



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte
Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

INFORME

EIC-Lanamme-INF-0879-2023

**Actualización de la metodología de evaluación de
rutas en concreto, y evaluación de la Ruta Nacional 18,
Tramo Limonal – Cruce con la Ruta Nacional 601**

San José, Costa Rica

Octubre, 2023



Documento generado con base en el Artículo 6, inciso c) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capítulo II, Artículo 14 del Reglamento del Artículo 6 de la precitada ley, publicada mediante Decreto DE-37016-MOPT.



1. Informe EIC-Lanamme-INF-0879-2023	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Actualización de la metodología de evaluación de rutas en concreto, y evaluación de la Ruta Nacional 18, tramo Limonal – cruce con la Ruta Nacional 601, Guanacaste, Costa Rica	4. Fecha del Informe Octubre, 2023	
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias:		
7. Resumen En la <i>UGERVN-PITRA de LanammeUCR</i> se han venido desarrollando metodologías de evaluación de los distintos elementos que componen la infraestructura vial. Una de éstas es la evaluación de rutas con superficie de ruedo en concreto hidráulico, la cual ha sido aplicada de manera exitosa en proyectos como la Ruta Nacional 1 tramo Cañas – Liberia. Sin embargo, al aplicar dicha metodología en rutas con segmentos que presentan deterioros avanzados, los resultados obtenidos con el equipo usado en el <i>LanammeUCR</i> daban una alta variabilidad que no permitía el análisis correspondiente. Por tanto, se realizó un estudio del comportamiento de estos datos en dichos segmentos, formulándose una hipótesis que fue comprobada en proyectos viales de esta naturaleza, y se obtuvo una metodología actualizada al respecto. Ésta fue aplicada a la Ruta Nacional 18, segmento entre el cruce de Limonal y la intersección con la ruta 601, que corresponde con 19 kilómetros de superficie en losas de concreto hidráulico, con segmentos en muy mal estado estructural y funcional. Este informe muestra los resultados de la evaluación realizada a este tramo de ruta, así como la propuesta de actualización de la metodología para establecer la condición de ésta y otras rutas similares, de una forma más efectiva.		
8. Palabras clave Evaluación, losas de concreto hidráulico, pavimento rígido, deterioros	9. Nivel de seguridad: N/A	10. Núm. de páginas 61



11. Preparado por:

Ing. José Francisco Garro,
M.Sc. Geógrafo, PMP®
UGERVN

Ing. Diego Herrera Fallas
UGERVN

Ing. Cristian Valverde, M.Sc.,
PMP®
UGERVN

12. Revisado por:

Ing. Roy Barrantes Jiménez,
M.Sc., PMP®
Coordinador UGERVN

Ing. Fabián Elizondo Arrieta
Coordinador UIIT

Lic. Giovanni Sancho Sanz
Asesor Legal

13. Aprobado por:

Ing. Ana Luisa Elizondo
Coordinador General
Programa de Infraestructura del Transporte



TABLA DE CONTENIDO GENERAL

1. Introducción y antecedentes	6
2. Fundamentos	8
3. Análisis de la información existente	11
4. Metodología actualizada	15
5. Caso de estudio: Ruta 18 tramo Limonal – cruce con la RN601	18
5.1 Resultados obtenidos condición funcional	20
5.2 Resultados obtenidos condición estructural	21
5.3 Notas QR	22
5.4 Comprobación de la metodología presentada: deterioros observados	24
5.5 Inversión en actividades de mantenimiento	30
6. Conclusiones y Recomendaciones	31
7. Referencias	34
Anexo I Mapas obtenidos de indicadores	35
Anexo II Tabla resumen de indicadores por Unidad de Muestreo	38
Anexo III Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Definición gráfica de escalonamiento, convención de signos	8
Figura 2 Resultados de escalonamiento de ProVAL, RN158 Radial Alajuela	10
Figura 3 Deterioros en carril derecho, sentido venido, Radial Alajuela	11
Figura 4 Deterioros presentes, tramo San Francisco – La Colina, Radial Alajuela	14
Figura 5 Deterioros presentes, tramo Zapote – San Francisco	14
Figura 6 Deterioros presentes, Radial Alajuela y tramo Limonal – Tempisque	14
Figura 7 Ubicación del tramo evaluado	19
Figura 8 Resultados obtenidos de IRI	20
Figura 9 Resultados obtenidos de la condición estructural	21
Figura 10 Resultados obtenidos de las Notas QR	22
Figura 11 Desprendimiento de agregados, UM044	25



«Informe técnico»

Página 5

Figura 12 Agrietamiento longitudinal de severidad alta, UM260	26
Figura 13 Losa dividida de severidad alta, UM124 & UM380	26
Figura 14 Losa dividida y agrietamiento longitudinal, UM137	27
Figura 15 Losa dividida, UM262	27
Figura 16 Bache en mezcla asfáltica, UM392	28
Figura 17 Cantidad de losas afectadas por deterioros y severidad en <i>UMs</i>	29
Figura 18 Desglose de inversión en mantenimiento, periodo 2020 – 2022	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación de los componentes funcional y estructural con la Nota <i>QR</i>	7
Tabla 2 Actividades de conservación según la Nota <i>QR</i>	7
Tabla 3 Relación actualizada, componentes funcional y estructural con Nota <i>QR</i>	16
Tabla 4 Actividades de rehabilitación según deterioro en pavimentos rígidos	24
Tabla 5 Tipos de deterioros presentes en losas de las <i>UMs</i> analizadas	29
Tabla 6 Total de inversión realizada en el tramo evaluado	30



1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Durante el año 2019, en la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional UGERVN del Pitra – LanammeUCR, se desarrolló la metodología de evaluación de pavimentos rígidos (aquellos cuya superficie de rueda consta de losas construidas en concreto hidráulico), la cual fue aplicada con éxito en la primera evaluación de desempeño de obra nueva para el tramo Cañas – Liberia, de la Ruta Nacional 2 Carretera Interamericana Norte¹. Dicha evaluación se realizó según la metodología que se resume a continuación:

- 1.1 *Identificación y Delimitación del tramo*: ubicación del tramo a evaluar, así como características físicas e historial de intervenciones.
- 1.2 *División del tramo en Secciones Homogéneas*: esto se realiza a partir de ubicación de las singularidades específicas que presenta el tramo (puentes mayores, pasos a desnivel, cambio evidente de características físicas, etc.), y de los resultados obtenidos en la evaluación con el perfilómetro láser de los parámetros de Regularidad Superficial IRI y del Escalonamiento, que requieren de un procesamiento con el método de diferencias acumuladas. Todo esto permite agrupar la ruta evaluada en tramos que tendrán condiciones muy similares y que, por tanto, se conocen como Secciones Homogéneas.
- 1.3 *Calificación técnica de las secciones homogéneas*: para cada sección homogénea, se realiza un estudio de los valores de los parámetros de IRI y Escalonamiento, para que a partir de la matriz de calificaciones (Tabla 1) se le asigne a cada sección un calificador denominado QR, el cual se puede asociar con actividades de mantenimiento y/o intervención (Tabla 2).
- 1.4 *Análisis específicos*: en aquellas secciones homogéneas que presentan valores altos de notas QR, se pueden programar y ejecutar ensayos que determinen las causas de los daños estructurales, tales como la prueba de *transferencia de carga entre losas*, y la de *detección de potencial de vacíos* bajo ellas.
- 1.5 *Estudios complementarios*: tales como evaluación del parámetro de agarre superficial, evaluación de los tipos y severidades de deterioros de la ruta y calificación con PCI, evaluación de obras afines como cunetas, alcantarillas, puentes, pasos a desnivel, cuando sea necesario.

¹ Informe LM-PI-UGERVN-5-2019, disponible en el repositorio web del LanammeUCR.



Tabla 1: Relación de los rangos en los componentes estructural y funcional, con la nota de calificación del tramo QR (Herrera, Barrantes y otros, 2019)

Rango		Componente Estructural FLT (mm)			
		Muy Bajo (0,0 a 3,0)	Bajo (3,0 a 10,0)	Moderado (10,0 a 20,0)	Alto (mayor de 20,0)
Componente Funcional IR/ (m/km)	Muy Bueno (menor a 1,4)	QR1		QR4	
	Bueno (1,4 a 2,3)				
	Regular (2,3 a 3,6)	QR2		QR5	
	Malo (3,6 a 6,0)	QR3			
	Muy Malo (mayor que 6,0)				

Para las notas de calificación QR 4 y QR5, pueden presentarse daños estructurales que ameriten actividades de rehabilitación mayor o reconstrucción que no estén asociadas al escalonamiento; estos daños se detectarían como parte de los Estudios Complementarios.

Tabla 2: Actividades de Conservación recomendadas según Nota QR

Nota QR	Actividad de Intervención
QR1	Mantenimiento Rutinario (MR)
QR2	Mantenimiento Periódico (MP)
QR3	Rehabilitación Menor (Rm)
QR4	Rehabilitación Mayor (RM)
QR5	Reconstrucción (R)

Esta metodología genera una buena concordancia con el estado real de la ruta, siempre y cuando la misma se encuentre en sus estados iniciales de la vida de servicio. Sin embargo, cuando es aplicada en segmentos con deterioros estructurales moderados a severos (agrietamientos, losa dividida o baches en otros materiales), el parámetro de



escalonamiento obtenido a partir de los datos del perfilómetro láser del LanammeUCR² no permite representar el estado estructural real del segmento.

Debido a esto, se decidió realizar un estudio del comportamiento del parámetro de escalonamiento para varias rutas construidas en pavimentos rígidos, que presentan segmentos con deterioros severos. Con base en esto, se realiza una actualización de la metodología de evaluación para este tipo de rutas.

2. FUNDAMENTOS PARA LA METODOLOGÍA

El escalonamiento transversal o *faulting* (FLT por sus siglas en inglés) está definido como la diferencia de nivel en la junta entre las superficies de losas consecutivas, en el sentido longitudinal de la ruta (Figura 1). Para los usuarios de la ruta, se percibe como un golpeteo al avanzar sobre la misma, y en casos extremos, el vehículo se balancea verticalmente debido al movimiento de la suspensión.

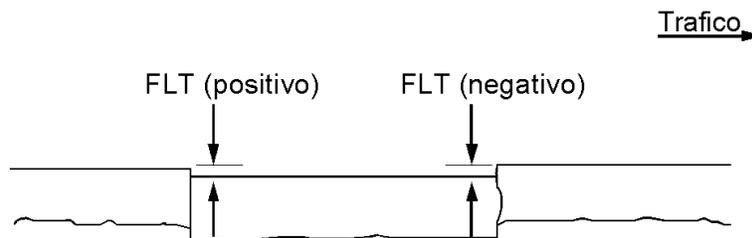


Figura 1 Definición gráfica del escalonamiento, y convención de signos según AASHTO, 2017.

El Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica (MAV-2016), define las principales causas del escalonamiento transversal como:

- Diferencia de asentamientos entre losas, o erosión bajo las mismas.
- Asentamientos diferenciales de la subrasante, que suceden durante el ciclo de vida de la ruta.
- Deficiencias de traspaso de cargas entre las losas.
- Incremento de la infiltración de humedad a las capas inferiores debido a deficiencias en el sistema de drenaje.

² Actualmente, existen perfilómetros de barrido láser, similares a una estación lidar móvil, que permiten obtener el perfil longitudinal y transversal mediante una densa nube de puntos, y con ello la variación de la severidad de los deterioros a lo largo y ancho de la calzada.



«Informe técnico»

Página 9

Todo lo anterior ocasiona una pérdida de la capacidad de soporte de la estructura, lo que a la larga se manifiesta en forma de deterioros en las losas afectadas. En casos extremos, los agrietamientos que se producen en las losas ocasionan a su vez desniveles que se perciben también como escalonamientos.

Una forma de medir este parámetro, utilizada en el *LanammeUCR*, es mediante el equipo del Perfilómetro Láser. Los datos obtenidos con este equipo son procesados en el programa ProVAL, creado por el Departamento de Transportes de Estados Unidos. El módulo utilizado en dicho programa para el análisis automatizado del escalonamiento se basa en la norma AASHTO R36-12 *Estándares para la evaluación del escalonamiento en pavimentos de concreto*. Este módulo presenta 3 métodos de detección del escalonamiento, los cuales son:

- Por Depresión Inferior (*Downward Spike*): cuando el programa detecta un valle o depresión en el perfil al comparar una serie de puntos sucesivos, asume la existencia de la junta y evalúa el nivel de los puntos antes y después de dicha depresión.
- Por escalón (*Step*): cuando el programa detecta un cambio en la tendencia de elevación en una serie de puntos sucesivos, asume la existencia de la junta y evalúa el nivel de los puntos antes y después de la “anomalía”.
- Por curvatura del borde (*Curled Edge*): cuando el programa detecta diferencias en las pendientes de una serie de puntos sucesivos, asume la existencia de una junta, y evalúa la elevación de los puntos antes y después de la “anomalía”. Este fenómeno del cambio de pendientes se da especialmente en losas muy largas y responde a una curvatura o abatimiento de la losa debido a la pérdida de soporte de las capas inferiores.

Según el tipo de sensor utilizado para obtener el perfil longitudinal, su frecuencia de medición y las características de las losas de la ruta (si son largas o cortas, si presentan dovelas para la transferencia de cargas o si esta transferencia se realiza por fricción), se utilizan uno o varios métodos de detección automatizada de las juntas, con el correspondiente reporte del escalonamiento. Por ejemplo, los actuales equipos de barrido láser generan una densidad de puntos del perfil tal que permiten ver directamente las juntas (presenten o no sello), por lo que el método de depresión inferior da muy buenos resultados.

Por su parte, el equipo que posee el *LanammeUCR* consta de 3 sensores láser que toman medidas puntuales cada 25 mm en dirección del sentido de conducción, con lo cual es posible “saltarse” la ubicación de una junta, por lo que se recomienda utilizar en conjunto los métodos de depresión inferior y de escalón.



«Informe técnico»
Página 10

Cuando una ruta evaluada se encuentra en sus etapas iniciales de la vida de servicio, los datos obtenidos con el perfilómetro del LanammeUCR corresponden muy bien con los datos que se pueden obtener mediante una medición manual en sitio del escalonamiento. Sin embargo, cuando se presentan deterioros del tipo agrietamiento transversal y/o losa dividida con severidades medias a altas, o bien pérdida de material o baches, la detección automatizada del escalonamiento arroja valores que no corresponden con los esperados.

Por ejemplo, en la Figura 2 se muestran los resultados de la prueba de escalonamiento realizada a finales del año 2022, en la Ruta Nacional 158 Radial a Alajuela, en el carril derecho para el sentido de venida (dirección Alajuela hacia el Aeropuerto Juan Santamaría).

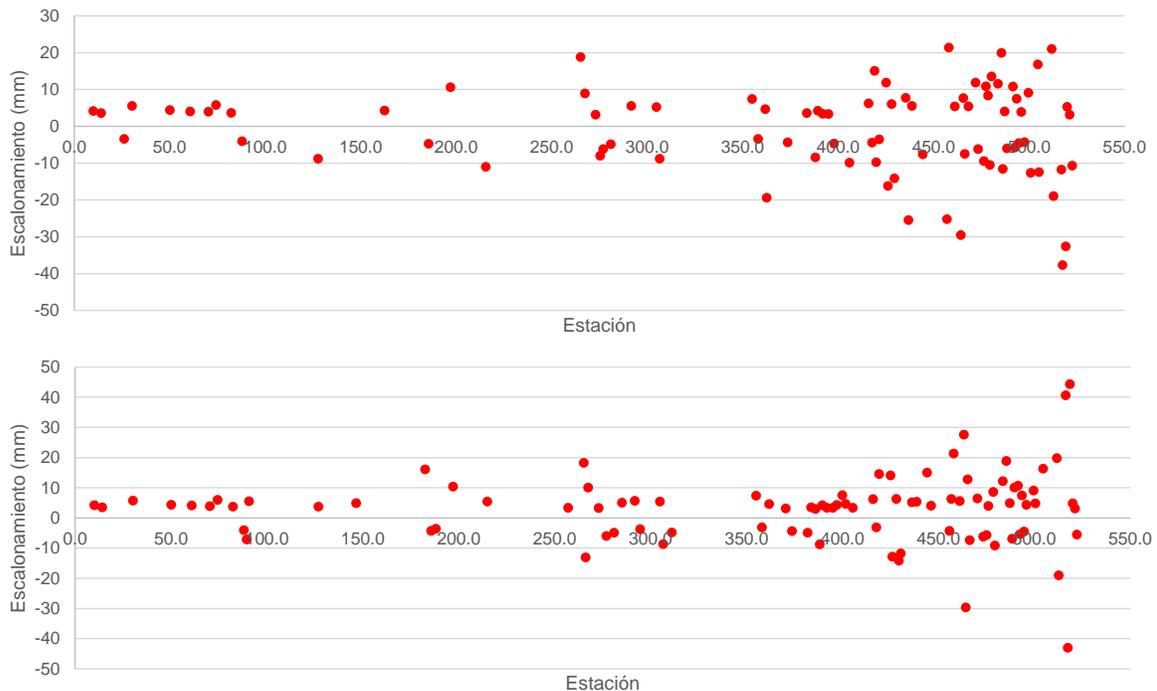


Figura 2 Resultados obtenidos con el ProVAL de escalonamiento, para el tramo en concreto de la RN 158 Radial Alajuela, carril derecho en el sentido de venida (Alajuela – Aeropuerto). En la parte superior, se muestran los resultados a partir del método *Downward Spike*, en la inferior los resultados con el método *Step*.

Como fue mencionado en el informe *EIC-Lanamme-INF-0408-2022-UGERVN*, esta es una ruta que no ha recibido un mantenimiento adecuado de su superficie de rodadura en mucho tiempo. Especialmente en el sentido Alajuela - Aeropuerto, se dan deterioros de tipo agrietamiento y losa dividida con severidades de moderadas a altas, e incluso reparaciones con baches en asfalto.



Destaca por ejemplo un tramo de aproximadamente 150 metros que presenta deterioros severos, donde incluso se pueden ver bloques de concreto completamente desprendidos (Figura 3). En el caso de la Figura 2, se nota una concentración de resultados de escalonamientos con valores mayores de 3 mm, hacia las estaciones 0+380 a 0+550.



Figura 3 Deterioros presentes en el carril derecho de la Radial a Alajuela, sentido de ida Alajuela – Aeropuerto (imágenes tomadas en noviembre del 2022).

Si bien los valores de escalonamiento obtenidos para dicho tramo no concuerdan con lo que se puede medir en la ruta a partir de mediciones manuales, destaca el hecho de que dichos resultados puedan, de manera indirecta, ser un indicador preliminar para identificar segmentos que presentan deterioros estructurales de moderados a severos.

3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

A partir del análisis de datos históricos obtenidos con el perfilómetro láser para rutas que han presentado o presentan segmentos con deterioros estructurales de moderados a severos (según MAV-2016), se realizó un estudio de los resultados de escalonamiento y se comparó contra los resultados de segmentos de estas u otras rutas, que presentan buenas condiciones estructurales. Estas rutas fueron:



- Ruta Nacional 1, tramo Cañas – Liberia, que presenta en prácticamente toda su longitud muy buenas condiciones estructurales. Los datos utilizados fueron aquellos obtenidos en los años 2019 y 2021.
- Ruta Nacional 18, tramo Limonal – Cruce con la ruta 601 (hacia el puente de La Amistad sobre el río Tempisque), que presenta segmentos en buenas condiciones, así como segmentos con condiciones regulares a malas en el aspecto estructural. Los datos utilizados fueron los del año 2020.
- Ruta Nacional 158, Radial Francisco J. Orlich, (conocida como Radial a Alajuela), que presenta un porcentaje importante de su longitud, con condiciones regulares a malas en el aspecto estructural. Los datos utilizados fueron obtenidos en el año 2022.
- Rutas Nacionales 204 y 211, tramo Zapote – San Francisco – La Colina, el cual presenta muy buenas condiciones estructurales, salvo por unos sitios con deterioros de moderados a severos. Los datos utilizados fueron obtenidos en el año 2021.

Asimismo, de estas 4 rutas se tiene información completa del equipo *Imaging* para los años analizados; es decir, se tiene para toda la ruta y para ambos sentidos, imágenes referenciadas geográficamente, de alta resolución, cada 2 metros en el sentido de circulación. Por lo tanto, es posible comparar los resultados obtenidos en el parámetro escalonamiento, especialmente en aquellos segmentos que presentan valores altos, con las correspondientes imágenes para analizar si existen deterioros estructurales, su extensión y severidad.

Por tanto, la metodología usada de análisis constó de los siguientes pasos:

- Separar los datos de perfilómetro por ruta, sentido de evaluación, y año.
- Procesar dichos datos en el *ProVAL*, obteniendo resultados de escalonamiento. Para esto, se usaron tanto el método de *downward spike* como el *step*.
- Generar envolventes de deterioro entre los 2 métodos, de acuerdo con las unidades de muestreo *UM* para cada ruta.
- Analizar los resultados, obteniendo aquellas unidades de muestreo o segmentos (con sus respectivos estacionamientos) que presentan valores relativamente altos de escalonamiento, en comparación con el resto de la ruta evaluada.
- Buscar dichas unidades de muestreo o segmentos obtenidos en el paso anterior, en la información obtenida con el equipo *Imaging*.



- Identificar visualmente si en estos sitios, existen deterioros del tipo estructural, tales como agrietamientos o losas divididas, así como algún otro factor atípico que pudiera provocar la respuesta del equipo perfilómetro, y por tanto generar valores de escalonamiento anómalos. Entre estos factores atípicos, se pueden contar huecos, baches realizados en otro material como mezcla asfáltica en caliente, juntas de puentes y/o pasos a desnivel, entre otros.

Del análisis de los resultados obtenidos, en el caso del tramo Cañas – Liberia, los valores de escalonamiento son en general bajos y muy uniformes. En aquellos puntos donde estos valores son altos, se revisó la información visual del *Imaging*, y por lo general corresponden casi enteramente a sitios donde existen juntas de expansión entre la calzada y estructuras como puentes y los pasos a desnivel presentes en dicho proyecto. Como se mencionó anteriormente, este proyecto presenta una muy buena condición estructural, con deterioros tipo agrietamientos sólo en sitios aislados, y por lo general de severidad media a baja. Por tanto, los resultados obtenidos del parámetro de escalonamiento se comportan dentro de lo esperado, con valores promedio para los tramos homogéneos, y puntuales para las unidades de muestreo, en los rangos de *Bajo a Muy Bajo* tal y como se mostró en la Tabla 1, con muy pocas unidades de muestreo en el rango de *Moderado*.

Para los casos de la Radial a Alajuela, Zapote – San Francisco – La Colina y el tramo Limonal – Tempisque, se obtuvieron segmentos de *UM* con valores de escalonamiento muy por encima del promedio de la ruta. Revisando visualmente estos segmentos con la información generada por el *Imaging*, por lo general corresponden a sitios con deterioros estructurales de moderados a severos, tipo agrietamiento y losa dividida, o bien con reparaciones (baches) en asfalto (Figuras 4 y 5 y 6).

Del análisis detallado de los datos de escalonamiento para cada *UM*, cuando el valor obtenido con el ProVAL para dicho segmento se encuentra por encima del promedio general para la ruta, es posible que una o algunas losas presenten deterioros estructurales; sin embargo cuando estos valores de escalonamiento se encuentran cerca o superan en un factor de 2 dicho promedio, existe una correlación marcada con la existencia de deterioros con severidades de moderada a alta en muchas o la práctica totalidad de losas de la *UM* analizada. Esta correlación no es perfecta, por lo que la evaluación visual permite comprobar o descartar la existencia de deterioros que hayan provocado un registro alto en el equipo.



Figura 4 Deterioros presentes en *UM* que provocaron valores altos de *FLT* en el análisis de los datos. Izquierda: hueco en losa, tramo San Francisco – La Colina, est. 1+770 sentido de ida, carril interno. Derecha: agrietamiento longitudinal, transversal y de esquina, Radial a Alajuela, estación 0+350 sentido de ida (*imágenes tomadas en abril del 2022*).



Figura 5 Deterioros presentes en *UM* que provocaron valores altos de *FLT* en el análisis de los datos. Izquierda: bache de MAC, Radial a Alajuela sentido de ida, est. 0+080. Derecha: múltiples baches de MAC, tramo Zapote – San Francisco sentido de ida, 0+520 (*imágenes tomadas en abril del 2022*).



Figura 6 Deterioros presentes en *UM* que provocaron valores altos de *FLT* en el análisis de los datos. Izquierda: falla completa en varias losas, Radial a Alajuela sentido de venida, est. 0+380. Derecha: Falla completa en varias losas en ambos sentidos, tramo Limonal – Tempisque est. 17+840 (*imágenes tomadas del informe LM-IC-D-0829-2020*).



A partir de este análisis y los resultados obtenidos, es posible entonces modificar la metodología de evaluación de este tipo de rutas, para adaptarse a aquellos segmentos que presentan condiciones estructurales de moderadas a malas.

4. METODOLOGÍA ACTUALIZADA

A continuación, se presenta la metodología actualizada con las modificaciones propuestas:

4.1 Identificación y Delimitación del tramo: ubicación del tramo a evaluar, así como características físicas e historial de intervenciones. Este punto no sufre cambios con respecto a la metodología anterior.

4.2 División del tramo en Unidades de Muestreo (UM): anteriormente se dividía la ruta en Secciones Homogéneas, sin embargo, este procedimiento diluye el efecto de deterioros puntuales importantes dentro de la sección. Para la obtención de las unidades de muestreo, se seguirá la metodología presentada en el MAV-2016, favoreciendo siempre geometrías que cubran mayor ancho de carril (por ejemplo, una sección de 2x10 losas sobre una de 1x20). Se descartan del análisis aquellas secciones que presentan *singularidades* tales como puentes, pasos a desnivel, cruces de tren, etc.

4.3 Calificación técnica de las UM: para cada unidad de muestreo, se realiza el análisis de los valores de los parámetros de IRI, escalonamiento y auscultación visual (ya sea mediante visita a la ruta, o en combinación con tecnologías como el *Imaging*), para que a partir de la matriz de calificaciones presentada en la Tabla 3 se le asigne a cada UM un calificador preliminar de condición denominado QR.



Tabla 3: Relación actualizada de los rangos en los componentes estructural y funcional en las UM, con la nota de calificación QR.

Rango		Componente Estructural Escalonamiento (mm)		
		Bueno: valor <i>FLT</i> bajo promedio; evaluación visual no detecta deterioros estructurales con severidades moderadas a altas	Regular: valor <i>FLT</i> sobre el promedio; evaluación visual detecta deterioros estructurales con severidades moderadas a altas, en algunas losas de la UM	Malo: valor <i>FLT</i> sobre 2 veces promedio; evaluación visual detecta deterioros estructurales con severidades moderadas a altas, en varias losas o la totalidad de la UM
Componente Funcional <i>IR</i> (m/km)	Muy Bueno (menor a 1,4)	QR1	QR4 ₁	QR4 ₂
	Bueno (1,4 a 2,3)			
	Regular (2,3 a 3,6)	QR2		
	Malo (3,6 a 6,0)	QR3	QR5 ₁	QR5 ₂
	Muy Malo (mayor que 6,0)			

Los datos del perfilómetro se procesarán en el *ProVAL*, de preferencia. Para la obtención del parámetro de escalonamiento, se procesa cada sentido de la ruta, usando los módulos *Step* y *Downward Spike*, activando el procesamiento para las juntas y grietas. De esta manera, los escalonamientos calculados corresponden a escalonamientos no sólo en las juntas, sino aquellos producidos por deterioros, como por ejemplo losa dividida de *severidad alta*.

A partir de estos valores, se genera una envolvente para cada UM: el valor de escalonamiento promedio de todas las UM, determinará el valor promedio en este parámetro para toda la ruta. Con base en la comparación de este valor promedio para la ruta, y el valor individual en cada UM, se realiza una primera categorización del rango estructural; sin embargo, es importante enfatizar que esta asignación debe ir acompañada de una evaluación visual. Esta evaluación visual permite comprobar la existencia de deterioros estructurales con severidades de moderada a alta que justifique la respuesta del equipo y los valores altos de escalonamiento, o bien descartar falsos *positivos del equipo* y/o la metodología seguida.



A continuación, se da una descripción de cada Nota de Estado QR, así como recomendaciones de actividades de corrección:

- **QR1:** las UMs con esta calificación, presentan buenas condiciones funcionales (IRI menor a 2,3) así como estructurales, donde el análisis realizado de escalonamiento se encuentra por debajo del valor promedio para toda la ruta, y la evaluación visual no encuentra deterioros estructurales. Estas notas se asocian con actividades de *Mantenimiento Rutinario*, tales como limpieza del derecho de vía, de las estructuras de drenaje de aguas, limpieza de juntas y reposición del sello, etc.
- **QR2:** esta nota se obtiene por una combinación de una adecuada condición estructural, con una condición funcional regular (IRI de 2,3 a 3,6). Para estas UMs, se deben adoptar medidas de *Mantenimiento Periódico* que busquen optimizar el estado funcional de la misma. En este caso, el fresado o cepillado de la superficie del pavimento es una técnica que busca mejorar las condiciones de regularidad superficial, así como la reparación de juntas y grietas con deterioros de severidad media a baja.
- **QR3:** se tratan de UMs de buena condición estructural, pero con alto deterioro funcional (IRI mayor de 3,6), que necesitan de estrategias de *Rehabilitación Mayor* para corregir dicho deterioro. Estas condiciones se evidencian con la presencia de parches, daños importantes en las juntas y agrietamientos severos, que pueden alcanzar profundidades importantes en las losas afectadas. Acciones como el fresado o cepillado de la superficie de las losas, el bacheo a profundidad parcial y la reparación de juntas y grietas, ayudan a mejorar las condiciones funcionales.
- **QR4:** cuando las UMs presenta una condición funcional de buena a regular, pero valores totales de escalonamiento por encima del promedio del tramo evaluado, el análisis realizado para este informe de las rutas seleccionadas, demuestra que existe probabilidad de identificar deterioros estructurales de severidad moderada a alta que requieran de técnicas de *Rehabilitación Mayor* para su corrección. El subíndice que acompaña a la nota, indica si los deterioros afectan sólo unas pocas losas de la UM (**QR4₁**, que se asocia con valores de FLT mayores al promedio de la ruta) o bien más de la mitad de sus losas (**QR4₂**, que se asocia con valores de FLT mayores a 2 veces el promedio de la ruta). Las actividades a realizar buscan devolver la capacidad estructural a la UM: restablecimiento del nivel y soporte, estabilización y sellado inferior de losas, sustitución de dovelas, reparación de losas a nivel parcial o total (según corresponda), entre otras.
- **QR5:** corresponden con UMs con condiciones malas tanto a nivel estructural como a nivel funcional: los deterioros que presentan comprometen la transitabilidad de los usuarios. En estos casos, debido al estado en general de las losas, así como de la



estructura de soporte, se recomienda evaluar como estrategia óptima, la sustitución del área afectada. De nuevo, el subíndice que acompaña la nota indica si los deterioros presentes afectan sólo unas pocas losas de la UM ($QR5_1$, que se asocia con valores de FLT mayores al promedio de la ruta), o bien más de la mitad de las mismas ($QR5_2$, que se asocia con valores de FLT mayores a 2 veces el promedio de la ruta).

Es importante aclarar que tanto las notas acá descritas, así como las estrategias de intervención señaladas, son una recomendación y que de ninguna manera sustituyen un estudio detallado y formal que busque primero, establecer el origen, extensión y severidad de los deterioros, así como las mejores prácticas de mantenimiento y/o rehabilitación que puedan ejecutarse para devolver las UMs afectadas, o bien el tramo a intervenir, a una condición óptima y segura para su uso por parte de los usuarios.

4.4 Análisis específicos: en aquellas unidades de muestreo que presentan valores altos de notas QR ($QR4$, $QR5$), se pueden programar y ejecutar ensayos que determinen las causas de los daños estructurales, tales como la prueba de *transferencia de carga entre losas*, y la de *detección de potencial de vacíos* bajo ellas.

4.5 Estudios complementarios: evaluación del parámetro de agarre superficial, calificación formal con el PCI, evaluación de obras afines como cunetas, alcantarillas, puentes, pasos a desnivel, evaluación de la demarcación vial, etc.

5. CASO DE ESTUDIO: RUTA 18 TRAMO LIMONAL – CRUCE RN601

El tramo a evaluar pertenece a la Ruta Nacional No.18, y corresponde con la Sección 50850 de la Red Vial Nacional (Figura 7). Se trata de una ruta de 19.350 metros, construida en losas de concreto hidráulico con dimensiones promedio de 4,5 metros de largo por 3,6 metros de ancho, y 23 cm de espesor. Como antecedente, este tramo se construyó entre los años 1999 y 2000, y en su momento se consideró como un trabajo de rehabilitación, dado que el material de la base entonces existente se escarificó, y junto con la adición de material necesario se conformó una base estabilizada BE-25 de 25 cm de espesor, y resistencia a la compresión de 30 kg/cm² a los 7 días (Gutiérrez Ruiz, Arce Jiménez, 2005). Sobre esta base se construyeron las citadas losas de concreto, para formar la calzada.

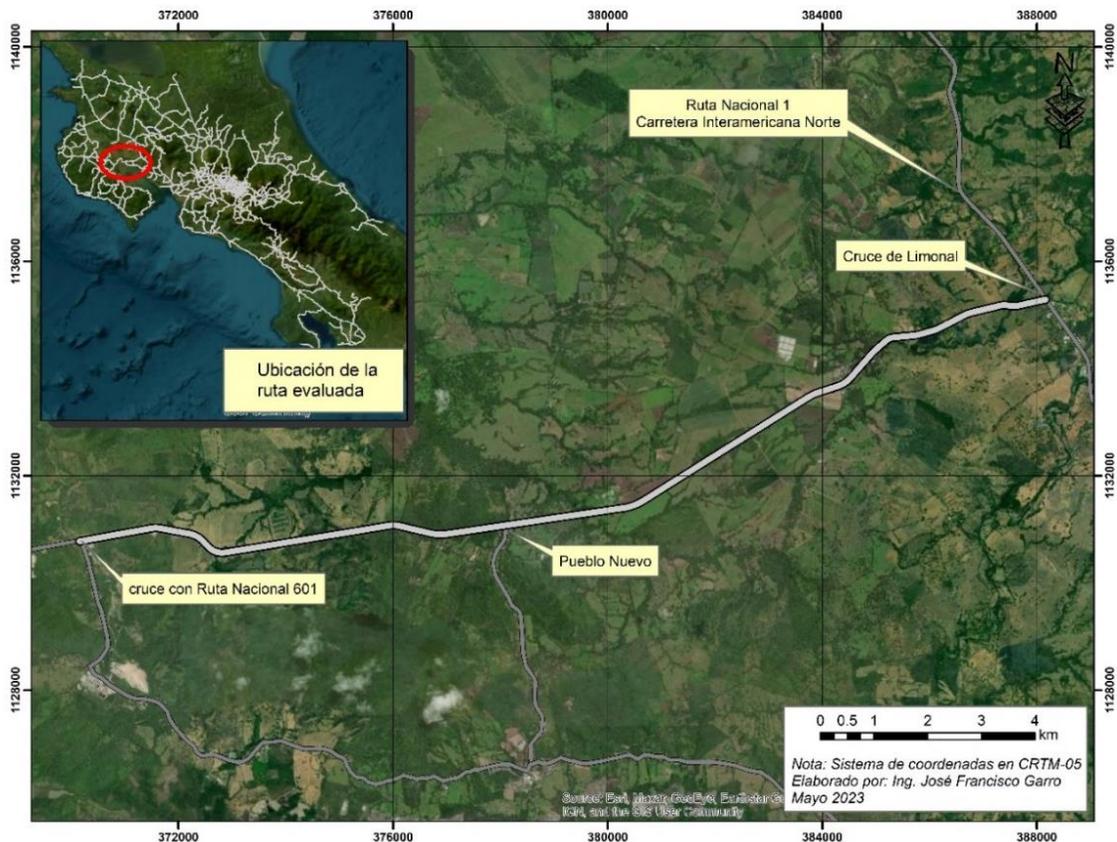


Figura 7 Ubicación del tramo evaluado.

A partir del segundo año de de terminado el proyecto, se percibe la aparición de los primeros agrietamientos en losas en lugares muy específicos a lo largo del tramo. Debido a esto, en el año 2002 y 2003 personal del LanammeUCR realizó las primeras evaluaciones visuales en este tramo, con lo cual se identificaron y tipificaron las fallas predominantes, a saber:

- Fallas propias de las losas, como agrietamientos longitudinales, transversales y de esquina
- Fallas en las juntas
- Fallas ocasionadas por problemas geotécnicos
- Defectos superficiales como desprendimiento de agregados en puntos localizados a lo largo del tramo

En el año 2005, se realizó la primera evaluación formal de esta ruta, con las conclusiones obtenidas de las inspecciones visuales, así como con los resultados de sondeos realizados en distintos puntos, que incluyeron extracción de núcleos para verificar los espesores y el



tipo de material, ensayos de Penetración Normal o *SPT*, y trincheras en el espaldón para caracterizar los materiales que conforman las distintas capas de la estructura. Además de esto, se realizó en varios puntos el ensayo de transferencia de cargas entre losas, y una estimación de la pérdida de la capacidad de soporte a corto y mediano plazo. Los resultados se publicaron en el informe *LM-PI-PV-IN-20D*.

En el año 2020 se publicó un nuevo informe de estado de esta ruta (*LM-IC-D-0829-2020*), el cual consistió en un análisis integral de la condición del pavimento rígido y flexible, junto con las condiciones geológicas locales y regionales para generar recomendaciones que contemplen todos los factores que inciden en el estado del tramo. En esta evaluación, para el tramo en losas de concreto, se realizó un análisis de la condición funcional mediante perfilómetro láser para obtener los valores de IRI, una auscultación visual de los deterioros que afectan la ruta y su respectiva calificación de PCI, así como una evaluación estructural mediante el parámetro de escalonamiento según la metodología desarrollada en el LanammeUCR. Por último, se realizó una caracterización de los materiales presentes, análisis de estabilidad de taludes y terraplenes, así como el efecto del agua superficial y su encauzamiento a lo largo del tramo.

Todos estos informes están disponibles en la página web del LanammeUCR.

5.1 Resultados obtenidos: condición funcional

Los detalles del Perfilómetro Láser utilizado y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica *FT-UGERVN-02-13*, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Para esta ruta, se evaluó cada sentido de circulación con el *Perfilómetro Láser*; los resultados se asignaron entonces a las Unidades de Muestreo UM, y se muestran en la Figura 8.

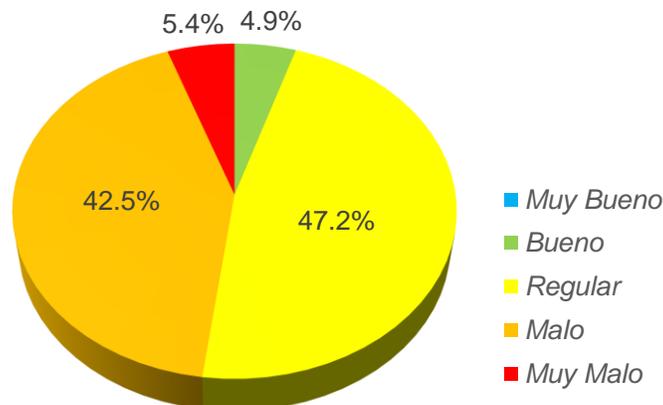


Figura 8 Resultados de IRI para el tramo evaluado.



Los resultados obtenidos revelan que menos del 5% de la longitud de la ruta, muestran una regularidad buena; mientras que un 48% muestra resultados en el orden de *malo a muy malo*. Esto último repercute no solo en el nivel de servicio que esta ruta brinda a los usuarios, sino en los costos de operación y mantenimiento. Al comparar estos resultados con aquellos obtenidos en el año 2021, el estado de la ruta ha empeorado en el sentido de que el porcentaje con *IRIs* bajos ha disminuido, mientras que el que presenta *IRIs* altos ha aumentado significativamente.

En el Anexo I se muestra el mapa con estos resultados.

5.2 Resultados obtenidos: condición estructural

A partir del post procesamiento de los datos obtenidos con el *Perfilómetro Láser*, y con base en la metodología presentada y la evaluación visual completa de la ruta usando los datos del *Imaging*, se procedió a obtener para cada UM el valor de su condición estructural.

El resultado se muestra en la Figura 9.

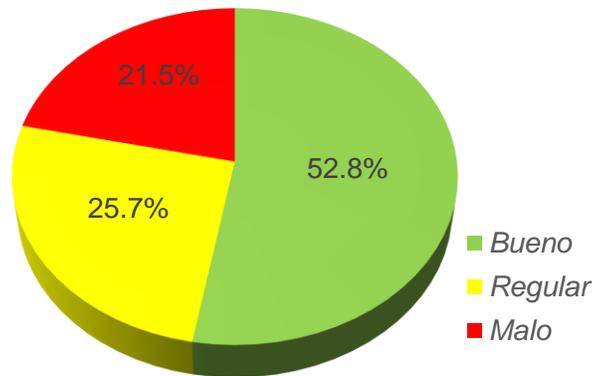


Figura 9 Resultados de la condición estructural para el tramo evaluado.

A partir de los resultados obtenidos de *escalonamiento* y la posterior revisión visual de los deterioros de las *UM*, se concluyó que existen deterioros estructurales que, a pesar de su severidad, no pueden ser identificados con el *Perfilómetro* usado. Esto, debido a su ubicación (fuera de las huellas del vehículo), o bien por su naturaleza (por ejemplo, deterioros del tipo *agrietamiento longitudinal*). De ahí la importancia de complementar el estudio numérico del *escalonamiento*, con la inspección visual del tramo.

Como se observa en la Figura 9, poco más de la mitad de la ruta presenta buenas condiciones estructurales. Destaca que un 21,5% presenta condiciones estructurales en la



categoría de *Mala*, sin embargo y como se mostrará en la sección de *Deterioros*, existe una cantidad importante de *UMs* con deterioros estructurales en varias o la práctica totalidad de sus losas. Esto, tal y como se presentó en el informe del año 2020, obedece a la naturaleza de los suelos por los que pasa la ruta, a la falta de confinamiento lateral en las losas (la práctica totalidad del tramo evaluado no posee espaldón o cunetas revestidas), y a la deficiencia en las labores de limpieza, mantenimiento y conservación de las estructuras de drenaje superficial, lo cual en conjunto permite que el agua se infiltre a las capas inferiores, con el daño que a mediano y largo plazo esto genera.

De nuevo, en el Anexo I se muestran estos resultados en forma de mapa.

5.3 Notas QR

Acorde al *MAV-2016*, se definió la Unidad de Muestreo *UM* de 10 losas de largo por 2 de ancho, para un total de 20 losas/*UM*. Dado que esta ruta es una estructura simple (no presenta estructuras separadas para los sentidos de ida o venida, sino sólo un carril por sentido, sin espaldón), la *UM* cubre ambos carriles.

A cada una se le asignó entonces el valor del *IRI* y de su condición estructural a partir de los valores obtenidos por el *Perfilómetro Láser* y la metodología presentada, y los resultados se muestran en la Figura 10.

Nota QR	UMs
QR1	17
QR2	126
QR3	82
QR4 ₁	72
QR4 ₂	7
QR5 ₁	80
QR5 ₂	44
Total	428

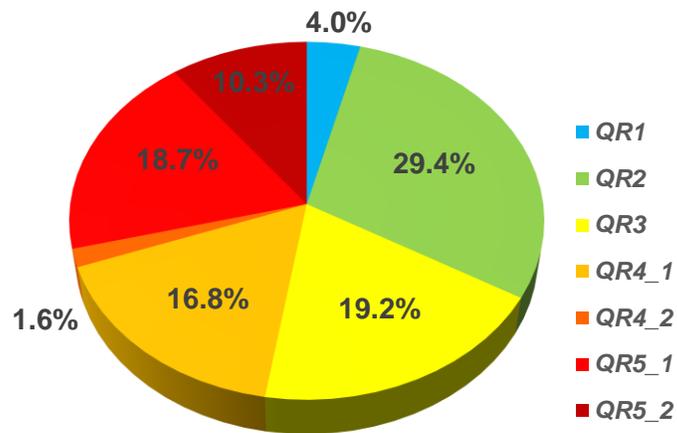


Figura 10 Resultados de las Notas QR para el tramo evaluado.

Acorde con los resultados, apenas un 4% de las *UM* obtienen Nota QR1, es decir que presentan las losas dentro de su longitud, en buen estado tanto estructural como funcional. Según Herrera y Barrantes (2019), esta nota se asocia con actividades de mantenimiento rutinario, especialmente limpieza y reparación / mantenimiento de juntas y grietas, mediante



«Informe técnico»
Página 23

sellos específicos. Poco más del 29% de las *UM* obtienen nota *QR2*, en este caso losas con buenas condiciones estructurales, pero con una condición funcional regular. Para estas unidades, se debe adoptar medidas de mantenimiento periódico enfocadas en devolver el estado funcional óptimo de la superficie, tales como fresado / cepillado de la superficie de la calzada, sin descuidar las actividades de mantenimiento rutinario.

Un 18,5% de las *UM* se encuentran con nota *QR3*, donde la condición estructural se mantiene adecuada, pero con deterioros funcionales (pulimiento o desprendimiento de agregados), además, se detecta la presencia de baches, agrietamientos y daños en las juntas. En este caso, se deben valorar actividades como la reparación de juntas y grietas, el fresado/cepillado de la superficie de las losas o bien, la reparación a profundidad parcial o total de las losas afectadas.

Poco más del 18% de las *UMs* de la ruta, tienen nota *QR4*: a pesar de una condición funcional de buena a regular, presentan deficiencias estructurales importantes que se manifiestan como agrietamientos severos de varios tipos. Las losas que conforman estas unidades son candidatas (previo estudio detallado de la causa y extensión del daño) a técnicas de rehabilitación mayor, como el restablecimiento del nivel y soporte, y estabilización y sellado inferior para resolver los problemas de escalonamiento y bombeo de finos. Además, se requiere la sustitución de las losas afectadas, así como sus mecanismos de transferencia de cargas (como dovelas) y complementar con acciones para devolver una condición funcional adecuada en caso de necesitarse (*UMs* en el rango *regular para IRI*). Con base en la metodología establecida, la mayoría de *UMs* en esta condición presentan menos de la mitad de sus losas afectadas con deterioros estructurales (Nota *QR4₁*), mientras que sólo 7 *UMs* presentan estos deterioros, en más de la mitad de las losas que la componen (Nota *QR4₂*).

Por último, un porcentaje importante de las *UMs* de la ruta evaluada, en este caso 29%, obtienen nota *QR5*: en este caso, las condiciones funcionales y estructurales están tan comprometidas, que afectan negativamente la transitabilidad. Dependiendo del origen de estos deterioros, se pueden aplicar las mismas acciones correctivas estipuladas anteriormente para las *UMs* con nota *QR4*, sin embargo y según la extensión del daño, se puede determinar como una estrategia viable y efectiva, la reconstrucción total de la estructura. De las 124 *UMs* que presentan esta nota, 44 presentan deterioros estructurales en más de la mitad de las losas: como se verá en la siguiente sección, corresponden con agrietamientos generalizados que se extienden incluso por varias *UMs* seguidas (Nota *QR5₂*).

En el Anexo I se muestran los resultados en forma de mapa.



En todo caso, antes de aplicar medidas correctivas, se debe realizar una identificación completa de deterioros, así como el origen de los mismos. Se puede aplicar la guía del MAV-2016, la cual se resume en la Tabla 4.

Tabla 4 Actividades de rehabilitación por deterioros en pavimentos rígidos*

Deterioro	Evaluar caso	Medidas correctivas					
		502.05 parcial	502.05 total	502.06	502.07	502.08	502.09
Agrietamiento Lineal			A	B, M			
Grieta de Esquina			A	B, M		B, M	
Grietas contracción	A, M, B						
Grietas en malla	M, B	A					
Losa Dividida			M, A	B, M			
Daño sello de junta				A, M, B			
Fractura de Esquina		M, A	M, A	B			
Fractura de Junta		M, A	M, A	B			
Pulimento Agregados		X					X
Desprendimiento Agregados		X					
Voladura (<i>blowup</i>)			A, M, B	A, M, B			
Escalonamiento Calzada			A, M, B		A, M, B		
Escalonamiento Espaldón			A, M, B		A, M, B		
Bombeo				X			
Punzonamiento		A, M, B	A, M, B	A, M, B			
Baches		A, M, B	A, M, B				

* 502.5 Bacheo, 505.06 Reparación de Juntas y Grietas, 502.07 Restablecimiento del nivel y soporte, 502.08 Estabilización y sellado inferior, 502.09 Fresado y cepillado de calzada; A: Severidad Alta, M: Severidad Moderada, B: Severidad Baja, X: no tiene criterio de severidad, sólo presencia en losa (s) evaluada (s).

5.4 Comprobación de la metodología presentada: deterioros observados

Como se mencionó en la Sección 4, una parte importante de la metodología es comparar los resultados obtenidos del manejo numérico de escalonamiento para cada *UM*, con una evaluación visual de los deterioros presentes en la ruta, ya sea presencial o mediante equipo de alta tecnología como el *Imajing*. Desde el punto de vista del análisis de las *UM*, esto puede significar 2 escenarios:



«Informe técnico»

Página 25

1. A partir del valor obtenido de escalonamiento (comparación con el promedio de la ruta), y con base en los deterioros observados en la UM (severidad, extensión), se conserva la categoría del estado estructural originalmente obtenida.
2. Existe una discordancia entre el valor obtenido de escalonamiento, y los deterioros observados, por lo que se debe variar la categoría del estado estructural obtenida.

En el caso de estudio de la Ruta Nacional 18, se agruparon las *UMs* según rangos de valores de escalonamiento obtenidos (bajo el promedio, sobre el promedio, valores altos de *FLT*), y se tipificaron los deterioros en cada categoría. Esto último permitió descartar falsos positivos (especialmente cuando las *UMs* daban valores muy altos de escalonamiento, pero no existían deterioros estructurales con severidad alta o bien extendidos por toda la *UM* que justificaran dicho valor), o bien promover las *UMs* cuando se da la existencia de deterioros que por su naturaleza, no pueden ser identificados fácilmente con el perfilómetro usado.

Para el caso específico de estudio de este informe, varios sitios muestran el deterioro tipo *Desprendimiento de Agregados* (Figura 11). Si bien según el MAV-2016 este deterioro no tiene asignado niveles de severidad, si fue posible observar que *UMs* con muchas losas afectadas con este deterioro, arrojan valores altos de la prueba de escalonamiento, y por tanto se debió corregir la nota en el estado estructural, bajándole el nivel.

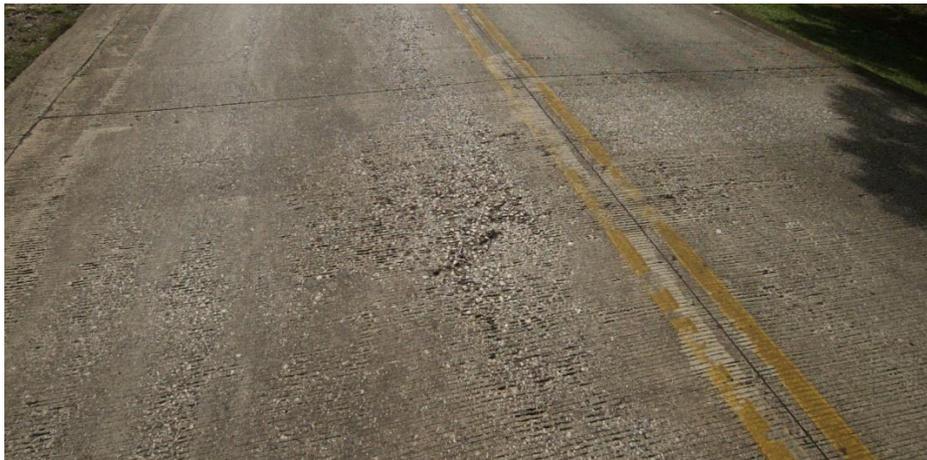


Figura 11 Desprendimiento de agregados, UM044 (est. 1+935 a 1+980)

Por otra parte, en la ruta se presentan deterioros estructurales que, por su naturaleza, no pueden ser detectados por el perfilómetro. Esto último por 2 razones principales: la primera por tratarse de deterioros longitudinales, como agrietamientos (Figura 12), o bien, por encontrarse fuera de la huella por donde circulan los vehículos (Figura 13). Para el caso de las *UMs* que presentan estos deterioros y no se vieron reflejados en la calificación inicial,



«Informe técnico»
Página 26

se ajustó la nota de condición estructural, de acuerdo con el tipo de reparación que se debe realizar para cada caso.



Figura 12 Agrietamiento longitudinal de severidad alta, UM260 (est. 11+655 a 11+700).



Figura 13 Losa dividida de severidad alta, izquierda UM124 (est. 5+535 a 5+580), derecha UM380 (est. 17+055 a 17+100).

Cuando existen deterioros estructurales que se extienden en la huella de circulación de los vehículos, la metodología utilizada arroja valores altos de escalonamiento, por lo que se concluye que existe un buen nivel de acierto entre esto y los deterioros presentes en dichas Unidades de Muestreo.

En el Anexo II, se muestra la tabla obtenida de la evaluación de esta ruta, con el resultado del análisis de escalonamiento, los deterioros presentes a partir de la evaluación visual con el *Imaging*, y la calificación final asignada del estado estructural. Además, se agrega la categoría funcional obtenida, y la Nota QR para cada *UM*.



«Informe técnico»
Página 27

A continuación, se muestran ejemplos de deterioros típicos presentes en varias *UM* de la ruta, el rango estructural inicial obtenido a partir del análisis de los resultados de escalonamiento, la categoría asignada final, así como la categoría en el aspecto funcional, y la Nota QR final. En el Anexo III, se muestran más ejemplos de esto, para la ruta evaluada.



Figura 14 Losa dividida y agrietamiento longitudinal, afectando el carril de ida de la UM137 (est. 6+120 a 6+165). Resultado preliminar del análisis de escalonamiento de la UM: Bajo (deterioros presentes fuera de la huella); Categoría final de componente estructural asignada: Mala; Categoría componente funcional obtenida: Regular; Nota Final de la UM: QR4₁.



Figura 15 Losa dividida afectando ambos carriles de la UM262 (est. 11+745 a 11+790). Resultado preliminar del análisis de escalonamiento de la UM: Alto; Categoría final de componente estructural asignada: Mala; Categoría componente funcional obtenida: Muy Mala; Nota Final de la UM: QR5₂.



Figura 16 Bache en mezcla asfáltica, en ambos carriles de la UM392 (est. 17+595 a 17+640). Resultado preliminar del análisis de escalonamiento de la UM: Moderado; Categoría final de componente estructural asignada: Mala; Categoría componente funcional obtenida: Malo; Nota Final de la UM: QR5₁.

Como se concluyó en el informe del año 2020, existen varios factores que causan el nivel de deterioros de esta ruta, siendo los principales:

- El tipo de suelos de la zona, que desde un punto de vista ingenieril presentan bajo soporte estructural, con niveles freáticos muy variables a lo largo del año.
- Una falta adecuada de confinamiento lateral de la ruta, en forma de espaldón o cuneta en concreto.
- La falta casi total de estructuras formales de manejo de aguas superficiales (la práctica totalidad de la ruta presenta cunetas excavadas).
- La falta de prácticas adecuadas de mantenimiento que ha recibido este corredor en los últimos años.

Para el caso específico de la Ruta Nacional 18, es importante mencionar que los rangos de condición estructural obtenidos a partir del análisis numérico del escalonamiento, permitieron predecir en un 76% dicha condición antes de aplicar la corrección por inspección visual; es decir, 3 de cada 4 *Ums* obtuvieron un valor correcto inicial confirmado por dicha inspección visual, el 24% de las *UM* debió corregirse ya sea para disminuir su categoría, o bien promoverla debido al tipo, extensión y severidad de los deterioros presentes en sus losas.

Complementando lo anterior, se realizó un análisis más detallado de los deterioros presentes en la ruta, a partir de una muestra de 163 *Ums*, cuya metodología de selección



se realizó acorde a lo que indica el MAV-2016. Este análisis incluyó también los criterios de severidad y extensión de dicho manual, y los resultados se muestran en la Tabla 5 y Figura 17.

Tabla 5 Tipos de deterioros presentes en losas de las Ums analizadas

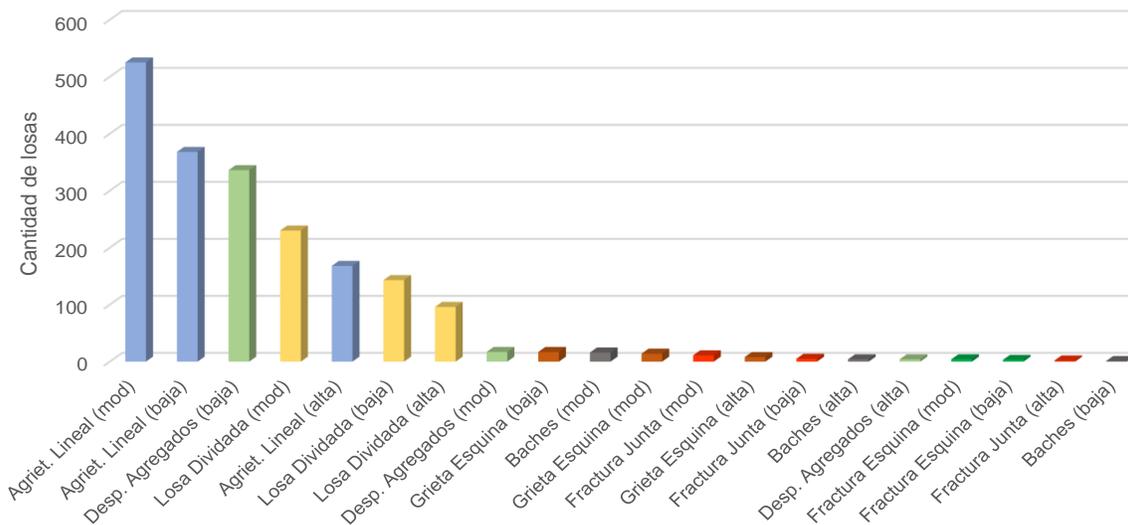
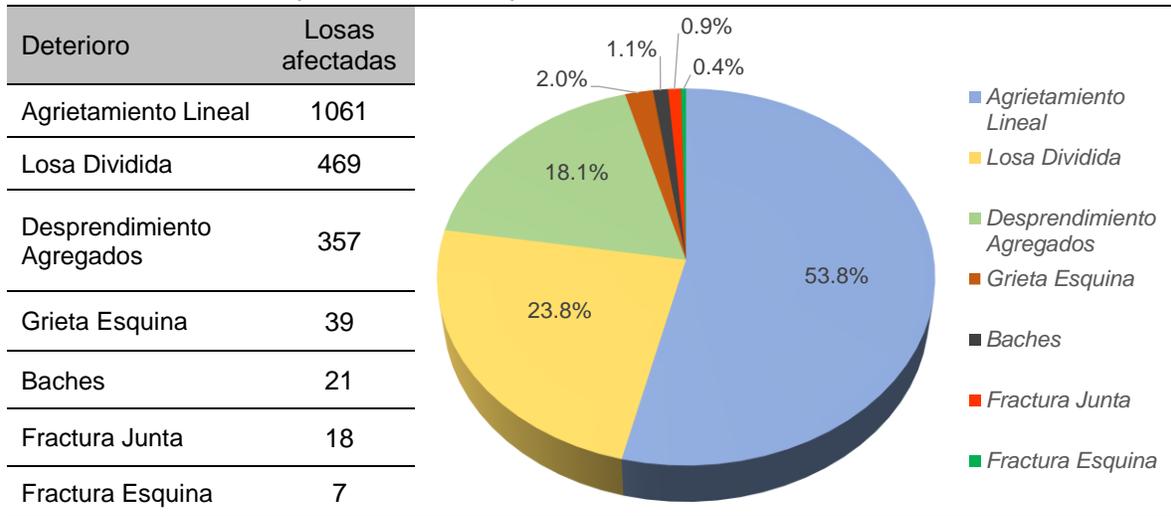


Figura 17 Cantidad de losas afectadas por deterioros y su severidad, para las Ums analizadas.

De este análisis se concluye que el deterioro que afecta en mayor medida el tramo es el *agrietamiento lineal* en losas con severidades moderadas y bajas (en menor medida severidad alta), seguido por *losa dividida* (con severidades baja, moderada y alta) y



desprendimiento de agregados con severidad baja. Esto concuerda con los resultados de la metodología expuesta, ya que los agrietamientos lineales y la losa dividida, corresponde con deterioros estructurales que generan anomalías o distorsiones en los datos del perfilómetro, y que por tanto derivan en valores malos en la condición estructural de las *UM*.

5.5 Inversión en actividades de mantenimiento

Con base en el Sistema Integral de Gestión de Proyectos SIGEPRO, es posible obtener el total de inversión realizado por la Administración en actividades de mantenimiento, tanto por ruta como por año. A partir de esta información, se procesaron los datos específicos para este tramo, entre los años 2020 y 2022 (los datos más recientes reportados); de tal manera que es posible establecer las actividades realizadas y contrastarlas con las necesidades actuales de la ruta, esto con base en los resultados obtenidos en el presente informe.

A la fecha de publicación de este informe, sólo dos contratos reportados por dicha plataforma, contienen información sobre actividades en el tramo evaluado. Estos son, respectivamente, los contratos *2014LN-000016-0CV00* del año 2020, y el *2022CD-000004-0006000001* del año 2022. El resumen de las actividades se muestra en la Tabla 6 y Figura 18.

Tabla 6 Total de la inversión realizada en el tramo evaluado

Ítem	Monto invertido según año	
	2020	2022
<i>Chapea del derecho de vía</i>	₡11.608.180,50	₡3.134.175,03
<i>Limpieza manual de cunetas revestidas</i>	₡2.348.313,54	-
<i>Limpieza de tomas, cabezales y alcantarillas</i>	₡260.799,93	-
<i>Brigada de limpieza de puentes</i>	₡232.440,30	-
Total	₡14.449.734,27	₡3.134.175,03

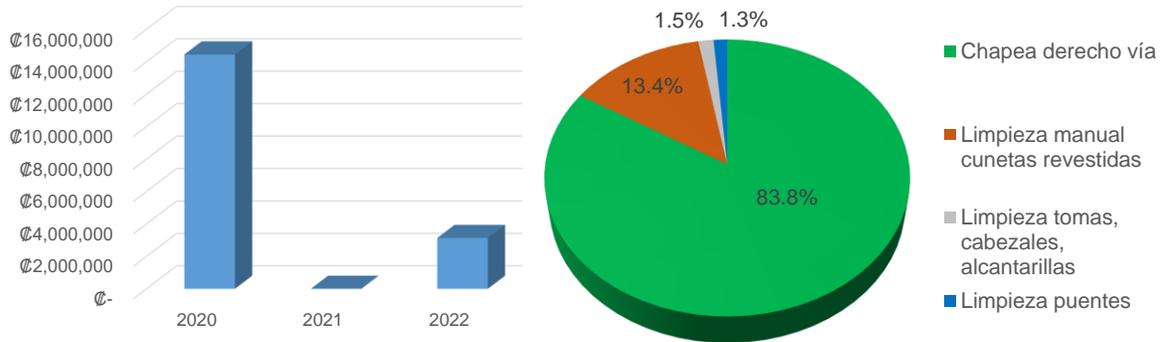


Figura 18 Desglose de la inversión en mantenimiento, Ruta Nacional 18, años 2020 – 2022.

El total de la inversión para el tramo entre los años 2020 a 2022, ha sido de C17.742.355, de los cuales un 82% se realizó en el año 2020. El ítem de pago que más ha tenido inversión corresponde con el *chapeo del derecho de vía*, seguido por la *limpieza manual de cunetas revestidas*. No se encontraron renglones de pago para reparaciones o mantenimiento de la calzada, así como tampoco se encontraron contratos que abarquen el año 2021.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la evaluación de varios proyectos viales cuya calzada se compone de losas de concreto hidráulico, en distintos niveles de condición, en la *UGERVN* se vio la necesidad de actualizar la metodología utilizada para evaluar estos proyectos, y reflejar mejor la condición de estas rutas, con base en los equipos que se poseen y utilizan en el *LanammeUCR*. Partiendo de la metodología desarrollada en el año 2019, la cual ha dado muy buenos resultados en tramos cuyas losas se encuentran en un buen estado funcional y estructural, se analizó el comportamiento de los datos en aquellos sitios que presentan deterioros avanzados, especialmente en el parámetro de escalonamiento (obtenido con el equipo *Perfilómetro Láser*), esto para varios proyectos viales, a saber:

- Ruta Nacional 1 tramo Cañas – Liberia, datos de los años 2019 y 2021.
- Ruta Nacional 18 tramo Limonal – Cruce de la RN60, datos del año 2020.
- Ruta Nacional 158 Radial Francisco J. Orlich (conocida como Radial a Alajuela), datos del año 2022.
- Rutas Nacionales 204 & 211 tramo Zapote – San Francisco – La Colina, datos del año 2021.

De los análisis realizados y los tramos evaluados, los cuales corresponden a rutas aceptadas por la Administración y en operación que conforman la Red Vial Nacional pavimentada, se concluye que las prácticas de conservación y mantenimiento no han sido



eficaces ni suficientes para restituir el nivel de servicio de estos corredores, como tampoco se ha logrado mantener o aumentar la durabilidad de aquellas secciones que aún se encuentran funcionales. Esta condición detectada, desde la perspectiva de la gestión de activos viales, pone en riesgo de una pérdida acelerada del patrimonio vial, así como la conectividad en las regiones donde se ubican los distintos tramos de pavimentos rígidos. En términos generales se trata de un equivalente a 2,9% de la longitud total de la Red Vial Nacional Pavimentada, es decir, aproximadamente 145 km de rutas nacionales construidas con pavimentos rígidos en rutas de alta importancia estratégica.

A partir de los análisis presentes en este informe y de la revisión visual detallada de los datos obtenidos con el *Imaging*, en la metodología de evaluación de pavimentos rígidos, se modificó primero la unidad básica de evaluación, pasando de *Tramo Homogéneo* a propiamente *Unidad de Muestreo*, esto para evitar que los datos promediados “diluyeran” u ocultaran aquellos sitios con deterioros avanzados en la calzada. Segundo, se modificó la forma de procesar los datos de escalonamiento, para que reflejen mejor la condición estructural real en dichas *UMs*.

Junto con este análisis, se debe realizar una evaluación visual de la *UM* (ya sea personal o con equipo especializado para tal fin que permita una adecuada auscultación visual), de tal manera que se garantice que el rango del estado estructural, refleje el estado de las losas de dicha *UM*, confirmando los resultados obtenidos, o bien corrigiendo según se derive de dicha evaluación visual.

Con base en esta metodología actualizada, se procedió entonces a evaluar el tramo de pavimento rígido de la Ruta Nacional 18, entre el poblado de Limonal y la intersección con la ruta 601, esto en la provincia de Guanacaste. A partir de los datos obtenidos con el *Perfilómetro Láser* y el *Imaging*, aproximadamente la mitad de la ruta obtiene notas QR4 y QR5, lo cual significa que presenta una calzada y estructura inferior, que son candidatos (previo estudio) a actividades de rehabilitación mayor o incluso reconstrucción. De la evaluación detallada visual de una muestra de *Ums* de la ruta (que incluye los criterios de severidad expuestos en el *MAV-2016*), se concluye que existe un porcentaje importante de losas afectadas por deterioros severos del tipo agrietamiento longitudinal, transversal, losa dividida y desprendimiento de agregados. El origen de estos deterioros se debe principalmente a los siguientes factores:

- El tipo de suelos de la zona
- La falta de confinamiento lateral de la calzada (no existe espaldón o cunetas revestidas)
- La falta de estructuras adecuadas de manejo de aguas superficiales
- Una falta de prácticas adecuadas de mantenimiento para este tipo de ruta



«Informe técnico»

Página 33

En el aspecto de inversión en actividades de mantenimiento, según los datos extraídos del SIGEPRO es relativamente poco lo que se ha realizado en esta ruta: como se explicó anteriormente entre los años 2020 a 2022 se ejecutaron 17,7 millones de colones, donde un 84% aproximadamente corresponde a la actividad de *chapeo del derecho de vía*. Al contrastar esta inversión, con respecto a las necesidades reales de mantenimiento / rehabilitación de la ruta, se concluye que se carece de la aplicación de un sistema de gestión adecuado que busque cubrir las necesidades específicas de este corredor.

Con base en lo anterior, las recomendaciones dadas en el informe del año 2020 siguen siendo válidas para esta evaluación, y se resumen en:

- a. Realizar una evaluación detallada del origen específico de los deterioros para la totalidad del corredor. Con base en esto, proponer y aplicar las medidas de mitigación / mantenimiento / reconstrucción apropiadas que busquen devolver al tramo, un nivel de servicio adecuado para los usuarios.
- b. Considerar la construcción de espaldones revestidos junto a la calzada, lo cual además de mejorar la seguridad vial de los usuarios, permitiría crear una barrera que disminuya la infiltración lateral de agua en la estructura interna del pavimento.
- c. Mejorar los sistemas de captación de aguas superficiales y subterráneas, tanto para la estructura de la calzada en sí, como para aquellos sitios que presentan taludes y terraplenes. De considerarse la construcción de cunetas, deberán estar debidamente revestidas con materiales resistentes a la erosión.
- d. Implementar un sistema de gestión adecuado para este corredor vial, de tal manera que responda a las necesidades reales conforme se van dando, buscando mantener el nivel de inversión en el patrimonio, así como el índice de servicio para los usuarios.

Cabe destacar que la información y herramientas generadas a partir de la actualización de la metodología presentada (bases de datos, coberturas digitales) se encuentran disponibles para la Administración, con el fin de complementar el sistema de gestión de pavimentos rígidos del país.

Se recalca nuevamente que esta metodología no pretende sustituir una evaluación en toda regla, para este tipo de obras (aquellas realizadas con equipo tecnológico especializado para tal fin, con inspecciones visuales detalladas y un análisis profundo para establecer tanto la causa de los deterioros, así como la mejor estrategia de intervención). Y que los resultados que se obtienen de ella, son una guía del estado, así como de las posibles obras de mantenimiento / rehabilitación que podrían ejecutarse; sin embargo representa una herramienta muy eficiente tanto desde el punto de vista económico como de tiempo y recursos, y que permite obtener una imagen muy exacta del estado real de la ruta evaluada.



7. REFERENCIAS

1. Abdenour, Nazef; Mraz, Alexander; *Validation of FDOT Automated Faulting Method*; Presentación, Department of Transportation, State of Florida, 2010.
2. Agurla, Mahesh; Lin, Sean; *Long Term Pavement Performance Automated Faulting Measurement*; Resumen de Investigación, Federal Highway Administration, 2015.
3. American Association of State Highway and Transportation Officials; *Standard Practice for Evaluating Faulting of Concrete Pavements*; Normativa Técnica R36-17; 2017.
4. Chang, George; Karamihas, Steven y otros; *Quantifying the Impact of Jointed Concrete Pavement Curling and Warping on Pavement Unevenness*; Resumen de Investigación, Symposium on Pavement Surface Characteristics SURF, 2008.
5. Chang, George; Watkins, James; Orthmeyer, Bob; *Practical Implementation of Automated Fault Measurement Based on Pavement Profiles*; International Symposium on Pavement Performance Trends, Advances and Challenges, ASTM, 2011.
6. Crovetti, J; Darter, M.; *Void Detection for Jointed Concrete Pavements*; Resumen de Investigación, Transportation Research Board, 1985.
7. Herrera Fallas, Diego; Barrantes Jiménez, Roy; *Diseño de un modelo para calificar la condición técnica de pavimentos rígidos en servicio de la Red Vial Nacional de Costa Rica*; tesis para obtener el grado de licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, 2019.
8. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales; *Informe LM-IC-D-0829-2020 Evaluación de la Ruta Nacional 18, tramo entre el cruce de Limonal y el puente sobre el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica*; Informe de asesoría, Universidad de Costa Rica, 2020.
9. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales; *Informe EIC-Lanamme-INF-0717-2022 Evaluación de las Rutas Nacionales 204 y 211, tramo Zapote – San Francisco – La Colina*; Informe de evaluación Universidad de Costa Rica, 2022.
10. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales; *Informe LM-PI-PV-IN-20D-05 Patología del Proyecto Limonal – Tempisque*; Informe de evaluación, Universidad de Costa Rica, 2005.
11. Ministerio de Obras Públicas y Transportes; *Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica MAV-2016*; San José, Costa Rica, 2016.
12. Wang, Kelvin; Li, Lin; Li, Joshua; *Automated Joint Faulting Measurement Using 3D Pavement Texture Data*; Resumen de Investigación, American Society of Civil Engineers, 2014.



ANEXO I

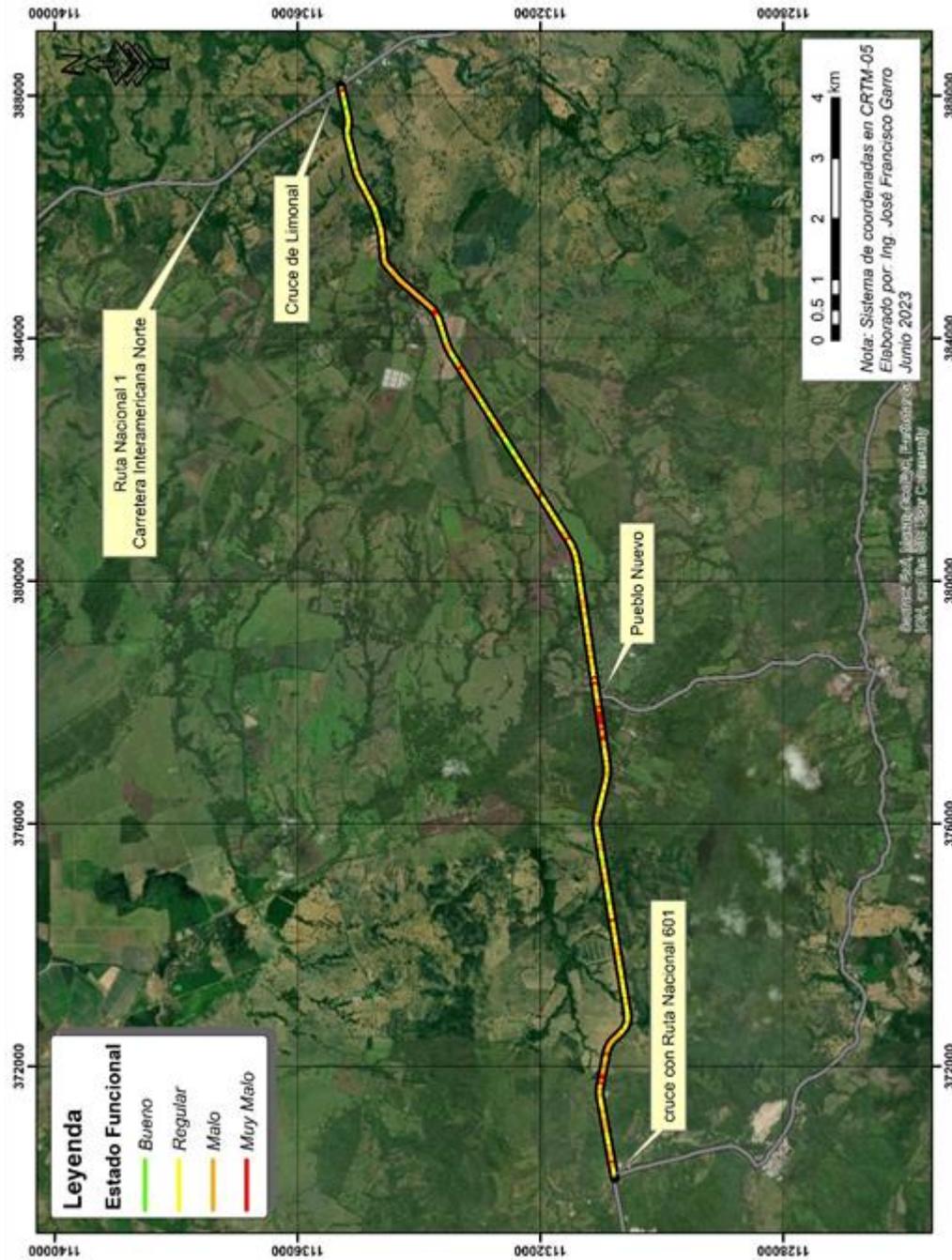


Figura A1 Resultados de la evaluación del componente funcional, Ruta Nacional 218.

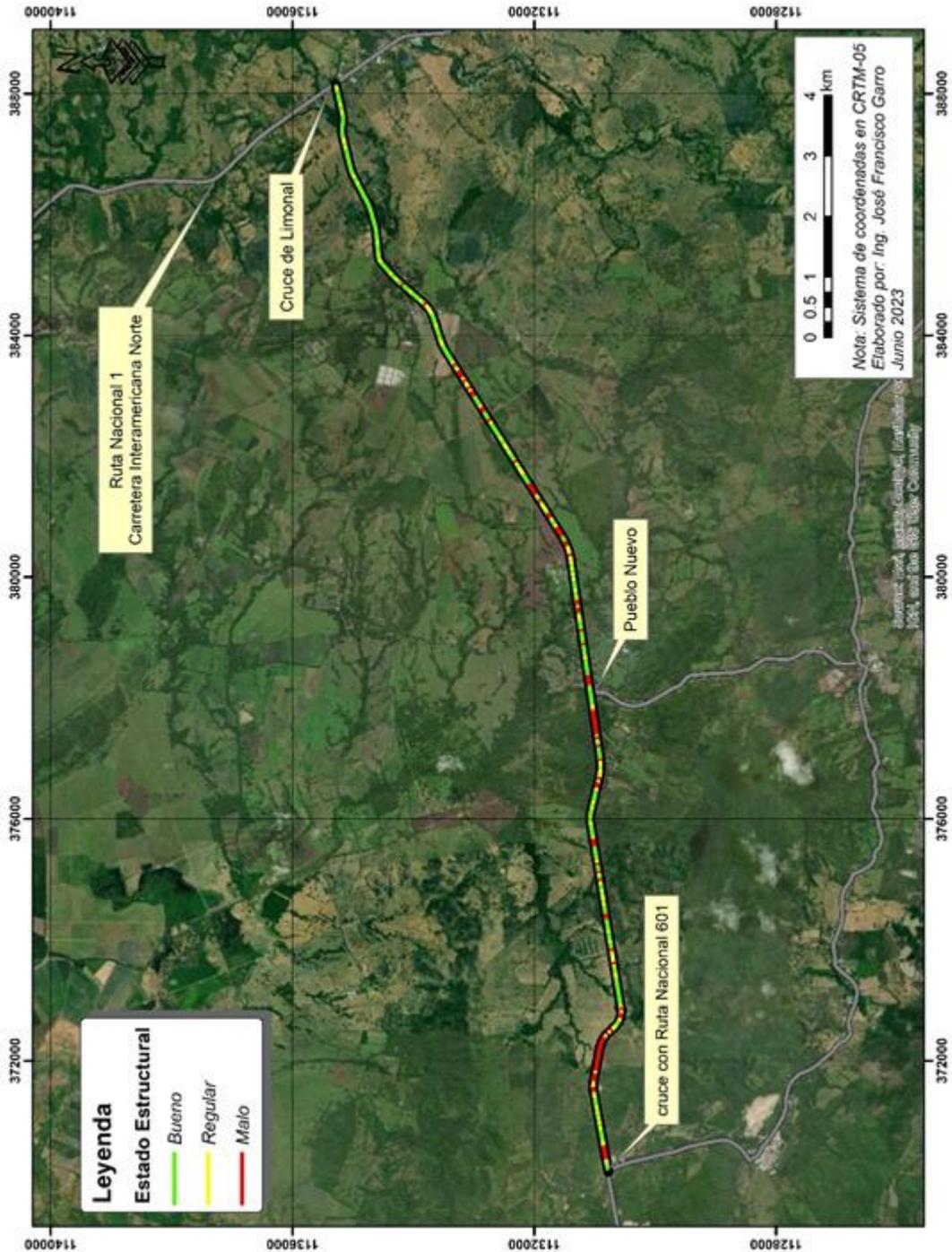


Figura A2 Resultados de la evaluación del componente estructural, Ruta Nacional 218.

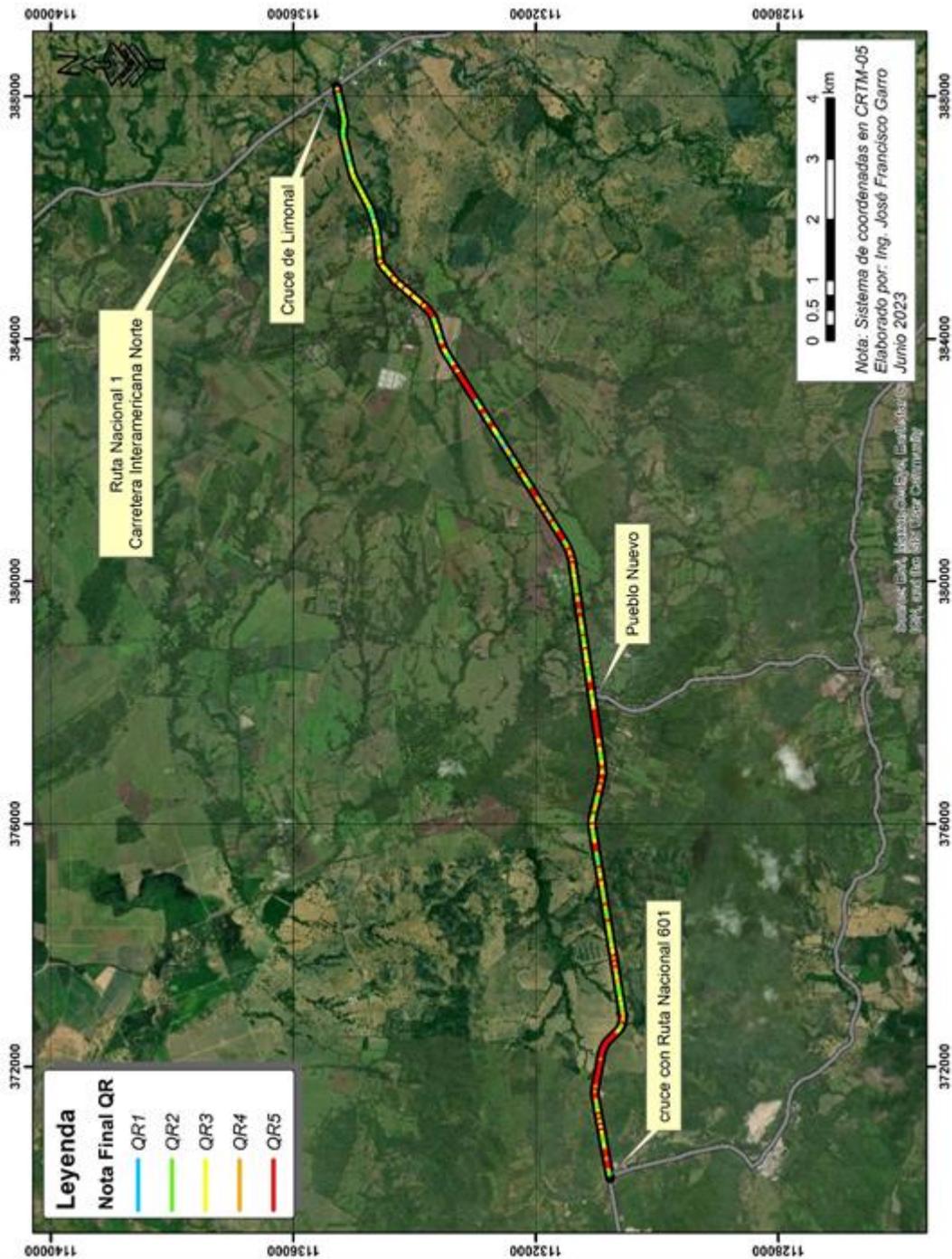


Figura A3 Resultados de la evaluación de la Nota QR, Ruta Nacional 218.



ANEXO II

Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (ver glosario al final)
Promedio FLT para la ruta: 56,9, Promedio x2: 113,8

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
2	10,6	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
3	100,2	Moderado		si									Muy Malo	Regular	QR5 ₁
4	15,4	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
5	3,3	Bajo	si										Regular	Bueno	QR2
6	13,3	Bajo									si	si	Bueno	Bueno	QR1
7	<3,0	N/A	si	si									Regular	Bueno	QR2
8	<3,0	N/A	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
9	<3,0	N/A	si	si							si	si	Bueno	Regular	QR4 ₁
10	3,3	Bajo	si	si									Bueno	Bueno	QR1
11	10,3	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
12	27,7	Bajo	si	si							si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
13	49,3	Bajo	si	si	si				si		si	si	Regular	Bueno	QR2
14	17,5	Bajo		si									Regular	Bueno	QR2
15	3,4	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
16	15,6	Bajo		si							si	si	Regular	Bueno	QR2
17	7,5	Bajo	si	si								si	Regular	Bueno	QR2
18	3,8	Bajo	si	si								si	Regular	Bueno	QR2
19	29,7	Bajo		si							si	si	Bueno	Bueno	QR1
20	15,5	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
21	4,0	Bajo		si							si	si	Regular	Bueno	QR2
22	13,9	Bajo	si	si							si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
23	12,1	Bajo	si	si							si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
24	9,1	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
25	33,7	Bajo	si		si	si					si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
26	21,4	Bajo		si	si	si					si	si	Bueno	Bueno	QR1
27	6,2	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
28	32,4	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
29	18,9	Bajo	si	si									Bueno	Bueno	QR1
30	3,0	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
31	22,8	Bajo									si	si	Regular	Bueno	QR2
32	25,2	Bajo		si							si	si	Malo	Bueno	QR3
33	10,7	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
34	42,2	Bajo	si								si	si	Regular	Bueno	QR2
35	39,7	Bajo	si	si							si	si	Malo	Bueno	QR3
36	10,6	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Regular	QR4 ₁



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
37	17.7	Bajo	si								si	si	Regular	Bueno	QR2
38	12.5	Bajo									si	si	Regular	Bueno	QR2
39	18.6	Bajo	si		si	si	si				si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
40	54.0	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
41	6.6	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
42	42.1	Bajo	si	si							si		Regular	Bueno	QR2
43	26.1	Bajo		si		si					si	si	Malo	Bueno	QR3
44	26.2	Bajo									si	si	Regular	Bueno	QR2
45	63.7	Moderado	si	si							si	si	Malo	Bueno	QR3
46	47.3	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
47	47.8	Bajo			si	si					si	si	Malo	Bueno	QR3
48	24.6	Bajo	si	si	si						si	si	Regular	Bueno	QR2
49	8.2	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
50	11.8	Bajo									si	si	Bueno	Bueno	QR1
51	22.4	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
52	13.5	Bajo	si	si	si						si	si	Bueno	Bueno	QR1
53	4.4	Bajo	si	si	si						si	si	Malo	Bueno	QR3
54	35.4	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
55	27.1	Bajo			si	si					si	si	Malo	Bueno	QR3
56	20.1	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
57	24.5	Bajo	si	si	si	si					si		Regular	Bueno	QR2
58	50.3	Bajo			si	si			si		si	si	Regular	Bueno	QR2
59	55.9	Bajo			si	si					si	si	Malo	Bueno	QR3
60	21.1	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
61	37.9	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
62	107.3	Moderado	si		si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
63	19.8	Bajo	si	si	si						si	si	Malo	Bueno	QR3
64	34.3	Bajo	si	si	si	si			si		si	si	Malo	Bueno	QR3
65	11.5	Bajo	si	si		si					si	si	Malo	Bueno	QR3
66	12.7	Bajo	si	si	si								Regular	Bueno	QR2
67	52.7	Bajo	si	si	si	si					si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
68	27.2	Bajo		si	si						si	si	Malo	Bueno	QR3
69	61.7	Moderado	si	si							si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
70	48.1	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
71	36.5	Bajo											Malo	Bueno	QR3
72	14.3	Bajo		si									Regular	Bueno	QR2
73	24.2	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
74	9.7	Bajo											Malo	Bueno	QR3



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
75	58.6	Moderado									si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
76	14.5	Bajo	si									si	Malo	Bueno	QR3
77	27.2	Bajo	si	si							si	si	Malo	Bueno	QR3
78	63.0	Moderado									si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
79	54.1	Bajo		si							si	si	Malo	Bueno	QR3
80	45.5	Bajo			si						si	si	Malo	Bueno	QR3
81	112.2	Moderado	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
82	48.6	Bajo											Malo	Bueno	QR3
83	50.8	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
84	23.6	Bajo											Malo	Bueno	QR3
85	33.9	Bajo	si	si									Malo	Regular	QR5 ₁
86	41.5	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
87	24.6	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
88	41.9	Bajo	si		si	si							Malo	Bueno	QR3
89	29.3	Bajo											Malo	Bueno	QR3
90	60.7	Moderado									si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
91	37.3	Bajo	si	si	si								Malo	Bueno	QR3
92	42.3	Bajo	si	si		si		si					Malo	Malo	QR5 ₁
93	29.5	Bajo	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
94	32.8	Bajo	si	si							si	si	Muy Malo	Regular	QR5 ₁
95	83.0	Moderado									si	si	Muy Malo	Regular	QR5 ₁
96	59.5	Moderado									si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
97	18.8	Bajo									si	si	Regular	Bueno	QR2
98	15.7	Bajo											Regular	Bueno	QR2
99		N/A											Regular	Bueno	QR2
100	27.0	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
101	59.5	Moderado											Regular	Regular	QR4 ₁
102	48.3	Bajo							si		si	si	Malo	Bueno	QR3
103	10.8	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
104	3.7	Bajo											Bueno	Bueno	QR1
105	13.3	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
106	31.6	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
107	93.4	Moderado	si	si		si	si	si				si	Malo	Regular	QR5 ₁
108	90.8	Moderado	si	si							si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
109	23.2	Bajo									si	si	Malo	Bueno	QR3
110	10.6	Bajo											Malo	Bueno	QR3
111	48.8	Bajo									si	si	Regular	Bueno	QR2
112	3.4	Bajo											Regular	Bueno	QR2



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
113	6.3	Bajo		si							si		Bueno	Bueno	QR1
114	36.5	Bajo		si							si	si	Regular	Bueno	QR2
115	48.9	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
116	99.3	Moderado	si	si							si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
117	341.2	Alto	si	si	si	si	si	si					Muy Malo	Malo	QR5 ₂
118	53.8	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
119	39.7	Bajo	si	si							si		Malo	Regular	QR5 ₁
120	141.4	Alto	si	si			si	si					Malo	Malo	QR5 ₂
121	128.1	Alto	si	si		si							Malo	Malo	QR5 ₂
122	50.0	Bajo	si	si									Malo	Malo	QR5 ₁
123	94.2	Moderado	si	si									Malo	Regular	QR5 ₁
124	47.0	Bajo	si				si						Malo	Malo	QR5 ₁
125	88.4	Moderado	si	si									Malo	Regular	QR5 ₁
126	77.8	Moderado	si	si		si			si		si		Malo	Regular	QR5 ₁
127	115.4	Alto	si				Malo	Malo	QR5 ₂						
128	44.1	Bajo		si									Malo	Regular	QR5 ₁
129	136.9	Alto		si		si							Malo	Malo	QR5 ₂
130	143.9	Alto		si									Malo	Malo	QR5 ₂
131	30.9	Bajo											Regular	Bueno	QR2
132	29.3	Bajo		si									Bueno	Bueno	QR1
133	35.7	Bajo		si									Regular	Bueno	QR2
134	20.4	Bajo	si										Malo	Bueno	QR3
135	36.9	Bajo	si	si							si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
136	169.9	Alto	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₂
137	36.1	Bajo	si	si	si		si						Regular	Malo	QR4 ₁
138	42.5	Bajo											Bueno	Bueno	QR1
139	48.3	Bajo											Malo	Bueno	QR3
140	14.1	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
141	136.5	Alto	si	si	si	si		si					Malo	Malo	QR5 ₂
142	97.7	Moderado		si									Malo	Regular	QR5 ₁
143	14.9	Bajo			si								Malo	Bueno	QR3
144	29.8	Bajo	si										Malo	Bueno	QR3
145	48.6	Bajo											Malo	Bueno	QR3
146	18.7	Bajo											Regular	Bueno	QR2
147	18.2	Bajo											Bueno	Bueno	QR1
148	10.6	Bajo				si							Regular	Bueno	QR2
149	64.9	Moderado			si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
150	5.1	Bajo	si	si									Bueno	Bueno	QR1



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
151	12.5	Bajo		si		si				si			Bueno	Bueno	QR1
152	23.1	Bajo	si	si		si							Bueno	Regular	QR4 ₁
153	28.1	Bajo	si		si						si		Regular	Regular	QR4 ₁
154	3.5	Bajo	si	si		si							Regular	Bueno	QR2
155	58.0	Moderado		si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
156		N/A	si	si									Bueno	Bueno	QR1
157	3.3	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
158	6.5	Bajo			si								Regular	Bueno	QR2
159	90.9	Moderado	si	si	si	si				si	si		Regular	Malo	QR4 ₁
160	80.7	Moderado	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
161	19.7	Bajo	si							si	si		Regular	Bueno	QR2
162	82.5	Moderado	si	si	si	si				si	si		Malo	Regular	QR5 ₁
163	73.3	Moderado	si	si		si							Regular	Regular	QR4 ₁
164	59.2	Moderado	si	si		si							Regular	Regular	QR4 ₁
165	32.7	Bajo	si	si							si		Malo	Bueno	QR3
166	51.2	Bajo	si	si	si								Regular	Bueno	QR2
167		N/A	si	si									Regular	Bueno	QR2
168	13.1	Bajo	si	si		si							Regular	Bueno	QR2
169	137.8	Alto	si	si		si				si	si		Malo	Malo	QR5 ₂
170	223.1	Alto	si	si		si				si	si		Malo	Malo	QR5 ₂
171	209.6	Alto	si	si		si	si			si	si		Malo	Malo	QR5 ₂
172	369.7	Alto	si	si		si	si			si	si		Muy Malo	Malo	QR5 ₂
173	88.2	Moderado	si	si		si	si		si				Bueno	Malo	QR4 ₁
174	9.7	Bajo				si							Regular	Regular	QR4 ₁
175	13.9	Bajo	si	si		si				si	si		Regular	Bueno	QR2
176	217.0	Alto				si				si	si		Malo	Malo	QR5 ₂
177	3.4	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
178	111.7	Moderado	si	si		si				si	si		Regular	Regular	QR4 ₁
179	108.4	Moderado	si	si		si				si	si		Malo	Regular	QR5 ₁
180	9.7	Bajo	si	si									Regular	Regular	QR4 ₁
181	49.9	Bajo	si		si	si							Bueno	Bueno	QR1
182	110.2	Moderado	si	si	si	si							Regular	Malo	QR4 ₁
183	113.0	Moderado	si	si	si	si				si	si		Malo	Malo	QR5 ₁
184	46.4	Bajo	si	si						si	si		Regular	Regular	QR4 ₁
185	11.5	Bajo				si				si	si		Regular	Bueno	QR2
186	27.4	Bajo	si	si		si							Regular	Bueno	QR2
187	7.8	Bajo	si		si								Regular	Regular	QR4 ₁
188	199.3	Alto	si	si	si								Malo	Malo	QR5 ₂



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
189	188.4	Alto	si	si	si	si	si						Malo	Malo	QR5 ₂
190	227.4	Alto	si	si		si		si			si	si	Malo	Malo	QR5 ₂
191	230.9	Alto	si		si	si	si	si					Muy Malo	Malo	QR5 ₂
192	23.8	Bajo		si		si					si		Regular	Bueno	QR2
193	6.5	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
194	187.0	Alto	si	si		si					si	si	Regular	Malo	QR4 ₂
195	114.3	Alto				si							Malo	Malo	QR5 ₂
196		N/A	si	si	si	si					si		Regular	Regular	QR4 ₁
197	29.1	Bajo											Regular	Regular	QR4 ₁
198	10.8	Bajo	si		si		si						Malo	Regular	QR5 ₁
199	145.3	Alto	si		si	si	si	si			si		Regular	Malo	QR4 ₂
200	29.9	Bajo	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
201	79.2	Moderado			si								Regular	Regular	QR4 ₁
202	18.9	Bajo	si	si	si								Regular	Regular	QR4 ₁
203	22.2	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
204	6.4	Bajo			si								Regular	Regular	QR4 ₁
205	24.9	Bajo			si								Malo	Bueno	QR3
206	57.1	Moderado	si	si	si								Regular	Regular	QR4 ₁
207	33.3	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
208	74.1	Moderado			si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
209	15.7	Bajo	si	si							si	si	Regular	Bueno	QR2
210	40.4	Bajo									si	si	Regular	Bueno	QR2
211	18.5	Bajo			si								Regular	Bueno	QR2
212	82.2	Moderado				si							Malo	Regular	QR5 ₁
213	20.7	Bajo				si							Regular	Bueno	QR2
214	20.1	Bajo											Malo	Bueno	QR3
215	63.5	Moderado		si		si					si		Malo	Regular	QR5 ₁
216	135.7	Alto	si	si	si	si	si						Malo	Malo	QR5 ₂
217	109.2	Moderado			si				si				Malo	Malo	QR5 ₁
218	41.2	Bajo			si								Regular	Bueno	QR2
219	181.5	Alto			si	si				si			Malo	Malo	QR5 ₂
220	34.4	Bajo			si			si					Malo	Malo	QR5 ₁
221	12.5	Bajo			si						si	si	Regular	Bueno	QR2
222	35.7	Bajo	si		si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
223	35.0	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
224	3.4	Bajo			si								Malo	Bueno	QR3
225	36.9	Bajo											Regular	Bueno	QR2
226	43.8	Bajo	si								si		Regular	Bueno	QR2



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
227	80.6	Moderado	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
228	28.1	Bajo									si		Regular	Bueno	QR2
229	13.1	Bajo											Regular	Bueno	QR2
230	41.3	Bajo											Regular	Bueno	QR2
231	49.5	Bajo	si		si								Malo	Bueno	QR3
232	74.9	Moderado		si	si	si		si					Malo	Malo	QR5 ₁
233	49.2	Bajo		si	si	si							Malo	Bueno	QR3
234	24.3	Bajo											Regular	Bueno	QR2
235	54.3	Bajo									si		Malo	Bueno	QR3
236	37.6	Bajo								si	si		Malo	Bueno	QR3
237	59.7	Moderado											Regular	Regular	QR4 ₁
238	49.7	Bajo			si					si	si		Malo	Bueno	QR3
239	39.9	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
240	29.8	Bajo								si			Regular	Bueno	QR2
241	6.6	Bajo									si		Regular	Bueno	QR2
242	13.1	Bajo											Regular	Bueno	QR2
243	27.3	Bajo	si		si					si			Muy Malo	Bueno	QR3
244	199.7	Alto	si		si	si			si				Regular	Malo	QR4 ₂
245	255.9	Alto		si		si			si				Muy Malo	Malo	QR5 ₂
246	54.0	Bajo	si		si	si	si						Malo	Malo	QR5 ₁
247	12.6	Bajo	si	si	si		si						Regular	Malo	QR5 ₁
248	19.3	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
249	21.6	Bajo		si						si			Regular	Bueno	QR2
250	14.8	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
251	16.4	Bajo								si			Malo	Bueno	QR3
252	32.4	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
253	44.5	Bajo	si	si		si							Malo	Bueno	QR3
254	48.4	Bajo											Muy Malo	Bueno	QR3
255	123.1	Alto	si	si	si								Malo	Regular	QR5 ₂
256	93.8	Moderado			si	si	si						Muy Malo	Regular	QR5 ₁
257	203.3	Alto			si	si	si						Muy Malo	Malo	QR5 ₂
258	518.7	Alto	si	si	si	si	si	si					Muy Malo	Malo	QR5 ₂
259	246.4	Alto	si	si	si	si	si	si					Muy Malo	Malo	QR5 ₂
260	272.1	Alto	si	si	si	si	si	si					Muy Malo	Malo	QR5 ₂
261	344.0	Alto	si	si	si	si							Malo	Malo	QR5 ₂
262	290.6	Alto	si	si	si	si	si	si					Muy Malo	Malo	QR5 ₂
263	50.7	Bajo	si	si	si	si							Malo	Malo	QR5 ₁
264	110.8	Moderado	si	si	si	si							Malo	Malo	QR5 ₁



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
265	240.3	Alto	si	si	si	si	si			si			Muy Malo	Malo	QR5 ₂
266	35.9	Bajo		si		si							Muy Malo	Bueno	QR3
267	313.4	Alto	si	si						si			Regular	Malo	QR4 ₂
268	66.7	Moderado	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
269	8.6	Bajo	si		si	si					si		Malo	Bueno	QR3
270	257.7	Alto	si	si	si								Regular	Malo	QR4 ₂
271	25.7	Bajo			si								Regular	Bueno	QR2
272	3.3	Bajo			si								Regular	Bueno	QR2
273	19.6	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
274	52.0	Bajo	si	si	si						si		Malo	Bueno	QR3
275	33.3	Bajo		si	si	si							Regular	Malo	QR4 ₁
276	22.8	Bajo	si	si	si								Malo	Regular	QR5 ₁
277	55.5	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
278	11.4	Bajo	si		si	si							Malo	Bueno	QR3
279	79.1	Moderado	si	si	si						si		Malo	Regular	QR5 ₁
280	15.7	Bajo	si	si	si						si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
281	61.0	Moderado			si	si					si		Regular	Regular	QR4 ₁
282	33.5	Bajo	si		si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
283	92.0	Moderado			si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
284	7.0	Bajo	si		si	si					si		Regular	Malo	QR4 ₁
285	120.1	Alto	si		si	si					si	si	Malo	Malo	QR5 ₂
286	25.7	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
287	17.1	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
288	15.8	Bajo			si	si					si		Regular	Bueno	QR2
289	50.5	Bajo			si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
290	28.9	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Malo	QR4 ₁
291	7.6	Bajo	si	si	si	si						si	Regular	Regular	QR4 ₁
292	17.9	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
293	54.1	Bajo	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
294	20.9	Bajo			si						si	si	Regular	Bueno	QR2
295	33.5	Bajo		si	si	si					si	si	Malo	Bueno	QR3
296	48.7	Bajo		si							si	si	Malo	Bueno	QR3
297	91.6	Moderado	si	si	si	si					si	si	Malo	Regular	QR5 ₁
298	46.1	Bajo	si	si	si	si							Malo	Bueno	QR3
299	81.3	Moderado			si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
300	29.8	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
301	17.2	Bajo	si		si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
302	23.5	Bajo			si								Regular	Bueno	QR2



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
303	15.4	Bajo	si	si	si								Malo	Bueno	QR3
304	104.1	Moderado	si	si	si	si					si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
305	102.1	Moderado	si		si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
306	43.9	Bajo	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
307	128.5	Alto	si	si	si	si							Malo	Malo	QR5 ₂
308	33.7	Bajo		si	si	si					si		Regular	Bueno	QR2
309	6.0	Bajo			si	si					si		Regular	Bueno	QR2
310	15.4	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
311	6.3	Bajo											Bueno	Bueno	QR1
312	10.9	Bajo									si		Regular	Bueno	QR2
313	69.3	Moderado	si		si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
314	21.4	Bajo		si	si	si	si	si				si	Regular	Malo	QR4 ₁
315	3.4	Bajo			si	si					si		Regular	Bueno	QR2
316	33.2	Bajo				si							Malo	Bueno	QR3
317	49.1	Bajo	si	si	si	si	si	si		si			Regular	Malo	QR4 ₁
318	51.9	Bajo	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
319	13.0	Bajo			si	si							Malo	Bueno	QR3
320	192.1	Alto		si	si	si					si		Regular	Malo	QR4 ₂
321	14.3	Bajo	si		si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
322	18.1	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
323	22.3	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
324	33.9	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
325	13.5	Bajo	si	si	si	si					si		Regular	Bueno	QR2
326	4.4	Bajo	si		si	si							Bueno	Regular	QR4 ₁
327	72.2	Moderado	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
328	36.7	Bajo		si	si	si							Regular	Bueno	QR2
329	40.7	Bajo									si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
330	6.7	Bajo	si	si								si	Regular	Bueno	QR2
331	4.4	Bajo											Regular	Bueno	QR2
332	24.8	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
333	246.3	Alto	si	si	si	si	si	si					Muy Malo	Malo	QR5 ₂
334	61.6	Moderado	si	si	si	si		si					Regular	Malo	QR4 ₁
335	32.6	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
336	13.0	Bajo			si	si					si	si	Malo	Bueno	QR3
337	24.9	Bajo				si					si	si	Regular	Bueno	QR2
338	4.1	Bajo		si	si	si					si		Malo	Bueno	QR3
339	100.1	Moderado			si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
340	11.6	Bajo									si	si	Regular	Bueno	QR2



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
341	11.5	Bajo							si		si	si	Regular	Bueno	QR2
342	18.6	Bajo											Malo	Bueno	QR3
343	62.0	Moderado											Regular	Regular	QR4 ₁
344	11.4	Bajo									si		Malo	Bueno	QR3
345	43.5	Bajo											Malo	Bueno	QR3
346	70.7	Moderado	si	si	si	si	si	si			si		Malo	Malo	QR5 ₁
347	11.1	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
348	13.4	Bajo	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
349	21.0	Bajo	si		si	si					si		Regular	Regular	QR4 ₁
350	106.5	Moderado	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
351	36.8	Bajo	si	si	si	si	si	si					Regular	Malo	QR4 ₁
352	3.7	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
353	6.6	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
354	16.6	Bajo	si	si									Malo	Bueno	QR3
355	9.6	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
356	21.1	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
357	11.0	Bajo	si		si	si							Regular	Bueno	QR2
358	21.7	Bajo	si	si	si	si					si	si	Regular	Bueno	QR2
359	10.4	Bajo	si	si		si							Regular	Bueno	QR2
360	21.5	Bajo	si	si									Regular	Bueno	QR2
361	10.7	Bajo											Regular	Bueno	QR2
362	12.0	Bajo	si	si	si	si							Malo	Bueno	QR3
363	22.6	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
364	11.4	Bajo				si							Malo	Bueno	QR3
365	20.6	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
366	24.7	Bajo	si	si	si	si							Regular	Bueno	QR2
367	73.9	Moderado	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
368	26.8	Bajo	si		si	si	si	si					Regular	Malo	QR4 ₁
369	47.4	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
370	163.4	Alto	si	si	si	si	si	si					Regular	Malo	QR4 ₂
371	158.3	Alto	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₂
372	10.9	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
373	10.4	Bajo											Regular	Bueno	QR2
374	4.6	Bajo											Malo	Bueno	QR3
375	20.9	Bajo	si		si	si	si						Regular	Regular	QR4 ₁
376	83.4	Moderado			si	si	si						Malo	Regular	QR5 ₁
377	13.8	Bajo	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
378	71.8	Moderado	si	si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
379	359.8	Alto			si	si							Malo	Malo	QR5 ₂
380	58.8	Moderado	si	si	si	si	si	si					Malo	Regular	QR5 ₁
381	20.4	Bajo	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
382	132.1	Alto	si	si	si	si							Malo	Malo	QR5 ₂
383	119.6	Alto	si	si	si	si							Malo	Malo	QR5 ₂
384	54.8	Bajo	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
385	214.2	Alto	si	si			Muy Malo	Malo	QR5 ₂						
386	69.4	Moderado	si				Malo	Malo	QR5 ₁						
387	49.7	Bajo	si	si	si	si		si					Regular	Malo	QR4 ₁
388	62.1	Moderado	si	si	si	si				si			Malo	Malo	QR5 ₁
389	33.4	Bajo	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
390	173.8	Alto	si	si	si	si			si				Malo	Malo	QR5 ₂
391	159.7	Alto	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₂
392	94.1	Moderado	si	si			Malo	Malo	QR5 ₁						
393	480.5	Alto	si	si	si	si	si	si		si			Muy Malo	Malo	QR5 ₂
394	76.8	Moderado	si	si	si					si			Muy Malo	Malo	QR5 ₁
395	86.3	Moderado	si	si	si	si	si	si		si			Malo	Malo	QR5 ₁
396	364.8	Alto		si	si	si							Muy Malo	Malo	QR5 ₂
397	45.7	Bajo	si	si	si		si	si					Regular	Malo	QR4 ₁
398	26.9	Bajo	si	si	si				si				Malo	Regular	QR5 ₁
399	89.7	Moderado		si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
400	125.7	Alto	si	si	si	si							Malo	Malo	QR5 ₂
401	22.5	Bajo	si	si	si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
402	31.2	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
403	20.0	Bajo	si	si	si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
404	14.6	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
405	30.2	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
406	9.4	Bajo			si	si							Malo	Bueno	QR3
407	91.1	Moderado			si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
408	6.4	Bajo			si	si					si		Regular	Bueno	QR2
409	4.2	Bajo			si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
410	13.5	Bajo			si	si							Malo	Bueno	QR3
411	98.1	Moderado	si		si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
412	39.1	Bajo	si		si	si							Malo	Bueno	QR3
413	73.1	Moderado			si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
414	18.9	Bajo			si	si							Malo	Bueno	QR3
415	22.8	Bajo			si	si					si	si	Regular	Regular	QR4 ₁
416	33.7	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2



Tabla A1 Resumen de los indicadores para las UM, Ruta Nacional 18 (continuación).

UM	FLT	Rango Prelim.	AT		AL		LD		Bch		Desp		Comp. Func.	Comp. Estruct.	NotaQR
			i	v	i	v	i	v	i	v	i	v			
417	24.9	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
418	40.9	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2
419	20.4	Bajo				si							Malo	Bueno	QR3
420	18.1	Bajo	si	si	si	si	si				si		Regular	Regular	QR4 ₁
421	108.9	Moderado	si		si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
422	27.2	Bajo	si	si	si	si	si						Malo	Malo	QR5 ₁
423	124.3	Alto			si	si							Malo	Malo	QR5 ₂
424	39.4	Bajo			si	si	si	si			si		Regular	Malo	QR4 ₁
425	220.3	Alto			si	si							Muy Malo	Malo	QR5 ₂
426	46.0	Bajo			si	si	si	si					Malo	Malo	QR5 ₁
427	97.2	Moderado		si	si	si							Malo	Regular	QR5 ₁
428	6.6	Bajo			si	si							Regular	Regular	QR4 ₁
429	15.5	Bajo			si	si							Regular	Bueno	QR2

Glosario

- UM: *Unidad de Muestreo*
- FLT: *Valor obtenido de escalonamiento, según metodología presentada*
- Rango Prelim.: *Rango preliminar del componente estructural, a partir de la comparación del valor de FLT con respecto al promedio para la ruta (Bajo: bajo promedio; Moderado: sobre promedio; Alto: sobre 2 veces el promedio)*
- AT: *Presencia de Agrietamiento Transversal, según evaluación visual*
- AL: *Presencia de Agrietamiento Longitudinal, según evaluación visual*
- LD: *Presencia de Losa Dividida, según evaluación visual*
- Bch: *Presencia de Baches en mezcla asfáltica, según evaluación visual*
- Desp: *Presencia de desprendimiento de agregados, según evaluación visual*
- i: *carril en el sentido de ida*
- v: *carril en el sentido de venida*
- Comp. Func.: *Rango de estado del componente funcional, según metodología presentada*
- Comp. Estruct.: *Rango de estado del componente estructural, según metodología presentada*
- NotaQR: *Nota QR final de la Unidad de Muestreo*

Nota: La UM1 no pudo ser evaluada, debido a los trabajos que se están realizando en la intersección (paso a desnivel) por las obras del tramo Limonal – Cañas.



ANEXO III

Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18



UM 39 (1+710 a 1+755): Rango preliminar de condición estructural: *Bajo*; Deterioros presentes: *losa dividida y grieta de esquina*. Calificación funcional: *Regular*; Calificación estructural: *Regular*; Nota Final: **QR4₁**



UM 44 (1+935 a 1+980): Rango preliminar de condición estructural: *Bajo*; Deterioros presentes: *desprendimiento de agregados*. Calificación funcional: *Regular*; Calificación estructural: *Bueno*; Nota Final: **QR2**



UM 81 (3+600 a 3+645): Rango preliminar de condición estructural: *Moderado*; Deterioros presentes: *agrietamiento longitudinal, transversal y losa dividida*. Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₁**



UM 107 (4+770 a 4+815): Rango preliminar de condición estructural: *Moderado*; Deterioros presentes: *agrietamiento longitudinal, losa dividida y grieta de esquina*. Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Regular*; Nota Final: **QR4₁**



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)



UM 117 (5+220 a 5+265): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida*.
Calificación funcional: *Muy Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



UM 120 (5+355 a 5+400): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *losa dividida*.
Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



UM 124 (5+535 a 5+580): Rango preliminar de condición estructural: *Bajo*; Deterioros presentes: *losa dividida*.
Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₁**



UM 127 (5+670 a 5+715): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida*.
Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)



UM 136 (6+075 a 6+120): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida*.

Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



UM 137 (6+120 a 6+165): Rango preliminar de condición estructural: *Bajo*; Deterioros presentes: *agrietamiento longitudinal, losa dividida*.

Calificación funcional: *Regular*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR4₁**



UM 141 (6+300 a 6+345): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *agrietamiento longitudinal, losa dividida*.

Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



UM 171 (7+650 a 7+695): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *agrietamientos longitudinales, losa dividida*.

Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)



UM 189 (8+460 a 8+505): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida*.

Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



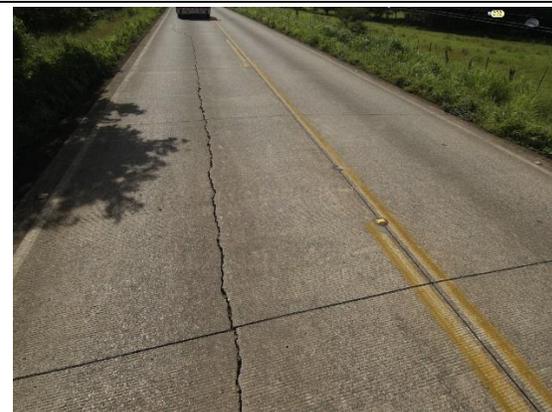
UM 190 (8+505 a 8+550): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *agrietamiento longitudinal, grieta de esquina, losa dividida*.

Calificación funcional: *Malo*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR5₂**



UM 199 (8+910 a 8+955): Rango preliminar de condición estructural: *Alto*; Deterioros presentes: *grieta de esquina, losa dividida*.

Calificación funcional: *Regular*; Calificación estructural: *Malo*; Nota Final: **QR4₂**



UM 202 (9+045 a 9+090): Rango preliminar de condición estructural: *Bajo*; Deterioros presentes: *agrietamiento longitudinal*

Calificación funcional: *Regular*; Calificación estructural: *Regular*; Nota Final: **QR4₁**



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 227 (10+170 a 10+215): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>	<p>UM 232 (10+395 a 10+440): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>
	
<p>UM 245 (10+980 a 11+025): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal, baches en mezcla asfáltica</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>	<p>UM 247 (11+070 a 11+115): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Regular</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 255 (11+430 a 11+475): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Regular</i>; Nota Final: QR5₂</p>	<p>UM 258 (11+565 a 11+610): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>
	
<p>UM 259 (11+610 a 11+655): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>	<p>UM 260 (11+655 a 11+700): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 262 (11+745 a 11+790): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>	<p>UM 265 (11+880 a 11+925): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>
	
<p>UM 282 (12+645 a 12+690): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>	<p>UM 290 (13+005 a 13+050): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal</i>. Calificación funcional: <i>Regular</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR4₁</p>



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 293 (13+140 a 13+185): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal, losa dividida</i>.</p> <p>Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Regular</i>; Nota Final: QR5₁</p>	<p>UM 305 (13+680 a 13+725): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal, losa dividida</i>.</p> <p>Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>
	
<p>UM 306 (13+725 a 13+770): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>.</p> <p>Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>	<p>UM 321 (14+400 a 14+445): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>.</p> <p>Calificación funcional: <i>Regular</i>; Calificación estructural: <i>Regular</i>; Nota Final: QR4₁</p>



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 333 (14+940 a 14+985): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>	<p>UM 334 (14+985 a 15+030): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Regular</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR4₁</p>
	
<p>UM 351 (15+750 a 15+795): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Regular</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR4₁</p>	<p>UM 377 (16+920 a 16+965): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 381 (17+100 a 17+145): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>	<p>UM 384 (17+235 a 17+280): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>
	
<p>UM 385 (17+280 a 17+325): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal, baches en mezcla asfáltica</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>	<p>UM 388 (17+415 a 17+460): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, baches en mezcla asfáltica</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 392 (17+595 a 17+640): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, baches en mezcla asfáltica</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>	<p>UM 393 (17+640 a 17+685): Rango preliminar de condición estructural: <i>Alto</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida, baches en mezcla asfáltica</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₂</p>
	
<p>UM 394 (17+685 a 17+730): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Muy Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>	<p>UM 395 (17+730 a 17+775): Rango preliminar de condición estructural: <i>Moderado</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida, baches en mezcla asfáltica</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>



Tabla A2 Deterioros presentes en diversas Unidades de Muestreo, Ruta Nacional 18 (continuación)

	
<p>UM 397 (17+820 a 17+865): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamientos longitudinales y transversales, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Regular</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR4₁</p>	<p>UM 422 (18+945 a 18+990): Rango preliminar de condición estructural: <i>Bajo</i>; Deterioros presentes: <i>agrietamiento longitudinal, losa dividida</i>. Calificación funcional: <i>Malo</i>; Calificación estructural: <i>Malo</i>; Nota Final: QR5₁</p>