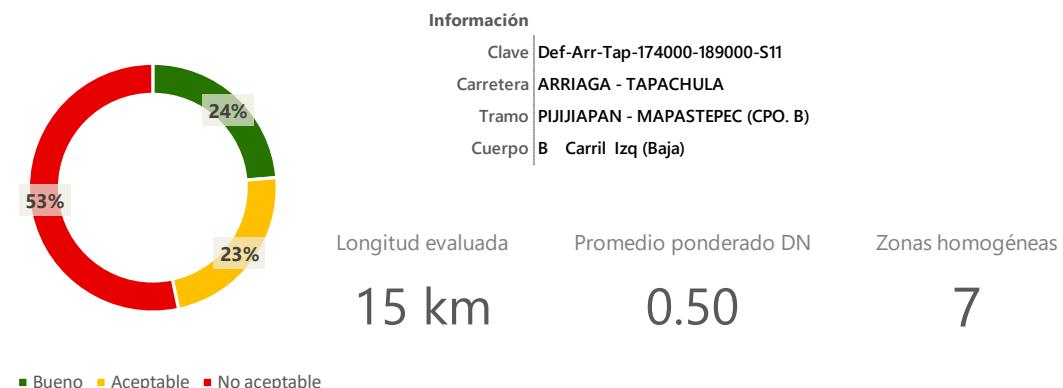
Con este resultado se obtiene la calificación de la zona homogénea con base en la respuesta del pavimento a una carga de 700 kpa. Es importante notar que este esfuerzo equivale a una carga de 49.48 kN aproximadamente distribuidas en una circunferencia con diámetro de 0.3m. la carga que aplica un eje equivalente es de 80 kN distribuidas en dos llantas en arreglo dual.

TABLA 11 CALIFICACIÓN DEL PAVIMENTO CON INDICADORES DE DEFLEXIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Calificación del pavimento	
Condición > 80%	Bueno
60% < Condición < 80%	Regular
Condición < 60%	Malo

CONDICIÓN DERIVADO DEL ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO CARRIL DE BAJA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



CONDICIÓN DERIVADO DEL ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO CARRIL DE ALTA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



XII. DISEÑO DE REFUERZO DE PAVIMENTO

Un recurso importante para realizar el retrocálculo de capas de la estructura de un pavimento esta dado por los espesores de las capas, la sensibilidad al cambio en el espesor es muy significativa, por lo cual es muy importante tener certeza de los espesores con los que cuenta la estructura para realizar un buen calculo.

Para el tramo en estudio se determinaron los espesores en cada punto de deflexión con el equipo GPR, estos espesores se obtienen en una tabla para importarlos desde el programa Elmod, básicamente se encontraron tres capas principales la capa del pavimento existente, la capa de material granular y una capa de terracería.

Se presenta el promedio de espesores por zonas homogéneas, dejando ver que los espesores presentan cambios significativos, lo que quiere decir que los trabajos de conservación o desde la misma construcción cuentan con deficiencias de origen, mismas que muy posiblemente no fueron atendidas y que con el paso de los vehículos han propiciado que el camino se deteriore con mayor rapidez respecto a otros tramos aledaños con el mismo tránsito.

También se observa que existen diferencias en el carril de baja y alta velocidad siendo el carril de baja el que presenta el estado más deteriorado con deflexiones máximas por arriba de las 500 micras y con la calificación más baja con base en el criterio que se adopta en este trabajo. Este comportamiento es de esperarse dado que los vehículos de mayor tonelaje circulan por el carril de baja velocidad

Este análisis conlleva a que los trabajos de conservación y o rehabilitación tendrán que ser más importantes en el carril de baja velocidad.

ESPESORES GPR CARRIL DE BAJA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



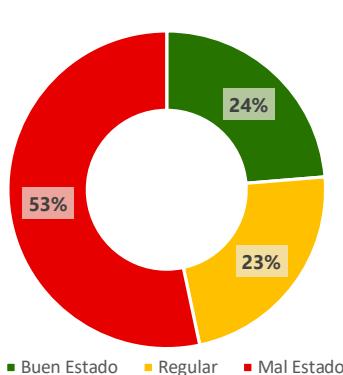
ESPESORES GPR CARRIL DE ALTA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



CONDICIONES EQUIVALENTES CARRIL DE BAJA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



Información

Clave | Def-Arr-Tap-174000-189000-S11
 Carretera | ARRIAGA - TAPACHULA
 Tramo | PIJIIJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)
 Cuerpo | B Carril Izq (Baja)

Longitud evaluada

15 km

Promedio ponderado DN

0.50

Promedio ponderado Dk

Buen Estado [DN <= 0.4]

3 km

Regular [0.4 <= DN <= 0.5]

3 km

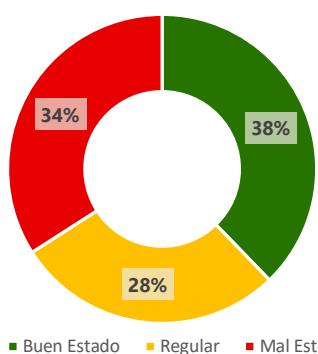
Mal Estado [DN > 0.4]

9 km

Sección km-Carril	Inicio [m]	Fin [m]	Longitud [km]	Carril	Segmento	Promedio Deflexión Normalizada	Condición
1	174+000	175+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.221	Buen Estado
2	175+000	176+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.489	Regular
3	176+000	177+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.374	Buen Estado
4	177+000	178+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.489	Regular
5	178+000	179+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.663	Mal Estado
6	179+000	180+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.636	Mal Estado
7	180+000	181+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.570	Mal Estado
8	181+000	182+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.534	Mal Estado
9	182+000	183+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.525	Mal Estado
10	183+000	184+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.382	Buen Estado
11	184+000	185+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.515	Mal Estado
12	185+000	186+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.487	Regular
13	186+000	187+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.517	Mal Estado
14	187+000	188+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.582	Mal Estado
15	188+000	189+000	1.00	Izq (Baja)	Once	0.573	Mal Estado

CONDICIONES EQUIVALENTES CARRIL DE ALTA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD



Información

Clave	Def-Arr-Tap-144000-189000-S11
Carretera	ARRIAGA - TAPACHULA
Tramo	LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)
Cuerpo	B Carril Der (Alta)
Longitud evaluada	15 km
Promedio ponderado DN	0.45
Promedio ponderado Dk	

Buen Estado [DN <= 0.4] Regular [0.4 <= DN <= 0.5] Mal Estado [DN > 0.4]

3 km

9 km

3 km

Sección km-Carril	Inicio [m]	Fin [m]	Longitud [km]	Carril	Segmento	Promedio Deflexión Normalizada	Condición
1	174+000	175+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.258	Buen Estado
2	175+000	176+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.493	Regular
3	176+000	177+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.340	Buen Estado
4	177+000	178+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.448	Regular
5	178+000	179+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.533	Mal Estado
6	179+000	180+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.636	Mal Estado
7	180+000	181+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.506	Mal Estado
8	181+000	182+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.442	Regular
9	182+000	183+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.434	Regular
10	183+000	184+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.365	Buen Estado
11	184+000	185+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.464	Regular
12	185+000	186+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.448	Regular
13	186+000	187+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.455	Regular
14	187+000	188+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.488	Regular
15	188+000	189+000	1.00	Der (Alta)	Once	0.485	Regular

Para realizar el cálculo de la vida remanente se utilizan los ejes equivalentes calculados en el apartado X Transito de diseño, el programa Elmod entrega el resultado en cada punto donde se realizó una deflexión, basándose en el método del Instituto de Asfalto.

Para realizar el diseño del espesor de refuerzo se conceptualiza retirar la primera capa y colocar una capa de base espumada, el cual, es material recuperado del mismo sitio tratado con asfalto espumado añadido durante el proceso de fresado y homogenización, este material dispone aportar un módulo de 1000 MPa, por lo que se calcula es espesor de refuerzo que necesita para soportar el tránsito de diseño con este módulo y adicionalmente de realiza el cálculo considerando colocar una sobre carpeta de 3500 Mpa de modulo.

Para presentar los resultados se emplea una tabla donde se presentan los espesores de las primeras tres capas en cada punto de medición de deflexiones.

Espesores (cm)			
Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4

Se describe el tipo de material de cada capa

Tipo de Material			
Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4

Se obtiene el módulo de cada capa con el retrocálculo

Módulos de Elasticidad,[Kg /cm ²]			
Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4

Y se calcula la vida remanente, capa crítica y el espesor de la capa de refuerzo considerando una carpeta asfáltica de 3500 MPa y una base Espumada de 1000 MPa para un horizonte de proyecto de 5 años

Vida R	Capa	Diseño Carpeta	Diseño Espumado
Años	Critica	5 años [mm]	5 años [mm]

RETROCALCULO DE MODULOS Y DISEÑO DE SOBRECAPA (CARPETA Y BASE ESPUMADA) CARRIL DE BAJA

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Calle De-Ar-Tap-74000-189000-S1
Carterre ARRIBA -TAPACULA
Tramo PIJUAPAN - MAPASQUE (Cpo. B)
Cuerpo B Carril Izq. (Baja)

Clave del Tramo	Nombre de la Carrera	Número del Tramo	Km inicial	Km Final	Cuerpo	Carril	Medición	Deflexión a 700 kPa (mm)	Espesores (cm)	Tipo de Material				Modulus of Elasticidad [Kg/cm²]	Vida R	Capa	Diseño Carpeta	Falla	Observaciones	
										Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.000	174.100	B	Izq (Baja)	174.000													
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.100	174.200	B	Izq (Baja)	174.100													
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.200	174.300	B	Izq (Baja)	174.200													
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.300	174.400	B	Izq (Baja)	174.300													
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.400	174.500	B	Izq (Baja)	174.400													
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.500	174.600	B	Izq (Baja)	174.500	0.279	11	25	37	35	37	35	37	35	37	35	37	35
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.600	174.700	B	Izq (Baja)	174.600	0.287	11	26	36	35	37	35	37	35	37	35	37	35
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.700	174.800	B	Izq (Baja)	174.700	0.223	10	26	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.800	174.900	B	Izq (Baja)	174.800	0.154	14	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			174.900	175.000	B	Izq (Baja)	174.900	0.177	14	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.000	175.100	B	Izq (Baja)	175.000	0.149	12	26	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.100	175.200	B	Izq (Baja)	175.100	0.480	10	26	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.200	175.300	B	Izq (Baja)	175.200	0.469	8	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.300	175.400	B	Izq (Baja)	175.300	0.225	9	22	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.400	175.500	B	Izq (Baja)	175.400	0.386	9	21	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.500	175.600	B	Izq (Baja)	175.500	0.333	7	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.600	175.700	B	Izq (Baja)	175.600	0.282	8	24	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.700	175.800	B	Izq (Baja)	175.700	0.188	6	21	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.800	175.900	B	Izq (Baja)	175.800	0.784	7	24	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			175.900	176.000	B	Izq (Baja)	175.900	0.225	9	22	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.000	176.100	B	Izq (Baja)	176.000	0.199	7	21	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.100	176.200	B	Izq (Baja)	176.100	0.323	10	26	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.200	176.300	B	Izq (Baja)	176.200	0.282	8	24	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.300	176.400	B	Izq (Baja)	176.300	0.188	6	21	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.400	176.500	B	Izq (Baja)	176.400	0.225	9	22	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.500	176.600	B	Izq (Baja)	176.500	0.199	7	21	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.600	176.700	B	Izq (Baja)	176.600	0.323	10	26	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.700	176.800	B	Izq (Baja)	176.700	0.199	7	21	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.800	176.900	B	Izq (Baja)	176.800	0.542	11	14	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			176.900	177.000	B	Izq (Baja)	176.900	0.542	9	18	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.000	177.100	B	Izq (Baja)	177.000	0.561	9	18	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.100	177.200	B	Izq (Baja)	177.100	0.350	9	22	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.200	177.300	B	Izq (Baja)	177.200	0.670	10	26	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.300	177.400	B	Izq (Baja)	177.300	0.533	12	19	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.400	177.500	B	Izq (Baja)	177.400	0.337	9	22	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.500	177.600	B	Izq (Baja)	177.500	0.564	9	22	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.600	177.700	B	Izq (Baja)	177.600	0.304	9	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.700	177.800	B	Izq (Baja)	177.700	0.561	9	23	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.800	177.900	B	Izq (Baja)	177.800	0.511	9	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			177.900	178.000	B	Izq (Baja)	177.900	0.307	9	19	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.000	178.100	B	Izq (Baja)	178.000	0.532	7	19	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.100	178.200	B	Izq (Baja)	178.100	0.481	11	19	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.200	178.300	B	Izq (Baja)	178.200	0.536	9	21	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.300	178.400	B	Izq (Baja)	178.300	0.769	9	21	22	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.400	178.500	B	Izq (Baja)	178.400	0.869	9	23	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.500	178.600	B	Izq (Baja)	178.500	0.642	10	26	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.600	178.700	B	Izq (Baja)	178.600	0.499	14	16	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			178.700	179.000	B	Izq (Baja)	178.700	0.567	8	22	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			179.00	179.300	B	Izq (Baja)	179.00	0.781	8	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			179.300	179.600	B	Izq (Baja)	179.300	0.566	8	24	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijijiapan - Mapasque (Cpo. B)			179.600	179.900	B	Izq (Baja)	179.600	0.851	9	21	22</									

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Calle De-Ar-Tap-74000-189000-S1
Carterre ARRIBA-74000-189000-S1
Tramo PIJUAPAN - TAPACHULA
Cuerpo B Carril Izq (B)

Clave del Tramo	Nombre de la Carrera	Número de la Carrera	Número del Tramo	Km inicial	Km Final	Cuerpo	Carril	Medición	Deflexión a 700 kPa (mm)	Espesores (cm)				Tipo de Material				Modulus de Elasticidad [Kg/cm²]				Vida R				Capa	Diseño Carpeta	Ancho Espumadín [mm]	5 años [mm]	Falla	Observaciones
										1	2	3	4	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Altos	Cítricos	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4				
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			180.500	180.600	B	Izq (Baja)	180.502	0.413	8	19	21	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	42.251	987	3.200	3.474	0.7	Capa 1	0	144	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			180.600	180.700	B	Izq (Baja)	180.600	0.544	7	19	22	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	32.329	2.891	2.891	2.891	5.0	Capa 1	0	10	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			180.700	180.800	B	Izq (Baja)	180.700	0.592	8	20	22	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	18.99	1.575	2.667	2.667	5.0	Capa 1	0	85	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			180.800	180.900	B	Izq (Baja)	180.800	0.667	8	24	26	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	52.443	1.214	3.93	3.93	3.8	Capa 1	0	102	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			180.900	181.000	B	Izq (Baja)	180.900	0.640	5	27	27	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	47.640	1.497	1.649	1.649	2.1	Capa 1	47	88	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.000	181.100	B	Izq (Baja)	181.000	0.658	8	24	18	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	48.938	3.92	3.96	3.96	2.1	Capa 1	88	118	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.100	181.200	B	Izq (Baja)	181.100	0.461	8	24	18	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	47.30	1.074	1.157	1.157	0.013	Capa 1	41	113	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.200	181.300	B	Izq (Baja)	181.200	0.600	6	18	27	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	48.110	2.651	2.651	2.651	5.0	Capa 1	0	98	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.300	181.400	B	Izq (Baja)	181.300	0.297	449	8	17	33	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	51.429	1.387	1.387	1.387	2.1	Capa 1	88	118	For Faja						
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.400	181.500	B	Izq (Baja)	181.400	0.363	8	17	28	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	3.957	1.863	1.942	1.942	2.0	Capa 1	0	69	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.500	181.600	B	Izq (Baja)	181.500	0.529	7	14	39	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	42.454	3.92	3.96	3.96	2.0	Capa 1	88	118	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.600	181.700	B	Izq (Baja)	181.600	0.539	8	12	39	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	32.227	2.74	1.585	1.585	1.2	Capa 1	0	130	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.700	181.800	B	Izq (Baja)	181.700	0.541	8	15	24	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	3.78	3.20	1.127	1.127	6.07	Capa 1	0	10	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.800	181.900	B	Izq (Baja)	181.800	0.618	8	11	27	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	19.036	3.310	1.177	1.177	5.0	Capa 1	22	16	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			181.900	182.000	B	Izq (Baja)	181.900	0.531	9	14	26	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	18.520	4.074	1.669	1.669	5.0	Capa 1	50	10	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.000	182.100	B	Izq (Baja)	182.000	0.457	8	14	24	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	40.936	1.637	3.718	3.718	2.0	Capa 1	41	88	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.100	182.200	B	Izq (Baja)	182.100	0.457	8	12	31	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	42.633	2.907	1.942	1.942	2.0	Capa 1	0	69	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.200	182.300	B	Izq (Baja)	182.200	0.660	6	13	36	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	2.671	3.163	1.324	1.324	2.0	Capa 1	105	10	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.300	182.400	B	Izq (Baja)	182.300	0.518	7	17	34	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	17.60	2.334	2.166	2.166	5.0	Capa 1	6	54	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.400	182.500	B	Izq (Baja)	182.400	0.482	9	17	34	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	13.841	3.822	1.729	1.729	5.0	Capa 1	0	10	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.500	182.600	B	Izq (Baja)	182.500	0.617	8	15	37	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	15.169	2.426	1.439	1.439	5.0	Capa 1	25	54	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.600	182.700	B	Izq (Baja)	182.600	0.532	7	18	27	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	30.446	666	1.179	2.809	1.9	Capa 1	59	135	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.700	182.800	B	Izq (Baja)	182.700	0.486	7	18	27	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	43.834	804	1.868	1.868	1.12	Capa 1	0	130	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.800	182.900	B	Izq (Baja)	182.800	0.486	7	18	27	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	22.821	3.688	7.81	3.688	5.0	Capa 1	0	10	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			182.900	183.000	B	Izq (Baja)	182.900	0.472	8	22	33	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	56.673	2.129	1.788	1.788	5.0	Capa 1	0	69	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.000	183.100	B	Izq (Baja)	183.000	0.414	8	22	33	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	56.673	2.129	1.788	1.788	5.0	Capa 1	0	69	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.100	183.200	B	Izq (Baja)	183.100	0.403	8	22	33	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	56.673	2.129	1.788	1.788	5.0	Capa 1	0	69	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.200	183.300	B	Izq (Baja)	183.200	0.326	9	20	26	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	22.652	1.264	2.993	2.993	5.0	Capa 1	0	76	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.300	183.400	B	Izq (Baja)	183.300	0.356	9	21	30	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	44.288	1.150	1.779	1.779	5.0	Capa 1	0	87	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.400	183.500	B	Izq (Baja)	183.400	0.465	8	21	30	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	1.703	3.003	1.456	1.456	2.4	Capa 1	0	102	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.500	183.600	B	Izq (Baja)	183.500	0.477	8	17	20	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	25.932	1.209	3.627	3.627	5.0	Capa 1	0	60	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.600	183.700	B	Izq (Baja)	183.600	0.617	8	17	20	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	1.740	3.532	2.684	2.684	2.2	Capa 1	0	135	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.700	183.800	B	Izq (Baja)	183.700	0.521	9	17	31	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	30.455	1.351	1.947	1.947	2.0	Capa 1	0	144	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.800	183.900	B	Izq (Baja)	183.800	0.462	9	19	34	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	36.938	1.008	1.469	1.469	1.055	Capa 1	0	126	For Faja							
Def-Air-Tap-74000-189000-S1/Arriaga - Tapachula - Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)	Pijuanpan - Mapelespec (Cpo. B)			183.900	184.000	B	Izq (Baja)	183.900	0.692	9	16	22	Indef	Capa Asfáltica Base hidráulica Subasfalto	Tempien	42.659	1.229</														

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga-189000-S11
Carrera ARRAGA - TAPACHULA
Tramo PUIJUAPAN - MAPASIEPEC (Cpo. B)
Cuerpo B Carril Izq. (Baja)

Clave del Tramo	Nombre de la Carrera	Número de la Carrera	Nombre del Tramo	Km inicial	Km Final	Cuerpo	Carril	Km Medición	Espesores (cm)				Tipo de Material				Modulus of Elasticidad [Kg/cm²]				Vida R	Capa	Diseño Carpeta	Ancho Espumad	Falla	Observacione s
									Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4						
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.100	187.200	B	Izq (Baja)	187.101	0.481	8	24	19	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	42.614	1.619	2.803	576	3.4	Capa 1	63	110	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.200	187.300	B	Izq (Baja)	187.159	0.547	8	24	19	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	50.948	985	3.185	560	1.1	Capa 1	6	133	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.300	187.400	B	Izq (Baja)	187.300	0.388	8	23	28	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	35.650	2.662	1.481	1.070	5.0	Capa 1	75	76	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.400	187.500	B	Izq (Baja)	187.401	0.562	7	26	27	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	31.368	1.044	1.140	1.100	0.8	Capa 1	42	135	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.500	187.600	B	Izq (Baja)	187.500	0.447	8	25	24	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	49.975	2.529	2.091	664	5.0	Capa 1	0	79	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.600	187.700	B	Izq (Baja)	187.601	0.886	6	24	19	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	38.291	948	2.782	472	0.3	Capa 1	19	148	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.700	187.800	B	Izq (Baja)	187.700	0.691	7	22	28	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	39.036	929	2.740	521	0.8	Capa 1	72	137	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.800	187.900	B	Izq (Baja)	187.800	0.668	7	18	34	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	60.285	1.335	1.063	1.21	0.6	Capa 1	6	123	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			187.900	188.000	B	Izq (Baja)	187.901	0.558	8	26	22	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	47.921	1.329	1.131	960	1.9	Capa 1	50	123	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.000	188.100	B	Izq (Baja)	187.969	0.679	8	24	30	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	46.529	972	997	770	0.8	Capa 1	31	148	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.100	188.200	B	Izq (Baja)	188.056	0.448	8	20	30	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	31.245	2.380	0.8	Capa 1	53	148	Por Falga					
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.200	188.300	B	Izq (Baja)	188.201	0.344	8	19	24	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	39.95	1.914	1.429	4.27	5.0	Capa 1	28	105	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.300	188.400	B	Izq (Baja)	188.301	0.803	7	18	27	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	31.208	495	981	1.982	0.1	Capa 1	25	223	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.400	188.500	B	Izq (Baja)	188.440	0.672	7	17	29	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	47.788	2.033	1.379	401	3.1	Capa 1	59	107	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.500	188.600	B	Izq (Baja)	188.500	0.675	6	19	31	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	31.037	1.584	1.047	772	1.0	Capa 1	0	118	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.600	188.700	B	Izq (Baja)	188.600	0.647	6	19	32	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	40.046	1.388	705	1.268	0.8	Capa 1	72	127	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.700	188.800	B	Izq (Baja)	188.656	0.567	6	19	36	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	32.998	1.061	3.956	1.724	5.0	Capa 1	0	69	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.800	189.000	B	Izq (Baja)	188.798	0.291	8	19	31	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	26.182	2.452	1.510	734	5.0	Capa 1	103	91	Por Falga			
Def-Ar-Tap-74000-S11-Arraga - Pachicha - Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)	Puijapan - Mapasiepec (Cpo. B)			188.900	189.000	B	Izq (Baja)	188.857	0.597	7	16	31	Indef	Capa Asfáltica Base e Hidráulica Subasfáltica Templo	20.234	5.513	4.792	1.261	5.0	Capa 1	72	10	Por Falga			
PROMEDIO:								0.5	9	19	26						10.126	612	374							
MÍNIMO:								0.2	5	11	14						3.73	290	353	352						
MÁXIMO:								1.0	16	33	39						60.365	9143	8791	4197						

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arc-Tap-144000-185000-511

Carrera Atr-Arc-Tap-144000-185000-511

Traamo BRKNTN/TANAKA - UBRMNTO SUR TAPACHULA(CPO B)

Campo B - Camí de la Carrera

Clave del Tramo	Nombre del Tramo	Nombre de la Carrera	Km inicial	Km Final	Cuerpo	Km Medición	Deflexión 3 70% Agua (mm)	Espesores (cm)	Tipo de Material				Modulus of Elasticidad [Kg/cm ²]				Vida R Años	Caja	Caja Critica	Caja 5 años [mm]	Falla Tipo	Observaciones			
									Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4									
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.000	181.100	B	Der (Alta)	181.043	0.583	15	17	18	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	10.209	1.320	344	5.0	Caja 2	0	66	For Deformación	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.200	181.300	B	Der (Alta)	181.244	0.289	9	12	32	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	26.175	1.116	7.102	3.3	Caja 1	0	66	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.300	181.400	B	Der (Alta)	181.303	0.422	10	13	31	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	55.023	6.50	1.447	5.0	Caja 2	0	16	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.400	181.500	B	Der (Alta)	181.402	0.492	8	15	31	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	55.023	6.50	1.559	1.3	Caja 1	47	138	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.500	181.600	B	Der (Alta)	181.506	0.447	13	12	32	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	10.341	1.547	8.87	1.75	5.0	Caja 1	0	88	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.600	181.700	B	Der (Alta)	181.602	0.324	12	11	32	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	21.417	9.92	1.521	5.0	Caja 1	0	16	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.700	181.800	B	Der (Alta)	181.701	0.555	9	14	23	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	25.573	1.356	1.267	8.03	5.0	Caja 1	0	98	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.800	181.900	B	Der (Alta)	181.802	0.389	12	17	24	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	22.951	3.116	4.167	809	5.0	Caja 1	0	10	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	181.900	182.000	B	Der (Alta)	181.901	0.448	8	13	12	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	15.452	3.815	2.660	1.93	5.0	Caja 1	0	10	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.000	182.100	B	Der (Alta)	182.001	0.443	10	11	11	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	22.354	2.020	2.345	780	5.0	Caja 1	0	69	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.100	182.200	B	Der (Alta)	182.101	0.359	10	24	20	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	11.349	5.060	1.104	720	5.0	Caja 1	0	10	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.200	182.300	B	Der (Alta)	182.201	0.582	9	11	11	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	14.181	1.013	2.887	1.369	5.0	Caja 1	0	13	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.300	182.400	B	Der (Alta)	182.305	0.414	12	22	20	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	11.051	1.779	1.620	1.237	5.0	Caja 1	0	85	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.400	182.500	B	Der (Alta)	182.402	0.322	15	12	11	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	13.634	1.106	8.851	1.741	5.0	Caja 1	0	19	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.500	182.600	B	Der (Alta)	182.501	0.452	11	10	15	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	25.094	603	7.500	775	1.9	Caja 1	31	159	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.600	182.700	B	Der (Alta)	182.601	0.559	13	19	19	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.486	822	2.769	5.0	Caja 1	0	90	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.700	182.800	B	Der (Alta)	182.701	0.449	13	11	20	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.188	2.188	1.371	877	5.0	Caja 1	0	66	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.800	182.900	B	Der (Alta)	182.805	0.359	12	15	25	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	10.301	2.107	985	2.346	5.0	Caja 1	0	57	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	182.900	183.000	B	Der (Alta)	182.901	0.500	16	16	16	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.472	1.475	1.367	5.0	Caja 1	0	94	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.000	183.100	B	Der (Alta)	183.001	0.554	10	18	18	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.472	1.475	1.367	5.0	Caja 1	0	134	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.100	183.200	B	Der (Alta)	183.102	0.352	15	12	11	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	40.162	703	967	1.252	5.0	Caja 1	0	119	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.200	183.300	B	Der (Alta)	183.203	0.279	11	18	12	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	17.707	2.428	5.025	5.0	Caja 1	0	119	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.300	183.400	B	Der (Alta)	183.309	0.345	12	19	18	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	10.051	1.744	1.444	1.680	5.0	Caja 1	0	107	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.400	183.500	B	Der (Alta)	183.401	0.381	11	18	23	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	22.651	1.046	1.847	5.0	Caja 1	0	94	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.500	183.600	B	Der (Alta)	183.505	0.394	11	13	26	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.456	1.610	867	1.266	5.0	Caja 1	0	101	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.600	183.700	B	Der (Alta)	183.602	0.554	10	18	21	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.456	1.567	1.387	5.0	Caja 1	0	101	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.700	183.800	B	Der (Alta)	183.707	0.330	10	14	18	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	16.548	2.837	3.892	1.367	5.0	Caja 1	0	41	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.800	183.900	B	Der (Alta)	183.802	0.279	11	18	12	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	17.634	1.741	1.741	1.680	5.0	Caja 1	0	94	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	183.900	184.000	B	Der (Alta)	183.908	0.345	12	19	18	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	10.051	1.765	1.967	5.0	Caja 1	0	88	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.000	184.100	B	Der (Alta)	184.001	0.388	12	18	23	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	19.882	1.637	1.559	5.0	Caja 1	0	96	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.100	184.200	B	Der (Alta)	184.102	0.285	17	21	21	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.875	1.614	1.401	838	5.0	Caja 1	0	101	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.200	184.300	B	Der (Alta)	184.201	0.302	8	14	30	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	63.101	7.011	4.165	2.932	5.0	Caja 1	0	178	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.300	184.400	B	Der (Alta)	184.304	0.434	17	14	16	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	16.401	4.711	2.226	3.39	5.0	Caja 1	6	187	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.400	184.500	B	Der (Alta)	184.405	0.433	17	13	24	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	9.701	3.537	3.244	1.541	5.0	Caja 1	0	23	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.500	184.600	B	Der (Alta)	184.503	0.215	8	24	20	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	46.725	3.143	3.143	1.622	5.0	Caja 1	0	101	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.600	184.700	B	Der (Alta)	184.602	0.643	9	27	16	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	9.701	3.537	3.231	5.0	Caja 1	0	10	For Falga	
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.700	184.800	B	Der (Alta)	184.701	0.492	10	22	21	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	12.794	4.932	2.713	1.458	5.0	Caja 1	0	119	For Falga
DeArc-Tap-144000-185000-511	Arriaga - Tapachula	Llamamiento Arriaga - Llamamiento Sur Tapachula (Cpo B)	184.800	184.900	B	Der (Alta)	184.805	0.321	12	20	23	Indef.	Capilla Artificial	Beta Hidráulica	Susansane	Terrelajón	24.591	1.286	1.286	5.0	Caja 1				

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información

Clave Def-Arc-Tap-14400/18000-S11

Carrera Aut. 10A - TAPACHULA
Tramo LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)
Cuenca B - Carr. Del. (Alt)

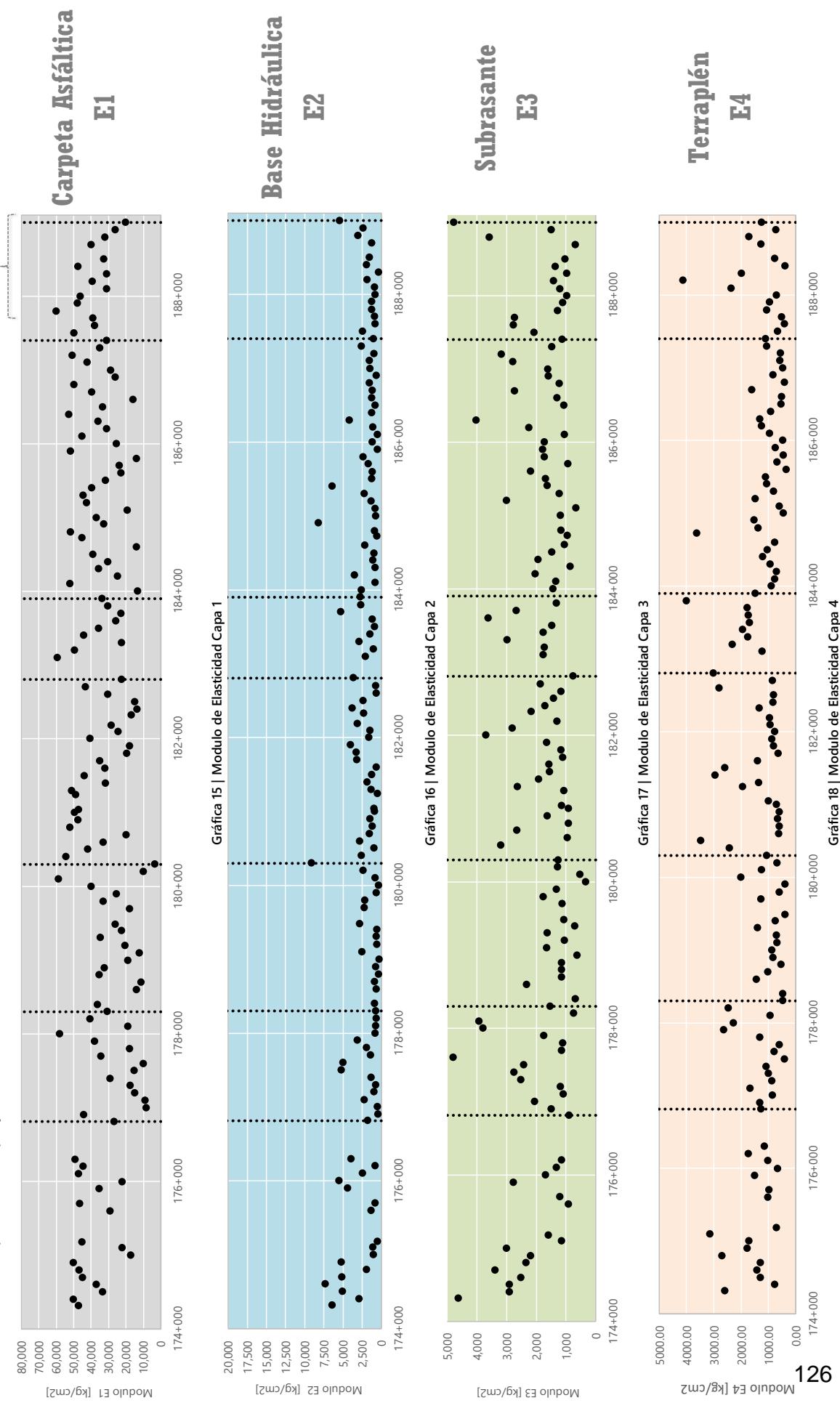
Clave del Tramo	Nombre de la Carrera	Nombre del Tramo	Km inicial	Km Final	Cuerpo	Caril	Km Medición	Deflexión 3 (70% Agua (mm))	Espesores (cm)	Tipo de Material				Modulus de Elasticidad [Kg/cm ²]	Vida R	Caja	Diseño Carretera o Espuma/5 años [mm]	Falla	Observación				
										Caja 1	Caja 2	Caja 3	Caja 4										
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.100	188.200	B	Der (Alt)	188.158	0.268	14	19	19	19	19	Indef.	Carretera	25.205	23.311	1.589	5.0	Caja 1	0	133	
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.200	188.300	B	Der (Alt)	188.158	0.365	10	11	23	Indef.	Carretera	54.332	3.569	1.333	2.461	5.0	Caja 1	0	74		
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.300	188.400	B	Der (Alt)	188.302	0.444	10	18	15	15	15	Indef.	Carretera	75.581	1.022	1.028	919	2.5	Caja 1	25	133
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.400	188.500	B	Der (Alt)	188.402	0.733	8	11	36	Indef.	Carretera	41.512	1.831	1.331	408	1.9	Caja 1	41	121		
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.500	188.600	B	Der (Alt)	188.500	0.574	10	16	12	Indef.	Carretera	28.272	761	17.228	657	0.5	Caja 1	64	187		
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.600	188.700	B	Der (Alt)	188.600	0.574	10	16	12	Indef.	Carretera	13.538	797	659	649	1.4	Caja 1	36	180		
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.700	188.800	B	Der (Alt)	188.701	0.754	13	17	26	Indef.	Carretera	16.140	3.183	4.520	2.685	5.0	Caja 1	0	85		
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.800	188.900	B	Der (Alt)	188.801	0.265	14	13	27	Indef.	Carretera	28.855	4.978	12.500	1.332	5.0	Caja 1	0	44		
DeArC-Tap-14400/18000-S11	Aníaga - Tapachula	Liberamiento Sur Tapanchula (Cpo. B)	188.900	189.000	B	Der (Alt)	188.898	0.333	9	12	15	Indef.	Carretera	12.761	13.776	9.543	2.825	5.0	Caja 2	0	10		
							PROMEDIO:				0.5	11	16	21			14.490	756	1.153	.362			
							MÍNICO:				0.1	5	6				3.576	378	.492	.344			
							MÁXIMO:				1.0	26	20	38			492.322	24.150	98.106	5.068			

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información
 Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11
 Carretera ARRIGA - TAPACHULA
 Tramo PIJUJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)
 Cuerpo B Carril Izq (Baja)

Modulos Derivados del Retroanálisis de las Pruebas de Deflexión

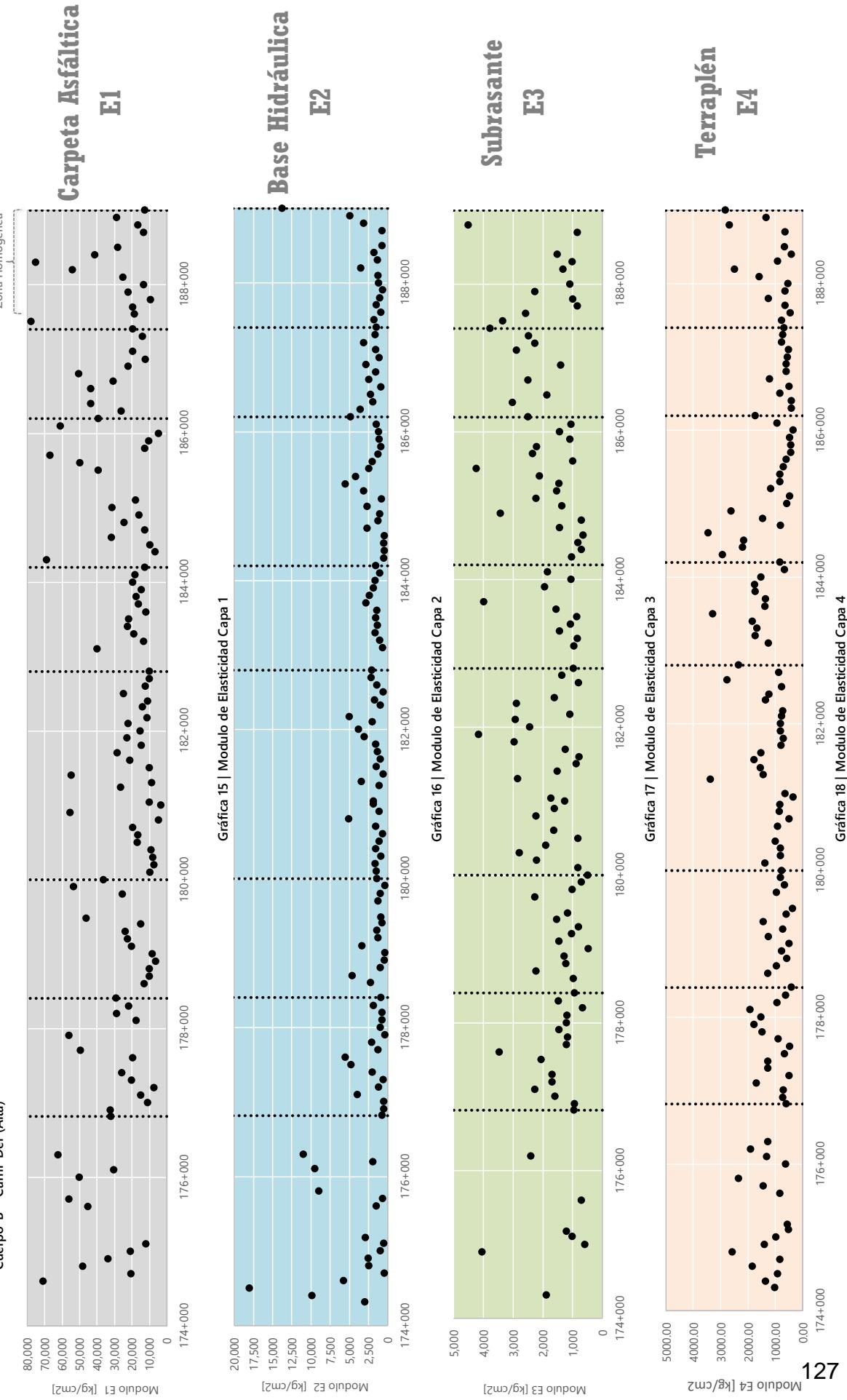
MÓDULOS CARRIL DE BAJA



Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información
 Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11
 Carretera ARRIAGA - TAPACHULA
 Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)
 Cuerpo B Carril Der (Alta)

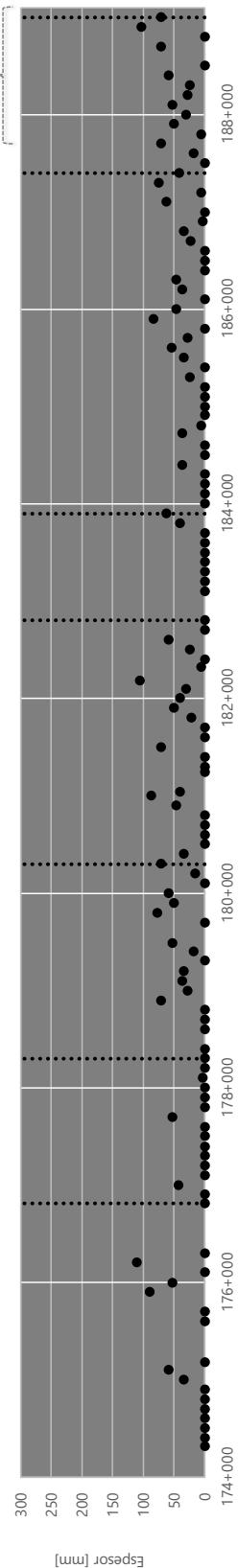
Modulos Derivados del Retroanálisis de las Pruebas de Deflexión
MÓDULOS CARRIL DE ALTA



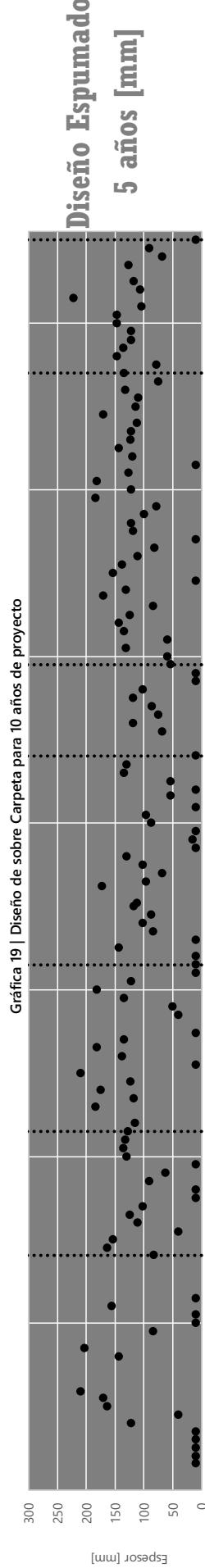
Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información
 Clave Def-Arr-Tap-174000-189000-S11
 Carretera ARRIAGA - TAPACHULA,
 Tramo PIJUJAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)
 Cuerpo B Carril Izq (Baja)

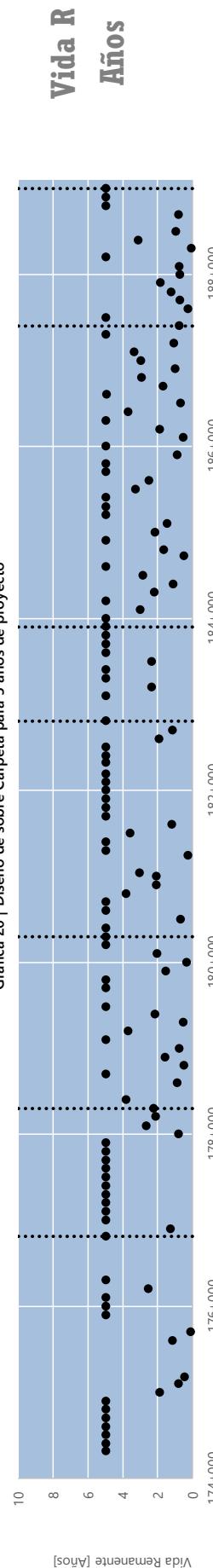
DISEÑO CARRIL DE BAJA



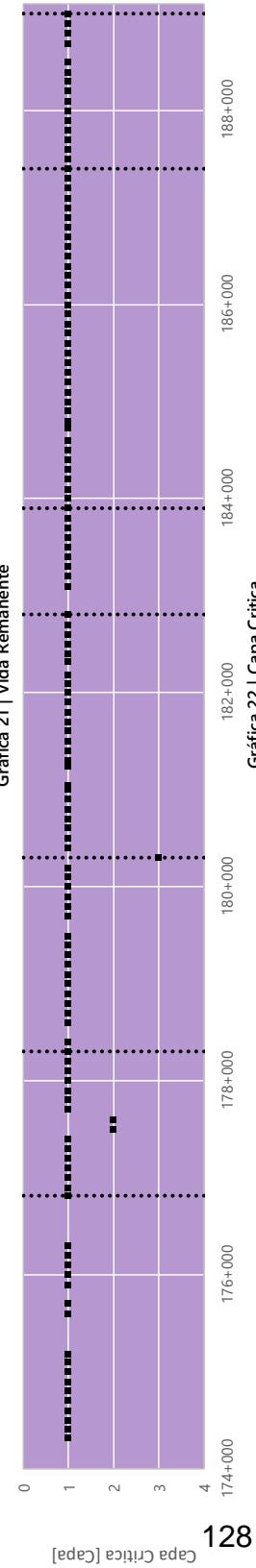
Diseño Carpeta 5 años [mm]



Diseño Espumado 5 años [mm]



Vida R Años



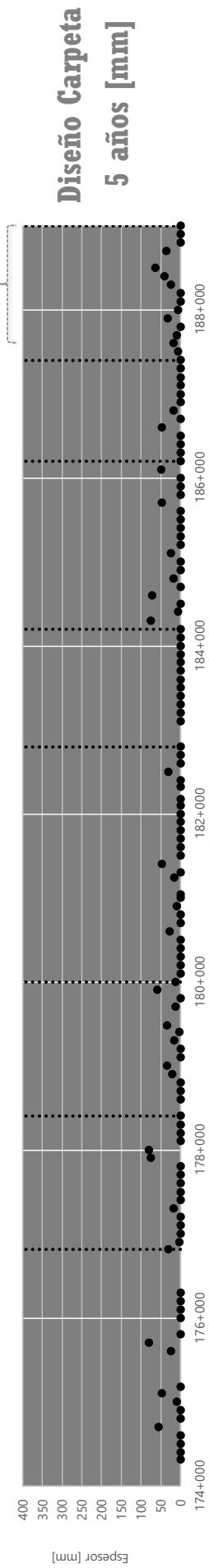
Capa Critica



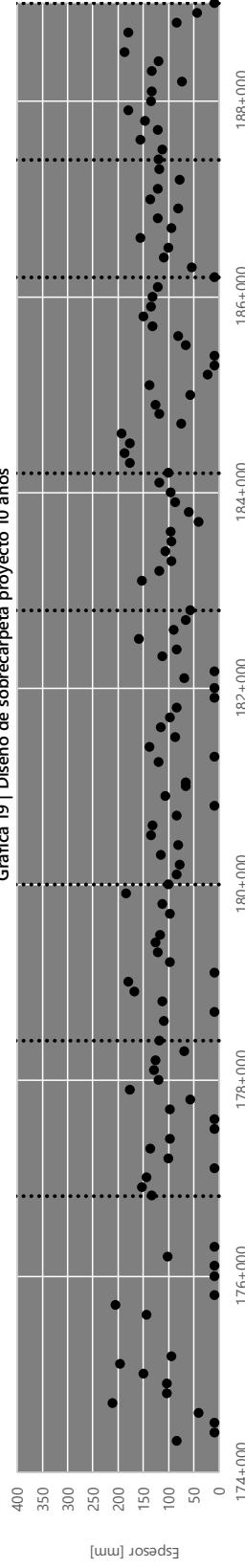
Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWD

Información
 Clave Def-Arr-Tap-144000-189000-S11
 Carretera ARRIAGA - TAPACHULA
 Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)
 Cuerpo B Carril Der (Alta)

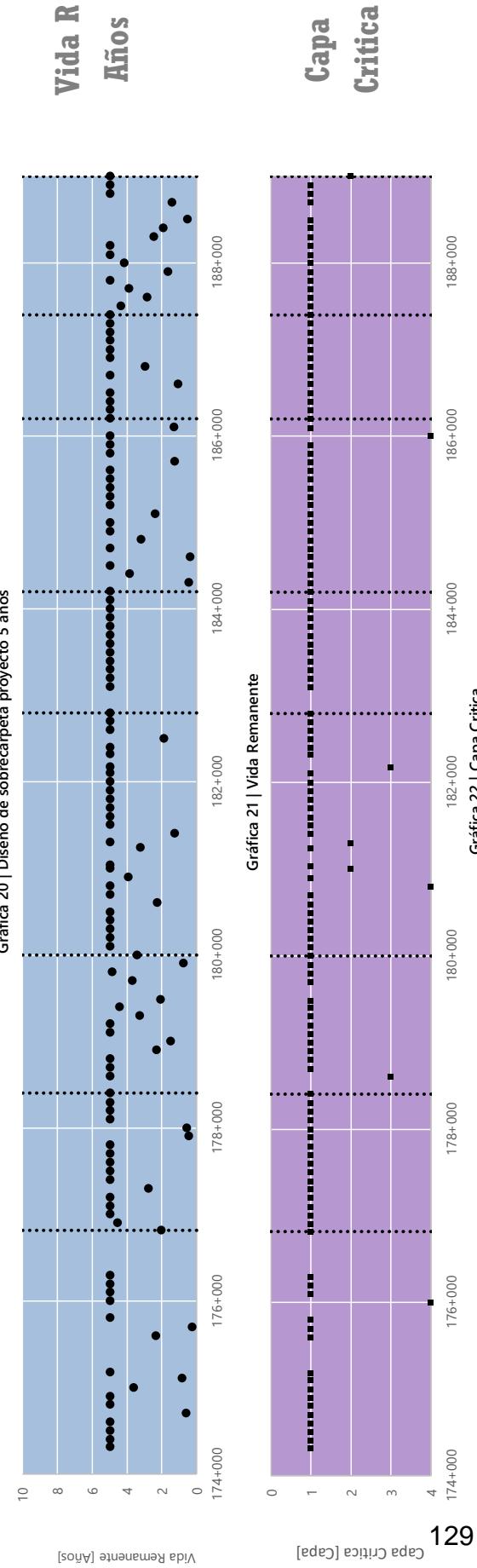
DISEÑO CARRIL DE ALTA



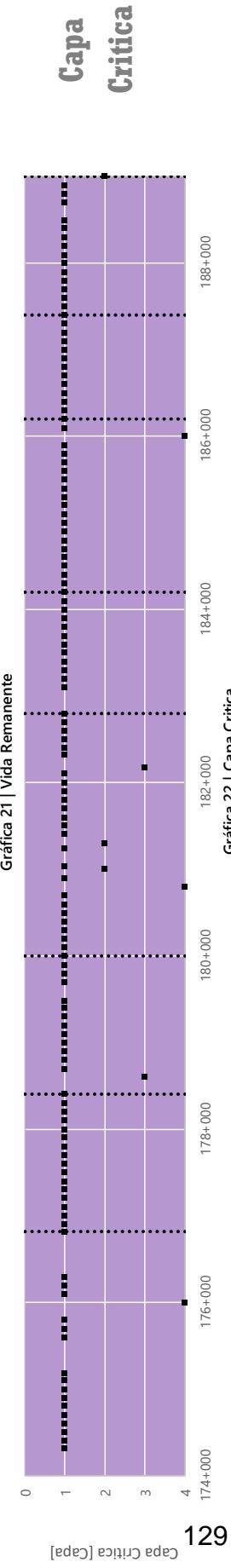
Diseño Carpeta
5 años [mm]



Diseño Espumado
5 años [mm]



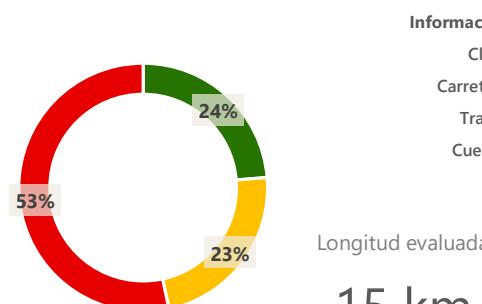
Vida R
Años



Capa
Critica

Gráfica 22 | Capa Critica

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWDs



Información

Clave | Def-Arr-Tar-174000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo PIJILIAPAN - MAPASTEPEC (CPO. B)

longitud evaluada

Promedio
ponderado V. R

CONCLUSIÓN DISEÑO CARRIL DE BAJA

Prom. ponderado
Espumado 5 años
[mm]

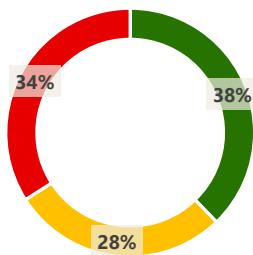
Zonas
homogéneas

7

- Bueno
- Aceptable
- No aceptable

Diseño Base Esp + 20 mm Micro C.
(5 años) [mm]

Propuesta de Rehabilitación a partir de los resultados de la medición de Deflexiones con FWDs



Información

Clave | Def-Arr-Tar-144000-189000-S11

Carretera ARRIAGA - TAPACHULA

Tramo LIBRAMIENTO ARRIAGA - LIBRAMIENTO SUR TAPACHULA (CPO. B)

Cuerpo B Carril Der (Alta)

Promedio
ponderado V. R.

CONCLUSIÓN DISEÑO CARRIL DE ALTA

Longitud evaluada

15 km

4.2

Prom. ponderado
Espumado 5 años

Zonas
homoq  neas

8

- Bueno
- Aceptable
- No aceptable

Diseño Base Esp + 20 mm Micro C. (5 años) [mm]

XIII. PROPUESTA DE REHABILITACIÓN.

De acuerdo al análisis de deflexiones y las propuestas de rehabilitación para diferentes horizontes de proyecto, se realizó la siguiente metodología la cual consta de cinco niveles de análisis:

CONDICIÓN CON ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO

Nivel I: Se realizó una revisión del estado actual de los estándares de desempeño del camino (deflexiones) para identificar los puntos donde no se cumple con este estándar de desempeño (ver tabla 12 e ilustración 75).

TABLA 12.- PROPUESTA DE EVALUACIÓN POR DEFLEXIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

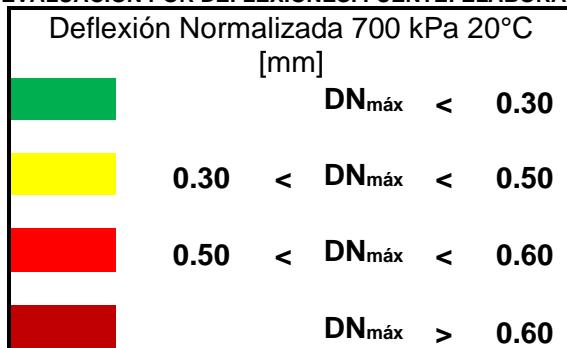


ILUSTRACIÓN 75.- ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Nivel II: Posteriormente se realiza una propuesta primaria, para determinar el tipo de tratamiento considerando lo siguiente (ver tabla 13 e ilustración 76).

TABLA 13.- PROPUESTA DE TRATAMIENTO SEGÚN ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TRATAMIENTO		
BE	Base Espum + C. Asf UD	Si $DNmáx > 0.6 \text{ mm}$
UD	Carpeta Asf Ultra Delgada	Si $DNmáx < 0.60 \text{ mm}$

ILUSTRACIÓN 76.- EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Estas alternativas de tratamiento se propusieron con la visión de aprovechar las condiciones actuales de los estándares de desempeño del camino actual como más adelante se observa en el **LARGUILLO DE REHABILITACIÓN**.

Nivel III: Con base en el estado actual del pavimento, se calculó¹ el espesor de sobrecarpeta de refuerzo necesario para cumplir con un horizonte de proyecto de 5 años, así mismo se corroboraron los resultados del **nivel I y II**.

Con esta información se realiza la primera evaluación del tramo considerando lo siguiente (ver tabla 14 e ilustración 77):

TABLA 14.- CONDICIONALES PARA DETERMINAR TRATAMIENTO EN FUNCIÓN DEL VALOR DE SOBRECARPETA REQUERIDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

		TRATAMIENTO [según los mm de refuerzo estructural necesario para 5 años]													
		BE					S					Ref.	Estimado.	>	20
		Base Espumada + C. Asf UD					Carpeta Asf Ultadelgada					Ref.	Estimado.	<	20
Espesor de sobrecarpeta (Carpeta Asfáltica)	Ref CA	Alta	Baja												
km															
174+000				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+100				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+200				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+300				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+400				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+500				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+600				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+700				56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+800				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174+900				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+000				9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+100				47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+200				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+300				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+400				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+500				25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+600				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+700				81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+800				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175+900				91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+000				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+100				53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+200				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+300				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+400				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+500				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+600				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+700				31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176+800				3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177+000				44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177+100				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177+200				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177+300				19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177+400				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177+500				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177+600				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ILUSTRACIÓN 77.- EJEMPLO DE CÁLCULO DE REFUERZO SUPERFICIAL CON CARPETA DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con ello se identificaron como “**BE**”, los puntos en los cuales requieren atención necesaria **con un tratamiento profundo** (ver ilustración 78), se considera que, para una solicitud de refuerzo estructural sobre la superficie actual mayor a 20 mm, implicaría un tratamiento de este tipo ya que se busca mantener los niveles de rasante.

¹ Los cálculos fueron efectuados con el software Elmod 6.0

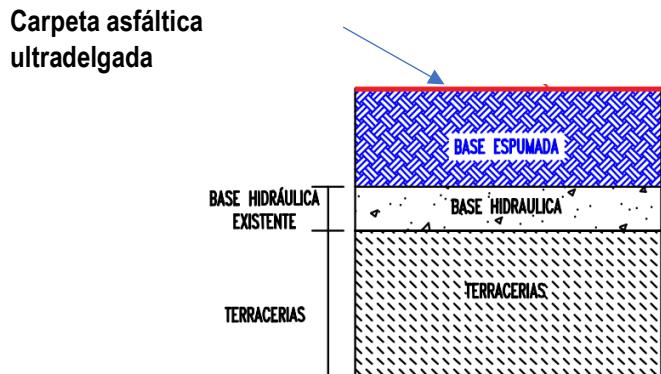


ILUSTRACIÓN 78.- PROPUESTA DE TRATAMIENTO PROFUNDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los sectores marcados como “RS” son los puntos donde se requiere un refuerzo superficial menor a 20 mm, con esta información se corrobora el análisis realizado con la evaluación de los estándares de desempeño por lo que se propone un **tratamiento superficial con carpeta asfáltica ultra delgada** (ver ilustración 79), incluyendo aquellos puntos donde los estándares de desempeño solicitan dicho tratamiento.

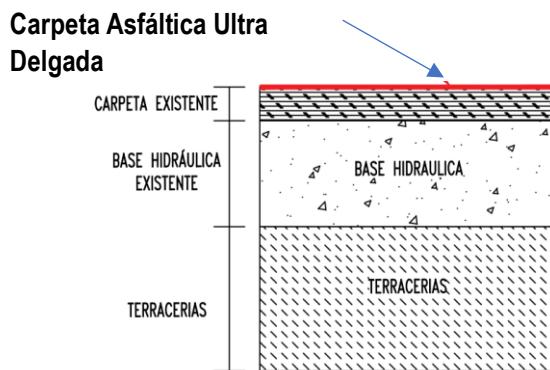


ILUSTRACIÓN 79.- TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON CARPETA ASFÁLTICA ULTRA DELGADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De esta manera se formula el larguillo con la sectorización en función de los resultados del análisis deflectométrico y el cálculo de los espesores de una sobrecarpeta en la superficie actual.

Nivel IV: Para los sectores donde se requiere un tratamiento profundo se analizan los resultados trabajando con la hipótesis de que el nivel de rasante se conservará en todo el camino, para la capa de refuerzo se contempla emplear base espumada formada partir del material producto de la recuperación en frío del pavimento

asfáltico y parte de la base hidráulica existente adicionando Asfalto Espumado²; A partir del análisis de las deflexiones, medición de los espesores con el equipo GPR y el análisis de tránsito³ vehicular sobre el camino, se puede evaluar las condiciones del mismo y a través de una serie de cálculos⁴ pronosticar un espesor requerido el cual en lo sucesivo se considera como **Base espumada con módulo de 10 000 km/cm²** para garantizar un horizonte de proyecto de 5 años considerando la **recuperación en frío de pavimentos asfálticos de la estructura actual con ese mismo espesor** (N.CSV.CAR.4.02.001/03).

El análisis se llevó a cabo para ambos carriles de cada segmento, los resultados se expresan en el **languillo de rehabilitación**, se debe tener claro que este resultado implica mantener los niveles actuales del pavimento, es decir conservar la rasante actual del camino.

Nivel V: Se realizó una evaluación para determinar el espesor de la **Base espumada con módulo de 10 000 km/cm²** adecuado con una capa ultradelgada de mezcla asfáltica como capa de rodadura y protección de la base espumada, el análisis se realizó y se determinaron tres rangos en función del espesor de la base espumada requerida (ver tabla 15 e ilustración 80).

TABLA 15.- PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN DEL TRATAMIENTO PROFUNDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tratamiento profundo [mm ref. con base espumada y carpeta asfáltica ultradelgada]						
A	Base Esp + C. Asf UD (Rec: 200 mm)		Ref. >	150		
B	Base Esp + C. Asf UD (Rec: 150 mm)	150 > Ref. >	100			
C	Base Esp + C. Asf UD (Rec: 100 mm)	100 > Ref. >	20			

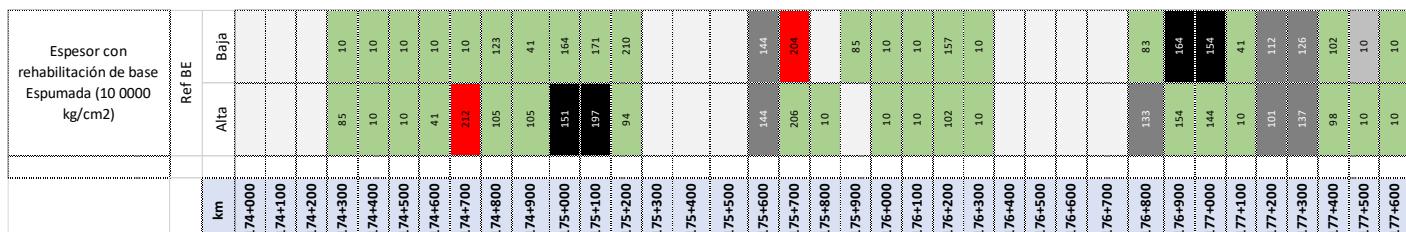


ILUSTRACIÓN 80.- EJEMPLO DE CALCULO DE REFUERZO ESTRUCTURAL CON BASE ESPUMADA Y CARPETA ULTRADELGADA DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

² Material propuesto por la reciente llegada a México de tecnología de recuperación en frío de mezclas asfálticas

³ Datos fueron tomados del acervo de datos viales de la SCT a través de la DGST

⁴ Los cálculos fueron efectuados con el software Elmod 6.0

Con esta clasificación del tratamiento profundo se determinan sectores de tratamiento los cuales dependerán del valor refuerzo estructural calculado con carpeta asfáltica y del refuerzo calculado con base espumada (ver ilustración 81).

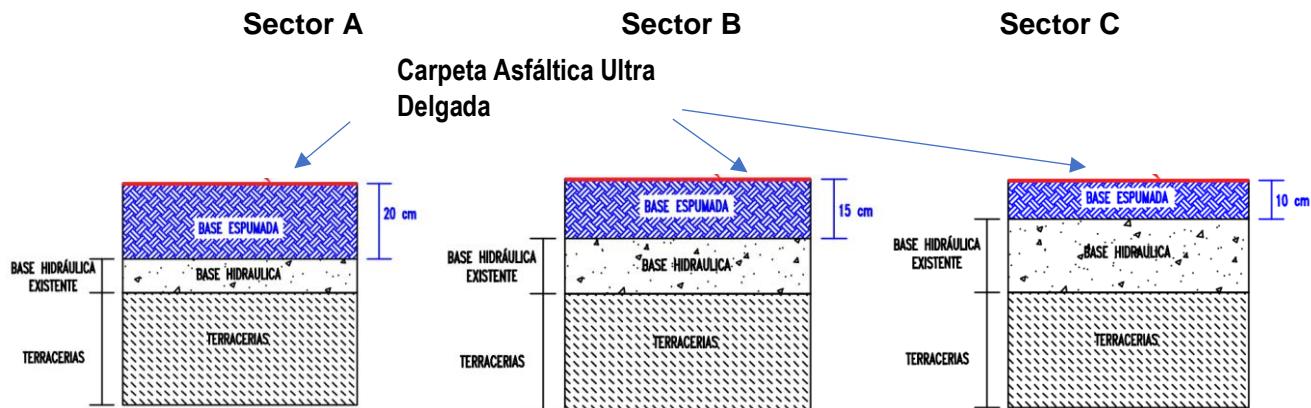


ILUSTRACIÓN 81.- SECTORES PARA EL TRATAMIENTO PROFUNDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por otra parte, ya que las mediciones y cálculos se realizaron en puntos a cada 100 metros se sugiere como parte complementaria de esta alternativa, realizar un análisis para determinar los deterioros superficiales existentes como se indica en la norma “N.CSV.CAR.1.03.008/18”, para clasificar los procedimientos y criterios para la determinación del origen de los deterioros y elaborar el un plan de saneamiento en los puntos críticos de una manera adecuada.

SECTORIZACIÓN

En este caso se determinó como 15.8 cm y 16.5 cm en carril de baja y carril de alta respectivamente, como el espesor promedio de recuperación para emplearse como base espumada con módulo de 10 000 km/cm², este espesor le proporcionaría al pavimento el aporte estructural necesario para rehabilitar el tramo para alcanzar un horizonte de proyecto de 5 años (sin incluir los tramos donde se cumplen con los estándares de desempeño que serán tratados con una capa ultradelgada de mezcla asfáltica). No obstante, es conveniente realizar un estudio para determinar las curvas de degradación del pavimento rehabilitado para realizar un programa de intervención y conservar los trabajos propuestos con la posibilidad de extender los horizontes de proyecto y determinar el:

- Programa de Postconstrucción
- Programa de Conservación rutinaria
- Programa de Conservación preventiva y correctiva
- Programa de Administración
- Programa de Ampliaciones en el caso de que se requieran

Así mismo, en el larguillo de rehabilitación se marcan las secciones en las que el tratamiento propuesto cumple con los horizontes de proyecto y prevé en cuales puntos (en los que el requerimiento de base espumada es mayor a 200 mm) se deberá considerar un saneamiento especial, el cual se determinará con el informe de causas en un estudio de deterioros (ver ilustración 82).

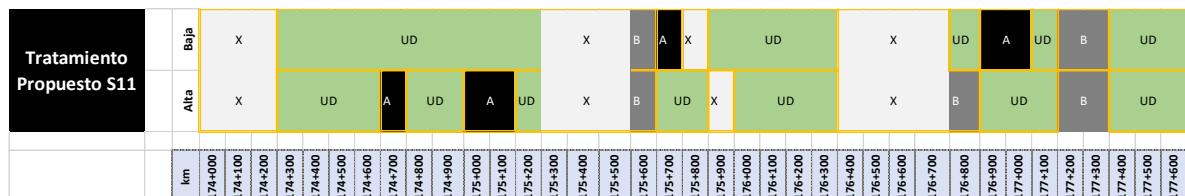


ILUSTRACIÓN 82.- EJEMPLO DE SECTORIZACIÓN DEL REFUERZO ESTRUCTURAL CON BASE ESPUMADA DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACION PROPIA

Para efectos de homogeneidad en ambos carriles se propone realizar el tratamiento crítico que requiera cualquiera de los dos carriles, por lo que se determinaron los siguientes sectores de rehabilitación por segmento (ver tabla 16 y tabla 17).

TABLA 16 CARRIL DE BAJA (PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE REHABILITACIÓN). FUENTE: ELABORACION PROPIA

CARRIL DE BAJA					
ID	De km	a km	Longitud (km)	Sector	Tratamiento
1	174+000	174+300	0.30	X	Tramo en Obra
2	174+300	175+300	1.00	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
3	175+300	175+600	0.30	X	Tramo en Obra
4	175+600	175+700	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
5	175+700	175+800	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
6	175+800	175+900	0.10	X	Tramo en Obra
7	175+900	176+400	0.50	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
8	176+400	176+800	0.40	X	Tramo en Obra
9	176+800	176+900	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
10	176+900	177+100	0.20	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
11	177+100	177+200	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
12	177+200	177+400	0.20	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
13	177+400	177+700	0.30	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
14	177+700	177+900	0.20	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
15	177+900	178+000	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
16	178+000	178+100	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
17	178+100	178+200	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
18	178+200	178+500	0.30	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
19	178+500	178+600	0.10	X	Tramo en Obra
20	178+600	178+700	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
21	178+700	178+800	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
22	178+800	179+100	0.30	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
23	179+100	179+600	0.50	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
24	179+600	179+700	0.10	X	Tramo en Obra
25	179+700	179+900	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
26	179+900	180+200	0.30	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
27	180+200	180+600	0.40	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada

28	180+600	181+100	0.50	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
29	181+100	181+200	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
30	181+200	181+300	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
31	181+300	181+500	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
32	181+500	181+700	0.20	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
33	181+700	182+000	0.30	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
34	182+000	182+200	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
35	182+200	182+400	0.20	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
36	182+400	182+500	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
37	182+500	182+600	0.10	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
38	182+600	182+800	0.20	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
39	182+800	182+900	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
40	182+900	183+100	0.20	X	Tramo en Obra
41	183+100	184+000	0.90	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
42	184+000	184+500	0.50	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
43	184+500	184+600	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
44	184+600	184+700	0.10	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
45	184+700	185+000	0.30	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
46	185+000	185+200	0.20	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
47	185+200	185+600	0.40	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
48	185+600	185+900	0.30	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
49	185+900	186+200	0.30	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
50	186+200	186+500	0.30	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
51	186+500	187+500	1.00	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
52	187+500	187+600	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
53	187+600	188+100	0.50	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
54	188+100	188+300	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
55	188+300	188+400	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
56	188+400	188+600	0.20	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
57	188+600	188+700	0.10	X	Tramo en Obra
58	188+700	188+800	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
59	188+800	188+900	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
60	188+900	189+000	0.10	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
61	189+000	189+000	0.00	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada

TABLA 17 CARRIL DE ALTA (PROPIUESTA DE TRATAMIENTO DE REHABILITACIÓN). FUENTE: ELABORACION PROPIA

ID	De km	a km	Longitud (km)	CARRIL DE ALTA	
				Sector	Tratamiento
1	174+000	174+300	0.30	X	Tramo en Obra
2	174+300	174+700	0.40	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
3	174+700	174+800	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
4	174+800	175+000	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
5	175+000	175+200	0.20	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
6	175+200	175+300	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
7	175+300	175+600	0.30	X	Tramo en Obra
8	175+600	175+700	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
9	175+700	175+900	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
10	175+900	176+000	0.10	X	Tramo en Obra
11	176+000	176+400	0.40	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
12	176+400	176+800	0.40	X	Tramo en Obra
13	176+800	176+900	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
14	176+900	177+200	0.30	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
15	177+200	177+400	0.20	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)

16	177+400	177+700	0.30	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
17	177+700	177+800	0.10	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
18	177+800	177+900	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
19	177+900	178+000	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
20	178+000	178+100	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
21	178+100	178+400	0.30	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
22	178+400	178+500	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
23	178+500	178+600	0.10	X	Tramo en Obra
24	178+600	178+700	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
25	178+700	178+900	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
26	178+900	179+100	0.20	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
27	179+100	179+200	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
28	179+200	179+300	0.10	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
29	179+300	179+600	0.30	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
30	179+600	179+700	0.10	X	Tramo en Obra
31	179+700	179+800	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
32	179+800	180+100	0.30	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
33	180+100	180+300	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
34	180+300	180+400	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
35	180+400	180+600	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
36	180+600	180+700	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
37	180+700	182+900	2.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
38	182+900	183+100	0.20	X	Tramo en Obra
39	183+100	184+600	1.50	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
40	184+600	184+700	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
41	184+700	184+800	0.10	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
42	184+800	184+900	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
43	184+900	185+100	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
44	185+100	185+200	0.10	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
45	185+200	185+600	0.40	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
46	185+600	185+700	0.10	C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)
47	185+700	186+200	0.50	B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)
48	186+200	187+600	1.40	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
49	187+600	188+100	0.50	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
50	188+100	188+400	0.30	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada
51	188+400	188+600	0.20	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
52	188+600	188+700	0.10	X	Tramo en Obra
53	188+700	188+800	0.10	A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)
54	188+800	189+000	0.20	UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada

De esta manera el tramo será sometido a una serie de trabajos de rehabilitación integral aprovechando las condiciones actuales del tramo y reutilizando el material existente (ver ilustración 83 y tabla 18).

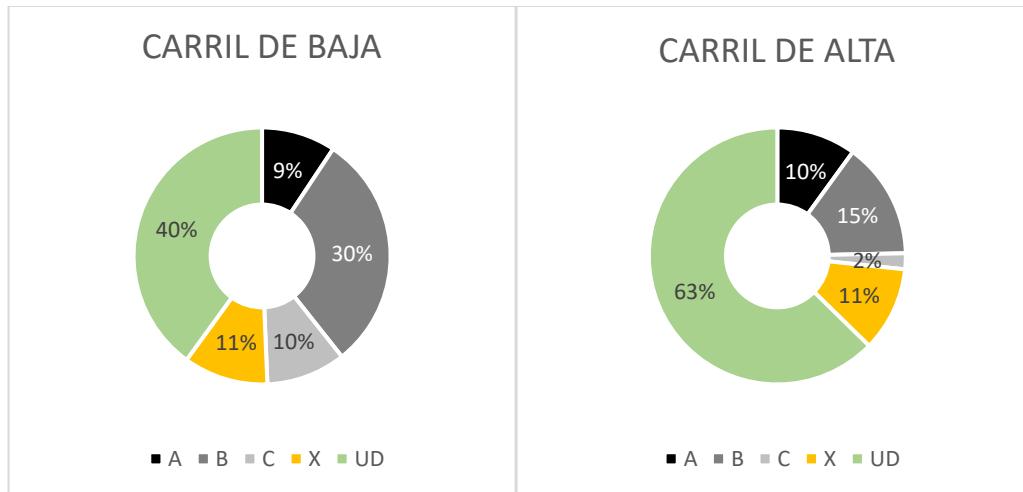


ILUSTRACIÓN 83.- DISTRIBUCIÓN DEL TRATAMIENTO POR SEGMENTO. FUENTE: ELABORACION PROPIA

TABLA 18.- LONGITUD POR TRATAMIENTO PROPUESTO. FUENTE: ELABORACION PROPIA

Sector	Tratamiento CARRIL DE BAJA	longitud [km]	Porcentaje	
A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)	1.4	9%	
B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)	4.5	30%	
C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)	1.5	10%	
X	Tramo en Obra	1.6	11%	
UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada	6	40%	

Sector	Tratamiento CARRIL DE ALTA	longitud [km]	Porcentaje	
A	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 200 mm)	1.5	10%	
B	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 150 mm)	2.2	15%	
C	Base Espumada + CA UD (Recuperando: 100 mm)	0.3	2%	
X	Tramo en Obra	1.6	11%	
UD	Carpeta Asfáltica Ultradelgada	9.4	63%	

LAGUILLO DE REHABILITACIÓN

Deflexion Normalizada 700 kpa 20°C [mm]				TRATAMIENTO Profundo [mm Ref]				Tratamiento Según Desempeño													
DN _{max}		< 0.30		A Base Espum + C. Asf UD Rec: 200 mm		Ref > 150		BE Base Espum + C. Asf UD		Tratamiento Según Desempeño											
0.30 < DN _{max} < 0.50				B Base Espum + C. Asf UD Rec: 150 mm		> Ref > 100		UD Carpeta Asf UltraDelgada		UD Carpeta Asf UltraDelgada											
0.50 < DN _{max} < 0.60				C Base Espum + C. Asf UD Rec: 100 mm		> Ref > 20		UD Carpeta Asf UltraDelgada		UD Carpeta Asf UltraDelgada											
DN _{max}		> 0.60		UD Carpeta Asf UltraDelgada		Ref < 20		UD Carpeta Asf UltraDelgada		UD Carpeta Asf UltraDelgada											
CONSERVANDO RANSANTE																					
Tratamiento Propuesto S11																					
Espesor con rehabilitación de base Espumada (10 000 kg/cm ²)				Ref BE		Ref CA		Ref		Ref											
Espesor de sobrecarpa (Carpeta Asfáltica)				Alta		Baja		Alta		Baja											
				X		X		X		X											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		A		UD		A											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		A		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				X		B		A		X											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		X		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				X		B		A		X											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		A		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											
				UD		UD		UD		UD											

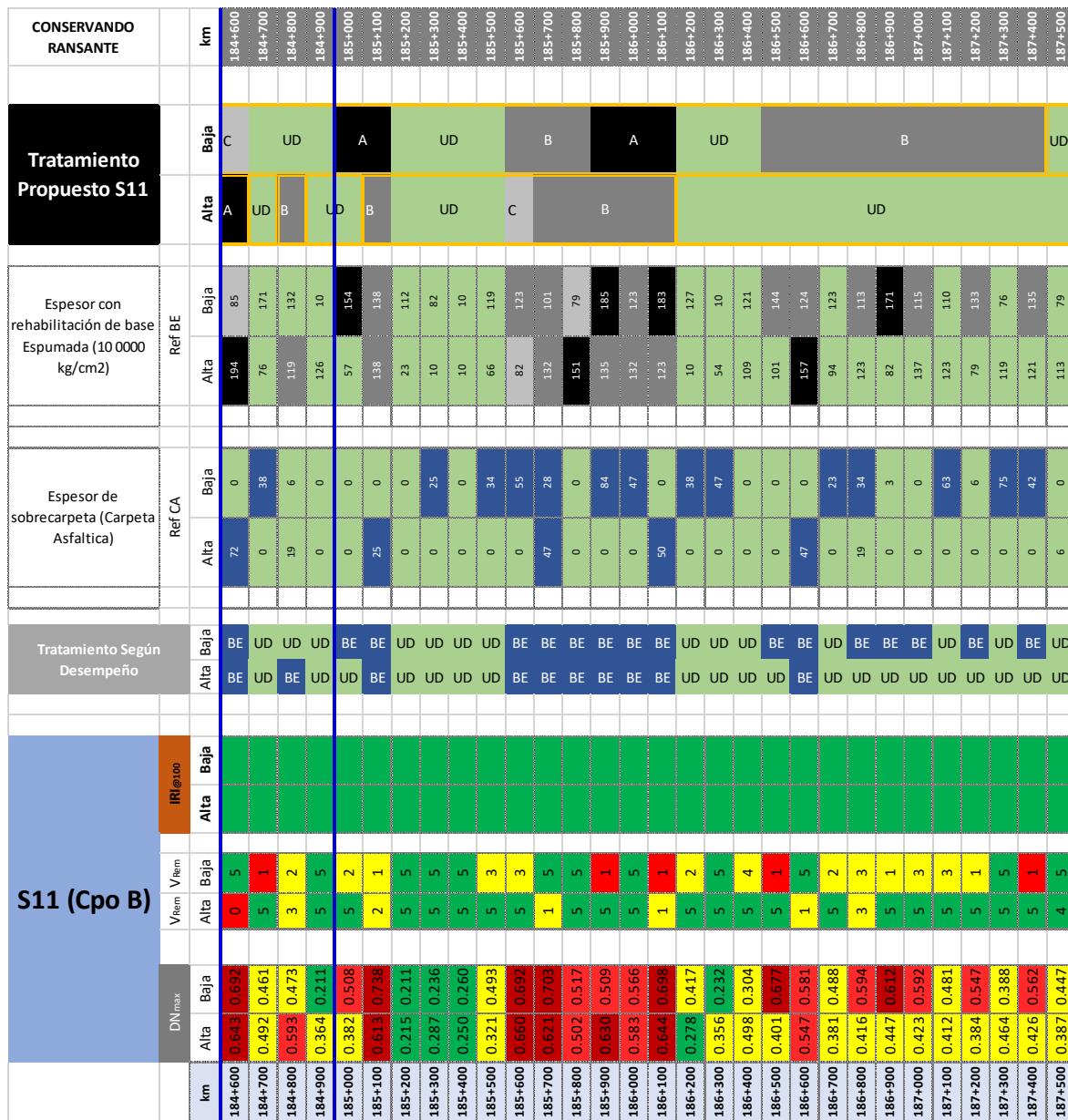
Deflexion Normalizada 700 kpa 20°C [mm]			
		DN_{max}	< 0.30
	0.30	< DN_{max}	< 0.50
	0.50	< DN_{max}	< 0.60
		DN_{max}	> 0.60

TRATAMIENTO Profundo [mm Ref]					
A	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 200 mm	Ref	>	150
B	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 150 mm	> Ref	>	100
C	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 100 mm	> Ref	>	20
UD	Carpeta Asf UltraDelgada			Ref	< 20

Tratamiento Según Desempeño	
BE	Base Espum + C. Asf UD
UD	Carpeta Asf UltraDelgada

Deflexion Normalizada 700 kpa 20°C [mm]			TRATAMIENTO Profundo [mm Ref]					Tratamiento Según Desempeño		
		DN _{max} < 0.30	A	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 200 mm	Ref	> 150			
	0.30 < DN _{max} < 0.50		B	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 150 mm	> Ref	> 100	BE	Base Espum + C. Asf UD	
	0.50 < DN _{max} < 0.60		C	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 100 mm	> Ref	> 20	UD	Carpeta Asf UltraDelgada	
		DN _{max} > 0.60	UD	Carpeta Asf UltraDelgada			Ref	< 20		

Deflexion Normalizada 700 kpa 20°C [mm]				TRATAMIENTO Profundo [mm Ref]				Tratamiento Según Desempeño			
DN _{max}		< 0.30		A		Base Espum + C. Asf UD		Rec: 200 mm		Ref	
0.30 < DN _{max}		< 0.50		B		Base Espum + C. Asf UD		Rec: 150 mm		> Ref	
0.50 < DN _{max}		< 0.60		C		Base Espum + C. Asf UD		Rec: 100 mm		> Ref	
DN _{max}		> 0.60		UD		Carpeta Asf UltraDelgada		Ref		< 20	



Deflexion Normalizada 700 kpa 20°C [mm]				TRATAMIENTO Profundo [mm Ref]				Tratamiento Según Desempeño			
		DN _{max}	< 0.30	A	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 200 mm	Ref	> 150			
		0.30	< DN _{max}	B	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 150 mm	> Ref	> 100			
		0.50	< DN _{max}	C	Base Espum + C. Asf UD	Rec: 100 mm	> Ref	> 20			
		DN _{max}	> 0.60	UD	Carpeta Asf UltraDelgada		Ref	< 20			

CONSERVANDO RANSANTE		Tratamiento Propuesto S11		Espesor con rehabilitación de base Espumada (10 000 kg/cm ²)		Ref BE		Ref CA		Ref CF		km	
km	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	km
187+600	0.578	0.886	3	0	17	19	157	148	133	123	137	123	187+600
187+700	0.722	0.691	4	1	9	72							187+700
187+800	0.499	0.668	5	1	0	6	148	123	148	123	123	123	187+800
187+900	0.586	0.558	2	2	33	50	180	123	180	123	123	123	187+900
188+000	0.691	0.679	4	1	6	31	135	148	133	123	123	123	188+000
188+100	0.268	0.448	5	1	0	53	133	148	133	123	123	123	188+100
188+200	0.305	0.344	5	5	0	28	74	105	74	105	105	105	188+200
188+300	0.444	0.803	2	0	25	25	133	223	133	223	223	223	188+300
188+400	0.733	0.672	2	3	41	59	121	107	121	107	107	107	188+400
188+500	0.574	0.675	1	1			187	118	187	118	118	118	188+500
188+600													188+600
188+700	0.754	0.647	1	1			180	127	180	127	127	127	188+700
188+800	0.266	0.291	5	5	0	0	85	69	85	69	69	69	188+800
188+900	0.333	0.597	5	5	0	103	44	91	44	91	91	91	188+900
189+000	0.209	0.260	5	5	0	72	10	10	10	10	10	10	189+000

XIV. CONCLUSIONES

El estudio está relacionado con la evaluación estructural del pavimento en la carretera **Arriaga Tapachula en el tramo de Pijijiapan - Mapastepec (Cpo. B) del km 174+000 al km 189+000**. El tramo presenta una combinación de capas y espesores con una estructura de pavimento de carpeta asfáltica y capas granulares, las cuales integran la estructura del pavimento actual con calidades y espesores distintos, motivo por el cual se presenta una variada respuesta estructural del pavimento a los esfuerzos y deformaciones a la que es sometido tanto por el tránsito actual como la respuesta a la deformación por el deflectómetro de impacto.

Las mediciones realizadas con el deflectómetro de impacto se pueden utilizar en la evaluación del estado de las capas del pavimento, basándose exclusivamente en las deflexiones medidas y/o en la forma que presenta la cuenca de deformaciones. Lo anterior toma particular importancia si se considera que los esfuerzos y deformaciones de las capas del pavimento, constituyen los elementos fundamentales en la proyección de programas de rehabilitación, conservación y diseño estructural del pavimento.

Uno de los factores que afectan de manera importante la magnitud de las deflexiones medidas, es la temperatura, por lo que es necesario realizar investigación suficiente para entender mejor este fenómeno. Actualmente, la normativa SCT propone un estándar para considerar una normalización por temperatura para homologar resultados, por otro lado, es indispensable considerar los cambios estacionales en el comportamiento de los pavimentos, particularmente en su cambio de rigidez; lo anterior enfatizado a las variaciones de humedad en las capas del pavimento, sobre todo en las subrasantes y terracerías con materiales finos, donde la humedad y saturación modifican considerablemente el CBR y por lo tanto el módulo.

En cuanto al análisis para determinar el tránsito a ejes equivalente de 8.2 ton, éste se realizó utilizando **la proyección de interés simple**, se emplearon las proyecciones de la configuración del tránsito por año y el TDPA estimado para cada año en el periodo de diseño, se calcularon los ejes equivalentes considerando un factor de carril **FC de 80% y 60% - 40% cargados – vacíos en el cuerpo B respectivamente**, además se realizó una comparación del resultado con la proyección que determina el programa DISPAV obteniendo resultados muy similares, el cálculo de los ejes equivalentes se presenta en el apartado X. Tránsito de Diseño.

La atención para efectuar la rehabilitación del tramo, se dividirá en sectores, en los cuales se señalan los puntos en los que es necesario colocar una rehabilitación con la visión de aprovechar las zonas en donde se cumplen con los estándares de desempeño, adicionalmente se realizó el cálculo del espesor de recuperación para formar una capa como refuerzo estructural cubierta por una carpeta asfáltica ultradelgada, para conservar la rasante actual para un horizonte de proyecto de 5 años.

El procedimiento para sectorizar consistió en calcular el espesor de sobrecarpeta necesario sobre la superficie actual para alcanzar un horizonte de proyecto de 5 años, de este modo se sectorizo el tramo considerando que los tramos que requieren un espesor de refuerzo menor a 2 cm se proponen ser atendidos con un tratamiento superficial de capa ultradelgada de carpeta asfáltica.

Los sectores donde se requiere un refuerzo superficial mayor a 2 cm se proponen ser atendidos con un tratamiento profundo para buscar conservar la rasante actual. En este caso se analizaron la profundidad de recuperación para formar una capa de base espumada de 10 000 kg/cm² de modulo, además se considera como capa de rodadura una Carpeta Asfáltica Ultra Delgada colocado sobre una Base Espumada.

Se determinó que la mejor alternativa para el tratamiento profundo es dividir los sectores donde se requiere recuperar 20 cm como sector A, donde se requiere recuperar 15 cm como sector B y donde se requiere recuperar 10 cm como sector C de la estructura actual y formar con ello una capa del mismo espesor recuperado de base espumada y carpeta asfáltica ultradelgada como capa de rodadura.

Se sugiere realizar estudios post-rehabilitación para determinar las curvas de degradación en los primeros años de todo el tramo para realizar un programa de conservación adecuado tanto económico como estructuralmente.

Se opta por emplear un módulo de elasticidad de 10 000 kg/cm² en la base espumada, porque los resultados de las mediciones realizadas con el FWD en tramos de base espumada recién construidos, oscilan entre los 8 000 y 9 000 kg/cm² y se espera que con un correcto control en la construcción de la capa este módulo mejore y llegue a los 10 000 kg/cm².

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso Pérez Salazar, P. G. (2004). *Uso y calibración de deflectómetros de impacto en la evaluación estructural de pavimentos*. Queretaro México: Instituto Mexicano Del Transporte.
- Bazi, G. (2012). *Notas del curso evaluation of layer moduli an overlay desing 2012*. San Jose Costa Rica: UCR.
- Corrales, E. S. (2015). *LM-AT-070B-14 Auditoría Proyecto Sifón - La Abundancia*. San Pedro: LanammeUCR.
- DGST, Dirección General de Servicios Tecnicos. (2014). *Guía de Procedimientos y Técnicas para la Conservación de Carreteras en México*. Ciudad de Mexico: SCT.
- Dynatest. (2012). *Quick Start Manual*. Florida: Dynatest International A/S.
- Goktepe, A. B. (2005). *Comparison of multilayer perceptron and adaptive neuro-fuzzy system on backcalculating the mechanical properties of flexible pavements*. Turkia: ARI The Bulletin of the Istanbul Technical University VOLUME 54, NUMBER 3.
- Gopalakrishnan, K. (2010). *La estrategia de evolución de la adaptación de la matriz de covarianza para el retrocálculo del pavimento*. Iowa: Editorial Board.
- Gutiérrez, C. A. (2018). *Teorías para calcular esfuerzos, deformaciones y deflexiones en pavimentos flexibles: un enfoque mecanicista*. Sanfandila, Qro: Instituto Mexicano Del Transporte.
- Higuera C. H., S. (2008). *Mecánica de pavimentos - Principios basicos*. Colombia: Tunja. ISBN 978-958-660-122-1.
- Hoffman, M. (1982). Backcalculating Nonlinear Resilient Moduli from Deflection data. *Transportation Research Record*, 42-51.
- Horak E. (1988). *Aspects of Deflection Basin Parameters used in a mechanistic rehabilitation design procedure for flexible pavements in South Africa*. South Africa: PhD thesis, Department of Civil Engineering at the University of Pretoria.
- Matamoros, P. L. (2017). *Herramienta de cálculo para retrocálculo de módulos y diseño de sobrecapas asfálticas de pavimentos flexibles en Costa Rica*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica - Facultad de Ingeniería -Tesis.
- Molenaar, A. (2009). *Structural Evaluation and Strengthening of Flexible Pavements Using Deflection Measurements and Visual Condition Surveys*. Delft Belgica: Faculty of Civil Engineering; Delft University of Technology.

- Orozco, R. (2005). *Evaluación de pavimentos flexibles con métodos no destructivos*. México, D.F: Tesis de Doctorado en Ingeniería, UNAM.
- PT5-IMT, Instituto Mexicano Del Transporte. (1992). *Análisis de los Coeficientes de Daño Unitarios correspondientes a los vehículos autorizados en la Red Nacional de Carreteras de México*. Querétaro: Instituto Mexicano Del Transporte.
- Rico A., T. R. (1998). *Pavimentos Flexibles. Problemática, metodologías de diseño y tendencias*. IMT, Querétaro: Publicación Técnica No 104. SCT.
- Sandoval, C. H. (2009). Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de Impacto. *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, 73-92.
- SCT. (2016). *Manual Para Obtener los Volumenes de Transito en carreteras*. Mexico: Publicaciones SCT.
- Shahin, M. Y. (2005). *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*. New: Springer Science.
- Suárez, E. A. (2013). Factores para el Ajuste de los Módulos de Retrocálculo de Pavimentos. *Revista Ciencia, Innovación y Tecnología (RCIYT) | Vol. III | 2017*, 73-89.
- Trejos, C. (2015). *Herramienta de cálculo complementaria a la Nueva Metodología de Diseño Mecánístico Empírico de Pavimentos Flexibles*. San Pedro Costa Rica: Tesis de Licenciatura.
- Zapata, J. B. (2017). *Evaluación Estructural usando Viga Benkelman aplicada a un Pavimento*. Pihura: Repositorio institucional Pihura – Universidad de Piura.
- Zárate, M. (2011). *Evolución de los Pavimentos e importancia de los indicadores de su estado superficial y estructural*. Mexico DF: Sexta conferencia magistral Alfonso Rico Rodríguez.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Del Águila, P. M. "Determinación del módulo resiliente del suelo de fundación mediante método mecanístico–empíricista (Método Hogg Simplificado)", Ponencia presentada al XIV Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, La Habana, Cuba, 2007.
- Lukanen, E. O. Pavement Rehabilitation Selection, Final Report. Minnesota, Department of Transportation, Report No. MN/RC 2008-06, January 2008.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2008). Mechanistic- Empirical Pavement Design Guide, Interim Edition: A Manual of Practice. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Asphalt Institute. (2000). Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation (MS-17). Lexington: Asphalt Institute.
- Sánchez, S. (2006). Ampliación y reconstrucción de la carretera federal México-Puebla de la ciudad de Cholula a Santa María Zacatepec, km. 98+300 al km. 103+300. Tesis de Licenciatura. Puebla, México: Universidad de las Américas Puebla.
- Hoffman, M. S.; Del Águila, P. M. Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexión (ensayos no destructivos). Octubre 1985.
- Hoffman, M. y Thompson, M. (1982). Backcalculating Nonlinear Resilient Moduli from Deflection Data. *Transportation Research Record* 852, pp. 42-51.
- Hoffman, M. (2003). A direct method for evaluating the structural needs of flexible pavements based on FWD deflections". Proc. TRB 82nd annual meeting, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Orozco, R. (2005). Evaluación de pavimentos flexibles con métodos no destructivos. Tesis de Doctorado en Ingeniería, UNAM, México, D.F.
- Pérez A., Garnica P., Gómez J. y Martínez G. (2004). Uso y calibración de deflectómetros de impacto en la evaluación estructural de pavimentos. SCT – IMT, Publicación Técnica No 252. Sanfandila, Qro,

Rico A., Orozco J., Téllez R. y Pérez A. (1990). Primera fase sistema Mexicano para la administración de los pavimentos (SIMAP). Documento Técnico No. 3. IMT – SCT, Sanfandila, Querétaro.

Rico A., Orozco J., Téllez R., Damián S., Pérez A., López D., Solorio R. y Sánchez M. (2002). Sistema de Evaluación de Pavimentos. Publicación Técnica No. 208. IMT – SCT, Sanfandila, Querétaro.

SCT (2008). Norma oficial mexicana, Nom-012-sct-2-2008, sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Zárate M. y Lucero M. (2009). Análisis de la respuesta de pavimentos flexibles, utilizando el deflectómetro HWD. Artículo publicado en la revista técnica Asfáltica, No 19 y en las memorias del Sexto Congreso Mexicano del Asfalto. Geosol, S.A. de C.V. México.

Zárate M. (2011). Evolución de los Pavimentos e importancia de los indicadores de su estado superficial y estructural, sexta conferencia magistral Alfonso Rico Rodríguez. México, D.F.

Gómez, J., Pérez, A. y Garnica P. (2007). Evaluación estructural de pavimentos utilizando el deflectómetro de impacto HWD (Heavy Weight Deflectometer). NOTAS núm. 108, artículo 1. Instituto Mexicano del Transporte.

Burmister, D.M. (1945). The General Theory of Stresses and Displacements in Layered Systems. Journal of Applied Physics, Vol. 15, pp. 126-127, 296-302.

ASTM Designation D6433 (2003). Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys. West Conshohocken, PA.

ASTM Designation D5858 (2003). Standard Guide for Calculating In Situ Equivalent Elastic Moduli of Pavement Materials Using Layered Elastic Theory. West Conshohocken, PA

ASTM Designation D4694 (2003). Standard Test Method for Deflections with a Falling-Weight-Type Impulse Load Device. West Conshohocken, PA.

AASHTO (1993). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of StateHighway and Transportation Officials. Washington, D.C.

Beltrán Calvo, Gloria Inés (2012). Evaluación estructural de pavimentos flexibles con métodos de inteligencia artificial y auscultación no destructiva. Tesis de Doctorado en Ingeniería, UNAM, México, D.F.

N.CSV.CAR.1.03.010/17 (2017) Determinación de las deflexiones de un Pavimento (DEF) Normativa para la Infraestructura del Trasporte de la DGST (Dirección General de Servicios Técnicos)

M.MMP.4.07.020/17 (2017) Determinación de las deflexiones Con equipo de Impacto en Pavimentos Flexibles. Normativa para la Infraestructura del Trasporte de la DGST (Dirección General de Servicios Técnicos)

DGST (2008). Obtención de elementos para el pronóstico del comportamiento estructural de los pavimentos (Deflexiones DEF) en diversos tramos de la Red Carretera Federal (Autopistas de Cuota) 2014

NLT 338/98. (1998).Medida de Deflexiones en Firmes con Deflectómetro de Impacto. Normas del Laboratorio de trasporte, España

ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 EQUIPO DISCONTINUO PARA LA DETERMINACIÓN DE DEFLEXIONES VIGA BENKELMAN. FUENTE: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	3
ILUSTRACIÓN 2 EQUIPO SEMICONTINUO PARA LA DETERMINACIÓN DE DEFLEXIONES DEFLECTÓMETRO LACROIX. FUENTE: GEOCISA	4
ILUSTRACIÓN 3 EQUIPO DINÁMICO DE APLICACIÓN DE CARGA. FUENTE: INTERNET	4
ILUSTRACIÓN 4 EQUIPO DE IMPACTO FWD. FUENTE: YUTAVE INGENIERIA, SA DE CV	4
ILUSTRACIÓN 5 EFECTO DE LLANTAS EN ARREGLO TRÍDEM; FUENTE: (HIGUERA C. H., 2008)	5
ILUSTRACIÓN 6 PRUEBA DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO; FUENTE: PRESENTACIÓN SIMPROMA ARGENTINA S. A.	6
ILUSTRACIÓN 7 CUENCA DE DEFLEXIÓN; FUENTE: INTERNET\FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER	6
ILUSTRACIÓN 8 PRUEBA DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO Y CUENCA DE DEFLEXIÓN; FUENTE: TESIS DOCTORAL EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS GLORIA INÉS BELTRÁN CALVO	7
ILUSTRACIÓN 9 ARREGLO DE SENsoRES EN EL EQUIPO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	8
ILUSTRACIÓN 10 ARREGLO DE SENsoRES EN EL EQUIPO; FUENTE: MANUAL DE INICIO RÁPIDO FWD - DYNATEST	8
ILUSTRACIÓN 11 EQUIPO FWD EN OPERACIÓN; FUENTE: YUTAVE INGENIERIA SA DE CV	9
ILUSTRACIÓN 12.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE DEFLEXIONES; FUENTE: ELABORACION PROPIA	10
ILUSTRACIÓN 13 EJEMPLO DE UNA DEFLEXIÓN NORMALIZADA POR EXTRAPOLACIÓN E INTERPOLACIÓN A 700 KPA; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	12
ILUSTRACIÓN 14 NOMOGRAMA DE NORMALIZACIÓN POR TEMPERATURA A 20° C; FUENTE: NORMATIVA SCT	15
ILUSTRACIÓN 15 GPR EN FUNCIONAMIENTO; FUENTE: YUTAVE INGENIERIA SA DE CV	16
ILUSTRACIÓN 16 SOFTWARE K2 FW; FUENTE: YUTAVE INGENIERIA SA DE CV	16
ILUSTRACIÓN 17 SECCIÓN DE RADAR DURANTE LA ADQUISICIÓN DE DATOS; FUENTE: K2 FASTWAVE 2.2 MANUAL DE USUARIO	17
ILUSTRACIÓN 18 PROCESAMIENTO DE DATOS B-SCAN; FUENTE: K2 FASTWAVE 2.2 MANUAL DE USUARIO	18
ILUSTRACIÓN 19 LISTA DE ESCÁNERES: FUENTE ELABORACIÓN PROPIA / YUTAVE INGENIERIA SA DE CV	18
ILUSTRACIÓN 20 EJEMPLO DE DATOS DE GPR EXPORTADOS A EXCEL; FUENTE: ELABORACION PROPIA / YUTAVE INGENIERIA SA DE CV	19
ILUSTRACIÓN 21 CONFIGURACIÓN DE UN EJE SENCILLO DUAL DE 8.2 TON; FUENTE: ESPECTROS DE CARGA Y DAÑO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS	20
ILUSTRACIÓN 22 ESPECTROS DE CARGA EN LA CARRETERA LIBRE GÓMEZ PALACIO – JIMÉNEZ (2005); FUENTE: ESPECTROS DE CARGA Y DAÑO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS	20
ILUSTRACIÓN 23 ESTRUCTURA COMÚN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE; FUENTE INTERNET	25
ILUSTRACIÓN 24 PUNTO DE INFLEXIÓN DE LA CUENCA NORMALIZADA; FUENTE: ANÁLISIS DE ÍNDICES DERIVADOS DE PRUEBAS DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO	26

ILUSTRACIÓN 25 ZONAS DE LA CUENCA DE DEFLEXIÓN; FUENTE: ANÁLISIS DE ÍNDICES DERIVADOS DE PRUEBAS DE DEFLEXIÓN POR IMPACTO	27
ILUSTRACIÓN 26 OBTENCIÓN DE MÓDULOS CON EL PROGRAMA ELMOD FUENTE: BELTRÁN (2012)	31
ILUSTRACIÓN 27 'ESPESOR EQUIVALENTE' DE LA CAPA 1 RESPECTO A LA CAPA 2; FUENTE: INTERNET	32
ILUSTRACIÓN 28 EJEMPLO DE DEFLEXIONES MEDIDAS Y CALCULADAS; FUENTE: TESIS "HERRAMIENTA DE CÁLCULO PARA RETROCÁLCULO DE MÓDULOS Y DISEÑO DE SOBRECAPAS ASFÁLTICAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES"	34
ILUSTRACIÓN 29 EJEMPLO DE MÓDULO SUPERFICIAL DE DEFLEXIONES MEDIDAS Y CALCULADAS; FUENTE: TESIS "HERRAMIENTA DE CÁLCULO PARA RETROCÁLCULO DE MÓDULOS Y DISEÑO DE SOBRECAPAS ASFÁLTICAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES"	35
ILUSTRACIÓN 30 EJEMPLOS DE GRÁFICOS DE MÓDULO SUPERFICIAL; FUENTE: (BAZI, 2012).	36
ILUSTRACIÓN 31 EJEMPLO EX.1 MÓDULO SUPERFICIAL; FUENTE: (BAZI, 2012)	36
ILUSTRACIÓN 32 EJEMPLO EX.2 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012)	37
ILUSTRACIÓN 33 EJEMPLO EX.3 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012).	37
ILUSTRACIÓN 34 EJEMPLO EX.4 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012)	38
ILUSTRACIÓN 35 EJEMPLO EX.5 MÓDULO SUPERFICIAL FUENTE: (BAZI, 2012).	38
ILUSTRACIÓN 36 ANÁLISIS DE DATOS CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	39
ILUSTRACIÓN 37 ANÁLISIS DE ESPESORES GPR CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	39
ILUSTRACIÓN 38 AJUSTE DEL CUENCO DE DEFLEXIONES CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	40
ILUSTRACIÓN 39 DISTRIBUCIÓN DE DEFLEXIONES CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	41
ILUSTRACIÓN 40 ANÁLISIS DE MÓDULOS CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	42
ILUSTRACIÓN 41 ANÁLISIS DE DEFLEXIONES TEÓRICAS CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	43
ILUSTRACIÓN 42 FATIGA DE UN PAVIMENTO; FUENTE: INTERNET	44
ILUSTRACIÓN 43 INICIO Y DESARROLLO DE LAS GRIETAS OCASIONADAS POR FATIGA; FUENTE: INTERNET	45
ILUSTRACIÓN 44 AGRIETAMIENTO EN FORMA DE "PANAL" O DE "PIEL DE COCODRILLO"; FUENTE: INTERNET	45
ILUSTRACIÓN 45 CURVA TEÓRICA DE DEFORMACIÓN PERMANENTE A LO LARGO DE LA VIDA ÚTIL FUENTE: (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, 2004)	47
ILUSTRACIÓN 46 REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	48
ILUSTRACIÓN 47 ANÁLISIS DE VIDA REMANENTE CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	49
ILUSTRACIÓN 48 ANÁLISIS DE VIDA REMANENTE CON EL PROGRAMA ELMOD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA/YUTAVE	50
ILUSTRACIÓN 49 UBICACIÓN DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: INEGI	51
ILUSTRACIÓN 50 OROGRAFÍA DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: INEGI	52

ILUSTRACIÓN 51 VISTA EN PLANTA DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: GOOGLE EARTH	52
ILUSTRACIÓN 52 ELEVACIONES DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: GOOGLE EARTH	53
ILUSTRACIÓN 53 CLIMA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	53
ILUSTRACIÓN 54 TEMPERATURA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	54
ILUSTRACIÓN 55 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	54
ILUSTRACIÓN 56 HUMEDAD DEL SUELO DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	55
ILUSTRACIÓN 57 REGIÓN HIDROLÓGICA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	55
ILUSTRACIÓN 58 ESCORRINTÍA DEL SUELO DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	56
ILUSTRACIÓN 59 GEOLOGÍA DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	56
ILUSTRACIÓN 60 USO DE SUELO DE LA CARRETERA ARRIAGA - TAPACHULA; FUENTE: INEGI	57
ILUSTRACIÓN 61 EDAFOLOGÍA DE LA CARRETERA ARRIAGA – TAPACHULA; FUENTE: INEGI	57
ILUSTRACIÓN 62 DEFLEXIONES POR KM EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	61
ILUSTRACIÓN 63 DEFLEXIONES POR KM EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	64
ILUSTRACIÓN 64 PROCESO DE NORMALIZACIÓN Y COMPARATIVA CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	64
ILUSTRACIÓN 65 PROCESO DE NORMALIZACIÓN Y COMPARATIVA CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	65
ILUSTRACIÓN 66 DEFLECTOGRÁMAS CON ZONAS HOMOGÉNEAS EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	66
ILUSTRACIÓN 67 GRÁFICA ZX PARA DETERMINAR LAS ZONAS HOMOGÉNEAS EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	66
ILUSTRACIÓN 68 DEFLECTOGRÁMAS CON ZONAS HOMOGÉNEAS EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	66
ILUSTRACIÓN 69 GRÁFICA ZX PARA DETERMINAR LAS ZONAS HOMOGENEAS EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	67
ILUSTRACIÓN 70 ESPESORES CALCULADOS CON GPR EN EL CARRIL DE BAJA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	67
ILUSTRACIÓN 71 ESPESORES CALCULADOS CON GPR EN EL CARRIL DE ALTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	67
ILUSTRACIÓN 72 AJUSTE Y PROYECCIÓN DEL TDPA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	68
ILUSTRACIÓN 73 CLASIFICACIÓN DEL TRANSITO; FUENTE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-012-SCT-2-2017	69
ILUSTRACIÓN 74 ANÁLISIS DE SIGNO PENDIENTE DE LA GRAFICA ZX. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	87
ILUSTRACIÓN 75.- ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	132
ILUSTRACIÓN 76.- EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	133
ILUSTRACIÓN 77.- EJEMPLO DE CÁLCULO DE REFUERZO SUPERFICIAL CON CARPETA DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	133

ILUSTRACIÓN 78.- PROPUESTA DE TRATAMIENTO PROFUNDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	134
ILUSTRACIÓN 79.- TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON CARPETA ASFÁLTICA ULTRA DELGADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	134
ILUSTRACIÓN 80.- EJEMPLO DE CÁLCULO DE REFUERZO ESTRUCTURAL CON BASE ESPUMADA Y CARPETA ULTRADELGADA DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	135
ILUSTRACIÓN 81.- SECTORES PARA EL TRATAMIENTO PROFUNDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	136
ILUSTRACIÓN 82.- EJEMPLO DE SECTORIZACIÓN DEL REFUERZO ESTRUCTURAL CON BASE ESPUMADA DEL KM. 174+000 AL KM. 177+600. FUENTE: ELABORACION PROPIA	137
ILUSTRACIÓN 83.- DISTRIBUCIÓN DEL TRATAMIENTO POR SEGMENTO. FUENTE: ELABORACION PROPIA	140