



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica LanammeUCR

Informe final INF-LM-EIC-D-0005-2021

Informe de Auditoría Técnica Desempeño de la estructura de pavimento y seguridad vial del proyecto Construcción Paso a desnivel en la intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39 *Licitación ITB-CRPC-96800-2018*



Preparado por:
Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT

San José, Costa Rica
Mayo, 2022



<p>1. Informe final</p> <p>INF-LM-EIC-D-0005-2021</p>	<p>2. Copia No.</p> <p>1</p>
<p>3. Título y subtítulo: Desempeño de la estructura de pavimento y seguridad vial del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39 Licitación ITB-CRPC-96800-2018</p>	<p>4. Fecha del Informe</p> <p>Mayo, 2022</p>
<p>5. Organización y dirección</p> <p>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</p>	
<p>6. Notas complementarias</p>	
<p>7. Resumen</p> <p>El informe de Auditoría Técnica desarrolla un análisis de desempeño de la estructura de pavimento basado en ensayos de campo posterior a la ejecución de las obras, haciendo énfasis en la capacidad funcional (regularidad y fricción superficial) y estructural del pavimento del proyecto. Además, se desarrollan dos hallazgos relacionados con el desempeño de los trabajos ejecutados una vez entrado en funcionamiento el proyecto y un hallazgo en la seguridad vial del proyecto realizados por la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del LanammeUCR durante el periodo de la auditoría.</p> <p>Específicamente, en cuanto a la regularidad superficial del proyecto, se observó el cumplimiento en valores individuales de IRI y media fijas de los carriles del tronco principal del proyecto, a excepción de la media fija de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos la cual presentó incumplimiento.</p> <p>En relación con la condición de fricción superficial, el diagnóstico realizado evidenció una condición buena del parámetro de fricción superficial en 4 carriles del tronco principal del proyecto.</p> <p>Por otra parte, en cuanto a la capacidad estructural del proyecto, se identificaron algunas de las secciones de la obra con un riesgo potencial bajo de que la estructura de pavimento tenga una capacidad estructural menor a la requerida para satisfacer las cargas de tránsito a las que se va a ver sometida durante toda la vida útil establecida para el proyecto, especialmente en los extremos.</p> <p>En relación con el desempeño de los trabajos ejecutados, se identificaron deterioros prematuros en la capa de ruedo de la rampa Guadalupe - San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.</p> <p>Finalmente, referente al tema de seguridad vial se mencionan aspectos relacionados con documentación técnica de los sistemas de contención vehicular.</p>	



8. Valoración de los resultados

Resultado	Prioridad de atención
Hallazgo 1. Se evidenció el cumplimiento de valores individuales de IRI y media fijas de los carriles del tronco principal del proyecto, a excepción de la media fija de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos la cual presentó incumplimiento que fue gestionado mediante una compensación económica para la Administración que no había sido definida al cierre del informe final.	
Observación 1. Se evidenciaron secciones de pavimento en los diferentes carriles del tronco principal, con una condición estructural buena, regular y severa, a partir de la evaluación de indicadores estructurales a través del análisis de deflexiones.	
Observación 2. Se evidenció una condición buena del parámetro de fricción superficial en 4 carriles del tronco principal del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39	
Hallazgo 2. Se evidenciaron deterioros prematuros en la capa de rueda de la rampa Guadalupe-San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.	
Hallazgo 3. Se evidencia un potencial riesgo de colisión a las luminarias colocadas en la mediana del eje central del proyecto según la solución implementada como sistema de contención vehicular.	

En el Anexo A1. se describe el proceso realizado por el Equipo Auditor para desarrollar esta valoración.

9. Palabras clave

Auditoría Técnica, Desempeño, Regularidad Superficial, Fricción Superficial, Deterioros, Seguridad Vial.

10. Nivel de seguridad:

Ninguno

11. Núm. de páginas

95



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

**Desempeño de la estructura de pavimento y seguridad vial del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39
Licitación ITB-CRPC-96800-2018**

Departamento encargado del proyecto:

CONAVI-Unidad Ejecutora del Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial (POEIV).

Supervisora del proyecto: UNOPS-Consortio PEYCO

Laboratorio de verificación de calidad: LGC Ingeniería de Pavimentos S. A.

Empresa contratista (fase construcción): Puentes y Calzadas Grupo de Empresas S.A.

Laboratorio de control de calidad: Castro & de la Torre, ITP

Monto original del contrato: USD 19 515 815,40

Plazo original de ejecución: 425 días

Proyecto: Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39

Director General LanammeUCR:

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

Asesora Legal LanammeUCR:

Lic. Nidia Segura Jiménez

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Auditores:

Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Auditor Técnico Líder.

Ing. Francisco Fonseca Chaves, Auditor Técnico Adjunto.

Ing. Fiorella Murillo Contreras, Auditora Técnica Adjunta.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	10
ALCANCE DEL INFORME	10
ANTECEDENTES	10
METODOLOGÍA.....	12
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	13
Marco teórico.....	15
Índice de Regularidad Internacional.....	15
Fricción.....	16
Deflectometría.....	18
AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN su VERSIÓN PRELIMINAR	21
RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	22
Sobre los parametros de desempeño de la estructura de pavimentos	23
Observación 1. Se evidenciaron secciones de pavimento en los diferentes carriles del tronco principal, con una condición estructural buena, regular y severa, a partir de la evaluación de indicadores estructurales a través del análisis de deflexiones”.....	32
Observación 2. Se evidenció una condición buena del parámetro de fricción superficial en 4 carriles del tronco principal del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39	42
Hallazgo 2. Se evidenciaron deterioros prematuros en la capa de ruedo de la rampa Guadalupe-San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.	47
Sobre la seguridad vial del proyecto	52
Hallazgo 3. Se evidencia un potencial riesgo de colisión a las luminarias colocadas en la mediana del eje central del proyecto según la solución implementada como sistema de contención vehicular.	52
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	59
Anexos	62
A1. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada	62
A2. Análisis del descargo de informe preliminar LM-INF-EIC-D-0005-B-2021.....	64

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 5 de 95
--------------------------------	-----------------------------	----------------



Hallazgo 1. Se evidenció el cumplimiento DE valores individuales de IRI y media fijas de los carriles del tronco principal del proyecto, a excepción de la media fija de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos la cual presentó incumplimiento.....65

Observación 1. Se evidenciaron secciones de pavimento en los diferentes carriles del tronco principal, con una condición estructural buena, regular y severa, a partir de la evaluación de indicadores estructurales a través del análisis de deflexiones”70

Observación 2. Se evidenció una condición buena del parámetro de fricción superficial en 4 carriles del tronco principal del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 3971

Hallazgo 2. Se evidenció un inadecuado funcionamiento del sistema de drenajes encargado de colectar el agua extraída de la pantalla de pilotes en la parte inferior del paso a desnivel Guadalupe71

Hallazgo 3. Se evidenciaron deterioros prematuros en la capa de ruedo de la rampa Guadalupe-San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.72

Hallazgo 4. Se evidencia un potencial riesgo de colisión a las luminarias colocadas en la mediana del eje central del proyecto según la solución implementada como sistema de contención vehicular.74

A3. descargo de informe preliminar LM-INF-EIC-D-0005-B-202176

Oficio POE-10-2022-0107 del 24 de febrero de 2022.....76

Oficio de UNOPS No. 96800/220218/ER/048 del 18 de febrero de 2022.79

A4. Deflexiones88

A5. Indicadores estructurales del pavimento del PD Guadalupe92

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO. FUENTE: LANAMMEUCR 14

FIGURA 2. PERFIL LONGITUDINAL DE UNA CARRETERA. FUENTE: ADAPTADO DE SAYERS Y KARAMIHAS, 1998 15

FIGURA 3. PERFILES LONGITUDINALES CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DEL MRI 16

FIGURA 4. EVALUACIÓN VALORES INDIVIDUALES IRI CARRIL INTERNO, SENTIDO CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE RUTA NACIONAL NO 39. 25

FIGURA 5. EVALUACIÓN VALORES INDIVIDUALES IRI CARRIL EXTERNO, SENTIDO CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE RUTA NACIONAL NO 39. 26

FIGURA 6. EVALUACIÓN VALORES INDIVIDUALES IRI CARRIL INTERNO, SENTIDO SAN PEDRO - CALLE BLANCOS, PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE RUTA NACIONAL NO 39. 27

FIGURA 7. EVALUACIÓN VALORES INDIVIDUALES IRI CARRIL EXTERNO, SENTIDO SAN PEDRO - CALLE BLANCOS, PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE RUTA NACIONAL NO 39. 28



FIGURA 8. VALORES IRI CADA 10 M MEDICIONES DEL CARRIL EXTERNO, SENTIDO SAN PEDRO - CALLE BLANCOS DEL 16 DE MARZO DE 2021 Y 22 DE MARZO DE 2021 30

FIGURA 9. CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL CARRIL EXTERNO SENTIDO SAN PEDRO -CALLE BLANCOS 33

FIGURA 10. CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL CARRIL INTERNO SENTIDO SAN PEDRO – CALLE BLANCOS. 35

FIGURA 11. CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL CARRIL EXTERNO SENTIDO CALLE BLANCOS - SAN PEDRO. 37

FIGURA 12. CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL CARRIL INTERNO SENTIDO CALLE BLANCOS - SAN PEDRO. 39

FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DO DE LOS CARRILES EN EL SENTIDO CALLE BLANCOS - SAN PEDRO. 41

FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DO DE LOS CARRILES EN EL SENTIDO SAN PEDRO - CALLE BLANCOS. 42

FIGURA 15. COEFICIENTE DE FRICCIÓN DEL CARRIL EXTERNO, SENTIDO: CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL NO. 43

FIGURA 16. COEFICIENTE DE FRICCIÓN DEL CARRIL INTERNO, SENTIDO: CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL No.39 44

FIGURA 17. COEFICIENTE DE FRICCIÓN DEL CARRIL EXTERNO, SENTIDO: SAN PEDRO- CALLE BLANCOS, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 45

FIGURA 18. COEFICIENTE DE FRICCIÓN DEL CARRIL INTERNO, SENTIDO: SAN PEDRO - CALLE BLANCOS, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 46

FIGURA 19. AGRIETAMIENTO INTERCONECTADO FRENTE A INTERSECCIÓN DE ACCESO A CALLE 39, RAMPA DE SALIDA HACIA SAN PEDRO. FECHA: 09 DE JULIO DE 2021. 48

FIGURA 20. AGRIETAMIENTO INTERCONECTADO CERCANO A EDIFICIO ZEBOL, RAMPA DE SALIDA HACIA SAN PEDRO. FECHA 09 DE JULIO DE 2021. 48

FIGURA 21. AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL POR CABIO DE RIGIDEZ ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y VIGA CABEZAL EN EJE 9, CERCANÍAS EDIFICIO ZEBOL, RAMPA DE SALIDA HACIA SAN PEDRO. FECHA: 09 DE JULIO DE 2021..... 49

FIGURA 22. DEFORMACIONES DE HASTA 3 CM EN DIFERENTES SECTORES DE LA CAPA DE RUEDO AFECTADA. FECHA: 09 DE JULIO DE 2021. 49

FIGURA 23. ABERTURA JUNTA TRANSVERSAL IRREGULAR FRENTE A INTERSECCIÓN DE ACCESO A CALLE 39, RAMPA DE SALIDA HACIA SAN PEDRO. FECHA: 09 DE JULIO DE 2021. 50

FIGURA 24. AGRIETAMIENTO INTERCONECTADO CERCANO A ACCESO DE ROTONDA DE GUADALUPE. FECHA: 08 DE OCTUBRE DE 2021. 51

FIGURA 25. LUMINARIAS EN LA BARRERA CENTRAL TIPO F. FECHA: 23 DE FEBRERO DE 2021 54

FIGURA 26. ANCHO DE TRABAJO SISTEMA DE CONTENCIÓN BARRERA RÍGIDAS. FUENTE: VALVERDE, 2011. 55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA.. 12

TABLA 2. VALORES MÍNIMOS DE FRICCIÓN DEL ENSAYO GRIPTESTER. FUENTE: LANAMMEUCR ,2020..... 17

TABLA 3. RANGOS DE GRIP NUMBER (GN) UTILIZADOS PARA CLASIFICAR CONDICIÓN DE FRICCIÓN DE LAS RUTAS. FUENTE: LANAMMEUCR ,2020..... 18



TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL SEGÚN LOS INDICADORES DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL. 20

TABLA 5. RANGO DE VALORES TÍPICOS DEL PARÁMETRO AREA PAVIMENTOS. FUENTE: INSTITUTO DEL ASFALTO 21

TABLA 6. ESPECIFICACIÓN IRI CUMPLIMIENTO DE PROMEDIO DE DIEZ VALORES DE LRL. FUENTE: MOPT, 2015..... 23

TABLA 7. EVALUACIÓN IRI, CARRIL INTERNO, SENTIDO: CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE, RUTA NACIONAL No 39..... 24

TABLA 8. EVALUACIÓN IRI, CARRIL EXTERNO, SENTIDO CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 25

TABLA 9. EVALUACIÓN IRI, CARRIL INTERNO, SENTIDO: SAN PEDRO- CALLE BLANCOS, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 27

TABLA 10. EVALUACIÓN IRI, CARRIL EXTERNO, SENTIDO: SAN PEDRO - CALLE BLANCOS, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 28

TABLA 11. EVALUACIÓN IRI, CARRIL EXTERNO, SENTIDO: SAN PEDRO - CALLE BLANCOS, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN DE GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 29

TABLA 12. CONFIGURACIÓN DE GEÓFONOS PARA LA MEDICIÓN DEL CUENCO DE DEFLEXIONES 32

TABLA 13. EVALUACIÓN GN, CARRIL EXTERNO, SENTIDO: CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 43

TABLA 14. EVALUACIÓN GN, CARRIL INTERNO, SENTIDO: CALLE BLANCOS – SAN PEDRO, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 44

TABLA 15. EVALUACIÓN GN, CARRIL EXTERNO, SENTIDO: SAN PEDRO - CALLE BLANCOS, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 45

TABLA 16. EVALUACIÓN GN, CARRIL INTERNO, SENTIDO: SAN PEDRO - CALLE BLANCOS, TRONCO INFERIOR PROYECTO PASO A DESNIVEL GUADALUPE, RUTA NACIONAL No. 39..... 46



**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN GUADALUPE, RUTA NACIONAL
NO. 39, LICITACIÓN ITB-CRPC-96800-2018.**

INTRODUCCIÓN

La Auditoría Técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, en cumplimiento del Plan Anual de Auditorías de la Unidad de Auditoría Técnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

Asimismo, el proceso de Auditoría Técnica se fundamenta en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.” (El subrayado no es del texto original)

OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.

Para este informe en particular se busca de forma general evaluar la condición estructural y funcional de la estructura de pavimentos, el desempeño de los trabajos ejecutados después de la puesta en servicio del proyecto, así como los elementos de seguridad vial del proyecto de **“Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39, Licitación ITB-CRPC-96800-2018”**, para analizar la calidad del proceso constructivo y calidad de materiales empleados.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 9 de 95
--------------------------------	-----------------------------	----------------



OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

- Evaluar la regularidad superficial de la estructura de pavimento del proyecto de “Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No.39” y su cumplimiento respecto a las especificaciones del cartel de licitación.
- Evaluar la condición estructural de la estructura de pavimento del proyecto de “Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No.39”.
- Evaluar la fricción superficial de la estructura de pavimento del proyecto de “Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No.39”.
- Evaluar el desempeño de los trabajos ejecutados una vez que dio la puesta en servicio del proyecto.
- Evaluar los componentes de seguridad vial del proyecto “Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No.39”.

ALCANCE DEL INFORME

El alcance del presente informe consiste en la ejecución y análisis de ensayos de campo no destructivos sobre la estructura de pavimentos del tronco principal del proyecto “Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No.39”, para determinar la condición estructural y funcional de la estructura de pavimentos, mediante la evaluación de regularidad superficial final, evaluación de fricción superficial final y componentes de seguridad vial del proyecto una vez construido.

Respecto al desempeño de los trabajos ejecutados, los hallazgos y observaciones consideraron todas las evidencias recopiladas por el Equipo Auditor mediante las visitas de campo posterior a la puesta en servicio del proyecto.

Finalmente, se tomaron en consideración los hallazgos y observaciones recopiladas por la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del LanammeUCR durante toda la ejecución del proyecto.

La auditoría técnica que realiza el LanammeUCR, no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad, la cual, le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual. Tampoco puede conceptualizarse como una labor de verificación de calidad y supervisión que es de entera responsabilidad de la Administración.

ANTECEDENTES

El proyecto auditado “Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional N°39”, se encuentra a cargo de la Unidad Ejecutora del Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Esta Unidad Ejecutora tiene como objetivo desarrollar varios proyectos dentro del alcance del Contrato de Préstamo No. 2080 suscrito entre el CONAVI y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

El proyecto forma parte del alcance del Memorando de Acuerdo (MDA) entre el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y la Oficina de Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS), el cual comprende la construcción y supervisión de tres pasos a desnivel sobre la Ruta Nacional No. 39 (Carretera de Circuvalación) en la Rotonda de las Garantías Sociales, Facultad de Derecho UCR,

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 10 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Rotonda de La Bandera e Intersección Guadalupe, todos a cargo de la Unidad Ejecutora del Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial.

La gestión de este proyecto fue realizada por Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) como figura encargada del gerenciamiento integral del proyecto de estudios previos, diseño y construcción de los puentes incluyendo la administración, contratación, supervisión y control de calidad de los diseños y la construcción de las obras según se indica en el oficio DCA-2205 del 22 de agosto de 2014 de refrendo del Memorando De Acuerdo.

Como parte de la auditoría técnica realizada por el LanammeUCR, en el mes de agosto 2021 se emitió el primer informe del proyecto LM-INF-EIC-D-0001-2021.

El estudio trata sobre la evaluación de la calidad de los materiales, la observación de las prácticas constructivas y el diseño de pavimentos del proyecto durante el periodo de ejecución de la auditoría entre los meses de febrero 2020 a abril de 2021.

Dentro del estudio realizado se abordaron temas relacionados con los estudios preliminares y especificaciones del proyecto, procesos constructivos, gestión y evaluación de la calidad de materiales.

Respecto al proceso constructivo se evidenció la colocación de tuberías con deterioros de severidad leve en el proyecto, un caso aislado de colocación de concreto con distinta resistencia según lo especificado en planos, agrietamientos y fisuras en barreras de contención y muros asociados a prácticas constructivas. Además, se identificó la necesidad de un monitoreo continuo de los drenajes de la pantalla de pilotes, oportunidades de mejora en el proceso constructivo de bases estabilizadas y como aspecto positivo, la metodología adoptada en la colocación de la capa de ruedo en beneficio del IRI del proyecto.

En lo referente a los aspectos relacionados con la calidad de los materiales colocados en el proyecto, a partir del análisis de ensayos realizados por la Supervisión y el LanammeUCR, se determinó una tendencia al cumplimiento del concreto y el acero. Se evidenciaron incumplimientos en relación con la graduación de subbase granular, resistencia a la compresión de la base estabilizada, parámetro de VFA en las muestras de mezcla asfáltica de TMN de 19 mm y fatiga en mezcla asfáltica utilizada como capa intermedia, esta última según los resultados de ensayos realizados por el LanammeUCR.

El contenido de este informe permite identificar y asociar algunas debilidades del proceso constructivo que pudieron afectar los resultados del diagnóstico de desempeño realizado.

Adicionalmente, con los temas de fondo del presente informe se emitieron oficios y notas informes, los cuales se citan en la Tabla 1, en aras de contribuir al mejoramiento continuo de la gestión de la Administración. En estos oficios los temas tratados pretenden evidenciar situaciones relevantes identificadas por el Equipo Auditor y expertos técnicos durante la etapa de ejecución de la auditoría con el fin de informarlos oportunamente a la Unidad Ejecutora encargada del proyecto, previo a la emisión de este informe preliminar.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 11 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Tabla 1. Resumen de oficios enviados a la Administración durante el proceso de Auditoría

Nota informe	Fecha de envío	Asunto	Oficio de respuesta
LM-EIC-D-0267-2021	25/3/2021	Resultados IRI "Construcción de un paso a desnivel en la intersección de Guadalupe, Ruta Nacional N°39".	-
LM-EIC-D-0474-2021	4/06/2021	Resultados GRIP "Construcción de un paso a desnivel en la intersección de Guadalupe, Ruta Nacional N°39".	POE-10-2021-0530
LM-IC-D-0607-2021	12/07/2021	Deterioros evidenciados PD Guadalupe en visita monitoreo 9 de julio de 2021	-
LM-IC-D-0723-19	5/9/2019	Evaluación sobre aspectos de seguridad vial al "Proyecto Intersecciones de la Bandera y Guadalupe"	POE-09-2019-0719
LM-IC-D-0409-2020	20/05/2020	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	96800/200601/ER/13
LM-IC-D-0887-2020	5/10/2020	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0221
LM-IC-D-0075-2021	22/1/2021	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0200
LM-IC-D-0141-2021	12/2/2021	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0323
LM-IC-D-0220-2021	5/3/2021	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0270
LM-IC-D-0260-2021	19/3/2021	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0272
LM-EIC-D-0583-2021	08/07/2021	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0529
LM-EIC-D-0609-2021	13/07/2021	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0656
LM-EIC-D-0767-2021	03/09/2021	Respuesta a solicitud de información sobre demarcación vial del proyecto intersección Guadalupe	NA
LM-EIC-D-0795-2021	8/9/2021	Seguimiento en el tema de seguridad vial al proyecto intersección Guadalupe	POE-10-2021-0657

NA: No se necesitaba respuesta por parte de la Administración

-.: No se recibió respuesta

METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta a recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad del proyecto. Este informe se efectuó siguiendo los procedimientos de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, mediante la solicitud y revisión de la documentación del proyecto, visitas a los frentes de trabajo durante el proceso constructivo y la ejecución de ensayos de campo.

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó a la Unidad Ejecutora por medio del oficio LM-INF-IC-D-0149-2020 del 17 de febrero de 2020 (recibido el 18 de febrero), donde se convocó a las

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 12 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



partes a una reunión el 03 de marzo de 2020 en la que se expuso el alcance, los criterios de evaluación del estudio y se solicitó acceso a la información del proyecto durante la fase constructiva.

Las actividades que fueron desarrolladas por el Equipo Auditor consistieron en visitar los diversos frentes de trabajo, hacer una revisión de los documentos del proyecto y programar ensayos de desempeño al pavimento.

Los criterios utilizados en la ejecución del estudio corresponden con la normativa técnica especificada en los siguientes documentos:

- Licitación ITB-CRPC-96800-2018-002 para la Construcción de la Obra “Paso a Desnivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39 en San José, Costa Rica del 30 de julio de 2018.
- Contrato CON-CRCP-96800-2019-010 Contrato de Obras a Tanto Alzado del 22 de noviembre de 2019.
- Los contratos, ofertas y sus respectivos documentos.
- Los planos constructivos y otros tomos del proyecto.
- Memorando De Acuerdo (MDA) entre el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y la Oficina de Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) y sus adendas.
- Refrendo DCA-0717 del 15 de marzo de 2016 al Memorando De Acuerdo (MDA), y sus respectivas adendas.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes (CR-2010) y su actualización.
- Informes de Auditoría Técnica, Investigación y otras comunicaciones y documentos generados al sector por parte del LanammeUCR en cumplimiento de la Ley No. 8114 y sus reformas.
- Buenas prácticas de la ingeniería de carreteras.

Los elementos o aspectos relevantes evidenciados durante la ejecución del estudio y considerados por la auditoría como de comunicación inmediata para atención pronta dado su impacto en la calidad del proyecto, fueron comunicados a la Administración por escrito de forma oportuna previamente a la emisión de este informe.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Construcción de paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39 en San José, Costa Rica” se encuentra señalado como una de las metas del Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018, apartado 5.12 Transporte e Infraestructura y fue declarado de interés público por medio del Decreto No. 41302-MINAE-MOPT publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 168 del 19 de julio de 2018.

El objetivo primordial del proyecto es mejorar las condiciones viales, de seguridad y comodidad de los usuarios de la Ruta de Circunvalación (Ruta No. 39) mediante la construcción de un paso a desnivel para permitir el curso de la Carretera de Circunvalación por debajo de la nueva rotonda de Guadalupe, incluyendo la construcción originalmente de una alcantarilla para el Río Torres, que luego fue sustituida por un puente sobre el Río Torres.

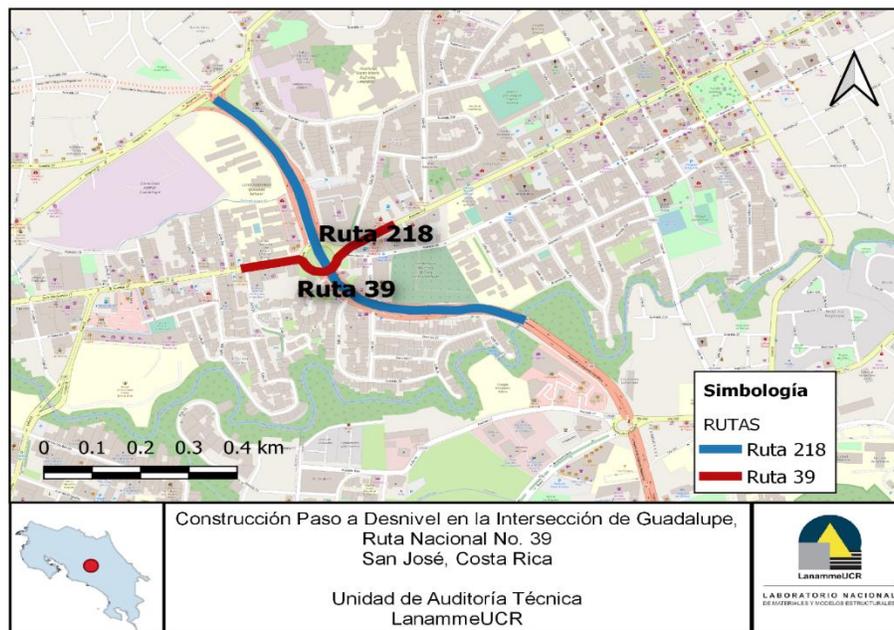
Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 13 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



El proyecto se localiza en la provincia de San José, cantón Goicochea, específicamente en la intersección de las Rutas Nacionales No. 39 y 218. El proyecto abarca las obras comprendidas entre el estacionamiento 0+798.230 – fin del eje 1 (1+592) incluyendo el puente del Río Torres. Dentro de las principales obras desarrolladas en el proyecto se encuentran:

- Paso deprimido en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39
- Puente sobre el Río Torres
- Puente peatonal
- Rotonda y accesos a nivel
- Rampas y marginales
- Obras complementarias

Figura 1. Localización del proyecto. Fuente: LanammeUCR





MARCO TEÓRICO

ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL

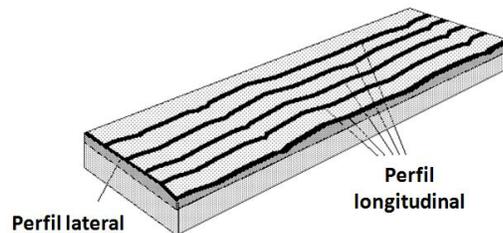
La regularidad superficial, de acuerdo con la norma ASTM 867-06 “*Standard Terminology Relating to Vehicle – Pavement Systems*”, corresponde a la desviación de una determinada superficie (carretera) respecto a una superficie plana teórica. Dichas desviaciones afectan tres aspectos principales: el confort de usuario, la seguridad vial y los costos de mantenimiento, tanto de los usuarios hacia sus vehículos, como de la Administración hacia las carreteras.

Este parámetro, por su importancia, ha tratado de ser cuantificado a lo largo del desarrollo de la ingeniería de pavimentos mediante diversos índices que en sus inicios consistieron en medidas subjetivas que relacionaban el confort del usuario al transitar por una carretera con la regularidad superficial de la misma.

El IRI resume matemáticamente el perfil longitudinal de la superficie de camino en una huella, representando las vibraciones inducidas por la rugosidad del camino en un auto de pasajeros estándar, producto de la simulación del modelo de cuarto de coche para una velocidad de desplazamiento de 80 km/h (Sayers, Gillespie y Paterson, 1986). Para caminos pavimentados el rango de la escala del IRI es de 0 m/km a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable; para vías no pavimentadas la escala se extiende hasta el valor de 20 m/km.

Perfil longitudinal de la superficie de camino: Corte en dos dimensiones de la superficie de la carretera (ver Figura 2). Se pueden tomar muchos perfiles de una carretera a lo largo de diferentes líneas imaginarias. Sin embargo, para el cálculo del IRI interesa el perfil longitudinal ubicado bajo las huellas de las llantas de los vehículos, pues estos perfiles representan las franjas sobre las cuales se da el tránsito vehicular.

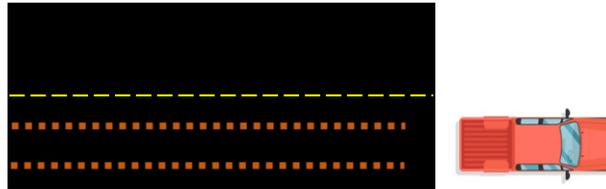
Figura 2. Perfil longitudinal de una carretera. Fuente: Adaptado de Sayers y Karamihas, 1998



Como el IRI se define como una propiedad del perfil longitudinal, si se quisiera establecer un valor de regularidad en el carril de una carretera habría que definir cuántos perfiles tomar en dicho carril. Usualmente, para determinar la regularidad de un carril, se toman los perfiles en ambas huellas de las llantas de un vehículo y se calcula el IRI promedio de las huellas izquierda y derecha de un vehículo (ver Figura 3), este parámetro se conoce como *Mean Roughness Index* (MRI).



Figura 3. Perfiles longitudinales considerados para el cálculo del MRI



Por otra parte, aunque casi siempre se habla del valor de IRI de una carretera, para ser precisos se debe especificar a cada cuánto se determina dicho valor, ya que intervalos de longitud mayores ocultan niveles altos de regularidad superficial en los pavimentos. De este modo, la base de cálculo del IRI debe ser consistente con el tipo de análisis que se esté realizando, por ejemplo: si se está priorizando rutas para su posterior intervención (análisis a nivel de red) se suele utilizar una base de medición a cada 200 m. Por el contrario, si se desea evaluar un proyecto (control de calidad y aceptación) conviene utilizar bases de cálculo con intervalos menores –a cada 10 m, 50 m o 100 m– según la importancia del proyecto.

Otro aspecto que debe tomarse en cuenta en el cálculo del IRI de una carretera, especialmente cuando se realizan mediciones de perfil para el control de calidad o aceptación de un proyecto, son las singularidades. Las singularidades son alteraciones al perfil longitudinal del camino que no provienen de fallas constructivas, por ejemplo: puentes, tapas de alcantarillas, cruces ferroviarios entre otros elementos que afectan el cálculo del IRI. Dichas singularidades deben ser identificadas, ya que, al no deberse a fallas constructivas, no se le pueden atribuir al contratista para efectos de control de calidad u aceptación de una obra vial.

FRICCIÓN

El elemento de fricción de una carretera se define como el nivel de agarre o rozamiento que experimenta la llanta del vehículo con la carretera, esto quiere decir que, a mayor nivel de rozamiento, mayor es la fuerza que trata de oponerse al deslizamiento del vehículo en la superficie de rodamiento. Lo anterior, constituye a la fricción como un elemento de relevancia en el nivel seguridad vial que ofrecerá una carretera, así, por ejemplo, diversos estudios a nivel internacional relacionan bajos niveles de rozamiento de un tramo con índices elevados de ocurrencia de accidentes.

Desde la perspectiva de la Ingeniería de Seguridad Vial, el nivel de fricción que ofrece la carretera está relacionado con el desempeño del vehículo durante su recorrido por el trazado. Específicamente, el efecto del nivel de fricción se acentúa en las secciones de curva y durante el frenado. Esta situación se hace más crítica bajo condiciones de lluvia o cuando la carretera está húmeda, debido a que el agua en la superficie de la carretera actúa como un lubricante entre la llanta y el pavimento, afectando la estabilidad del vehículo en curvas, aumentando la distancia mínima de frenado y consecuentemente se dificulta, para el conductor, el control del vehículo.

Es importante mencionar que la fricción es un parámetro estacional, es decir su condición se ve afectada por las estaciones secas y lluviosas del país, sin embargo, el objetivo de la evaluación es brindar una fotografía de la condición final del proyecto en el momento de la puesta en servicio del



mismo, de manera que se tenga una noción de la condición inicial del proyecto para dar monitoreo durante su vida útil.

Existen diversos ensayos para medir el parámetro de fricción, uno de los ensayos usualmente utilizados en Costa Rica para medir la fricción superficial del pavimento es el ensayo del GripTester. El ensayo de GripTester con base en la en norma de ensayo BS: 7941-2, establece un nivel de fricción mínimo aceptado dependiendo de la geometría y tipo de sección de la ruta. En la Tabla 2 correspondiente a la Tabla 1 del informe I-0289-2020 se muestran los niveles de alerta del coeficiente de fricción establecidos para cada sección de la ruta.

Tabla 2. Valores mínimos de fricción del ensayo GripTester. Fuente: LanammeUCR ,2020.

Tabla N°1. Descripción de niveles de alerta del coeficiente de fricción*

<i>Nombre</i>	<i>Dirección</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Nivel</i>	<i>Valor mínimo</i>
Autopista	Permanente	0	A (50)	0.48
Doble calzada	Permanente	0	B (50)	0.48
Calzada única	Permanente	0	C (50)	0.54
Intersección 2 calzada	Hacia atrás	50	D (50)	0.54
Intersección 1 calzada	Hacia atrás	50	E (50)	0.60
Intersecciones principales	Hacia atrás	100	F (50)	0.60
Pendientes 5 a 10 %	Permanente	0	G1 (50)	0.60
Pendientes > 10 %	Permanente	0	G2 (50)	0.66
Curvas < 250 m	Permanente	0	H1 (50)	0.60
Puente	-	-	No aplica	-

* **Nota:** Niveles definidos según el fabricante.

Según la Tabla 2 para las condiciones del proyecto del paso a desnivel de Guadalupe se establece un valor de Grip Number mínimo de 0,48, al ser una ruta de doble calzada y al ser clasificada como autopista.

La evaluación de los resultados del ensayo de GripTester para el proyecto del paso a desnivel de Guadalupe fue categorizado según la clasificación establecida en el informe de evaluación de la red vial nacional que publica el LanammeUCR bianualmente. Se detalla en la Tabla 3 las categorías y rangos de fricción contemplados para la evaluación.



Tabla 3. Rangos de GRIP Number (GN) utilizados para clasificar condición de fricción de las rutas.
Fuente: LanammeUCR ,2020.

GN	Condición	Nivel			Tipo de Pavimento característico
		Deslizamiento	Probabilidad de accidentes	Riesgo medio de accidentabilidad*	
< 0,50	Malo	Muy deslizante	Muy alta probabilidad	mayor a 20	Pavimento flexible compuesto de agregado pulimentable ej.: calizo
0,50 – 0,60	Regular	Deslizante	Alta probabilidad	16 a 20	Pavimento flexible con alto grado de exudación y pérdida de textura
0,60 – 0,78	Bueno	Poco deslizante	Moderada probabilidad	10 a 16	Pavimento rígido y flexible con buena textura
> 0,78	Muy Bueno	No deslizante	Poca probabilidad	menor a 10	Pavimento nuevo o sobrecapas

* Número de accidentes por cada millón de vehículos / kilómetro, en función del coeficiente de fricción, obtenidos en Gran Bretaña, según memorias del 5to Simposio de Características Superficiales de Pavimentos, Toronto, Canadá, 2004. Tabla modificada LanammeUCR 2017.

DEFLECTOMETRÍA

Para analizar la capacidad estructural de los pavimentos construidos se realiza un análisis de las deflexiones a partir de ensayos no destructivos, específicamente mediante una prueba de deflectometría de impacto.

Este ensayo consiste en aplicar un golpe a la superficie del pavimento y medir las deflexiones instantáneas en diferentes puntos. El equipo utilizado por el LanammeUCR, para realizar el ensayo de deflectometría es conocido como FWD por sus siglas en inglés (Falling Weight Deflectometer) o simplemente deflectómetro de impacto.

A partir de las deflexiones medidas se pueden establecer indicadores de la condición estructural de cada una de las capas que conforman la estructura de pavimento construida. La evaluación de los indicadores considerada en este informe contempla la metodología de clasificación de la condición estructural propuesta por Horak en 2008 basada en los indicadores d_0 , RoC, BLI, MLI y LLI.

Se detallan a continuación cada uno de los indicadores anteriormente mencionados.

➤ Radio de curvatura (RoC)

El radio de curvatura es un indicador que correlaciona la longitud del radio de la superficie deformada producto de la carga de las llantas con el aporte estructural de las capas superiores e intermedias de la estructura de pavimento; generalmente: carpeta asfáltica, base y subbase. La Ecuación 1 presenta la expresión para el cálculo del radio de curvatura:

$$RoC = \frac{(L)^2}{2d_0 \left(1 - \frac{d_L}{d_0}\right)} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde,

RoC = radio de curvatura [m]

L = Distancia desde el centro de aplicación de la carga (200 mm para el FWD)

d_0 = Deflexión medida en el centro de aplicación de la carga [μm]

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 18 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



d_L = Deflexión medida a la distancia L desde el centro de aplicación de la carga [μm]

➤ Indicador de capas superiores (BLI)

El indicador BLI caracteriza la capacidad estructural de la parte superior de la estructura de pavimento (Horak, 1987), contenida entre los 0 mm y 300 mm del cuenco de deflexiones, medidos desde el punto de aplicación de la carga. Es un buen indicador de la rigidez de los 300 mm superiores del pavimento, donde generalmente se ubican la carpeta asfáltica y la base (Horak, 2008). La Ecuación 2 describe el cálculo de este parámetro:

$$BLI = d_0 - d_2 \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde,

BLI = Indicador de capas superiores [μm]

d_0 = Deflexión medida en el centro de aplicación de la carga [μm]

d_2 = Deflexión medida a 300 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]

➤ Indicador de capas intermedias (MLI)

El indicador MLI caracteriza la rigidez de la parte media o de inflexión de la estructura de pavimento (Horak, 2008), contenida entre los 300 mm y 600 mm del cuenco de deflexiones, medidos desde el punto de aplicación de la carga. Es un buen indicador de la rigidez de las capas comprendidas entre los 30 cm y 60 cm de profundidad de la estructura de pavimento, donde generalmente se ubican las capas de base y subbase (Horak, 2008). En la Ecuación 3, se presenta la expresión para el cálculo de este parámetro:

$$MLI = d_2 - d_4 \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde,

MLI = Indicador de capas intermedias [μm]

d_2 = Deflexión medida a 300 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]

d_4 = Deflexión medida a 600 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]

➤ Indicador de capas inferiores (LLI)

El indicador LLI caracteriza la capacidad estructural de la parte inferior de la estructura de pavimento (Horak, 1987), contenida entre los 600 mm y 900 mm del cuenco de deflexiones, medidos desde el punto de aplicación de la carga. Es un buen indicador de la capacidad estructural de las capas ubicadas desde los 60 cm hasta los 2 m de profundidad, donde usualmente se encuentra la subrasante (Horak, 2008). La Ecuación 4 describe el cálculo de este indicador:

$$LLI = d_4 - d_5 \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde,

LLI = Indicador de capas inferiores [μm]

d_4 = Deflexión medida a la distancia 600 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]

d_5 = Deflexión medida a la distancia 900 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]

➤ Máxima deflexión (d_0)

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 19 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



La deflexión máxima corresponde a la deflexión medida debajo del centro de aplicación de la carga. Tradicionalmente, este indicador se ha utilizado para el análisis de la totalidad de la estructura de pavimento, debido a que refleja el aporte estructural de todas las capas de la estructura de pavimento; sin embargo, entre el 60% y el 80% de la deflexión máxima medida es producto de la deflexión de la subrasante (Ullidtz, 1987); por lo tanto, una deflexión máxima alta suele estar asociada con una subrasante débil (Saleh, 2015).

A partir de los indicadores mencionados anteriormente, Horak (2008) propuso una clasificación de la condición estructural para diversos tipos de pavimento. En el Tabla 4 se muestra la clasificación estructural propuesta por Horak según los indicadores del cuenco de deflexiones.

Tabla 4. Clasificación de la condición estructural según los indicadores de condición estructural.

Tipo de pavimento	Condición estructural	Indicadores de condición estructural				
		d ₀ (μm)	RoC (m)	BLI (μm)	MLI (μm)	LLI (μm)
Base granular	Buena	<500	>100	<200	<100	<50
	Regular	500-750	50-100	200-400	100-200	50-100
	Severa	>750	<50	>400	>200	>100
Base estabilizada con cemento	Buena	<200	>150	<100	<50	<40
	Regular	200-400	80-150	100-300	50-100	40-80
	Severa	>400	<80	>300	>100	>80
Base bituminosa	Buena	<400	>250	<200	<100	<50
	Regular	400-600	100-250	200-400	100-150	50-80
	Severa	>600	<100	>400	>150	>80

Fuente: Horak, 2008

➤ Indicador de AREA (Hoffman & Thompson ,1981).

El parámetro AREA es una medida de la envolvente de deflexiones que ayuda a la caracterización de la capacidad estructural de un pavimento. Los autores derivaron el parámetro AREA del cálculo del área bajo el cuenco de deflexión normalizado, con respecto al valor de la mayor deflexión registrada (D₀), utilizando el concepto de la regla de Simpson para la integración numérica. El parámetro combina las diferentes deflexiones registradas por los geófonos en un número, minimizando por lo tanto el efecto de un posible error de mal funcionamiento presentado en alguno de los sensores. En la Ecuación 5, se presenta el cálculo del parámetro AREA utilizando las deflexiones medidas a partir de la carga aplicada al pavimento por el equipo no destructivo (FWD).

$$AREA = \frac{150(d_0 + 2d_1 + 2d_2 + d_3)}{d_0} \text{ (Ecuación 5)}$$

Donde,

AREA = Indicador de capacidad estructural de un pavimento [mm]

d₀ = Deflexión medida en el centro de aplicación de la carga [μm]

d₁ = Deflexión medida a la distancia 300 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]

d₂ = Deflexión medida a la distancia 600 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]

d₃ = Deflexión medida a la distancia 900 mm desde el centro de aplicación de la carga [μm]



No obstante, otros autores como Saleh (2016) señala que el parámetro AREA es poco sensible a la condición estructural de la subrasante, es decir que no posee la capacidad de evaluar la totalidad de la estructura de pavimento. Sin embargo, a pesar de lo anterior es un buen indicador estructural de todas las capas de pavimento que se encuentran por encima de la subrasante.

En la Tabla 5 se muestra valores típicos del AREA según diferentes tipos de estructuras de pavimentos de acuerdo con el Instituto del Asfalto.

Tabla 5. Rango de Valores típicos del parámetro AREA pavimentos. Fuente: Instituto del Asfalto

Pavimento	Valor de AREA	
	Pulgadas(in)	Milímetros(mm)
Pavimento rígido	24 - 33	610 - 840
Pavimento flexible con espesor \geq 100 mm (4 in.)	21 - 30	530 - 760
Pavimento flexible con espesor < 100 mm (4 in.)	16 - 21	410 - 530
Base estabilizada con asfalto	15 - 17	380 - 430
Base estabilizada con asfalto débil	12 - 15	300 - 380

AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR

De acuerdo con los procedimientos de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021 fue remitido a la Administración, mediante el oficio EIC-Lanamme-52-2022 con fecha del 19 de enero de 2022 para que fuese analizado, y se le otorgó un plazo de 15 días hábiles a la Administración para que se refiriera al informe preliminar de forma escrita, de manera tal que dicho plazo finaliza el 09 de febrero de 2022, además se le indica a la administración que la presentación oral del informe se realizaría el día 27 de enero de 2022 de forma virtual por el estado de emergencia debido al COVID-19.

No obstante, debido a un error humano, en el envío digital del documento no se adjuntó el informe preliminar, a partir de dicha eventualidad, el informe preliminar fue enviado vía correo electrónico por el Equipo Auditor a cada uno de los remitentes el día 21 de enero de 2022, otorgándose un plazo de 2 días adicionales para la elaboración del descargo por parte de la Administración, siendo el día 11 de febrero de 2022 el plazo máximo para su presentación.

La presentación del informe se realizó el día 27 de enero de 2022 de manera virtual, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que dar a conocer con mayor detalle el contenido de dicho informe y/o aclarar los puntos que se requiriera ampliar según el contenido del informe.

En la presentación participaron los ingenieros Johnny Gómez Navarro y Carlos Jiménez por parte de la Unidad Ejecutora BCIE/CONAVI, los ingenieros Eddy Ramírez y Susana Cárdenas por parte de la Oficina de las Naciones Unidas para Proyectos (UNOPS), además de los ingenieros Manrique

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 21 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Aguilar Oreamuno, Berny Quirós por parte del departamento de Auditoría Interna de CONAVI. Por parte de la Unidad de Auditoría del LanammeUCR estuvieron presentes los ingenieros Sergio Guerrero Aguilera, Francisco Fonseca Chaves, Fiorella Murillo Contreras, así como la coordinadora de la Unidad la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc. También, se contó con la presencia de los ingenieros Stephan Shum y Javier Zamora Rojas como parte de los expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del LanammeUCR

El día 11 de febrero de 2022, se recibió el oficio POE-10-2022-0078 emitido por la Administración, solicitando una ampliación del plazo de entrega del descargo al informe para el día 24 de febrero de 2022 debido a una petición de UNOPS según el registro 96800-220209-ER-040 con fecha del 09 de febrero de 2022, misma que se acepta y prorroga para la fecha solicitada.

El día 24 de febrero de 2022, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI presentó mediante el oficio POE-10-2022-0107 el descargo al informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021, como parte de la documentación presentada se adjuntó la nota No. 96800/220218/ER/048 emitida por la Oficina de las Naciones Unidas para Proyectos (UNOPS) el día 18 de febrero de 2022 y la nota denominada "Recomendación sobre corrección de defectos por IRI en Guadalupe PLCF" emitida por el PhD Pedro Castro Fernández el día 19 de enero de 2022.

Estos oficios fueron analizados y considerados por el Equipo Auditor para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración. Es importante mencionar que como está establecido, no fueron de recibo ni atendidas las observaciones de carácter subjetivo emitidas en dichos oficios.

RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Los hallazgos y observaciones declarados por el Equipo Auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las muestras extraídas y la recolección y análisis de evidencias.

Se entiende como **hallazgo de auditoría técnica**, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, una **observación de auditoría técnica** se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas por parte de la Administración, planteando acciones correctivas y preventivas en el proyecto auditado, y que sean utilizadas como insumo para mitigar el riesgo potencial de incumplimiento en proyectos futuros, como parte de un proceso integral de mejora continua.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 22 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



SOBRE LOS PARAMETROS DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS

HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE VALORES INDIVIDUALES DE IRI Y MEDIA FIJAS DE LOS CARRILES DEL TRONCO PRINCIPAL DEL PROYECTO, A EXCEPCIÓN DE LA MEDIA FIJA DE IRI DEL CARRIL EXTERNO EN EL SENTIDO SAN PEDRO - CALLE BLANCOS LA CUAL PRESENTÓ INCUMPLIMIENTO QUE FUE GESTIONADO MEDIANTE UNA COMPENSACIÓN ECONÓMICA PARA LA ADMINISTRACIÓN QUE NO HABÍA SIDO APROBADA AL CIERRE DEL INFORME FINAL

Para la evaluación de la condición de regularidad superficial de la estructura de pavimentos del tronco inferior del proyecto Paso a Desnivel sobre la Intersección de Guadalupe, el LanammeUCR realizó el 16 de marzo de 2021 el ensayo de medición del perfil longitudinal individual cada 100 m para los 4 carriles del proyecto, dos en el sentido San Pedro - Calle Blancos y dos en el sentido Calle Blancos - San Pedro.

Además, el día 22 de marzo de 2021 se realizó una medición adicional en el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos con el fin de corroborar los resultados obtenidos en la medición del día 16 de marzo de 2021.

La evaluación del IRI como parámetro de desempeño del proyecto fue realizada siguiendo los lineamientos establecidos en la sección 401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas en caliente del pliego de prescripciones técnicas del Tomo 7 del cartel de licitación. En dicha sección se establece en relación con el cumplimiento de valores individuales de IRI y media fija del proyecto que:

“Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de diez valores de IRI tienen un valor igual o inferior al indicado en la siguiente tabla y ninguno de los valores individuales supera 3,0 m / km.”

Tabla 6. Especificación IRI cumplimiento de promedio de *diez valores de IRI*. Fuente: MOPT, 2015.

Porcentaje de m/km	Rodadura e Intermedia	
	Tipo de vía	
	Autopistas y Vías concesiona-	Resto de Vías
50	<1.5	<1.5
80	<1.8	<2.0
100	<2.0	<2.5

“El IRI medio en el caso de las autopistas y vías concesionadas será como máximo de 1.69, del resto de vías 1.85 y el de otras capas bituminosas 2.35. Si se asume una distribución normal para la serie de valores de IRI, los percentiles que se muestran anteriormente permiten definir un valor promedio de 1,85 m/km y una desviación (σ) de 0,39 m/km, que será la máxima aceptable.”

En relación con la evaluación realizada se debe indicar que la misma consideró como longitud total evaluada la comprendida entre los estacionamientos 0+898 (puente sobre el río Torres) y 1+592 (salida a intersección Calle Blancos), es decir un total de 694 m.



Es importante mencionar que el estacionamiento 0+898 es el equivalente al estacionamiento 0+000 en la evaluación del IRI realizada por el LanammeUCR en el sentido San Pedro - Calle Blancos y el estacionamiento 1+592 equivale al estacionamiento 0+694. Por otro lado, en la evaluación en el sentido Calle Blancos - San Pedro el 0+000 corresponde al estacionamiento 1+592 y el 0+643 al estacionamiento 0+898.

La longitud total del proyecto hace que se tenga un único valor de media fija por carril, por lo que el análisis de medias fijas se limita al cumplimiento de 4 datos. Además, dentro de la evaluación del parámetro de IRI, se consideraron las singularidades determinadas por UNOPS y la Unidad Ejecutora en los oficios 96800/210222/ER/051 del 22 de febrero de 2021 y POE-10-2021-0199 del 10 de marzo de 2021. Las singularidades consideradas en el análisis fueron las siguientes:

- Conexión provisional entre los estacionamientos 0+798 y 0+830.
- El puente sobre el Río Torres entre los estacionamientos 0+830 y 0+900.
- El pozo de saneamiento estación 1+500.
- Cambio de pavimento por fin de proyecto posterior a la estación 1+500.

Los resultados de la evaluación del ensayo de IRI fueron remitidos a la Unidad Ejecutora mediante el oficio LM-EIC-D-0267-2021 del 25 de marzo de 2021, el cual contenía el informe I-0364-2021.

Se muestran los resultados del análisis de IRI realizado por el Equipo Auditor en dicho oficio.

Evaluación IRI carriles en el sentido Calle Blancos - San Pedro

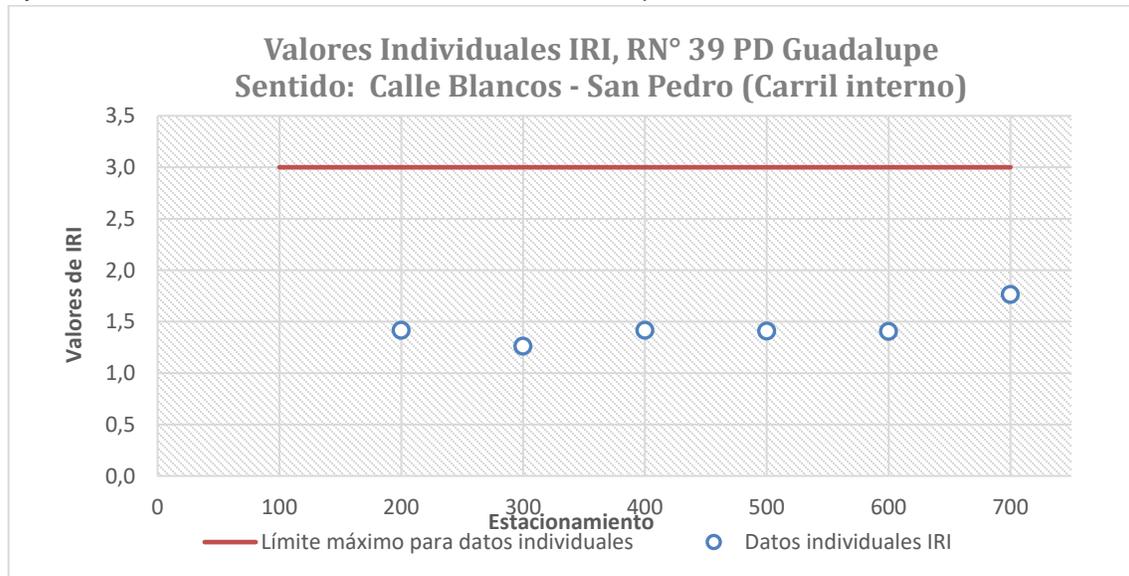
En la Tabla 7 y Figura 4 se muestran los resultados de los valores individuales y media fija obtenidos para el carril interno.

Tabla 7. Evaluación IRI, carril interno, sentido: Calle Blancos – San Pedro, tronco inferior proyecto paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No 39.

Medición de IRI Ruta Nacional N° 39 Guadalupe						
Sentido: Calle Blancos - San Pedro Carril Interno Estac 1+592 al 0+898						
Fecha de realización de la Prueba: 16/03/2021						
Est_Ini	Est_Fin	IRI_Izq	IRI_Der	Valor individual (Tramo base @100 m)	Media fija	Desviación
0	100	3,4	3,1	3,26	1,45	0,17
100	200	1,5	1,4	1,42		
200	300	1,3	1,2	1,26		
300	400	1,4	1,4	1,42		
400	500	1,4	1,4	1,41		
500	600	1,3	1,5	1,41		
600	694	1,8	1,7	1,76		
Criterio cumplimiento (Promedio media fija mayor a 1,85, desviación estándar no mayor a 0,39)					Cumple	Cumple



Figura 4. Evaluación valores individuales IRI carril interno, sentido Calle Blancos – San Pedro, proyecto Paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe Ruta Nacional No 39.



Los resultados mostrados en la Tabla 7 y Figura 4, permiten identificar el cumplimiento de los valores individuales, media fija y desviación estándar según lo establecido en la especificación de la sección 401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas en caliente. Es importante mencionar que el valor promedio de 1,45 y desviación estándar de 0,17 no considera el valor de IRI de 0 a 100 m identificado en la Tabla 1 (en color rojo), ya que dicho valor es considerado como una singularidad.

Por otra parte, en la Tabla 8 y Figura 5 se muestran los resultados de los valores individuales y media fija obtenidos para el carril externo.

Tabla 8. Evaluación IRI, carril externo, sentido Calle Blancos – San Pedro, tronco inferior proyecto paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39

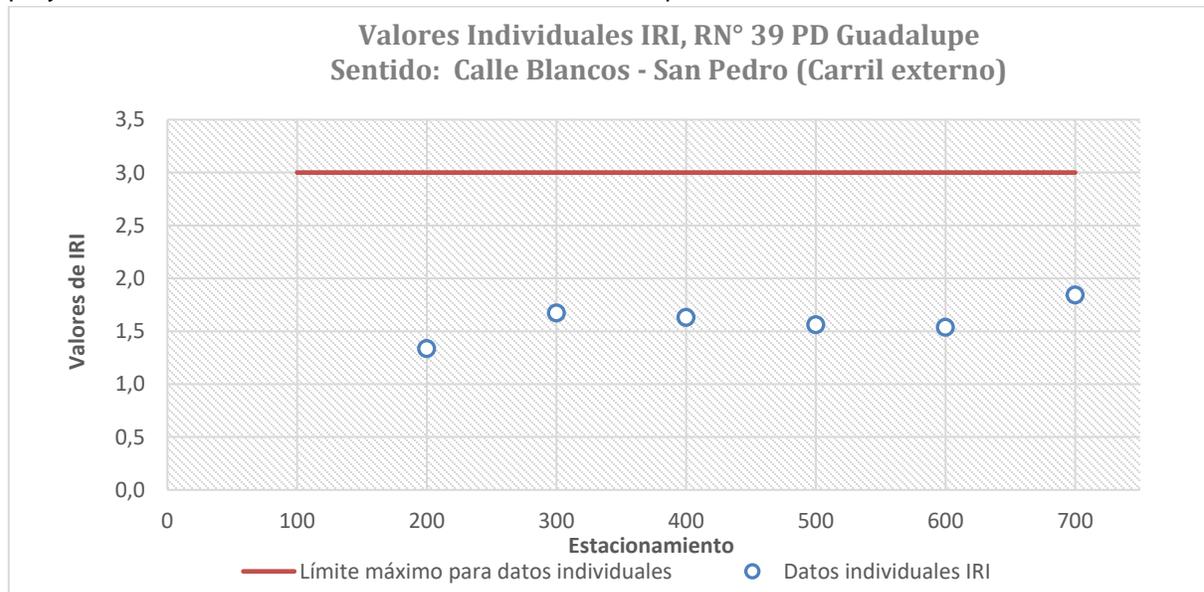
Medición de IRI Ruta Nacional N° 39 Guadalupe						
Sentido: Calle Blancos - San Pedro Carril Externo Estac 1+592 al 0+898						
Fecha de realización de la Prueba: 16/03/2021						
Est_Ini	Est_Fin	IRI_Izq	IRI_Der	Valor individual (Tramo base @100 m)	Media fija	Desviación
0	100	3,3	3,1	3,22	1,60	0,17
100	200	1,4	1,3	1,34		
200	300	1,9	1,5	1,67		
300	400	2,0	1,3	1,63		
400	500	1,8	1,3	1,56		
500	600	1,5	1,6	1,54		
600	700	1,7	2,0	1,84		
Criterio cumplimiento (Promedio media fija no mayor a 1,85, desviación estándar no mayor a 0,39)					Cumple	Cumple



Nuevamente los resultados de la evaluación realizada permiten identificar el cumplimiento de los valores individuales, media fija y desviación estándar según lo establecido en la especificación de la sección 401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas en caliente.

De igual manera el valor de IRI obtenido entre el estacionamiento 0 a 100 m no fue considerado en la estimación de la media fija de 1,60 y la desviación estándar de 0,17, ya que es una singularidad. Además, el Equipo Auditor considera relevante destacar la baja desviación estándar obtenida en ambos carriles, lo cual es un indicador de un proceso constructivo uniforme en los carriles en el sentido Calle Blancos -San Pedro. Además de destacar la obtención de un valor de IRI bueno según la escala de evaluación de la Red Vial Nacional.

Figura 5. Evaluación valores individuales IRI carril externo, sentido Calle Blancos – San Pedro, proyecto Paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe Ruta Nacional No 39.



Evaluación IRI carriles en el sentido San Pedro - Calle Blancos

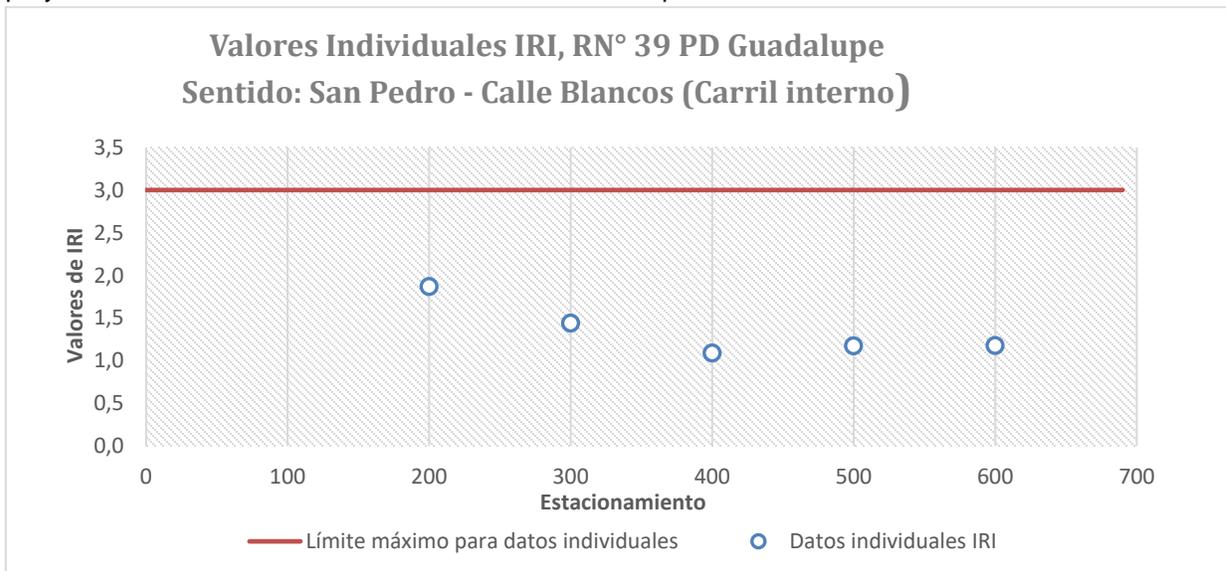
La Tabla 9 muestra los resultados de los valores individuales y media fija obtenidos para el carril interno. Además, la Figura 6 presenta la verificación del cumplimiento de valores individuales.



Tabla 9. Evaluación IRI, carril interno, sentido: San Pedro- Calle Blancos, tronco inferior proyecto paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.

Medición de IRI Ruta Nacional N° 39 Guadalupe						
Sentido: San Pedro - Calle Blancos, Carril Interno Estac. 0+898 al 1+592						
Fecha de realización de la Prueba: 16/03/2021						
Est_Ini	Est_Fin	IRI_Izq	IRI_Der	Valor individual (Tramo base @100 m)	Media fija	Desviación
0	100	4,6	5,1	4,8	1,35	0,32
100	200	2,1	1,6	1,9		
200	300	1,4	1,5	1,4		
300	400	1,1	1,0	1,1		
400	500	1,3	1,0	1,2		
500	600	1,2	1,1	1,2		
600	700	1,9	1,5	1,7		
Criterio cumplimiento (Promedio media fija no mayor a 1,85, desviación estándar no mayor a 0,39)					Cumple	Cumple

Figura 6. Evaluación valores individuales IRI carril interno, sentido San Pedro - Calle Blancos, proyecto Paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe Ruta Nacional No 39.



Los resultados presentados en la Tabla 9 y Figura 6 evidencian el cumplimiento de todos los valores individuales de acuerdo a la especificación de 3,0 m/km como valor máximo. Para el valor de media fija del carril interno se obtuvo un valor de 1,35 m/km siendo el carril con el mejor acabado del proyecto y por ende, cumpliendo con el valor máximo de media fija de 1,85 m/km. También se identificó el cumplimiento de la desviación estándar.

En términos generales, los resultados evidenciados en el parámetro de IRI de los carriles en el sentido Calle Blancos – San Pedro y carril interno en el sentido San Pedro - Calle Blancos, se



pueden asociar a buenas prácticas constructivas evidenciadas durante el proceso de pavimentación en las cuales se observó la colocación de la capa de rodadura de la estructura de pavimentos de forma continua a lo largo de la totalidad de algunos de los carriles del tronco principal del proyecto, lo cual generó un beneficio en el acabado y regularidad superficial de estos carriles.

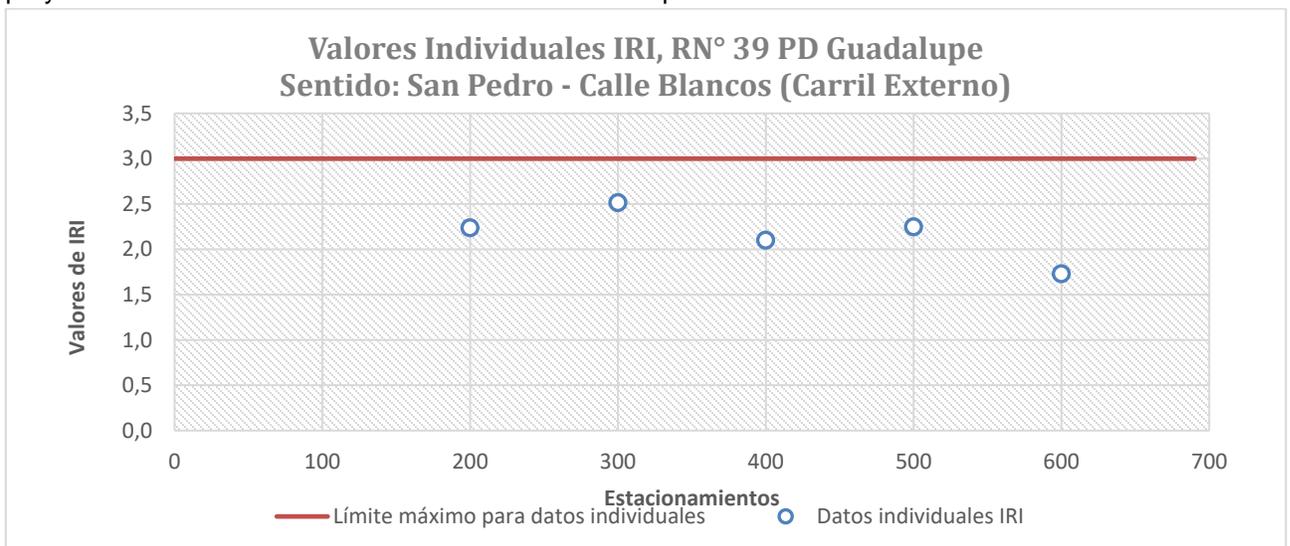
Por otra parte, en la Tabla 10 presenta los resultados de valores individuales y media fija obtenidos para el carril externo.

Tabla 10. Evaluación IRI, carril externo, sentido: San Pedro - Calle Blancos, tronco inferior proyecto paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.

Medición de IRI Ruta Nacional N° 39 Guadalupe						
Sentido: San Pedro - Calle Blancos, Carril Externo Estac 0+898 al 1+592						
Fecha de realización de la Prueba: 16/03/2021						
Est_Ini	Est_Fin	IRI_Izq	IRI_Der	Valor individual (Tramo base @100 m)	Media fija	Desviación
0	100	3,5	2,6	3,03	2,17	0,29
100	200	2,2	2,2	2,24		
200	300	2,3	2,7	2,52		
300	400	2,0	2,2	2,10		
400	500	2,3	2,2	2,25		
500	600	1,7	1,8	1,73		
600	700	2,2	2,4	2,31		
Criterio cumplimiento (Promedio media fija no mayor a 1,85, desviación estándar no mayor a 0,39)					No Cumple	Cumple

Por su parte, la Figura 7. Evaluación valores individuales IRI carril externo, sentido San Pedro - Calle Blancos, proyecto Paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe Ruta Nacional No 39. representa la evaluación de valores individuales según el valor máximo de 3,0 m/km.

Figura 7. Evaluación valores individuales IRI carril externo, sentido San Pedro - Calle Blancos, proyecto Paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe Ruta Nacional No 39.





En lo que respecta al valor de media fija del carril externo se obtuvo un valor de 2,17 m/km y una desviación de valores individuales de 0,29. Por lo tanto este carril no cumplió con la especificación de un valor máximo de media fija de 1,85 m/km. Además, este carril muestra el valor más alto de la evaluación realizada en los 4 carriles del proyecto analizados.

Cabe mencionar que los valores en rojo de la Tabla 10 no fueron considerados para la estimación del valor de media fija ya que corresponden a singularidades.

Por otra parte, los resultados mostrados en la Tabla 10 y Figura 7, evidencian el cumplimiento de todos los valores individuales de acuerdo con la especificación de 3,0 m/km como valor máximo. Sin embargo 4 de los 5 valores analizados se encuentran por encima del valor de 2,0 m/km, lo cual repercutió directamente en el resultado obtenido de la media fija y hace pensar que es un problema de acabado generalizado del tramo.

A partir de los resultados obtenidos de media fija para los carriles restantes, el Equipo Auditor decidió realizar una nueva medición del parámetro de IRI de forma exclusiva en el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos con el fin de corroborar los resultados obtenidos en la medición del 16 de marzo de 2021.

La nueva medición de IRI se realizó el 22 de marzo de 2021, no obstante, los resultados obtenidos en la nueva medición tanto para valores individuales como para media fija, confirmaron el patrón observado previamente, tal como se detalla en la Tabla 11. El resultado obtenido para media fija fue de 2,18 el cual incumple con la especificación de un valor máximo de media fija de 1,85 m/km.

Tabla 11. Evaluación IRI, carril externo, sentido: San Pedro - Calle Blancos, tronco inferior proyecto paso a desnivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.

Medición de IRI Ruta Nacional N° 39 Guadalupe						
Sentido: San Pedro - Calle Blancos, Carril Externo Estac 0+898 al 1+592						
Fecha de realización de la Prueba: 22/03/2021						
Est_Ini	Est_Fin	IRI_Izq	IRI_Der	Valor individual (Tramo base @100 m)	Media fija	Desviación
0	100	3,0	2,2	2,60	2,18	0,25
100	200	2,3	2,2	2,25		
200	300	2,4	2,6	2,46		
300	400	2,1	2,2	2,12		
400	500	2,4	2,2	2,29		
500	600	1,8	1,7	1,78		
600	700)	2,1	2,4	2,26	No Cumple	Cumple
Criterio cumplimiento (Promedio media móvil no mayor a 1,85, desviación estándar no mayor a 0,39)						

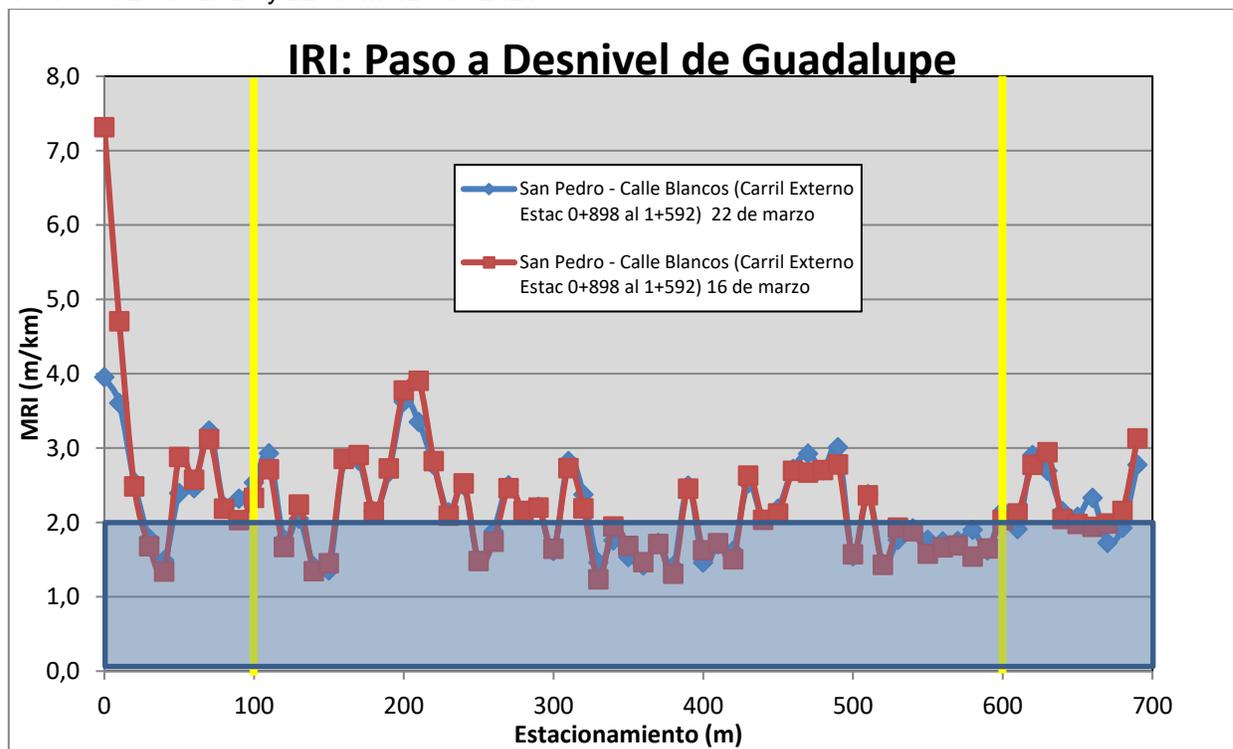
Con el fin de brindar mayor claridad sobre los resultados de IRI obtenidos por el LanammeUCR en el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos, se muestra en la Figura 8 el gráfico comparativo con los resultados de IRI cada 10 m a lo largo del tramo evaluado en las dos mediciones



realizadas. Este análisis permite corroborar el patrón o comportamiento obtenido en ambas mediciones ya que los perfiles medidos dieron resultados prácticamente iguales.

Otro aspecto a mencionar es que el análisis de IRI a cada 10 m permite identificar las secciones que presentaron los mayores problemas durante la evaluación. Así, por ejemplo, se observa en la Figura 7 altos valores de IRI cercanos al estacionamiento 0+200 el cual es equivalente al estacionamiento 1+100 del proyecto, estos valores son considerados por el Equipo Auditor como excesivos en perjuicio de la regularidad superficial del carril analizado. De igual manera, en el gráfico se observa una gran cantidad de valores entre 2,0 m/km y 3,0 m/km, a excepción de las secciones comprendidas entre los estacionamientos 0+330-0+420 y 0+500-0+600 donde se obtuvo la mayor cantidad de valores por debajo de los 2,0 m/km. Con base en lo anterior, se evidencia un problema en el acabado de la capa especialmente en la sección comprendida entre los estacionamientos 1+000 y 1+230, así como la sección comprendida entre el estacionamiento 1+320 al 1+400. Es criterio del Equipo Auditor que la ubicación espacial de las secciones con mayor IRI en el carril que presentó el incumplimiento son de relevancia en caso de que la Unidad Ejecutora y UNOPS determinen realizar algún tipo de reparación.

Figura 8. Valores IRI cada 10 m mediciones del carril externo, sentido San Pedro - Calle Blancos del 16 de marzo de 2021 y 22 de marzo de 2021



Es importante mencionar que en el caso del carril externo San Pedro - Calle Blancos, según los resultados de la evaluación realizada por el LanammeUCR no se satisface la especificación de regularidad superficial del proyecto, por lo que es criterio del Equipo Auditor que la Administración debe realizar un análisis detallado del carril que incumplió con la especificación y asegurar el



cumplimiento de la media fija de manera que se garantice la calidad demandada en relación con este parámetro funcional.

También se debe señalar que en el informe LM-EIC-D-0001-2021 el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos fue el único carril donde se identificaron juntas transversales.

En relación con el incumplimiento en los estándares de calidad del parámetro de regularidad superficial, la sección 401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas del pliego de prescripciones técnicas del Tomo 4 del cartel de licitación establece que:

“Las irregularidades que excedan las tolerancias especificadas, así como las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán ser corregidas según las instrucciones del Ingeniero de Proyecto”.

Según lo anterior, la ingeniería de proyecto tiene la obligación y responsabilidad de señalar al contratista mediante la evaluación del parámetro de IRI las secciones que incumplieron con los estándares de calidad, así como solicitar la reparación de los tramos que presentaron deficiencias o irregularidades ocasionadas por el proceso constructivo del contratista. La omisión de esta responsabilidad generaría la recepción de un proyecto con un estándar de calidad menor al contratado y demandado, que podría generar una disminución de la vida útil o periodo de diseño de la estructura de pavimento, así como aumentos en costos de mantenimiento para la Administración.

Por otra parte, el Equipo Auditor solicitó los resultados de la evaluación de IRI realizados por la Supervisión y Autocontrol del proyecto en el oficio LM-EIC-D-0267-2021 del 25 de marzo de 2021, sin embargo, a la fecha de emisión de este informe no se obtuvo respuesta. Se realizó un recordatorio a la Unidad Ejecutora, vía correo electrónico el día 18 de agosto de 2021 sobre la información pendiente de envío, sin embargo, pese a que se indicó que la información iba ser gestionada mediante UNOPS, la información no fue enviada al Equipo Auditor. Por lo tanto, debido a que la Unidad Ejecutora no presentó los resultados de IRI del laboratorio de la Supervisión y Autocontrol no se desarrolla el análisis comparativo de las evaluaciones.

A partir de la documentación presentada como descargo al informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI y la Gestora del proyecto UNOPS reconocen el incumplimiento del valor promedio de IRI del Carril Externo en el sentido San Pedro -Calle Blancos. Respecto al incumplimiento evidenciado ambos entes acordaron establecer un pago reducido del trabajo amparándose en la aplicación de la subcláusula 9.4 (c)(ii) del contrato ITB-CRPC-98600-2018-02.

Ahora bien, según el análisis del descargo emitido mediante los oficios POE-10-2022-0107 del 24 de febrero de 2022 de la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI y No. 96800/220218/ER/048 emitido por la Oficina de las Naciones Unidas para Proyectos (UNOPS) el día 18 de febrero de 2022, en relación con el monto compensatorio se menciona que el mismo corresponde al costo de la reparación de la longitud total del carril.

Posteriormente, de forma extemporánea a la entrega del descargo al informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI, hizo llegar al Equipo Auditor el oficio Ref. 96800/220107/ER/003 del 07 de enero de 2022,

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 31 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



en el cual UNOPS le comunica a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI que se ha determinado realizar una reducción al contrato de la obra, por el incumplimiento del ensayo del IRI en 1 de los 4 carriles del proyecto, por un monto de \$3.709,00 el cual corresponde al monto de perfilar el área total del carril con un espesor de 5 cm. En relación con el tipo de intervención propuesta por el Gestor del Proyecto, es criterio del Equipo Auditor que la técnica propuesta por el Gestor del Proyecto se considera adecuada para una posible atención y corrección del incumplimiento registrado, sin embargo, no se considera que la estimación del monto compensatorio sea el correcto debido a que el Gestor del Proyecto omitió dentro de la estructura de costos el monto correspondiente a la mezcla asfáltica necesaria para reponer los 5 cm de espesor perfilado del material y así dar el acabado a la superficie. Por lo tanto, se considera que el monto compensatorio estimado y propuesto por el Gestor del Proyecto está incompleto y no considera el costo total real que implicaría una corrección de IRI a lo largo del carril que presentó el incumplimiento del parámetro.

Además, a la fecha del cierre del informe final no se evidenció que la Unidad Ejecutora haya aprobado la propuesta del monto presentado por UNOPS, según lo indicado por esta misma entidad en el oficio 96800/220218/ER/048, 18 de febrero de 2022, en el cual se indica que la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI no se había pronunciado en relación al valor propuesto como compensación económica

OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIARON SECCIONES DE PAVIMENTO EN LOS DIFERENTES CARRILES DEL TRONCO PRINCIPAL, CON UNA CONDICIÓN ESTRUCTURAL BUENA, REGULAR Y SEVERA, A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE INDICADORES ESTRUCTURALES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES”

Se analizaron las deflexiones medidas por el LanammeUCR en los cuatro carriles del tronco principal del proyecto según la clasificación de condición estructural propuesta por Horak en 2008 basada en los indicadores d₀, RoC, BLI, MLI y LLI. Además, se realizó la evaluación del parámetro AREA propuesto por Hoffman & Thompson (1981).

Las mediciones se registraron el día 15 de marzo de 2021 a cada 25 m de forma alternada (carril interno y carril externo) en cada uno de los sentidos, con un nivel de carga de 40 kN, y con una configuración de geófonos como se muestra en el Tabla 12. Los resultados de esta medición se muestran en el informe I-0364-2021.

Tabla 12. Configuración de geófonos para la medición del cuenco de deflexiones

No	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈
Distancia (mm)	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800

En relación con la longitud evaluada, el Equipo Auditor consideró como longitud total del proyecto aproximadamente 700 m para el análisis de deflexiones, comprendido entre los estacionamientos 0+898 y 1+592, siendo el estacionamiento 0+898 el 0+000 en el sentido San Pedro Calle Blancos y el estacionamiento 1+592 el 0+000 en el sentido Calle Blancos - San Pedro. En algunos carriles no se logró completar los 700 m de medición debido a que en el tramo final no se encontraba habilitado en el momento de la medición.



Carriles del tronco principal sentido San Pedro - Calle Blancos

En la Figura 9 se muestra la condición estructural de las secciones evaluadas el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos según los indicadores RoC, BLI, MLI, LLI, d₀ y AREA.

Como se puede observar los indicadores RoC y BLI asociados a la condición estructural de las capas superiores de este carril tienen una tendencia a mostrar una condición estructural buena. Únicamente se identificaron 3 estacionamientos donde el indicador BLI registró una condición regular, dichos estacionamientos corresponden a las secciones 0+925 (0+025 gráfico), 1+075 (0+175 gráfico) y 1+225 (0+325 gráfico), en las cuales según el indicador analizado se identifica una capacidad estructural regular en las capas superiores.

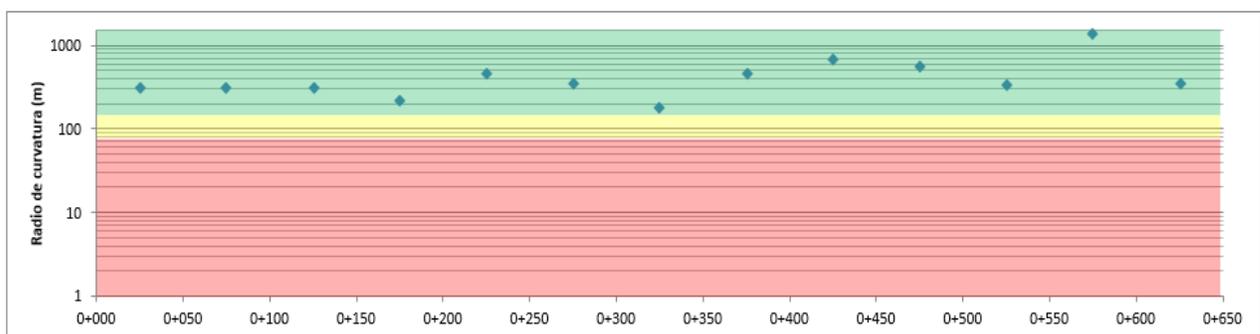
En lo referente a las capas intermedias, el indicador MLI obtenido refleja una condición regular de las capas construidas con un valor promedio de 65,83 µm, no obstante, se identifican 3 secciones con una condición estructural mala o severa, específicamente los tramos comprendidos en los estacionamientos 1+025(+125 gráfico), 1+075 (0+175 gráfico) y 1+225 (0+325 gráfico). La condición evidenciada podría estar asociada a debilidades de las capas intermedias de base estabilizada o subbase construidas.

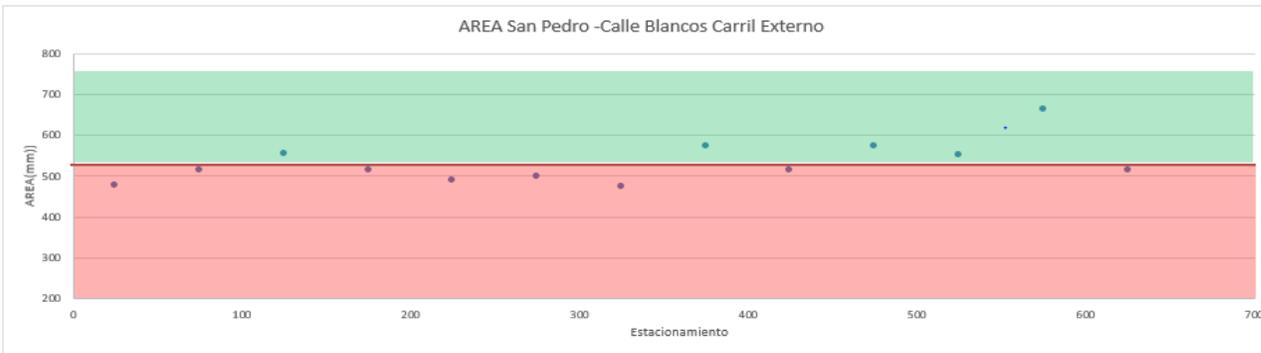
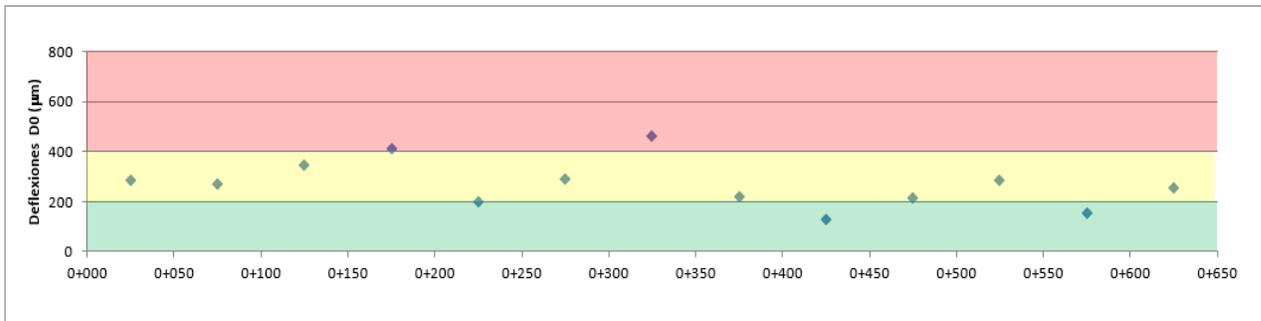
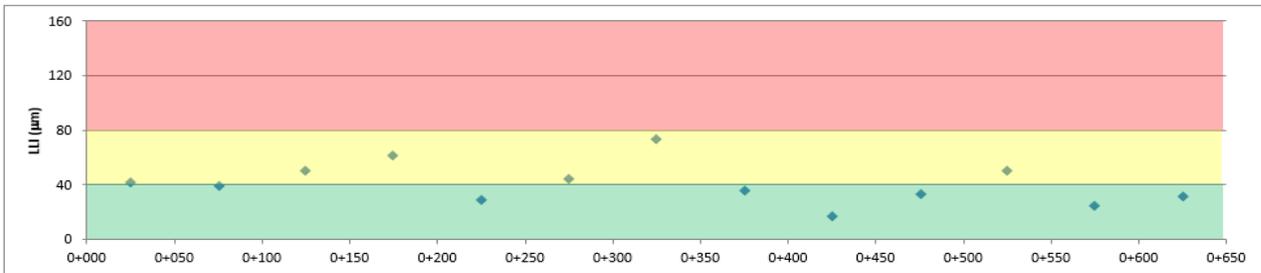
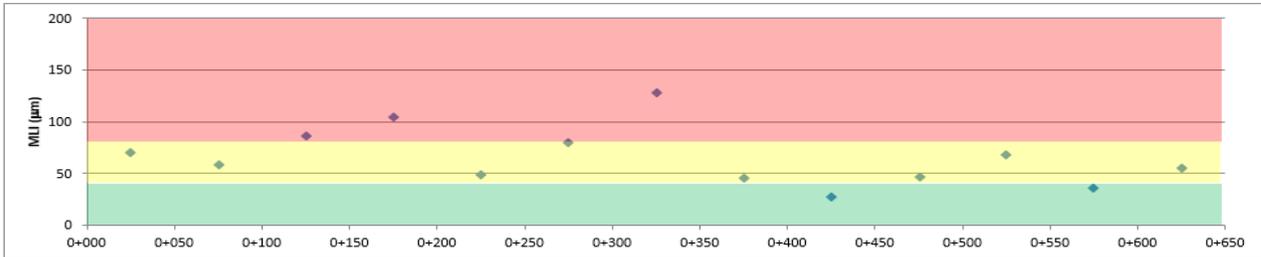
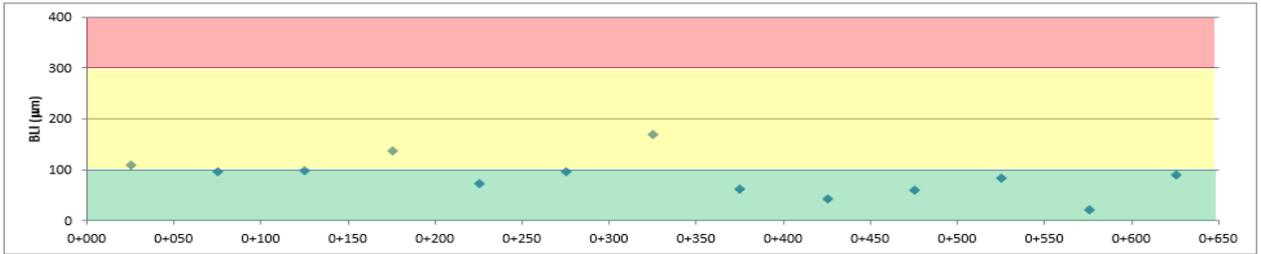
Por su parte, el indicador LLI asociado al estado estructural de las capas inferiores muestran una condición regular con un valor promedio de 40,99 µm, nuevamente los estacionamientos 1+025 (+125 gráfico), 1+075 (0+175 gráfico) y 1+225 (0+325 gráfico) fueron los que mostraron los valores mayores del indicador.

En relación con el indicador d₀, también se obtiene un promedio de la condición estructural del carril con un valor de 271,34 µm, lo cual clasifica como regular. Llama la atención las altas deflexiones obtenidas en el geófono central en los estacionamientos 1+075 (0+175 gráfico) y 1+225 (0+325 gráfico), las cuales no son propias de un pavimento recién construido, por lo que el resultado puede estar relacionado a una débil condición estructural de las capas intermedias y subrasante.

En el caso del análisis del indicador de AREA se consideró el criterio del Instituto del Asfalto para el pavimento flexible con espesor ≥ 100 mm (4 in.). La evaluación realizada permitió identificar 8 de 13 valores por debajo del valor inferior esperado para un pavimento nuevo, el cual corresponde a 530 mm, siendo los estacionamientos 1+225 (0+325 gráfico) y 0+925 (0+025 gráfico) los que registraron los valores menores con un valor de 474 y 476 respectivamente, lo cual refuerza el criterio señalado anteriormente con la evaluación de los indicadores propuestos por Horak.

Figura 9. Condición estructural de las secciones evaluadas en el carril externo sentido San Pedro - Calle Blancos







En la Figura 10 se muestra la condición estructural de las secciones evaluadas del carril interno en el sentido San Pedro - Calle Blancos según los indicadores RoC, BLI, MLI, LLI, d₀ y AREA.

Los indicadores RoC y BLI del carril interno y asociados a la condición estructural de las capas superiores tienen una tendencia a mostrar una condición estructural buena, a excepción de los estacionamientos 1+550 (0+650 gráfico), 1+592 (0+700 gráfico) donde el indicador BLI registró una condición regular. Es importante mencionar, a diferencia de la estructura de pavimento construida a lo largo del tronco principal, que en estos dos últimos estacionamientos únicamente se colocó una sobrecapa asfáltica sobre el pavimento existente, por lo que los valores del indicador BLI obtenidos podrían explicarse en una condición estructural pobre del pavimento existente.

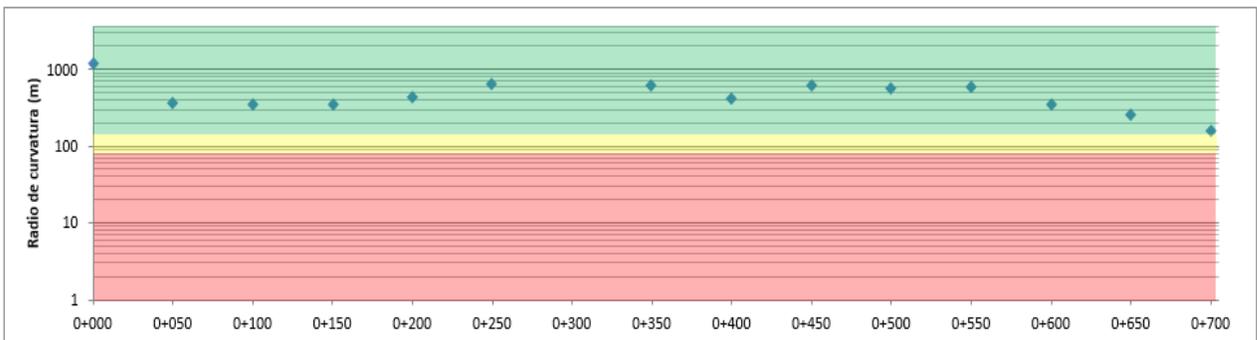
En lo referente a las capas intermedias, el indicador MLI obtenido refleja una condición regular de las capas construidas con un valor promedio de 71,08 µm, no obstante, se identifican 3 secciones con una condición estructural mala o severa, específicamente los tramos comprendidos en los estacionamientos 1+100 (0+200 gráfico), 1+550 (0+650 gráfico), 1+592 (0+700 gráfico). Nuevamente se evidencia una posible condición débil de la estructura de pavimento sobre la cual se colocó la sobrecapa asfáltica.

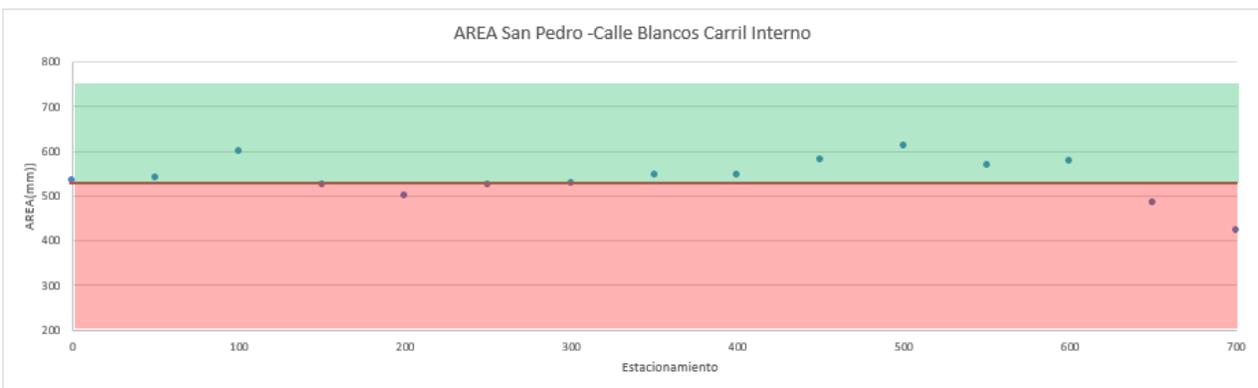
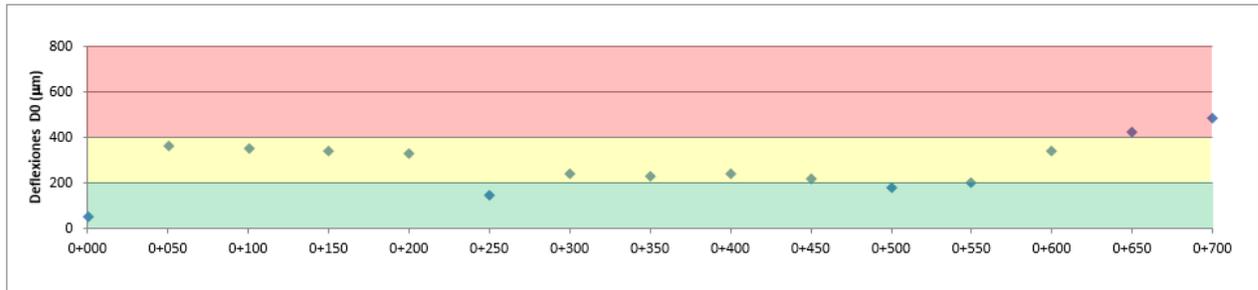
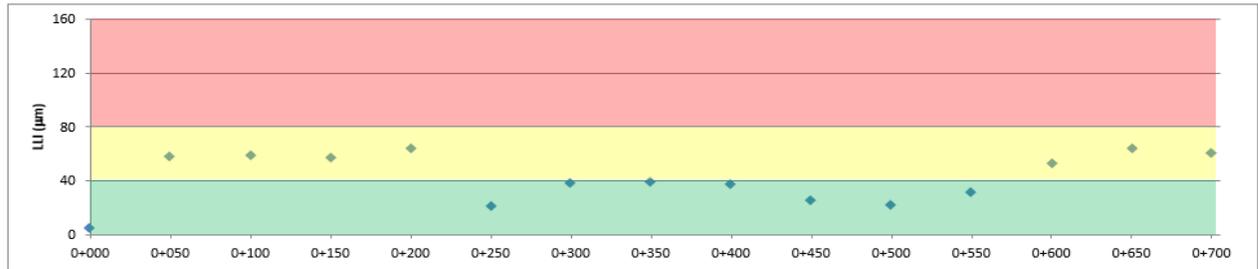
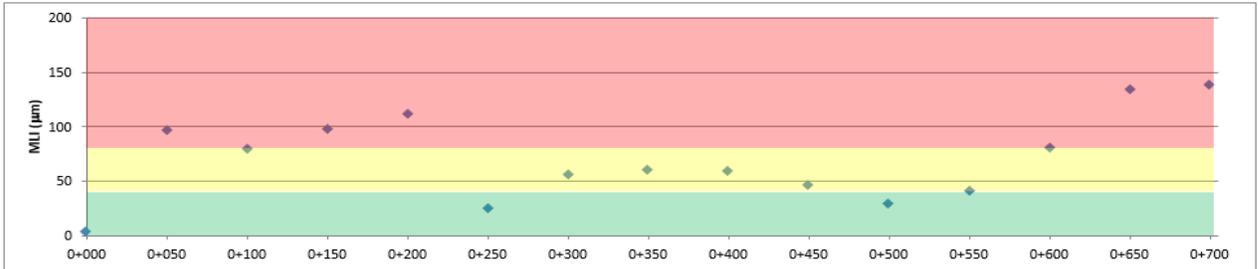
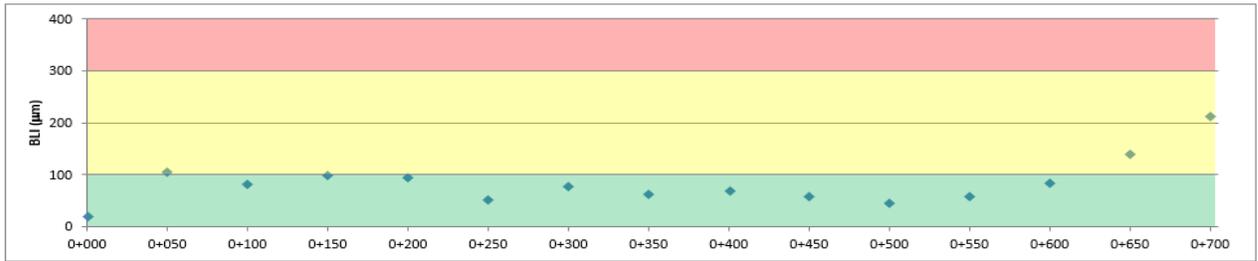
Por otra parte, el indicador LLI asociado al estado estructural de las capas inferiores muestran una condición regular con un valor promedio de 42,66 µm. Se identificaron valores regulares de la condición de las capas inferiores en los extremos del proyecto siendo los estacionamientos 1+550 (0+650 gráfico), 1+592 (0+700 gráfico) nuevamente los de mayor magnitud.

En relación con el indicador d₀, también se obtiene un promedio de la condición estructural del carril regular con un valor de 274,45 µm. Llama la atención nuevamente las altas deflexiones obtenidas en el geófono central en los estacionamientos 1+550 (0+650 gráfico), 1+592 (0+700 gráfico) las cuales muestran una condición estructural severa para una intervención recién construida.

En el caso del análisis del indicador de AREA la evaluación realizada permitió identificar 6 de 15 valores por debajo del valor inferior esperado para un pavimento nuevo, siendo los estacionamientos 1+550 (0+650 gráfico), 1+592 (0+700 gráfico) los que registraron los valores menores con un valor de 484 y 423 respectivamente, lo cual refuerza el criterio señalado anteriormente con la evaluación de los indicadores propuestos por Horak.

Figura 10. Condición estructural de las secciones evaluadas en el carril interno sentido San Pedro – Calle Blancos.







Carriles del tronco principal sentido Calle Blancos-San Pedro

En la Figura 11 se muestra la condición estructural de las secciones evaluadas del carril externo en el sentido Calle Blancos- San Pedro según los indicadores RoC, BLI, MLI, LLI, d₀ y AREA.

Los indicadores RoC y BLI del carril externo y asociados a la condición estructural de las capas superiores tienen una tendencia a mostrar una condición estructural buena, a excepción de los estacionamientos 1+475 (0+125 gráfico), 1+125 (0+475 gráfico), 1+075 (0+525 gráfico) y 0+975 (0+625 gráfico) donde el indicador BLI registró una condición regular levemente por encima del valor límite de la condición buena, lo cual podría estar asociado a una condición estructural menor a la esperada para las capas superiores de la estructura de pavimento.

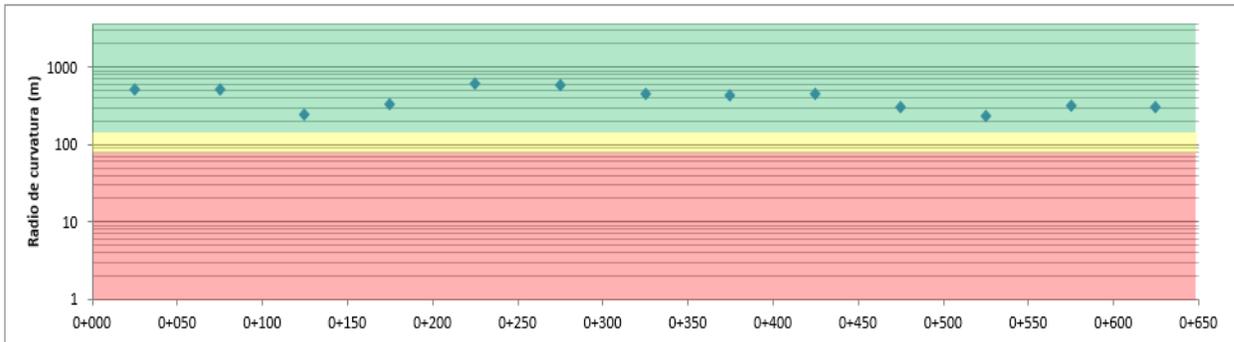
En lo referente a las capas intermedias, el indicador MLI obtenido refleja una condición regular de las capas construidas con un valor promedio del carril de 74,23 μm, no obstante, se identifican 3 secciones con una condición estructural mala o severa para estas capas, específicamente los tramos comprendidos en los estacionamientos 1+125 (0+475 gráfico), 1+025 (0+575 gráfico) y 0+975 (0+625 gráfico), de igual manera esta condición podría estar asociada a algún problema constructivo de las capas de base estabilizada o subbase.

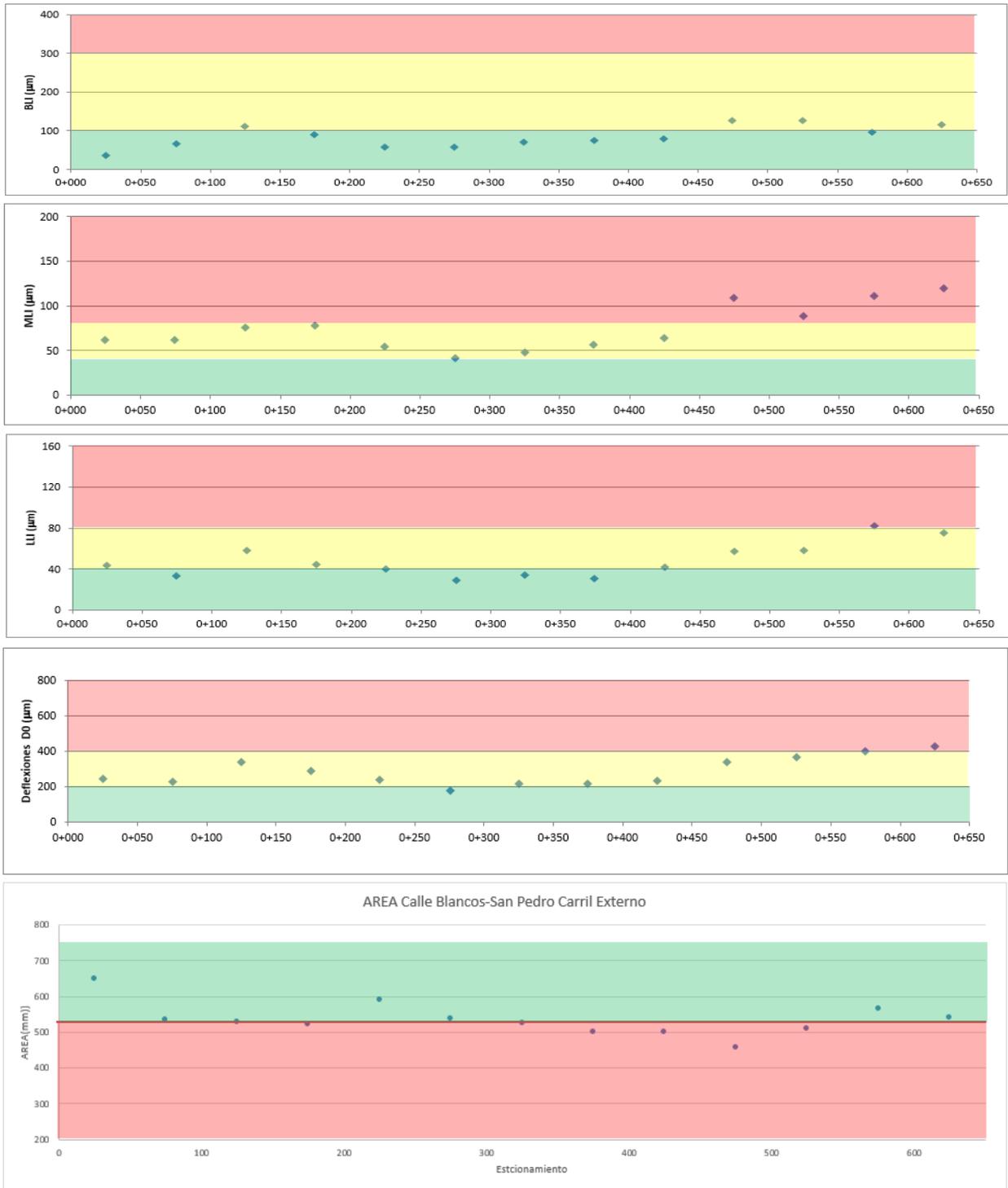
En relación con el indicador LLI se determinó un valor promedio de carril de 48,44 μm, por lo cual se categorizan las capas inferiores de la estructura pavimento bajo una condición estructural regular. Por otro lado, se identificó un valor de LLI en la evaluación de 82,25 μm en el estacionamiento 1+025 (0+575 gráfico) el cual es considerado como severo para la subrasante de un pavimento con base estabilizada recién construido según Horak.

Por otra parte, en lo que al indicador d₀, también se obtuvo un promedio de la condición estructural del carril regular con un valor de 286,88 μm. Llama la atención del Equipo Auditor nuevamente las altas deflexiones obtenidas en el geófono central en los 1+025 (0+575 gráfico) y 0+975 (0+625 gráfico) las cuales muestran una condición estructural severa para una intervención recién hecha por lo cual hay evidencia de una subrasante débil.

En el caso del análisis del indicador de AREA la evaluación realizada permitió identificar 7 de 13 valores por debajo del valor inferior esperado para un pavimento nuevo, siendo el estacionamiento 1+125 (0+475 gráfico) el valor con el menor indicador de AREA con 455 mm.

Figura 11. Condición estructural de las secciones evaluadas en el carril externo sentido Calle Blancos - San Pedro.





En la Figura 12 se muestra la condición estructural de las secciones evaluadas el carril interno en el sentido Calle Blancos - San Pedro según los indicadores RoC, BLI, MLI, LLI, d₀ y AREA.



Los indicadores RoC y BLI del carril externo y asociados a la condición estructural de las capas superiores tienen una tendencia a mostrar una condición estructural buena, a excepción del estacionamiento 1+592 (0+000 del gráfico), el cual evidencia una condición regular en los indicadores RoC y BLI, este estacionamiento nuevamente coincide en la sección de la vía en la que se colocó una sobrecapa asfáltica sobre el pavimento existente. Además, en el estacionamiento 1+150 (0+450 del gráfico) se identificó un indicador BLI en condición regular, en este caso esta sección consideró la construcción de la estructura de pavimento totalmente nueva.

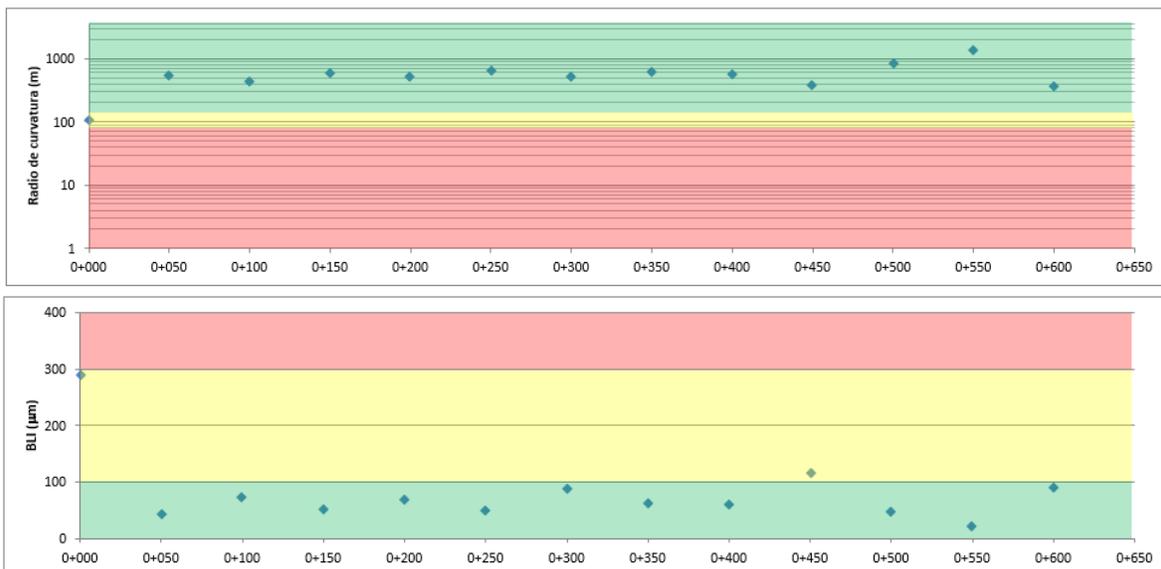
En lo referente a las capas intermedias, el indicador MLI obtenido refleja una condición regular de las capas construidas con un valor promedio del carril de 66,48 µm, no obstante, se identifican nuevamente las secciones en los estacionamientos 1+592 (0+000 del gráfico) y 1+150 (0+450 del gráfico) con problemas en relación con la condición estructural de las capas al ser categorizadas bajo una condición severa.

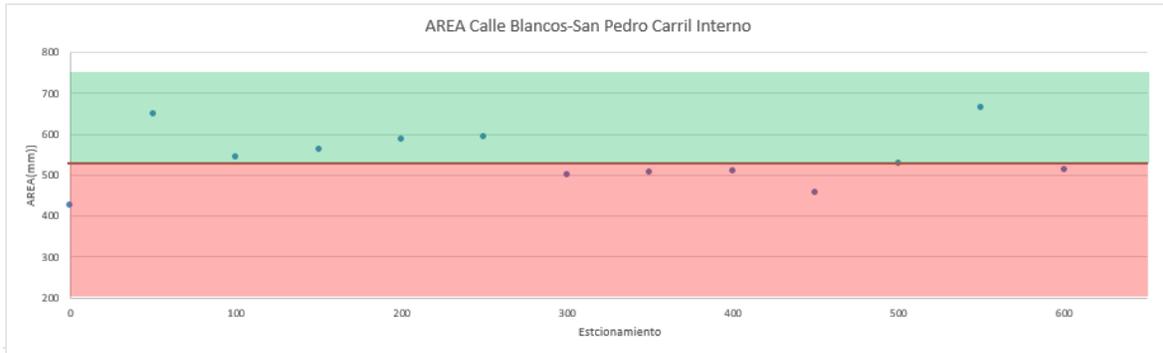
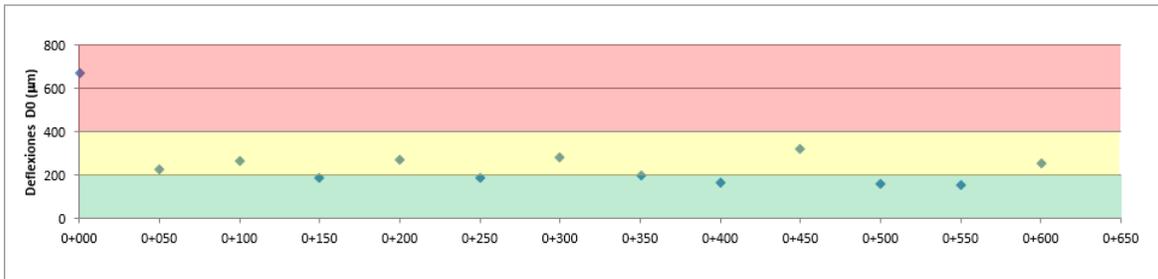
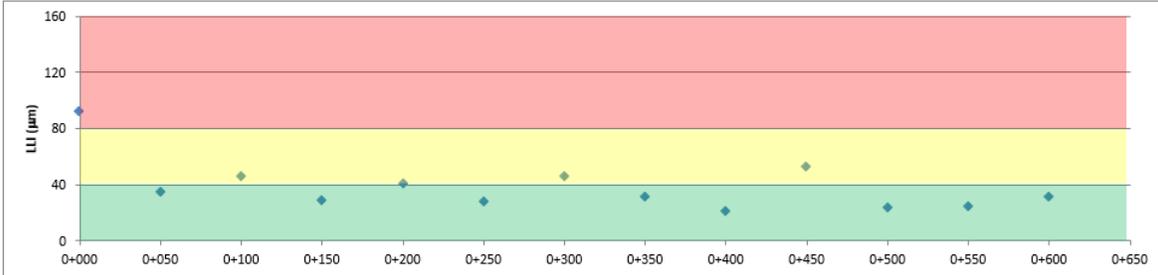
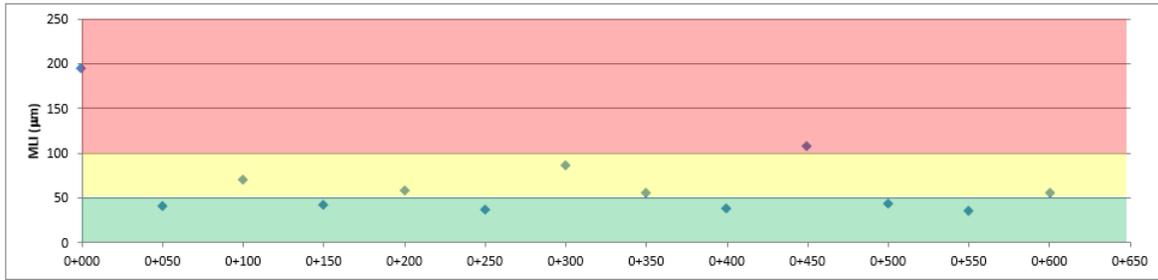
En relación con el indicador LLI se determinó un valor promedio de carril 38,85 µm, por lo cual se categorizan las capas inferiores de la estructura de pavimento del carril interno con una condición estructural buena. No obstante, en la evaluación se observaron varios estacionamientos con una condición regular y el estacionamiento 1+592 (0+000 del gráfico) evidencia una condición severa de las capas inferiores según las deflexiones observadas.

De igual manera, en lo referente a la deflexión del geófono central d₀, se muestra una tendencia similar a la observada en el indicador LLI, donde se identifican varios estacionamientos bajo una condición estructural regular y el estacionamiento 1+592 (0+000 del gráfico) evidencia una condición severa, lo cual fortalece la teoría de una subrasante débil adicional a una condición estructural pobre de la estructura del pavimento existente en la cual se colocó la sobre capa asfáltica.

En el caso del análisis del indicador de AREA la evaluación realizada permitió identificar 7 de 13 valores por debajo del valor inferior esperado para un pavimento nuevo, siendo el estacionamiento 1+592 (0+000 del gráfico) el valor con el menor indicador de AREA con 426 mm.

Figura 12. Condición estructural de las secciones evaluadas en el carril interno sentido Calle Blancos - San Pedro.





En relación con los resultados de la evaluación de la condición estructural de los carriles del tronco principal, a partir del análisis de deflexiones, se debe indicar que se observa una tendencia a una condición estructural buena de la capa asfáltica colocada y la base estabilizada. No obstante, se identificaron algunos estacionamientos en condición regular en estas capas dentro de los 4 carriles evaluados. Los análisis del Equipo Auditor en el informe LM-EIC-D-0001-2021 determinaron un 31% de incumplimiento en los resultados de la resistencia a la compresión de las pastillas de base estabilizada de las muestras evaluadas por la Supervisión del proyecto, donde inclusive se identificaron algunos estacionamientos con resistencia de la base estabilizada por debajo de la resistencia requerida. Por lo tanto, se considera importante contrastarlo con dichas secciones para



ver si existe algún tipo de coincidencia, ya que la información con la que cuenta el Equipo Auditor sobre los estacionamientos no hace posible determinar si existen coincidencias o no.

En lo que respecta a la condición estructural de las capas intermedias de forma general se evidenció una condición estructural regular en los cuatro carriles evaluados, con algunos estacionamientos con una condición estructural severa o deficiente. El indicador MLI asociado a la rigidez de las capas comprendidas entre los 30 cm y 60 cm de profundidad podría estar asociado a debilidades constructivas de la base estabilizada como se indicó anteriormente, o de la subbase granular. En lo que respecta a la capa de subbase granular en el informe LM-EIC-D-0001-2021 se evidenciaron incumplimientos en la graduación del material.

Los indicadores d_0 y LLI determinaron una condición regular en 3 de los 4 carriles con algunas evidencias de estacionamientos con una condición estructural deficiente, lo cual evidencia a partir de las deflexiones, una condición débil de la subrasante por lo que se considera importante dar monitoreo a estos puntos ya que podrían ser susceptibles a deterioros.

Por último, se debe indicar que se identificaron altas deflexiones en el tramo final del proyecto cerca de la intersección de Calle Blancos, lo cual hace pensar que la condición estructural del pavimento sobre la cual se colocó la sobre capa asfáltica no era la óptima, por lo que se recomienda valorar la condición estructural de dicho tramo, especialmente en los carriles internos de ambos sentidos.

Con el fin de presentar los resultados de las secciones que presentaron deflexiones altas, se muestra la distribución espacial del indicador d_0 en los carriles en el sentido Calle Blancos-San Pedro (Figura 3) y San Pedro - Calle Blancos.

Figura 13. Distribución espacial del análisis de deflexiones d_0 de los carriles en el sentido Calle Blancos - San Pedro.

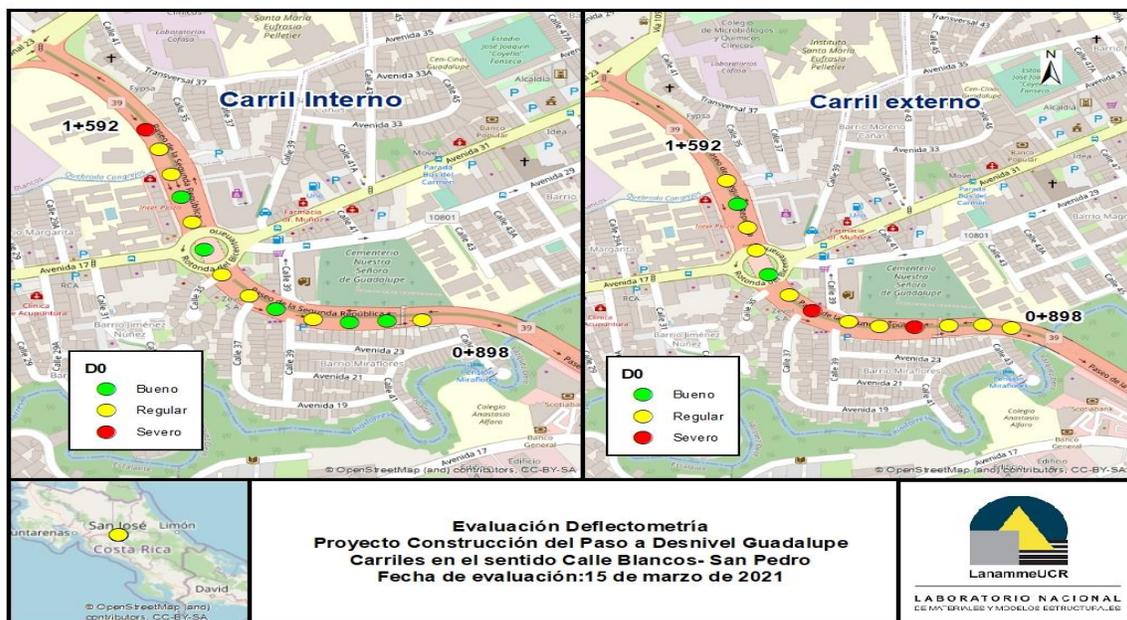
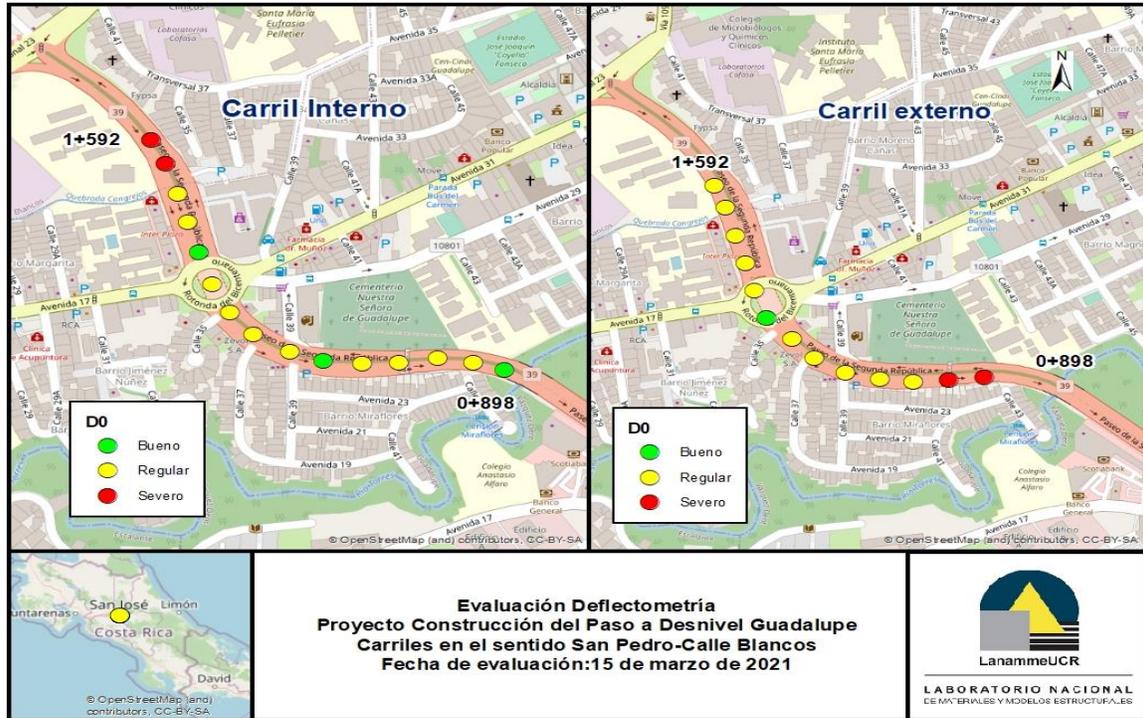




Figura 14. Distribución espacial del análisis de deflexiones do de los carriles en el sentido San Pedro - Calle Blancos.



OBSERVACIÓN 2. SE EVIDENCIÓ UNA CONDICIÓN BUENA DEL PARÁMETRO DE FRICCIÓN SUPERFICIAL EN 4 CARRILES DEL TRONCO PRINCIPAL DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN GUADALUPE, RUTA NACIONAL NO. 39

Para la evaluación funcional del parámetro de fricción en la estructura de pavimentos del tronco inferior del proyecto Paso a Desnivel Guadalupe, el LanammeUCR realizó ensayos de campo el día 16 de marzo de 2021. La evaluación se realizó en el término de la época seca que constituye una de las condiciones más críticas para el parámetro de fricción. El ensayo consistió en la medición del parámetro GRIP Number (GN) cada 5 m para los 4 carriles del tronco inferior, dos en el sentido San Pedro - Calle Blancos y dos en el sentido Calle Blancos - San Pedro. Posteriormente, las mediciones cada 5 m se promediaron diez valores consecutivos para obtener la condición de fricción superficial promedio en tramos de 50 m.

La evaluación de la fricción como parámetro de desempeño del proyecto, al no estar contemplado como un requisito cartelario, fue realizada siguiendo los lineamientos del ensayo de GripTester así como la categorización establecida en la evaluación del red vial pavimentada elaborada por el LanammeUCR.

En relación con la longitud evaluada el Equipo Auditor consideró para el análisis individual y general como longitud total del proyecto aproximadamente 700 m, comprendido entre los estacionamientos 0+898 y 1+592.

Se muestran a continuación los resultados y el análisis realizado para cada una de las secciones.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 42 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



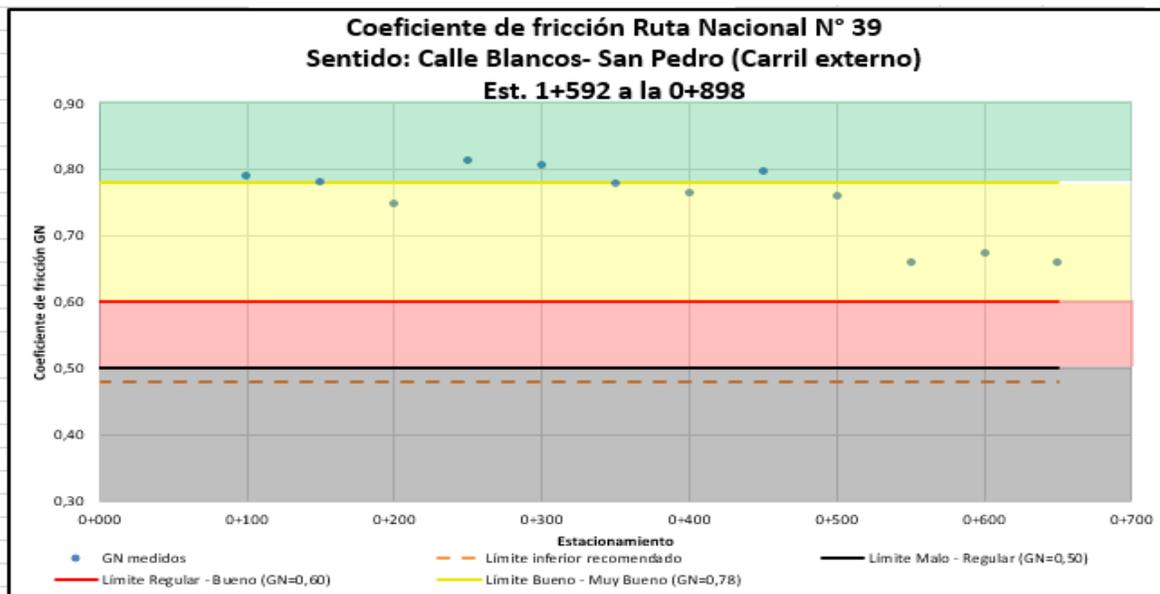
Evaluación del GN carriles en el sentido Calle Blancos - San Pedro

En la **Tabla 13** se muestran los resultados de los valores individuales de GN y el promedio del parámetro de fricción obtenidos para el carril externo.

Tabla 13. Evaluación GN, carril externo, sentido: Calle Blancos – San Pedro, tronco inferior proyecto Paso a Desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.

Tramos fuera del valor mínimo del ensayo		0
Tramos evaluados		12
Porcentaje de datos fuera del valor mínimo del ensayo		0,0%
Promedio GN		0,75
Desviación		0,06
GN	Condición	Porcentaje
< 0,50	Malo	0,00%
0,50 - 0,60	Regular	0,00%
0,60 - 0,78	Bueno	58,33%
> 0,78	Muy Bueno	41,67%
Total		100,00%

Figura 15. Coeficiente de fricción del carril externo, sentido: Calle Blancos – San Pedro, tronco inferior proyecto Paso a Desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No.





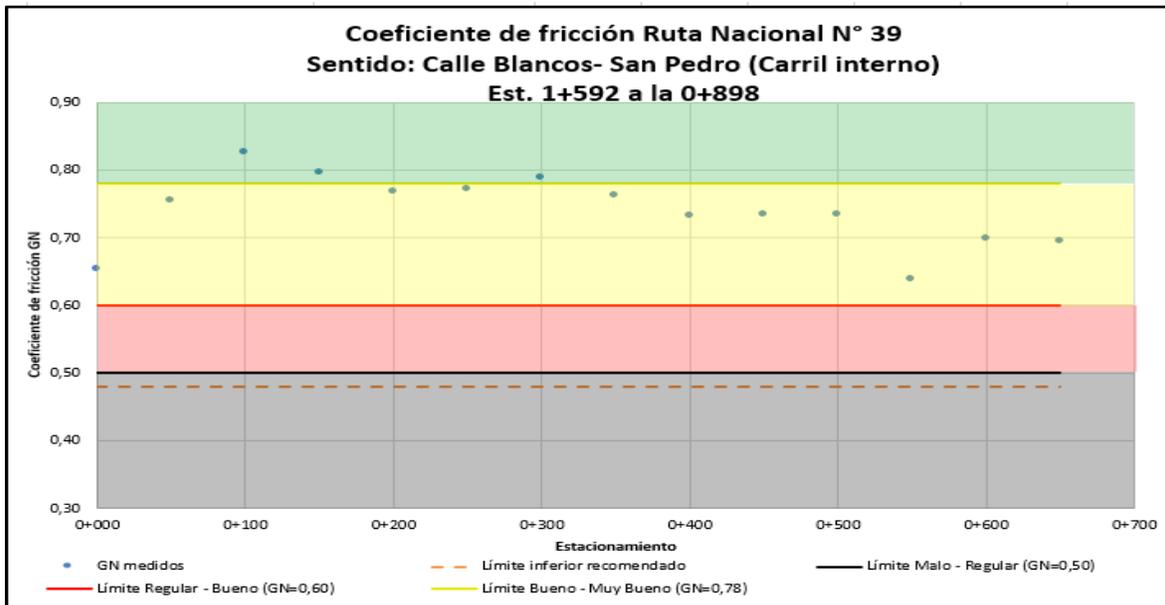
Los resultados de la Tabla 13 determinan un valor promedio de Grip Number de 0,75, es decir la condición de fricción superficial del carril es buena, y representa el carril con la mejor condición de fricción superficial de los cuatro carriles evaluados. En relación con los valores individuales de GN, el 58,33 % se encuentra en condición buena, y un 41,67 % en condición muy buena.

En el caso del carril interno, en la **Tabla 14** se muestran los resultados obtenidos de los valores individuales de GN, así como el promedio total del tramo.

Tabla 14. Evaluación GN, carril interno, sentido: Calle Blancos – San Pedro, tronco inferior proyecto paso a desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No. 39

Tramos fuera del valor mínimo del ensayo		0
Tramos evaluados		14
Porcentaje de datos fuera del valor mínimo del ensayo		0,0%
Promedio GN		0,74
Desviación		0,05
GN	Condición	Porcentaje
< 0,50	Malo	0,00%
0,50 - 0,60	Regular	0,00%
0,60 - 0,78	Bueno	78,57%
> 0,78	Muy Bueno	21,43%
Total		100,00%

Figura 16. Coeficiente de fricción del carril interno, sentido: Calle Blancos – San Pedro, tronco inferior proyecto paso a desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No.39





Los resultados de la evaluación identifican una condición regular en el carril interno con un GN promedio de 0,74 el cual es considerado como bueno para todo el carril analizado. La distribución de datos individuales de fricción indica que el 78,57 % se encuentra en condición buena y un 21,43 % en condición muy buena.

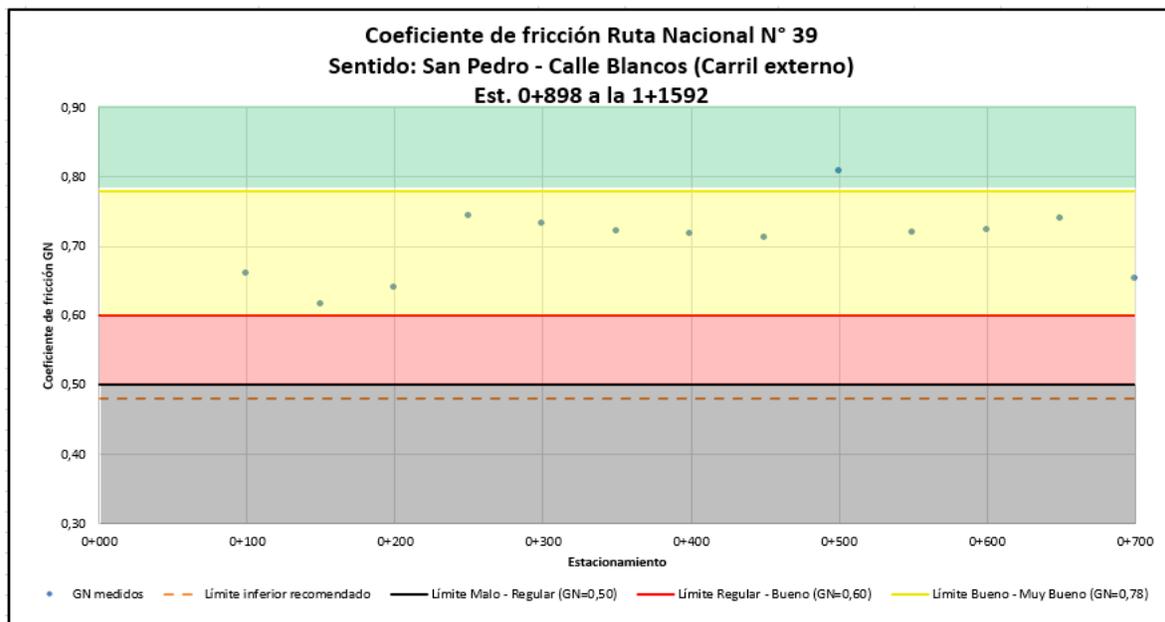
Evaluación GN carriles en el sentido San Pedro - Calle Blancos

En la **Tabla 15** muestran los resultados de los valores individuales de GN y el promedio del parámetro de fricción obtenidos para el carril externo.

Tabla 15. Evaluación GN, carril externo, sentido: San Pedro - Calle Blancos, tronco inferior proyecto Paso a Desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No. 39

Tramos fuera del valor mínimo del ensayo		0
Tramos evaluados		13
Porcentaje de datos fuera del valor mínimo del ensayo		0,0%
Promedio GN		0,71
Desviación		0,05
GN	Condición	Porcentaje
< 0,50	Malo	0,00%
0,50 - 0,60	Regular	0,00%
0,60 - 0,78	Bueno	92,31%
> 0,78	Muy Bueno	7,69%
Total		100%

Figura 17. Coeficiente de fricción del carril externo, sentido: San Pedro- Calle Blancos, tronco inferior proyecto Paso a Desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No. 39





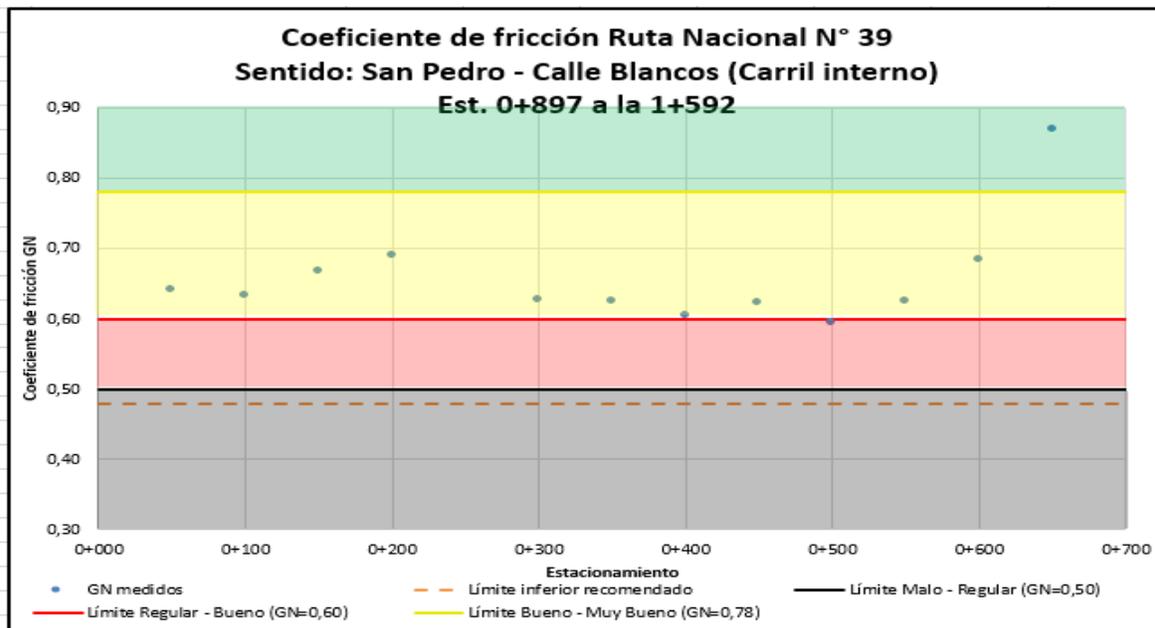
Para el caso del carril externo se obtuvo un valor de fricción promedio de 0,71 lo cual la categoriza dentro de una condición buena. En relación con la distribución del porcentaje de valores individuales el 92,31 % muestra una condición buena y el 7,69 % una condición, muy buena.

En el caso del carril interno, en la **Tabla 16** se muestran los resultados obtenidos de los valores individuales de GN, así como el promedio total del tramo.

Tabla 16. Evaluación GN, carril interno, sentido: San Pedro - Calle Blancos, tronco inferior proyecto Paso a Desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.

Tramos fuera del valor mínimo del ensayo		0
Tramos evaluados		12
Porcentaje de datos fuera del valor mínimo del ensayo		0,0%
Promedio GN		0,66
Desviación		0,07
GN	Condición	Porcentaje
< 0,50	Malo	0,00%
0,50 - 0,60	Regular	8,33%
0,60 - 0,78	Bueno	83,33%
> 0,78	Muy Bueno	8,33%
Total		100,00%

Figura 18. Coeficiente de fricción del carril interno, sentido: San Pedro - Calle Blancos, tronco inferior proyecto Paso a Desnivel Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.





En lo que respecta al carril interno, el valor promedio obtenido fue de 0,66 que corresponde al menor valor promedio obtenido de los cuatro carriles evaluados, no obstante, se categoriza como una condición buena. En relación con la distribución del porcentaje de valores individuales el 83,33 % muestra una condición buena y un 8,33 % muestra una condición muy buena y de igual manera, un 8,33 % muestra una condición regular.

En resumen, ninguno de los valores individuales de GN cada 50 m fue inferior al parámetro mínimo de GN de 0,48 en los lineamientos del ensayo de GripTester (norma de ensayo BS: 7941-2) para una carretera de doble calzada. Únicamente se identificó 1 tramo de 50 m con una condición regular de 51 tramos evaluados, el mismo se ubica en el estacionamiento 1+350 al 1+400 del carril interno en el sentido San Pedro - Calle Blancos. Los valores de los 50 tramos restantes se categorizaron con una condición buena o muy buena.

Por otra parte, en relación con el valor promedio de GN de cada uno de los carriles del tronco principal del proyecto, se debe indicar que los cuatro carriles son categorizados con una condición buena, lo cual a criterio del Equipo Auditor satisface el estándar de un proyecto de obra nueva. Además, la condición del parámetro de fricción alcanzada en los cuatro carriles se considera un aspecto positivo en beneficio de la seguridad vial de los usuarios de la vía.

HALLAZGO 2. SE EVIDENCIARON DETERIOROS PREMATUROS EN LA CAPA DE RUEDO DE LA RAMPA GUADALUPE-SAN PEDRO UBICADA EN EL EJE 9 DEL PROYECTO.

Durante visita realizada por el Equipo Auditor el día de 09 de julio de 2021 como parte del monitoreo al proyecto posterior a su puesta en servicio, se evidenciaron agrietamientos de alta severidad y deformaciones en la capa de ruedo de la estructura de pavimentos de la rampa Guadalupe - San Pedro, específicamente en el eje 9 en un tramo de aproximadamente 80 m, comprendido entre el edificio Zebol y la intersección de la calle cantonal número 39.

Dentro los deterioros evidenciados se identificaron grietas longitudinales por el reflejo de la viga cabezal de la pantalla de pilotes, agrietamientos transversales, así como la interconexión de grietas. Adicionalmente, se evidenciaron deformaciones en la capa de ruedo de hasta 3 cm en diferentes secciones del tramo afectado; también se identificó la abertura de una junta transversal entre los paños de mezcla asfáltica colocados en el proyecto. En el siguiente registro fotográfico se muestra cada uno de los deterioros identificados por el Equipo Auditor.



Figura 19. Agrietamiento interconectado frente a intersección de acceso a calle 39, rampa de salida hacia San Pedro. Fecha: 09 de julio de 2021.



Figura 20. Agrietamiento interconectado cercano a edificio Zebol, rampa de salida hacia San Pedro. Fecha 09 de julio de 2021.





Figura 21. Agrietamiento longitudinal por cabio de rigidez estructura de pavimento y viga cabezal en eje 9, cercanías edificio Zebol, rampa de salida hacia San Pedro. Fecha: 09 de julio de 2021.

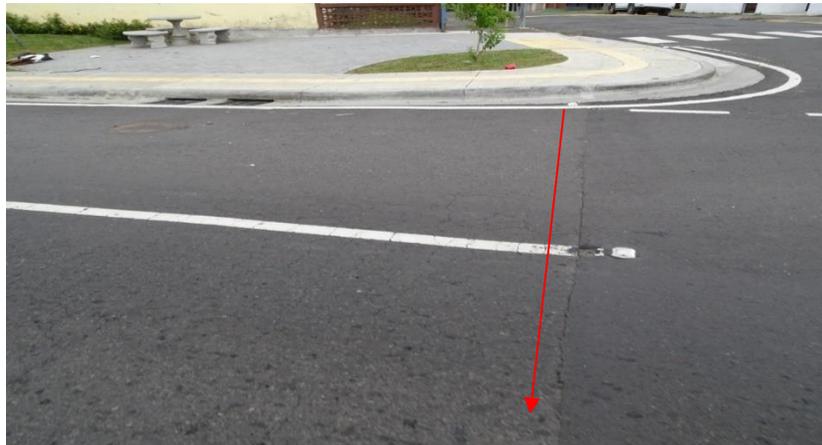


Figura 22. Deformaciones de hasta 3 cm en diferentes sectores de la capa de rueda afectada. Fecha: 09 de julio de 2021.





Figura 23. Abertura junta transversal irregular frente a intersección de acceso a calle 39, rampa de salida hacia San Pedro. Fecha: 09 de julio de 2021.



Los deterioros evidenciados pueden obedecer a múltiples causas, que van desde prácticas constructivas como por ejemplo la apertura de juntas, hasta un fallo en la calidad de la mezcla asfáltica colocada en dicha sección o la falla de una de las capas inferiores. Ahora bien, el Equipo Auditor no evidenció el proceso constructivo, ni realizó muestreos de materiales en esta sección por lo cual no se emite un criterio definitivo de la causa de los mismos.

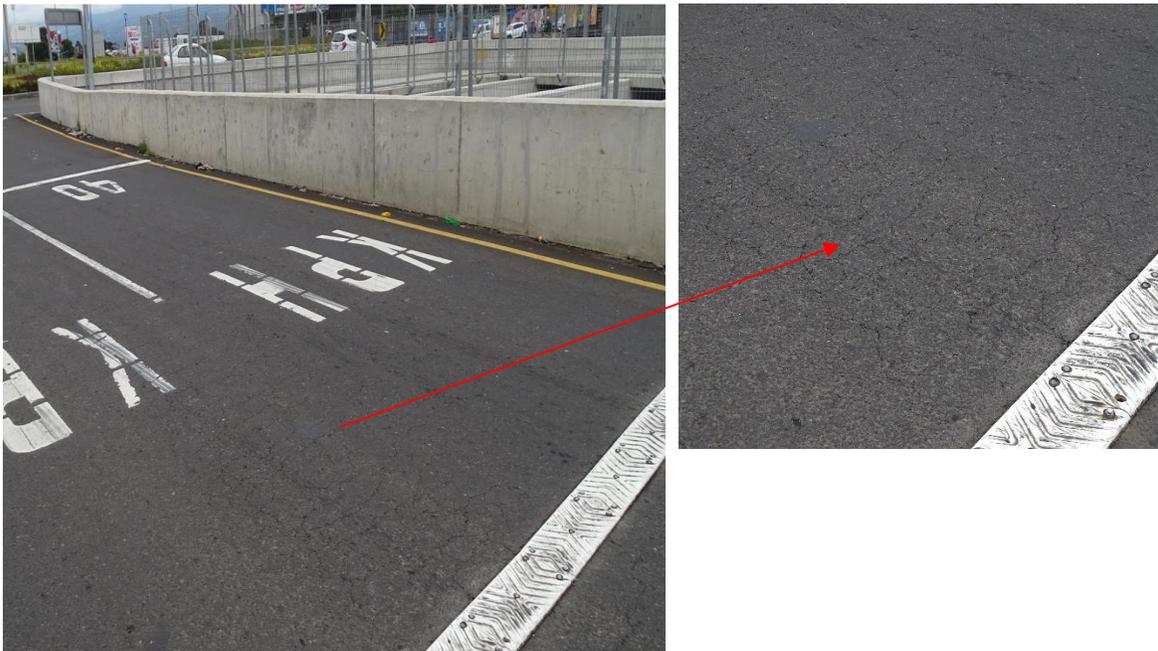
La condición de deterioro fue notificada a la Unidad Ejecutora mediante el oficio LM-IC-D-0607-2021 del 12 de julio de 2021, en este oficio además se hace la recomendación a la Unidad Ejecutora de solicitar a la empresa contratista la reparación del tramo, previo al finiquito del proyecto y vencimiento del periodo de reparación de defectos. También en dicho documento se realiza la consulta sobre el tipo de reparación que se realizará para atender los deterioros registrados en la rampa y se recomienda previo a la selección del tipo de reparación a realizar un estudio o análisis estructural del pavimento construido basado en deflexiones con el fin de verificar si el daño evidenciado correspondía a un problema de la mezcla asfáltica o si más bien obedece a un daño en algunas de las capas inferiores en especial por haberse registrado deformaciones de hasta 3 cm.



No obstante, a la fecha de la emisión del informe preliminar no se había recibido respuesta por la Unidad Ejecutora en relación con los deterioros evidenciados.

Es importante señalar que en la visita de seguimiento el día 08 de octubre de 2021 se evidenció que la condición de deterioro se mantenía e inclusive se vio que el área del deterioro se había extendido, tal como se observa en la Figura 24.

Figura 24. Agrietamiento interconectado cercano a acceso de rotonda de Guadalupe. Fecha: 08 de octubre de 2021.



En relación con la identificación de defectos dentro del plazo de notificación de defectos el contrato en la sección 11. Responsabilidad por los defectos menciona que:

- (a) **Para que las Obras y los Documentos del contratista y cada Sección estén en las condiciones requeridas por el Contrato (exceptuando el uso y desgaste normal) en la Fecha de vencimiento del Plazo para la notificación de defectos relevantes o en cuanto sea factible, el Contratista:**
 - (i) completará todas las obras establecidas en la Lista de obras pendientes y cualquier otra obra que esté pendiente en la fecha establecida en un Certificado de recepción de la obra, dentro del plazo razonable que indique el Representante del empleador; y
 - (ii) **ejecutará todas las obras requeridas para subsanar defectos o daños que pueda notificar el Empleador (o en su nombre) antes de la fecha de vencimiento del Plazo para la notificación de defectos para las Obras o Secciones (según proceda).**
- (b) Si aparece un defecto o se produce un daño, el Contratista será notificado como corresponde por (o en nombre de) el Empleador.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 51 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Costo para la reparación de defectos

Toda obra referida en la Subcláusula 11.1(a)(ii) será ejecutada a riesgo y costo del Contratista, siempre que y en la medida en que el trabajo sea atribuible a:

- (c) **Las Obras, Instalaciones, Materiales o mano de obra que no sean de conformidad con el Contrato.** (Lo resaltado no es parte del original)

Por lo tanto, es criterio del Equipo Auditor que los deterioros registrados deben ser corregidos por el contratista previo a la finalización del plazo para la notificación de defectos ya que es una garantía a la cual se debe apegar la Unidad Ejecutora del proyecto.

Se considera que la condición y deterioros prematuros evidenciados no son propios de un proyecto de obra nueva recientemente puesto en operación y ponen en riesgo la durabilidad y funcionalidad del tramo construido y la inversión realizada.

Si bien no se recibió respuesta del oficio LM-IC-D-0607-2021 por parte de la Unidad Ejecutora y UNOPS durante la fase del informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021 en el descargo a este documento, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI mediante el oficio POE-10-2022-0107 del 24 de Febrero de 20202 y la UNOPS mediante la nota No. 96800/220218/ER/048 18 de febrero de 2022, indican que los deterioros son de conocimiento por ambos entes y que han sido notificados al Contratista como parte del periodo de notificación de defectos según los términos contractuales.

Además, ambos documentos señalan que los deterioros no han sido intervenidos ya que a partir del mes de setiembre del año 2021 se gestionó una campaña de verificación de calidad para establecer las causas del deterioro y recomendar el tipo de intervención a realizar, por lo que hasta que se concluyan estos análisis se realizará la atención de estos deterioros.

Por lo tanto, a partir de las acciones tomadas por la UNOPS y la Unidad Ejecutora, este Equipo Auditor dará seguimiento a la emisión del informe de calidad y a la reparación de los deterioros con el fin de verificar que toda la sección del eje 9 que presentó el deterioro fue reparada.

SOBRE LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

HALLAZGO 3. SE EVIDENCIA UN POTENCIAL RIESGO DE COLISIÓN A LAS LUMINARIAS COLOCADAS EN LA MEDIANA DEL EJE CENTRAL DEL PROYECTO SEGÚN LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA COMO SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR.

Dentro de la correspondencia enviada entre la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del LanammeUCR (USVT) y la Unidad Ejecutora del proyecto se identificaron tres oficios relacionados con el tema de sistemas de contención vehicular del proyecto.

En el primer oficio LM-IC-D-0723-19 del 05 de setiembre de 2019 se identificaron inconsistencias respecto del sistema de contención vehicular, así como la ausencia del registro de un diseño y

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 52 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



certificación de los dispositivos según la revisión el Anexo 17 “Seguridad vial” de la documentación del proyecto, por lo cual se solicitó la información correspondiente.

Además, en ese oficio se indicó que específicamente en el caso de la mediana, se evidenciaron deficiencias en relación con la selección preliminar del dispositivo en planos para delimitar postes o luminarias en la mediana y se brindaron recomendaciones para valorar otros tipos de soluciones. Por último, en el oficio se solicitó aclarar las medidas que se tomarían para dar continuidad al sistema de contención vehicular tipo mediana de forma segura.

En la respuesta brindada por la Unidad Ejecutora POE-09-2019-0719 del 08 de octubre de 2019, UNOPS realizó algunas aclaraciones sobre los sistemas de contención vehicular, pero no presentó la información técnica solicitada. En relación con el tema de la mediana se indicó que el dispositivo seleccionado se consideraba adecuado y requerido, ya que las luminarias deben poder ser extraídas. En lo que respecta a las recomendaciones realizadas por la USVT sobre valorar otros tipos de soluciones como alternativas, UNOPS señaló que ninguna de las mismas tenía que ser preferible al dispositivo incluido en el diseño salvo que se presentara un certificado de validación, cabe mencionar que esas recomendaciones se realizaron para el estudio de implementación por parte UNOPS, de ninguna forma se indicó que dichos dispositivos eran los que se tenían que implementar en el proyecto.

Por otro lado, en contraste al señalamiento anterior, ni la Unidad Ejecutora ni UNOPS, presentaron una ficha técnica y certificado de ensayo donde se validará el uso del dispositivo preliminar en planos (placas metálicas) en la mediana, tampoco se indicaron las medidas que se tomarían para dar continuidad al sistema de contención vehicular tipo mediana de forma segura. Únicamente se indicó que en caso de que se valorara aplicar una solución diferente a la indicada en planos se debía coordinar con la CNFL y posteriormente se darían a conocer los resultados.

El segundo oficio LM-IC-D-0075-2021 del 22 de enero de 2021, solicita nuevamente la memoria de cálculo de los análisis y diseños de los sistemas de contención vehicular con sus parámetros respectivos nivel de contención, certificados de los dispositivos de contención (barrera tipo mediana, laterales, transiciones, terminales y amortiguadores de impacto), fichas técnicas junto a los manuales de instalación y anclajes correspondientes, o en caso de que corresponda, la guía o manual que demuestre la validez del dispositivo utilizado. En el oficio, además se resalta la importancia de incorporar en los datos del ancho de trabajo, zona de trabajo y zona de intrusión de los dispositivos utilizados, esto para valorar su funcionamiento seguro ante el espaldón provisto en el proyecto.

La respuesta al oficio LM-IC-D-0075-2021 fue realizada por la Unidad Ejecutora mediante el oficio POE-10-2021-0200 del 10 de marzo de 2021, en el cual se adjunta la nota No. 96800-210223-ER-044 emitida por UNOPS el 23 de febrero de 2021. El contenido aclara la mayoría de la documentación solicitada por la USVT en relación con la memoria de cálculo y diseños de los sistemas de contención vehicular del proyecto. No obstante, en el caso de la barrera medianera la información mostrada, a pesar de que presenta un análisis del ancho de trabajo de la barrera, no contempla dentro de su análisis la presencia de las luminarias dentro de la mediana del proyecto.

En el oficio Ref. 96800/210223/ER/044 emitido por UNOPS en relación con el ancho de trabajo de la barrera medianera especifica lo siguiente:

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 53 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------

“... de acuerdo con Keller et al. (2003) el ancho de la zona de intrusión (ZOI) de las barreras TL5 tipo F de 1070 mm de alto (SGM10b), es de 1220 mm, por lo tanto, el ancho del espaldón interno y las dimensiones de las barreras de concreto recomendadas (ver figura 3), superan el valor del ZOI, y por lo tanto, si un camión choca contra la barrera, con el “cabeceo” que experimentaría la parte superior de su cajón no llegaría a impactar a otro vehículo que circule en sentido contrario por el carril interno (UNOPS, 2021).”

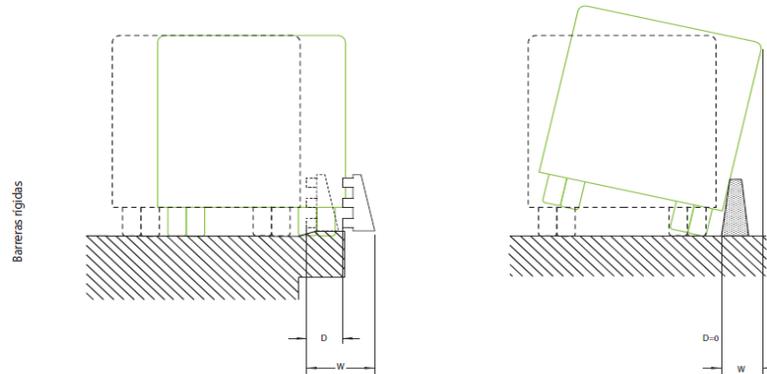
En relación con este señalamiento, se emitió el tercer oficio por la USVT en relación con el tema de sistemas de contención vehicular, LM-EIC-D-0260-2021 del 19 de marzo de 2021, y concluye que la afirmación realizada por UNOPS es técnicamente correcta para el caso de las barreras tipo F de nivel de contención TL5, por lo tanto, es válido indicar que existe el ancho de espaldón interno suficiente para no colisionar un vehículo que transite en sentido contrario de circulación por el carril interno. Sin embargo, en la solución implementada como sistema de contención vehicular permanece el riesgo para los vehículos pesados de impactar contra las luminarias que se encuentran alineadas en la barrera mediana, condición que se observa en la Figura 25. Es decir, la ZOI debe de estar libre de obstáculos de forma continua a lo largo de toda la extensión de la barrera, por lo que las luminarias generan discontinuidades, las cuales pueden comprometer la seguridad vial e integridad física de los usuarios de la vía.

Figura 25. Luminarias en la barrera central tipo F. Fecha: 23 de febrero de 2021



Se debe recordar que el ancho de trabajo es la distancia entre la cara más próxima al tráfico antes del impacto, y la posición lateral más alejada que durante el impacto alcanza cualquier parte esencial del sistema o vehículo (Valverde, 2011). En la Figura 26 se muestra gráficamente la definición de ancho de trabajo denotado con la letra W.

Figura 26. Ancho de trabajo sistema de contención barrera rígidas. Fuente: Valverde, 2011.



Por lo tanto, si las barreras tipo F colocadas en el proyecto no cumplen el ancho de trabajo según las condiciones y obstáculos presentes en sitio, existe el potencial riesgo de colisión a las luminarias incorporadas en la mediana del eje principal del proyecto.

Por último, se debe indicar que esta condición ha sido notificada de forma recurrente en los proyectos de obra nueva como los proyectos de los pasos a Desnivel en Garantías Sociales, Circunvalación Norte entre otros, debido a que se conoce que esta práctica no es adecuada desde el punto de vista de seguridad vial, ante el aumento potencial de la severidad durante una colisión, tanto para el vehículo que colisiona, como para los vehículos que transitan en las aproximaciones.

CONCLUSIONES

Sobre la evaluación del IRI

- El análisis de valores individuales de IRI realizado por el Equipo Auditor, permitió evidenciar el cumplimiento de todos los tramos de 100 m evaluados en los 4 carriles del proyecto de acuerdo con la especificación de 3,0 m/km como valor máximo.
- Se evidenció que 3 de los 4 carriles evaluados cumplieron con el valor de media fija de 1,85 m/km establecido en el cartel de licitación.
- Se evidenció que los 4 carriles evaluados cumplieron con el valor de desviación de 0,39 establecido en el cartel de licitación.
- Se evidenció el incumplimiento de la media fija del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos en las dos mediciones del parámetro de IRI realizadas por el LanammeUCR.
- Se identificaron, en el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos, múltiples secciones por encima del valor de 2,0 m/km al realizar el análisis de IRI cada 10 m.
- La Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI y la Gestora del proyecto UNOPS acordaron establecer un pago reducido en función de calidad ante el incumplimiento del valor promedio de IRI del Carril Externo en el sentido San Pedro -Calle Blancos amparándose en la aplicación de la subcláusula 9.4 (c)(ii) del contrato ITB-CRPC-98600-2018-02.
- El monto compensatorio propuesto por el Gestor del Proyecto ante el incumplimiento de IRI en el Carril Externo en el sentido San Pedro -Calle Blancos no es de recibo y se considera insuficiente , ya que no considera el costo total real que implicaría una corrección de IRI a lo



largo del carril al omitir los costos del monto correspondiente a la mezcla asfáltica necesaria para reponer los 5 cm de espesor perfilado del material que se plantea.

- Según de la información presentada por la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI no se logró determinar que el monto de compensación que sería atribuido a la Administración por el incumplimiento registrado hubiese sido aprobado.

Sobre el análisis estructural de pavimentos

- Los resultados de evaluación de la condición estructural de los carriles del tronco principal a partir del análisis de deflexiones, indican de forma general según los indicadores BLI y Roc una tendencia a una condición estructural buena de la capa asfáltica colocada y la base estabilizada. No obstante, se identificaron algunos estacionamientos de los cuatro carriles evaluados en condición regular.
- Según el indicador MLI, de forma general, la condición estructural de las capas intermedias evidenció una condición regular en los cuatro carriles evaluados, con algunos estacionamientos con una condición estructural severa o deficiente.
- Los indicadores do y LLI determinaron una condición regular en 3 de los 4 carriles con algunas evidencias de estacionamientos con una condición estructural deficiente, lo cual evidencia a partir de las deflexiones analizadas una condición débil de la subrasante.
- La evaluación del indicador del ÁREA determinó un alto porcentaje de valores fuera del valor mínimo esperado para un pavimento flexible con espesor ≥ 100 mm (4 in.), por lo que existe incertidumbre de la capacidad estructural del pavimento construido según los estándares del Instituto del Asfalto para un pavimento nuevo.
- Se evidenciaron altas deflexiones en el tramo final del proyecto cerca de la intersección de Calle Blancos, sección donde se colocó una sobrecapa asfáltica sobre el pavimento existente.

Sobre la fricción superficial

- La evaluación de la condición de fricción superficial de los 4 carriles del tronco principal del proyecto determinó que ninguno de los tramos individuales de 50 m fue inferior al valor mínimo requerido en la norma de ensayo BS: 7941-2 para una carretera a doble calzada.
- Se identificó que el valor por medio Grip Number en cada uno de los cuatro carriles evaluados se clasificó como bueno según los criterios de evaluación de la red vial nacional.
- La condición superficial obtenida en los 4 carriles satisface el nivel esperado para un proyecto de obra nueva.

Sobre el desempeño de trabajos ejecutados

- Se evidenciaron agrietamientos de alta severidad y deformaciones en la capa de ruedo de la estructura de pavimentos de la rampa Guadalupe - San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.



- Se solicitó el criterio técnico de la Unidad Ejecutora en relación con los daños evidenciados y el pronunciamiento del tipo de reparación por realizar según el oficio LM-IC-D-0607-2021 del 12 de julio de 2021, sin embargo, no se recibió respuesta.
- Según data del análisis del descargo del informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021, UNOPS señaló la gestión y realización de una campaña de verificación de calidad para determinar las causas y recomendaciones de atención de los deterioros identificados en el eje 9 del proyecto. A la fecha de emisión de este informe no se había completado la realización del estudio.

Sobre la seguridad vial

- La solución implementada como sistema contención vehicular en la mediana del eje principal del proyecto evidencia un potencial riesgo de colisión a las luminarias presentes en dicha sección.

RECOMENDACIONES

A la Unidad Ejecutora y Gestora del proyecto

Sobre la evaluación del IRI

- Se recomienda aplicar las prácticas constructivas señaladas en el informe LM-INF-EIC-D-0001-2021 en procesos de pavimentación para futuros proyectos.
- Cumplimiento riguroso de las especificaciones de la sección 401.16 Control de regularidad (IRI) en relación con las correcciones solicitadas en el caso de defectos o incumplimientos de los valores de IRI especificados.
- Monitoreo del parámetro de regularidad superficial en el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos durante su periodo de vida útil.
- Se sugiere a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI solicitar a UNOPS considerar dentro del monto compensatorio del incumplimiento de IRI en el Carril Externo en el sentido San Pedro -Calle Blancos, el costo correspondiente a los 5 cm de mezcla asfáltica que se deberían reponer por la reparación planteada.

Sobre el análisis estructural de pavimentos

- Brindar monitoreo continuo a la capacidad estructural de las secciones de pavimento que registraron condiciones severas o deficiente con el fin de evaluar si se requiere un refuerzo estructural o la atención de las mismas para garantizar la vida útil de la estructura de pavimentos.
- Valorar adoptar e implementar las oportunidades de mejora sobre prácticas constructivas señaladas en el informe LM-EIC-D-0001B-2021 para los futuros proyectos a ser ejecutados por la Unidad Ejecutora del Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 57 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Sobre la Fricción Superficial

- Incorporación de fricción superficial como parámetro de desempeño de evaluación en carteles de licitación de obra nueva.
- Brindar monitoreo al parámetro de fricción durante la vida útil de la estructura, con el fin de determinar si se requiere algún tipo de atención para garantizar el estándar de condición superficial mínimo requerido.

Desempeño de trabajos ejecutados

- Se recomienda a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI facilitar al Equipo Auditor el informe de calidad de los materiales colocados en el eje 9 del proyecto, así como la información técnica del tipo de reparación a realizar para atender los deterioros del pavimento del eje 9 del proyecto.

Sobre la seguridad vial

- Se recomienda realizar las acciones correctivas que correspondan y evitar en futuros proyectos la presencia de discontinuidades en las barreras de contención vehicular, sean placas metálicas, postes de luminarias, señales u otros obstáculos rígidos, a menos que se cuente con un certificado que valide la correcta funcionalidad del dispositivo de contención vehicular ante la presencia de discontinuidades.
- Se sugiere el uso de tecnologías satisfactoriamente ensayadas para combinar adecuadamente barreras tipo New Jersey y tipo F con luminarias, o bien, diseños de luminarias laterales, dejando libre la ZOI de la barrera central de forma continua a lo largo de toda su extensión.



REFERENCIAS

- Acosta-Hernandez, E., Guerrero-Aguilera, S., Picado Muñoz, M., Sequeira Rojas, W., & Navas Carro, A. (2020). *Informe de Auditoría Técnica LM-AT-044-2019 Calidad de materiales y prácticas constructivas del proyecto Construcción de Paso a desnivel en intersección Garantías Sociales, Ruta Nacional No. 39*. San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Barrantes Jiménez, R., Sanabria Sandino, J., & Loría Salazar, L. (2013). *Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica Años 2012-2013*. San José: LanammeUCR, Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA).
- Camacho-Garita, E., Leiva-Villacorta, F., Aguiar-Moya, J., & Loria-Salazar, L. (2014). *Proceso constructivo PaveLab (LM-PI-UMP-027-R1)*. Costa Rica: Unidad de Materiales y Pavimentos_Programa de infraestructura del transporte (PITRA)_LanammeUCR.
- Cervantes-Calvo, V., & Salas-Chaves, M. (mayo de 2016). *Causas y Consecuencias de la exhudación, Boletín Técnico No. 7 vol 6 PITRA-LanammeUCR*. Obtenido de http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/boletines/Boletin_PITRA_6_-_2016.pdf
- Guerrero-Aguilera, S., Fonseca-Chaves, F., Picado-Muñoz, M., Sequeira-Rojas,W.,(2020) "LM-INF-IC-D-0010-2020" Desempeño de la estructura de pavimento y seguridad vial del proyecto Construcción de Paso a desnivel en intersección Garantías Sociales, Ruta Nacional No. 39 ", San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Guerrero-Aguilera, S., Fonseca-Chaves, F., Murillo-Contreras, F., Sequeira-Rojas,W.,(2021) Informe LM-INF-EIC-D-0001-2021" Estudios preliminares, prácticas constructivas y calidad de materiales del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39 Licitación ITB-CRPC96800-2018", San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Horak, E. (1987). *Aspects of deflection basin parameters used in a mechanistic rehabilitation design procedure for flexible pavements in South Africa (Doctoral dissertation)*. University of Pretoria.
- Horak, E. (2008). Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection bowl parameters. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 50(2), 2-9.
- Keller, E., Sicking, D., Faller, R., & Polivka, K. (2003). *Guidelines for Attachments to Bridge Rails and Median Barriers. (MwRSF Research Report No. TRP-03-98-03). Midwest Roadside Safety Facility*. United States: University of Nebraska-Lincoln.
- LanammeUCR. (2008). *Proyecto N° UI-PE-03-08: Variaciones a los rangos para la clasificación estructural de la Red Vial Nacional de Costa Rica*. San Pedro de Montes de Oca: LanammeUCR.
- Loría, L. G., Camacho Garita, E., & Leiva Villacorta, F. (22 de 08 de 2018). *Diagnóstico de ni linealidad de materiales granulares y suelos mediante el uso de técnicas defelctométricas*. Obtenido de LanammeUCR: https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/777/CIL_A%202015%20-%20DIAGN%c3%93STICO%20DE%20NO%20LINEALIDAD%20DE%20MATERIA



- LES%20GRANULARES%20Y%20SUELOS%20MEDIANTE%20EL%20USO%20D
E%20T%20CNICAS%20DEFLECTOM%20TRICAS.pdf?sequenc
- MOPT. (1977). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.
- MOPT. (2001). *Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial*. San José.
- MOPT. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- MOPT y CONAVI. (2015). *TOMO 7 C) PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS*. San José, Costa Rica: MOPT.
- Saleh F., M. (2015). Multi-Scale Criteria for Structural Capacity Evaluation of Flexible Pavements at Network Level. *In Transportation Research Board 94th Annual Meeting (No. 15-2397)*.
- Saleh F., M. (2016b). A Mechanistic Empirical Approach for the Evaluation of the Structural Capacity and Remaining Service Life of Flexible Pavements at the Network Level. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 43(8), 749-758. doi:10.1139/cjce-2016-0060
- Sanabria-Sandino, j., Barrantes-Jlmenéz, R., & Elizondo-Salas, A. (2019). *Informe de evaluación dela red vial pavimentada de Costa Rica 2018-2019*. San Pedro, Costa rica: LnammeUCR- Universidad de Costa Rica.
- Talvik, O., & Aavik, A. (2009). Use of FWD deflection basin parameters (SCI, BDI, BCI) for pavement condition assessment. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 4(4), 196-196.
- Unidad de Materiales y Pavimentos LannammeUCR. (2018). *LM-PI-UMP-083-R1LM-PI-UMP-083-R1 PARÁMETROS DE ANÁLISIS PARÁMETROS DE ANÁLISIS ESTRUCTURALDE PAVIMENTOS EN COSTA RICA*. San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- UNOPS,(2018), "Contrato UNOPS Condiciones Generales ITB-CRPC-98600-2018-02",UNOPS, Costa Rica
- Valverde, G. (2011). *Manual SCV: Guía para el Análisis y Diseño de Seguridad Vial de Márgenes de Carreteras de Costa Rica*. San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Francisco Fonseca Chaves Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Fiorella Murillo Contreras. Auditora Técnica
Visto bueno legal por: Lic. Nidia Segura Asesora Legal LanammeUCR	Aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc. Director LanammeUCR



ANEXOS

A1. PROCESO DE VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORÍA REALIZADA

El Equipo Auditor considera todos los resultados de la auditoría incluidos en este informe como relevantes y considera que existe el riesgo potencial de que se materialice lo alertado en cada uno de ellos. No obstante, con el objetivo de brindar una herramienta para que las instituciones a las cuales el LanammeUCR debe informar sus resultados, según lo establecido en el artículo 6 de la Ley 8114, puedan priorizar la atención de las recomendaciones que surgen de los análisis desarrollados en el presente informe, se presenta la siguiente valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y carácter contractual.

El Equipo Auditor categorizó el impacto, la urgencia de atención de las recomendaciones y el carácter contractual según lo establecido en la Tabla A.1 para cada resultado de la auditoría de forma independiente.

El impacto corresponde a la afectación, según el criterio del Equipo Auditor, de acuerdo al resultado que la auditoría generó en la calidad de la obra. La urgencia corresponde al tiempo de atención sugerido según las recomendaciones emitidas por el LanammeUCR. El carácter contractual denota si el resultado de la auditoría se basa en una cláusula de carácter contractual o si su respaldo técnico no necesariamente tiene un carácter contractual para el proyecto. También valora si su incumplimiento es parcial o total.

Tabla A.1. Valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y cumplimiento contractual

	Categoría	Valoración
Impacto	Bajo	1
	Medio	3
	Alto	5
Urgencia ¹	Largo plazo	1
	Mediano plazo	3
	Corto plazo	5
Carácter contractual	No contractual	1
	Incumplimiento contractual parcial	3
	Incumplimiento contractual total	5

¹El corto plazo se considera un plazo menor a un año desde la emisión del informe. El mediano plazo se entiende por un plazo comprendido entre 1 y 5 años. El largo plazo se entiende por un plazo mayor a 5 años.

Posteriormente, se obtuvo el promedio de las valorizaciones obtenidas según cada categoría y se determinó la prioridad de atención sugerida para las partes interesadas según lo establecido en la Tabla A.2.



Tabla A.2. Prioridad de atención sugerida según la valoración de los resultados de la auditoría realizada por el Equipo Auditor

Prioridad de atención sugerida	Rango de valoración
Baja	1 – 2
Media	2 – 3
Alta	3 - 4
Muy alta	4 - 5

Los resultados de la auditoría positivos no se incluyen en esta valoración ya que no requieren atención inmediata por parte de la Administración, ni de las instituciones establecidas en el Artículo 6 de la Ley 8114 y sus reformas.

En la Tabla A.3, se muestra la valoración de los resultados de la auditoría de este informe. También se muestra la prioridad de atención sugerida, según la escala de colores mostrada en la Tabla A.2

Tabla A.3. Valoración de los resultados de la auditoría y priorización de atención sugerida

Resultado	Cumplimiento Contractual	Impacto	Urgencia	Promedio
Hallazgo 1. Se evidenció el cumplimiento de valores individuales de IRI y media fijas de los carriles del tronco principal del proyecto, a excepción de la media fija de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos la cual presentó incumplimiento que fue gestionado mediante una compensación económica para la Administración que no había sido definida al cierre del informe final.	3	1	1	1,67
Observación 1. Se evidenciaron secciones de pavimento en los diferentes carriles del tronco principal, con una condición estructural buena, regular y severa, a partir de la evaluación de indicadores estructurales a través del análisis de deflexiones.	1	3	3	2,33
Observación 2. Se evidenció una condición buena del parámetro de fricción superficial en 4 carriles del tronco principal del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39	1	1	1	1,00
Hallazgo 2. Se evidenciaron deterioros prematuros en la capa de rueda de la rampa Guadalupe-San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.	3	3	5	3,67
Hallazgo 3. Se evidencia un potencial riesgo de colisión a las luminarias colocadas en la mediana del eje central del proyecto según la solución implementada como sistema de contención vehicular.	5	5	5	5,00



A2. ANÁLISIS DEL DESCARGO DE INFORME PRELIMINAR LM-INF-EIC-D-0005-B-2021

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021 fue remitido a la Administración, mediante el oficio EIC-Lanamme-52-2022 con fecha del 19 de enero de 2022 para que fuese analizado y donde se indicó que la presentación oral del informe se realizaría el día 27 de enero de 2022 de forma virtual por el estado de emergencia debido al COVID-19.

A partir de la fecha de envío del informe preliminar, se le otorgó un plazo de 15 días hábiles a la Administración para que se refiriera al informe preliminar de forma escrita, estableciéndose como plazo máximo el 09 de febrero de 2022. No obstante, en el envío digital del documento no se adjuntó el informe preliminar debido a un error humano, a partir de dicha eventualidad, el informe preliminar fue enviado vía correo electrónico por el Equipo Auditor a cada uno de los remitentes el día 21 de enero de 2022, otorgándose un plazo de 2 días adicionales para la elaboración del descargo por parte de la Administración, siendo el día 11 de febrero de 2022 el plazo máximo para su presentación.

El día 11 de febrero de 2022, se recibió el oficio POE-10-2022-0078 emitido por la Administración, solicitando una ampliación del plazo de entrega del descargo al informe para el día 24 de febrero de 2022 debido a una petición de UNOPS según el registro 96800-220209-ER-040 con fecha del 09 de febrero de 2022.

En vista de que se concedió la prórroga solicitada, el día 24 de febrero de 2022, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI presentó mediante el oficio POE-10-2022-0107 el descargo al informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021, como parte de la documentación presentada se adjuntó la nota No. 96800/220218/ER/048 emitida por la Oficina de las Naciones Unidas para Proyectos (UNOPS) el día 18 de febrero de 2022 y la nota denominada "Recomendación sobre corrección de defectos por IRI en Guadalupe PLCF" emitida por el PhD Pedro Castro Fernández el día 19 de enero de 2022.

Debido a que en la documentación presentada como el descargo al informe preliminar se hacía referencia a otros oficios que no fueron presentados en la información remitida, se realizó una solicitud vía correo electrónico a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI el día 28 de febrero de 2022, sin embargo dicha información no fue remitida al Equipo Auditor oficialmente dentro de la ampliación del plazo de entrega del descargo al informe LM-INF-EIC-D-005-B-2021.

Es hasta el día 28 de abril de 2022 cuando el Equipo Auditor recibe vía correo electrónico los documentos solicitados, si bien estos documentos no deberían ser considerados dentro del análisis del descargo al considerarse extemporáneos, se considera de relevancia considerar su contenido para aclarar algunos aspectos que no habían sido resueltos en el informe.

Es importante reiterar que los hallazgos y observaciones descritos en el informe LM-INF-EIC-D-001-2021, se fundamentan en evidencias obtenidas por el Equipo Auditor, durante las visitas al sitio del proyecto auditado, ensayos de control de calidad, revisión del cartel y prescripciones técnicas. Por lo tanto, es importante reiterar que como parte de las labores de fiscalización externa que competen al LanammeUCR conforme a la Ley 8114, la Auditoría Técnica le compete no sólo informar a la

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 64 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Administración de las situaciones evidenciadas durante el proceso de auditoría, sino también que, los hallazgos y observaciones realizadas representen oportunidades de mejoras y de fortalecimiento desde el punto de vista técnico y de gestión a las labores que realiza la Administración en la ejecución de proyectos de obra nueva.

A continuación, se detalla el análisis correspondiente al descargo POE-10-2022-0107 y la nota 96800/220218/ER/048:

HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE VALORES INDIVIDUALES DE IRI Y MEDIA FIJAS DE LOS CARRILES DEL TRONCO PRINCIPAL DEL PROYECTO, A EXCEPCIÓN DE LA MEDIA FIJA DE IRI DEL CARRIL EXTERNO EN EL SENTIDO SAN PEDRO - CALLE BLANCOS LA CUAL PRESENTÓ INCUMPLIMIENTO.

Descargo

En el oficio POE-10-2022-0107 y la nota No. 96800/220218/ER/048, tanto la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI como la UNOPS, reconocen el incumplimiento del valor promedio de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos, por lo cual el contenido del hallazgo no se modifica.

Además, se debe indicar que dentro de la documentación aportada por ambos entes no se adjuntaron los resultados de las pruebas de IRI realizadas por la Supervisión, ni el Autocontrol de la empresa contratista, por lo cual se da por entendido que presentaron resultados similares a los emitidos por el LanammeUCR en el oficio LM-EIC-D-0267-2021 del 25 de marzo de 2021.

En lo que respecta al incumplimiento del valor promedio de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos según lo estipulado en el cartel de licitación, la gestora del Proyecto UNOPS propone la determinación del pago en función de la calidad del parámetro de IRI aspecto que no está contemplado específicamente en la sección 401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas del pliego de prescripciones técnicas del Tomo 4 del cartel de licitación. Para ello propone el establecimiento de un factor o reducción de pago con el fin de obtener una compensación económica para la Administración producto del incumplimiento evidenciado. Lo anterior amparado en la subcláusula 9.4 (c)(ii) del contrato en la cual se establece una reducción económica por la “no aprobación” de pruebas tras la terminación de un trabajo.

Esta decisión fue respaldada por la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI al considerar prudente la recomendación de castigar económicamente el no cumplimiento del valor promedio de IRI del Carril Externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos , con el fin de retribuir al proyecto el contenido económico por el incumplimiento, tomando en cuenta su diferencia que el valor estimado no difiere a grandes escala con el solicitado, también la Unidad Ejecutora considera que el incumplimiento no es un peligro latente para los usuarios o para la estructura propia.

En el oficio 96800/220218/ER/048 emitido por UNOPS se menciona que el castigo económico propuesto fue presentado a la Unidad Ejecutora mediante el oficio 96800/220107/ER/003(el cual no se presentó como parte de la documentación del descargo al informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021). Según dicho oficio la compensación económica para la Administración corresponde al

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 65 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



mismo monto que implicaría realizar la reparación. Se indica además que el costo de la reparación se determinó con respecto a la estructura de pagos del proyecto de Guadalupe, donde se establece la línea CR 415.01a Perfilado de capa asfáltica de 50 mm de espesor y en la cual se considera la totalidad de la longitud del carril.

El día 28 de abril de 2022, de forma extemporánea al descargo del informe preliminar, el Equipo Auditor recibe el oficio **Ref. 96800/220107/ER/003 del 07 de enero de 2022 donde el Gestor del proyecto le indica a la Unidad Ejecutora BCIE/CONAVI el incumplimiento del carril externo en el sentido San Pedro a Calle Blancos y en el cual se le comunica que se ha determinado realizar una reducción al contrato de la obra, por el incumplimiento del ensayo del IRI en 1 de los 4 carriles del proyecto, por un monto de \$3.709,00 el cual corresponde al monto de perfilar el área total del carril con un espesor de 5 cm .**

Además, dentro de las justificaciones de UNOPS a la Unidad Ejecutora se señala que no se optó por la reparación del carril debido a que se consideró que el tipo de reparación por la cual se podría optar para atender los tramos y solventar el incumplimiento podría ser un proceso que no siempre resulte ser satisfactorio en primera instancia, lo cual podría generar afectaciones o daños a la capa de ruedo.

Por último, UNOPS en el oficio 96800/220218/ER/048 realiza una petitoria en relación con la incorporación en el hallazgo de un párrafo donde se indique que se considere que el incumplimiento del IRI no genera ningún tipo de daño a los vehículos por el tránsito, ni afecta en el funcionamiento o desempeño del carril ni pone en riesgo la vida humana de los que transitan por la zona, además que el incumplimiento será tratado contractualmente mediante una compensación económica, tal como lo permite el mismo contrato.

Adicionalmente se debe señalar que el día 28 de abril de 2022, de forma extemporánea la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI adjunta el oficio 210721-771-PC-C091 del 21 de julio de 2022, en el cual adjunta los resultados de la evaluación de IRI del Autocontrol, donde se confirma el incumplimiento del valor promedio de IRI del Carril Externo en el sentido San Pedro- Calle Blancos. Sin embargo, estos no fueron considerados para el análisis debido a la fecha de envío.

Análisis del descargo

Primeramente, en relación con la decisión asumida por ambos entes ante el incumplimiento del valor promedio de IRI según el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, el Equipo Auditor considera razonable la aplicación de un pago reducido en función de la calidad al evidenciarse que este incumplimiento solo se presentó en uno de los cuatro carriles. De igual manera se considera válida la aplicación de la subcláusula 9.4 (c)(ii) del contrato ITB-CRPC-98600-2018-02 según incumplimiento parcial evidenciado.

Ahora bien, otro de los motivos por los cuales el Equipo Auditor considera razonable la aplicación de un factor de pago es que el incumplimiento registrado se presenta sobre el valor promedio, del valor de IRI y no así sobre el valor individual de algunos de los tramos evaluados, ya que se considera que si se hubieran presentados valores de IRI por encima de 3,0 m/km, debería privar la reparación del tramo total de 100m en lugar de la aplicación de un pago reducido en función de la calidad.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 66 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Por otra parte, si bien se considera razonable la aplicación de la reducción del pago en función de la calidad, la información aportada por la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI y la Gestora del proyecto UNOPS en el descargo del informe no permitía determinar cuál era el monto de la compensación económica que sería retribuida a la Administración producto del incumplimiento. Únicamente se mencionaba en el documento 96800/220218/ER/048 que la compensación corresponde al monto que implicaría realizar la reparación del tramo total considerando un perfilado de 50mm de espesor a lo largo de toda la longitud del carril, por lo cual el Equipo Auditor no podía determinar si el monto propuesto por el gestor del proyecto resultaba razonable según los precios establecidos en el contrato para dichas actividades.

Posteriormente, el oficio fue solicitado a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI el día 28 de febrero de 2022 vía correo electrónico, con el fin de completar el análisis del descargo sin embargo no se recibió respuesta hasta el 28 de abril, cuando el plazo ya el plazo de la presentación del descargo se había cumplido, como se mencionó anteriormente.

De igual forma el Equipo Auditor realizó el análisis del contenido del oficio Ref. 96800/220107/ER/003 del 07 de enero de 2022, en este oficio se esclarece el monto de la compensación económica propuesta por UNOPS ante el incumplimiento del valor promedio de IRI del Carril Externo en el sentido San Pedro- Calle Blancos es cual corresponde a de \$3.709,00. Este monto según el criterio del Gestor del Proyecto corresponde al monto compensatorio en que podría incurrir la Administración por una posible reparación del tramo que presentó el incumplimiento, considerando el perfilado del tramo con un espesor de 5 cm. En relación con el tipo de intervención propuesta por el Gestor del Proyecto, es criterio del Equipo Auditor que la técnica propuesta se considera adecuada para una posible atención y corrección del incumplimiento registrado, sin embargo, no se considera que la estimación del monto compensatorio sea el correcto debido a que el Gestor del Proyecto omitió dentro de la estructura de costos el monto correspondiente a la mezcla asfáltica necesaria para reponer los 5 cm de espesor perfilado del material y así dar el acabado a la superficie. Por lo tanto, se considera que el monto compensatorio estimado por el Gestor del Proyecto es incompleto y no considera el costo total real que implicaría una corrección de IRI a lo largo del carril que presento el incumplimiento del parámetro.

Ahora bien, aunado a lo anterior se debe señalar que UNOPS indicó que a la fecha de emisión del oficio 96800/220218/ER/048, 18 de febrero de 2022, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI no se había pronunciado en relación al valor propuesto como compensación económica.

Por lo tanto, si bien se tiene un común acuerdo por ambos entes sobre la aplicación de un pago reducido en función de la calidad por el incumplimiento de IRI a la fecha del cierre del informe, con la información presentada como descargo al informe no se había establecido el monto de la compensación económica con la cual sería retribuida la Administración, si no únicamente la propuesta presentada por UNOPS en el oficio Ref. 96800/220107/ER/003.

Ahora bien, el Equipo Auditor difiere, de los criterios emitidos por la UNOPS sobre la afectación y efectos negativos a la que se vería expuesta la capa de ruedo producto de las reparaciones solicitadas o propuestas por el contratista. Lo anterior debido a que existen experiencias de

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 67 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



reparaciones de IRI exitosas en proyectos de conservación vial de nuestra red vial nacional, por lo que, si selecciona la técnica correcta y se cuenta con el equipo adecuado, así como la consideración de buenas prácticas de ingeniería se podrían obtener resultados exitosos y garantizar el estándar de calidad solicitado.

Por lo cual, contrario a los señalado por UNOPS en el oficio 96800/220218/ER/048 el Equipo Auditor no considera correcto generalizar que técnicas de reparación de IRI producirán un efecto negativo en la calidad de la capa de ruedo de los proyectos. Se realiza esta aclaración con el fin de que no se utilice el criterio de recibo del Equipo Auditor sobre la decisión de establecer una compensación económica para la Administración por el incumplimiento del valor promedio de IRI del Carril Externo en el sentido San Pedro -Calle Blancos, para evadir reparaciones de tramos en otros proyectos que ameriten una intervención para garantizar el estándar de calidad de otros proyectos.

Por último, en relación a la petitoria realizada por UNOPS de que en el informe final se indique “que se considere que el incumplimiento del IRI no genera ningún tipo de daño a los vehículos por el tránsito, ni afecta en el funcionamiento o desempeño del carril ni pone en riesgo la vida humana de los que transitan por la zona”, y “que el incumplimiento será tratado contractualmente mediante una compensación económica, tal como lo permite el mismo contrato”.

Se indica que la misma es de recibo de forma parcial.

En primer lugar, sí se considera pertinente señalar en el informe que pese a que no se ha establecido un monto de la compensación económica que será retribuida a la Administración, el incumplimiento evidenciado será tratado contractualmente mediante una reducción del pago en función de la calidad presentada por el contratista en el proyecto, por lo tanto, se incorporará en el contenido del hallazgo. No obstante, se considera pertinente mencionar que la propuesta del monto compensatorio propuesta por UNOPS no es de recibo para el Equipo Auditor, debido a que la misma se considera insuficiente al omitir el monto económico que representa reponer los 5 cm de mezcla asfáltica que se plantea perfilar en un futuro como medio de retribución a la Administración.

Por otra parte, no es de recibo la petitoria de UNOPS en relación con señalar que el incumplimiento del IRI no genera ningún tipo de daño a los vehículos por el tránsito, ni afecta en el funcionamiento o desempeño del carril ni pone en riesgo la vida humana de los que transitan por la zona. Se debe entender que la reducción el pago se genera por un incumplimiento del estándar de calidad de un parámetro funcional del pavimento de un proyecto que forma parte del anillo de circunvalación de la capital, que a su vez es una de las rutas más transitadas del país, por lo que la obtención de un IRI mayor al considerado para la ruta tendrá afectaciones a la estructura de pavimento y vehículos (costos de operación ya sea en menor o mayor grado), es por eso que no se puede afirmar que el incumplimiento del IRI no genera ningún tipo de daño a los vehículos por el tránsito, ni afecta en el funcionamiento o desempeño del carril.

Adicionalmente, no se entiende la petitoria de la UNOPS en señalar que el incumplimiento del IRI no pone en riesgo la vida humana ya que esto no se indica en ninguna parte del hallazgo.

A partir del análisis del descargo se realizan las siguientes modificaciones

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 68 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Se modifica el título del hallazgo

HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE VALORES INDIVIDUALES DE IRI Y MEDIA FIJAS DE LOS CARRILES DEL TRONCO PRINCIPAL DEL PROYECTO, A EXCEPCIÓN DE LA MEDIA FIJA DE IRI DEL CARRIL EXTERNO EN EL SENTIDO SAN PEDRO - CALLE BLANCOS LA CUAL PRESENTÓ INCUMPLIMIENTO **QUE FUE GESTIONADO MEDIANTE UNA COMPENSACIÓN ECONÓMICA PARA LA ADMINISTRACIÓN QUE NO HABIA SIDO APROBADA AL CIERRE DEL INFORME FINAL.**

Se agrega los siguientes párrafos al cuerpo del hallazgo

Ahora bien, según el análisis del descargo emitido mediante los oficios POE-10-2022-0107 del 24 de febrero de 2022 de la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI y No. 96800/220218/ER/048 emitido por la Oficina de las Naciones Unidas para Proyectos (UNOPS) el día 18 de febrero de 2022, en relación con el monto compensatorio se menciona que el mismo corresponde al costo de la reparación de la longitud total del carril.

Posteriormente de forma extemporánea a la entrega del descargo al informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI, hizo llegar al equipo Auditor el oficio Ref. 96800/220107/ER/003 del 07 de enero de 2022, en el cual UNOPS le comunica a la *Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI* que se ha determinado realizar una reducción al contrato de la obra, por el incumplimiento del ensayo del IRI en 1 de los 4 carriles del proyecto, por un monto de \$3.709,00 el cual corresponde al monto de perfilar el área total del carril con un espesor de 5 cm. En relación con el tipo de intervención propuesta por el Gestor del Proyecto, es criterio del Equipo Auditor que la técnica propuesta por el Gestor del Proyecto se considera adecuada para una posible atención y corrección del incumplimiento registrado, sin embargo, no se considera que la estimación del monto compensatorio sea el correcto debido a que el Gestor del Proyecto omitió dentro de la estructura de costos el monto correspondiente a la mezcla asfáltica necesaria para reponer los 5 cm de espesor perfilado del material y así dar el acabado a la superficie. Por lo tanto, se considera que el monto compensatorio estimado y propuesto por el Gestor del Proyecto está incompleto y no considera el costo total real que implicaría una corrección de IRI a lo largo del carril que presentó el incumplimiento del parámetro.

Además, a la fecha del cierre del informe final no se evidenció que la Unidad Ejecutora haya aprobado la propuesta del monto presentado por UNOPS, según lo indicado por esta misma entidad en el oficio 96800/220218/ER/048, 18 de febrero de 2022, en el cual se indica que la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI no se había pronunciado en relación al valor propuesto como compensación económica.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 69 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Se agregan las conclusiones

El monto compensatorio propuesto por el Gestor del Proyecto ante el incumplimiento de IRI en el Carril Externo en el sentido San Pedro -Calle Blancos no es de recibo y se considera insuficiente , ya que no considera el costo total real que implicaría una corrección de IRI a lo largo del carril al omitir los costos del monto correspondiente a la mezcla asfáltica necesaria para reponer los 5 cm de espesor perfilado del material que se plantea.

Según de la información presentada por la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI no se logró determinar que el monto de compensación que sería atribuido a la Administración por el incumplimiento registrado hubiese sido aprobado.

Se modifica la recomendación

- Atención y valoración del parámetro de regularidad superficial en el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos.

Por

- Monitoreo del parámetro de regularidad superficial en el carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos durante su periodo de vida útil.

Y se agrega la recomendación:

- ***Se sugiere a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI solicitar a UNOPS considerar dentro del monto compensatorio del incumplimiento de IRI en el Carril Externo en el sentido San Pedro -Calle Blancos, el costo correspondiente a los 5 cm de mezcla asfáltica que se deberían reponer por la reparación planteada***

OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIARON SECCIONES DE PAVIMENTO EN LOS DIFERENTES CARRILES DEL TRONCO PRINCIPAL, CON UNA CONDICIÓN ESTRUCTURAL BUENA, REGULAR Y SEVERA, A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE INDICADORES ESTRUCTURALES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES”

Descargo

En cuanto al contenido de la observación tanto la la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI como UNOPS señalan que el parámetro de deflectometría no es un requisito cartelario, por lo que no se cuenta con referencia técnica para evaluarlo. De igual forma ambos entes indican que se considerará incorporarlo para futuros proyectos.

Análisis del descargo

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 70 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Por lo tanto, los comentarios y observaciones emitidas en el oficio POE-10-2022-0107 y la nota 96800/220218/ER/048 no modifican la naturaleza ni contenido de la observación.

OBSERVACIÓN 2. SE EVIDENCIÓ UNA CONDICIÓN BUENA DEL PARÁMETRO DE FRICCIÓN SUPERFICIAL EN 4 CARRILES DEL TRONCO PRINCIPAL DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN GUADALUPE, RUTA NACIONAL NO. 39

Descargo

En cuanto al contenido de la observación tanto la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI como UNOPS, señalan que el parámetro de fricción superficial no es un requisito cartelario, por lo que no se cuenta con referencia técnica para evaluarlo. De igual forma ambos entes indican que se considerará incorporarlo para futuros proyectos.

Análisis del descargo

Por lo tanto, los comentarios y observaciones emitidas en el oficio POE-10-2022-0107 y la nota 96800/220218/ER/048 no modifican la naturaleza ni contenido de la observación.

HALLAZGO 2. SE EVIDENCIÓ UN INADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJES ENCARGADO DE COLECTAR EL AGUA EXTRAÍDA DE LA PANTALLA DE PILOTES EN LA PARTE INFERIOR DEL PASO A DESNIVEL GUADALUPE

En el descargo del informe, tanto la Unidad Ejecutora como UNOPS señalan que la evidencia de humedad presente en la barrera tipo sócalo evidenciada por el Equipo Auditor, es causada por el agua filtrada de manera superficial que recorría la cara trasera del panel de manera libre y no así de un desbordamiento del canal del concreto tal como lo indica el hallazgo preliminar.

Lo anterior a partir de la identificación de una caída de agua colgada a nivel superficial una vez que se removieron los paneles del paso inferior, donde según indica la UNOPS se había notificado al contratista el defecto previo a la recepción del oficio LM-IC-D-0607-2021.

El defecto fue atendido según data del registro fotográfico del oficio 96800/220218/ER/048 mediante canalización adecuada de las aguas mediante la colocación de un bajante hasta comunicarlo con la cuneta construida como parte del zócalo.

Finalmente, UNOPS menciona en su nota que el funcionamiento y desempeño del drenaje es el adecuado, y que el canal se encuentra completamente limpio y el flujo del agua es constante, sin obstrucciones, desbordamientos, reducciones de capacidad hidráulica, estancamiento de aguas o las afectaciones indicadas en comunicaciones previas por el LanammeUCR.

Análisis del descargo

A partir de las evidencias presentadas por UNOPS en el oficio 96800/220218/ER/048 donde se evidencia que realizaron acciones para solventar la problemática de la infiltración de agua a través de la barrera y contemplando que el riesgo de un desbordamiento del canal interno que capta el

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 71 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



agua de la pantalla de pilotes del paso inferior ya fue señalado en el informe LM-INF-EIC-D-005-B-2021, se considera razonable la eliminación del hallazgo 2 del informe preliminar así como las recomendaciones y conclusiones derivadas de este .

Ahora bien, el Equipo Auditor mantiene el criterio de que existe un riesgo latente de desbordamiento del canal debido a una posible reducción de la capacidad hidráulica por el estancamiento de agua ya sea por sedimentación o por escasa pendiente del elemento, el desconocimiento del estudio hidráulico y la ausencia de un plan de mantenimiento a este sistema de drenaje. Por lo cual se considera que existen elementos suficientes para afirmar que hay incertidumbre sobre el desempeño de los trabajos.

Llama la atención que UNOPS señale que se había notificado de previo al contratista sobre el defecto evidenciado por el Equipo Auditor y esto no se haya comunicado como respuesta a la nota LM-IC-D-0607-2021 en su momento.

El Equipo Auditor dará monitoreo al desempeño del canal interno de concreto encargado de captar el agua freática de la pantalla de pilotes del paso inferior con el fin de verificar si el desempeño del elemento es el adecuado bajo condiciones críticas de la época de invierno tal como lo señala la UNOPS. En caso de evidenciarse un inadecuado desempeño del sistema drenaje será comunicado a la Unidad Ejecutora mediante notas informes.

HALLAZGO 3. SE EVIDENCIARON DETERIOROS PREMATUROS EN LA CAPA DE RUEDO DE LA RAMPA GUADALUPE-SAN PEDRO UBICADA EN EL EJE 9 DEL PROYECTO.

En virtud de las modificaciones realizadas se ajusta el número de Hallazgo 3 del informe preliminar a Hallazgo 2 en el informe final.

Descargo

Sobre este Hallazgo 3, la Unidad Ejecutora y UNOPS reconocen la presencia de deterioros a través de la realización de diferentes inspecciones realizadas en sitio desde el mes de junio 2021, donde constataron la condición señalada en el hallazgo.

Ahora bien, según se indica en el oficio 96800/220218/ER/048 UNOPS una vez identificado los deterioros la UNOPS comunicó al contratista la condición registrada, según lo indicado en el contrato como parte del periodo de notificación de defectos.

También se señala que, a partir del mes de septiembre de 2021, UNOPS inició la gestión de una campaña de verificación de calidad en las 4 rampas (incluyendo el sector del eje 9), donde se consideran ensayos de deflectometría y de materiales de la estructura de pavimento colocados.

Menciona UNOPS en el documento que el estudio de la campaña de verificación de calidad actualmente se encuentra en el proceso de revisión y a la espera de los resultados finales de los ensayos.

Por último, tanto UNOPS en la nota 96800/220218/ER/048 como la Unidad Ejecutora en el oficio POE-10-2022-0107 señalan que una vez se tengan los resultados de la campaña de ensayos realizada, se estará generando las recomendaciones del tipo de intervención a realizar según la determinación de las causas del deterioro hallado.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 72 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Análisis del descargo

En relación a los criterios y observaciones realizadas por la UNOPS y la Unidad Ejecutora no se evidenció ninguna petitoria en relación a la modificación del hallazgo desarrollado en el informe preliminar, razón por la cual el contenido del hallazgo se mantiene.

Ahora bien, el análisis de ambos documentos, permite aclarar la línea de acción del gestor y la Unidad Ejecutora sobre los deterioros evidenciados. A partir de esta condición se considera de recibo la realización de la campaña de verificación de calidad gestionada por UNOPS para determinar las causas y tipo de intervención a realizar para la atención de los deterioros evidenciados: La realización de este estudio de calidad en el eje 9 atiende la siguiente recomendación del Informe

- **Realizar un estudio o análisis estructural del pavimento construido basado en deflexiones con el fin de verificar si el daño evidenciado corresponde a un problema de la mezcla asfáltica o si más bien obedece a un daño en algunas de las capas inferiores.**

Por lo tanto, se elimina del informe final la recomendación anteriormente citada debido a que ya fue atendida. El resto de las conclusiones y recomendaciones se mantienen ya que a la fecha el deterioro no ha sido atendido.

Por otro lado, debido a la gestión realizada por UNOPS para tratar de determinar las causas y tipo de atención se considera pertinente incorporar en el cuerpo del hallazgo los siguiente párrafos y conclusiones al informe.

Si bien no se recibió respuesta del oficio LM-IC-D-0607-2021 por parte de la Unidad Ejecutora y UNOPS durante la fase del informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021 en el descargo a este documento, la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI mediante el oficio POE-10-2022-0107 del 24 de Febrero de 2022 y la UNOPS mediante la nota No. 96800/220218/ER/048 del 18 de febrero de 2022, indican que los deterioros son de conocimiento por ambos entes y que han sido notificados al Contratista como parte del periodo de notificación de defectos según los términos contractuales.

Además, ambos documentos señalan que los deterioros no han sido intervenidos ya que a partir del mes de setiembre del año 2021 se gestionó una campaña de verificación de calidad para establecer las causas del deterioro y recomendar el tipo de intervención a realizar, por lo que hasta que se concluyan estos análisis se realizará la atención de estos deterioros.

Por lo tanto, a partir de las acciones tomadas por la UNOPS y la Unidad Ejecutora el Equipo Auditor dará seguimiento a la emisión del informe de calidad y a la reparación de los deterioros con el fin de verificar que toda la sección del eje 9 que presentó el deterioro fue reparada.

Además, se añade la siguiente conclusión y recomendación:

Conclusión

Según data del análisis del descargo al informe preliminar LM-INF-EIC-D-005-B-2021, UNOPS señaló la gestión y realización de una campaña de verificación de calidad para determinar las causas y recomendaciones de atención de los deterioros identificados en el eje 9 del proyecto. A la fecha de emisión de este informe no se tiene noticia de si se ha completado la realización del estudio.

Recomendación

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 73 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Se recomienda a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI facilitar al Equipo Auditor el informe de calidad de los materiales colocados en el eje 9 del proyecto, así como la información técnica del tipo de reparación a realizar para atender los deterioros del pavimento del eje 9 del proyecto.

HALLAZGO 4. SE EVIDENCIA UN POTENCIAL RIESGO DE COLISIÓN A LAS LUMINARIAS COLOCADAS EN LA MEDIANA DEL EJE CENTRAL DEL PROYECTO SEGÚN LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA COMO SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR.

En virtud de las modificaciones realizadas se ajusta el número de Hallazgo 4 del informe preliminar a Hallazgo 3 en el informe final.

Descargo

En lo referente al contenido de este hallazgo, UNOPS en la nota 96800/220218/ER/048 centra las justificaciones de la solución implementada como sistema de contención vial en la medianera del proyecto en la importancia de la iluminación en el centro de la vía. En dicho oficio se señala que la posible eliminación de las luminarias centrales implicaría costos adicionales al tener que generar toda la iluminación desde los costados y que esto generaría modificaciones al diseño aprobado por CNFL y posiblemente demoliciones y/o otros trabajos asociados.

En lo que respecta al cumplimiento del ancho de trabajo de las barreras, UNOPS, mantiene el criterio y análisis presentado mediante el oficio 96800-210223-ER-044 sobre la zona de intrusión de las barreras (ZIO) y el ancho de trabajo, que se encuentran en cumplimiento, según lo requerido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Análisis del descargo

El criterio emitido por UNOPS no es de recibo para el Equipo Auditor, ya que en ningún momento el hallazgo considera o sugiere la eliminación de las luminarias en la zona central del proyecto. En contraste con lo indicado el hallazgo hace énfasis en señalar que la solución propuesta como sistema de contención vial en la medianera, específicamente en los sectores dónde había presencia de luminarias, no permite delimitar dichos elementos, por lo que no se garantiza el ancho de trabajo de la barrera medianera. Inclusive se reitera que, en el hallazgo desarrollado, la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del LanammeUCR mediante el oficio LM-IC-D-0723-19 del 05 de setiembre de 2019 había recomendado valorar otros tipos de soluciones para garantizar el ancho de trabajo en dichas secciones puntuales, entre las cuales no se consideró nunca la eliminación de luminarias, sin embargo, estas recomendaciones no fueron consideradas por UNOPS. Por lo tanto, no se comprende la observación realizada por UNOPS sobre la eliminación de luminarias centrales.

Referente al criterio emitido por UNOPS, respecto al cumplimiento del ancho de trabajo de las barreras, se debe indicar que el mismo no es de recibo, ya que como se menciona la solución propuesta como medianera, ante la presencia de las luminarias en el centro, no logra garantizar el ancho de trabajo del sistema de contención vial seleccionado. Es importante señalar que el hallazgo al indicar que la ZOI debe de estar libre de obstáculos de forma continua a lo largo de toda la extensión de la barrera, no está sugiriendo que se deben eliminar las luminarias, sino más bien que se deben considerar las adaptaciones y transiciones en los sistemas de contención vial que se consideren necesarios para garantizar que la ZOI esté libre de obstáculos.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 74 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



Ahora bien, UNOPS reconoce que, sí existe un riesgo real de colisión, sin embargo, señala que este riesgo es bajo. Este criterio tampoco es compartido por el Equipo Auditor ya que las buenas prácticas de ingeniería en el diseño y construcción de obra pública deben garantizar la seguridad vial de los usuarios y la solución implementada no garantiza esta condición para todos los usuarios del proyecto.

En lo que respecta a la Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial del CONAVI, este ente no realiza ningún aporte adicional de UNOPS.

Por lo tanto, los comentarios y observaciones emitidas en el oficio POE-10-2022-0107 y la nota 96800/220218/ER/048 no modifican la naturaleza ni contenido de la observación.

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 75 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



A3. DESCARGO DE INFORME PRELIMINAR LM-INF-EIC-D-0005-B-2021

OFICIO POE-10-2022-0107 DEL 24 DE FEBRERO DE 2022



San José, 24 de febrero del 2022.

POE-10-2022-0107

Ingeniera
Wendy Sequeira Rojas, M.Sc.
Coordinadora
Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR

Ingeniero
Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director
LanammeUCR

ASUNTO: Respuesta a oficio EIC-Lanamme-52-2022, Paso a Desnivel Guadalupe.

Estimados ingenieros:

Reciba un atento y cordial saludo.

Por medio de la Nota adjunta No. 96800-220218-ER-048 de UNOPS, remitimos las respuestas al Oficio EIC-LANAMME-52-2022, en donde se nos remite el Informe Preliminar No. INF-LM-EIC-D-005B-2021, para el proyecto Paso a Desnivel Guadalupe.

Remitimos a continuación, el pronunciamiento por parte de la Unidad Ejecutora para cada uno de las respuestas a los hallazgos indicados en el Oficio adjunto de UNOPS, como parte del complemento a las respuestas.

Hallazgo 1. Se evidenció el cumplimiento de valores individuales de IRI y media fijas de los carriles del tronco principal del proyecto, a excepción de la media fija de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos la cual presentó incumplimiento.

Esta Unidad Ejecutora en miras de evaluar y fiscalizar la gestión correspondiente a la Administración del proyecto, comparte los términos que UNOPS está tomando para el hallazgo referido, en el entendido que buscar una solución de intervención directa podría afectar el funcionamiento para el cual se está reflejando a la fecha, en el carril en cuestión, máxime que llevamos casi un año después de haberse puesto en operación el proyecto, y del cual a la fecha no ha presentado problemas para los usuarios, ni de confort ni de seguridad vial que vayan ligados al incumplimiento del IRI. Por supuesto que se debe reaccionar ante la situación presentada, y no solamente tomar la decisión por el bien de la estructura y funcionalidad actual del carril de mantener las condiciones sin intervención correctiva; ante esto y en apego al Memorándum de Acuerdo (MdA) que nos ampara, consideramos



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Consejo Nacional
de Vialidad
CONAVI

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 76 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



24 de febrero del 2022
POE-10-2022-0107
Página 2

prudente la decisión de castigar económicamente el no cumplimiento, como una medida similar a la utilizada con el Factor de Pago, esto con el fin de retribuir al proyecto el contenido económico por el incumplimiento, tomando en cuenta su diferencia no difiere a grandes escalas, y por lo tanto, como bien se menciona no escala a un peligro latente para los usuarios o para la estructura propia, tal como lo menciona el aporte del experto por parte de UNOPS el Ingeniero Pedro Castro, que se adjunta a este oficio.

Observación 1. Se evidenciaron secciones de pavimento en los diferentes carriles del tronco principal, con una condición estructural buena, regular y severa, a partir de la evaluación de indicadores estructurales a través del análisis de deflexiones".

Observación 2. Se evidenció una condición buena del parámetro de fricción superficial en 4 carriles del tronco principal del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.

Ambas Observaciones no se toman en cuenta como requerimiento para la Licitación, se insta a la UNOPS, y además como parámetro para la Unidad Ejecutora, tomarlo en cuenta para las próximas modalidades de contratación para la Gestión o bien Ejecución Directa.

Hallazgo 2. Se evidenció un inadecuado funcionamiento del sistema de drenajes encargado de colectar el agua extraída de la pantalla de pilotes en la parte inferior del paso a desnivel Guadalupe.

En los constantes recorridos mensuales para las debidas Notificaciones de Defectos que se realizan por parte de la Supervisión, se han anticipado los problemas presentados de manera oportuna al Contratista; tal como lo menciona UNOPS en su informe de respuesta, y que también fueron constatados con la participación de la Unidad Ejecutora en los mencionados recorridos; el caso del Hallazgo 2 no es la excepción, pues después de Notificado el defecto se le da seguimiento para su atención constatando las correcciones, y aún con más interés la revisión de los elementos una vez fueron retirados los paneles, pues a partir de esta condición se evaluaría la causa exacta del desbordamiento. Por lo tanto, se pudo corroborar que el funcionamiento del drenaje es el adecuado, y la evidencia de humedad presente en la barrera tipo socalo, es causado por el agua filtrada de manera superficial que recorría la cara trasera del panel de manera libre, por lo que por obvias razones estas eran escurridas directamente en la corona del socalo y por orden de gravedad hacia la cara externa del elemento evidenciando humedad.

Así mismo, esta Unidad en recorridos posteriores, evidencia la mejora realizada con el ordenamiento de las aguas mediante un bajante, y se corrobora el buen funcionamiento. No obstante, es hasta este informe que se entrega la derivación formal para el descargo de las Observaciones anteriores referente a este caso en particular, por lo que remitimos como descargo oficial al Hallazgo esta respuesta en complemento a la mencionada por UNOPS en su Oficio adjunto.



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 77 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



Consejo Nacional
de Vialidad
CONAVI

UNIDAD EJECUTORA

Programa Obras Estratégicas Infraestructura Vial
Contrato de Préstamo No. 2080
Tel: (506) 2202-5326 Fax: (506) 2253-5705 email: unidad.ejecutora.bcic@conavi.go.cr

24 de febrero del 2022
POE-10-2022-0107
Página 3

Hallazgo 3. Se evidenciaron deterioros prematuros en la capa de rueda de la rampa Guadalupe-San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.

Como bien se menciona en el Informe de respuesta por parte de la UNOPS, una vez se tengan los resultados de la campaña de ensayos realizada a finales del año anterior, se estará respondiendo conjuntamente con las recomendaciones de intervención adecuadas, según la determinación de las causas del deterioro hallado. Importante mencionar, una vez más, que estos deterioros ya han sido identificados desde los primeros indicios del problema, y notificados en tiempo y forma al Contratista como parte de los Hallazgos en el periodo de Notificación de Defectos en curso, por lo que la solución debe darse en rendición de la investigación realizada, pues a partir de este sondeo se demostrará la causa en razón del Diseño vrs Metodología Constructiva.

Hallazgo 4. Se evidencia un potencial riesgo de colisión a las luminarias colocadas en la mediana del eje central del proyecto según la solución implementada como sistema de contención vehicular.

Sin mayor comentario, más que el aporte completo mencionado en el informe de respuesta de UNOPS para este Hallazgo.

Así las cosas, damos por entregado las respuestas y complementos al Informe preliminar INF-LM-EIC-D-005B-2021, para que sean tomadas en cuenta como subsane. Les agradecemos la atención.

Sin otro particular, atentamente,

JOHNNY
GOMEZ
NAVARRO
(FIRMA)

Firmado
digitalmente por
JOHNNY GOMEZ
NAVARRO (FIRMA)
Fecha: 2022.02.25
14:29:02 -06'00'

Ing. Johnny Gómez Navarro
Unidad Ejecutora Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial
PAR

c/ Ing. Carlos Jiménez González, Ingeniero Gerente a.i. Unidad Ejecutora CONAVI/BCIE
Archivo – Copiador



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Consejo Nacional
de Vialidad
CONAVI

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 78 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------

Tel.: +506 2511-2500 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.



80 -ANIVERSARIO-
UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Nuestra
salud mental
¡importa!



OFICIO DE UNOPS No. 96800/220218/ER/048 DEL 18 DE FEBRERO DE 2022.



San José, 18 de febrero de 2022

Ref. **96800/220218/ER/048**

Asunto: Respuesta al oficio
EIC-Lanamme-052-2022 sobre informe de
auditoría preliminar INF-LM-EIC-D-0005B-2021

Ingeniero
Carlos Jiménez González
Gerente a.i
Unidad Ejecutora BCIE/CONAVI

Estimado Ingeniero,

Reciba un cordial saludo de nuestra parte. En atención al oficio EIC-Lanamme-052-2022 del LanammeUCR, en el cual se remite el informe preliminar de auditoría técnica número INF-LM-EIC-D-0005B-2021 titulado: "Desempeño de la estructura de pavimento y seguridad vial del proyecto Construcción Paso a Densivel en la Intersección de Guadalupe, Ruta Nacional No. 39", se le indica lo siguiente:

Hallazgo 1. Se evidenció el cumplimiento de valores individuales de IRI y media fijas de los carriles del tronco principal del proyecto, a excepción de la media fija de IRI del carril externo en el sentido San Pedro - Calle Blancos la cual presentó incumplimiento.

Como es de conocimiento de la Unidad Ejecutora, según la presentación de resultados del ensayo del IRI en la gestión del proyecto, se ha podido comprobar el cumplimiento del valor del IRI en 3 de los 4 carriles y, se ha podido identificar el incumplimiento en la totalidad del carril externo sentido San Pedro a Calle Blancos, desde la estación 0+898 hasta la estación 1+592, siendo una longitud de carril de 694 m, de la cual restando las singularidades la longitud efectiva sería 494 m.

Se determina que el contratista debe realizar la compensación económica por la no aprobación de la prueba aplicada, de acuerdo a lo que permite el contrato entre las partes. La prueba del IRI está indicada en el contrato entre UNOPS y el contratista, como una prueba tras la terminación de las obras, para tal fin, se tiene la subcláusula 9.4 (c)(ii) "No aprobación de las pruebas tras la terminación", para cuando las pruebas presentan incumplimientos. Es decir, si bien es cierto las especificaciones técnicas del proyecto no permiten un pago utilizando factor de pago para el IRI, las cláusulas condiciones generales y condiciones específicas del contrato, privan sobre estas especificaciones técnicas, con lo cual aplican, y al aplicarse, sí es factible un castigo conceptualmente similar a factores de pago. Este castigo económico fue propuesto a la UE en oficio 96800/220107/ER/003, y consiste en una compensación económica para la administración,

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 79 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



del mismo monto que implicaría realizar la reparación, por lo cual se considera justo. A la fecha de la presente nota, no se tiene respuesta de dicho oficio.

Siguiendo con lo anterior, se indica que UNOPS ha realizado consultas y verificaciones técnicas con el experto en pavimentos de UNOPS, para verificar la idoneidad de aplicar una reparación abrasiva en la zona y si esta metodología es adecuada para ejecutarse en el proyecto.

Al obtenerse un valor del IRI tan cercano al mínimo requerido en el proyecto se considera que la metodología que podría utilizarse para intervenir en el carril corresponde a la reparación mediante microperfilado del asfalto, para lograr una reducción del valor del IRI en el carril, sin embargo, el resultado de este proceso, no siempre resulta ser satisfactorio en primera instancia, y agrede el asfalto más de lo que mejoraría el IRI. Requiriéndose entonces segundas intervenciones, agrediendo aún más la carpeta asfáltica, que no está siendo objetada en su calidad material. Es decir, la mezcla colocada en el proyecto, se encuentra sellada y uniforme, cuando se realizan trabajos abrasivos en el asfalto la mezcla queda expuesta, abierta y con posibilidades de desprendimiento de agregado de manera temprana por el tránsito de los vehículos, lo que produciría más afectaciones y daño que posible beneficio que se obtendría de mejorar el IRI, esto aunado a la reducción del espesor de la capa del asfalto en el carril.

Cabe destacar que, al obtenerse un valor del IRI que no se separa en gran medida del mínimo especificado en el proyecto, se considera que no se genera ningún tipo de daño a los vehículos por tránsito, no afecta en el funcionamiento y desempeño del carril ni pone en riesgo la vida humana de los que transitan por la zona. Además, al momento de la intervención, se estaría afectando el flujo y a los usuarios.

Por lo que, según el análisis de UNOPS, para este caso, no se recomienda la intervención abrasiva en el carril para mejorar el IRI obtenido, dado el alto riesgo de que la intervención desmejore la calidad de lo presentado en campo y el desempeño de la mezcla con el paso del tiempo.

Tal como se indicó anteriormente, dentro del contrato entre UNOPS y el contratista por las obras trabajadas, se establece una subcláusula que permite aplicar una reducción económica por la no aprobación de las pruebas tras la terminación de las obras y que sea pagada por el Contratista, por lo que, UNOPS hará uso de esta subcláusula para realizar la deducción correspondiente al contratista.

El costo de la reparación se determina con respecto a la estructura de pagos del proyecto de Guadalupe, donde se establece la línea CR 415.01a Perfilado de capa asfáltica de 50 mm de espesor y se considera la totalidad de la longitud.

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 80 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



UNOPS

Dado lo indicado, en el propio contrato y en el caso particular de una prueba que no ha sido aprobada en su totalidad, como es la prueba de Rugosidad del Pavimento conocida como IRI, UNOPS considera aplicable la subcláusula 9.4 (c)(ii), de forma que se determine una reducción económica por la “no aprobación” parcial (parcial porque fue un carril de 4 el que no ha cumplido) de la prueba IRI, y generar una reducción del monto contractual, contraria a imponer una reparación en la superficie de rueda. Sopesadamente se considera que existen más riesgos de generar una remediación que podría tener perjuicios mayores versus los beneficios que se puedan identificar. Por lo tanto, es tan imperceptible el incumplimiento que cualquier conductor que circule por la intersección a desnivel, será incapaz de percibir que existe un defecto en la vía que está afectando su vehículo, y por ende, tampoco existirá ningún daño asociado a su vehículo por el mismo.

Dado lo anterior, se solicita indicar al LanammeUCR que se mencione en el informe, que se considera que este incumplimiento del IRI no genera ningún tipo de daño a los vehículos por el tránsito, ni afecta en el funcionamiento o desempeño del carril ni pone en riesgo la vida humana de los que transitan por la zona. El incumplimiento será tratado contractualmente mediante una compensación económica, tal como lo permite el mismo contrato.

Observación 1. Se evidenciaron secciones de pavimento en los diferentes carriles del tronco principal, con una condición estructural buena, regular y severa, a partir de la evaluación de indicadores estructurales a través del análisis de deflexiones”.

Sobre los comentarios del LanammeUCR, cabe destacar que se establecen como una observación y se aclara que este parámetro no es un requisito indicado en la licitación como parte de la evaluación del pavimento, motivo por el cual, no se cuenta con mayor referencia técnica que hacer al mismo. Sin embargo, se toma en cuenta el análisis establecido para incorporarlo en futuros proyectos.

Observación 2. Se evidenció una condición buena del parámetro de fricción superficial en 4 carriles del tronco principal del proyecto Construcción Paso a Desnivel en la Intersección Guadalupe, Ruta Nacional No. 39.

Sobre los comentarios del LanammeUCR, cabe destacar que se establecen como una observación y se aclara que este parámetro no es un requisito indicado en la licitación como parte de la evaluación del pavimento, motivo por el cual, no se cuenta con mayor referencia técnica que hacer al mismo. Sin embargo, se toma en cuenta el análisis establecido para incorporarlo en futuros proyectos.

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org



UNOPS

Hallazgo 2. Se evidenció un inadecuado funcionamiento del sistema de drenajes encargado de coleccionar el agua extraída de la pantalla de pilotes en la parte inferior del paso a desnivel Guadalupe.

En atención a este hallazgo y en respuesta a la nota LM-IC-D-0607-2021 se indica que, la humedad observada obedeció a una salida de aguas por la sección superior de la pantalla de los pilotes, debido a una agua colgada a nivel superficial, la cual caía desde niveles superiores de manera libre, y provocaba que, los paneles se mojaran y se generará la humedad en la barrera de concreto. Esta identificación fue detectada como defecto al contratista previo a la comunicación por parte del LanammeUCR y trabajados a inicios del mes de noviembre de 2021 como parte de la garantía que otorga el contratista, tal como se indica en el contrato por medio del año de detección de defectos, para lo cual, se removió la sección de paneles de interés y se realizó la canalización adecuada de las aguas mediante la colocación de un bajante hasta comunicarlo con la cuneta construida como parte del zócalo.

En las imágenes 1 y 2 se puede apreciar los trabajos realizados.



Imágenes 1 y 2. Colocación de bajante para canalización de aguas.

Es importante mencionar que la apreciación indicada por el LanammeUCR contiene un error, donde establece que la salida de las aguas es "producto del desbordamiento y salida de agua del canal interno de concreto encargado de coleccionar el agua drenada de la pantalla de pilotes", como se observa en la siguiente imagen, el cual corresponde a un extracto del informe INF-LM-EIC-D-0005B-2021.

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 82 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



HALLAZGO 2. SE EVIDENCIÓ UN INADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJES ENCARGADO DE COLECTAR EL AGUA EXTRAÍDA DE LA PANTALLA DE PILOTES EN LA PARTE INFERIOR DEL PASO A DESNIVEL GUADALUPE

En la visita del 09 de julio de 2021, se evidenció la presencia de humedad en la barrera tipo New Jersey en la parte inferior del Paso a Desnivel Guadalupe producto del desbordamiento y salida de agua del canal interno de concreto encargado de coleccionar el agua drenada de la pantalla de pilotes. En la Figura 19 se detalla la condición observada, donde inclusive se evidencia la presencia de musgo en la parte inferior de los paneles.

Imagen 3. Extracto del informe hallazgo 2, página 46.

Se aclara que durante los trabajos de canalización del agua, se pudo constatar que la cuneta construida en el zócalo se encontraba completamente libre de sedimentos u obstrucciones y que el agua se mantenía corriendo adecuadamente hasta el punto de desfogue, como se observa en las siguientes imágenes del canal.



Imágenes 4 y 5. Condiciones reales de la cuneta construida en el zócalo.

Sobre lo indicado en el hallazgo, se ha constatado que no se han evidenciado problemas en relación con la obstrucción del agua hacia la parte interna del viaducto. Se garantiza que se ha realizado un adecuado manejo de las aguas en la zona del viaducto donde se ha presentado la

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 83 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



humedad. A la fecha, debido a la ejecución de los trabajos, se puede observar en campo el mejoramiento de la sección y la eliminación de la humedad presente en las barreras.

Dado lo anterior, se solicita que el LanammeUCR modifique y rectifique lo indicado en el informe preliminar, donde se aclare que la humedad presentada en el proyecto no equivale a un desbordamiento del canal construido para canalizar las aguas de la pantalla de pilotes, se ha podido observar y constatar que casi un año después de su construcción y funcionamiento en época de invierno, donde las condiciones son más críticas, el agua transcurre por la cuneta/canal de manera adecuada sin presentar desbordamientos, reducciones de capacidad hidráulica, estancamiento de aguas o las afectaciones indicadas en comunicaciones previas por el LanammeUCR.

Así mismo, las afectaciones no han sido ocasionadas por la *“ausencia de un diseño hidráulico formal del canal de concreto, el desempeño de los drenajes o de la ausencia de un plan de mantenimiento del sistema de drenaje”* dado que ninguno de estos hechos fueron comprobados con la apertura de los paneles, por el contrario a lo indicado por el LanammeUCR, el funcionamiento y desempeño del drenaje es el adecuado, el canal se encuentra completamente limpio y el flujo del agua es de constante, sin obstrucciones.

Hallazgo 3. Se evidenciaron deterioros prematuros en la capa de ruedo de la rampa Guadalupe-San Pedro ubicada en el eje 9 del proyecto.

A través de las visitas que UNOPS realiza mensualmente al proyecto, durante el mes de junio de 2021, se comenzó a notar un deterioro en la carpeta asfáltica en el eje 9, dado lo anterior, se emitió una detección del defecto hacia el contratista por lo identificado en campo, según lo establecido en contrato. En el mes de agosto de 2021, se hizo un segundo comunicado al contratista (ampliación de la detección de defecto), dado que los deterioros localizados en el mes de junio fueron incrementando de manera rápida en el asfalto.

Dado lo identificado en campo, proactivamente UNOPS decidió realizar una campaña de verificación de calidad en las zonas, es por lo que, en el mes de setiembre de 2021, inició un proceso administrativo para la contratación de una empresa que realizará los trabajos de extracción de muestras de la carpeta asfáltica y de base estabilizada, así como, la ejecución de pruebas de calidad para verificar el motivo real del deterioro en el pavimento. Como es de conocimiento de la Unidad Ejecutora, mediante la nota 96800/211105/ER/314, se informó sobre los ensayos a realizar por parte de UNOPS como parte de esta campaña, los cuales se detallan a continuación en:

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 84 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



UNOPS

1. Deflectometría de impacto en las 4 rampas y en la rotonda, en ambos carriles.
2. Extracción de núcleos de asfalto para ensayos de:
 - a. Gravedad específica bruta.
 - b. Gravedad específica máxima teórica.
 - c. Módulo de resiliencia.
 - d. Medición de espesores de capas, inspección visual presencia y dimensiones de agrietamientos visibles o caras fracturadas.
3. Extracción de bloques de asfalto para ensayos de:
 - a. Determinación de contenido de asfalto.
 - b. Determinación de la granulometría de la mezcla.
 - c. Resistencia a la tensión diametral.
 - d. Medición de espesores de capas, inspección visual presencia y dimensiones de agrietamientos visibles o caras fracturadas.
4. Extracción de núcleos de base estabilizada para ensayos de:
 - a. Resistencia a la compresión.
 - b. Medición de espesor de la base, inspección visual presencia y dimensiones de agrietamientos visibles o caras fracturadas.

En el mes de noviembre de 2021, se cuenta con las empresas encargadas de ejecutar las pruebas, se llevan a cabo las extracciones y se inicia a trabajar en las pruebas de calidad. La primera y segunda entrega de resultados fueron en el mes de diciembre de 2021 (correspondientes a los puntos 1, 2, 3 y 4, con excepción del ensayo de módulo resiliente) y la tercera entrega a finales del mes de enero de 2022, dado que las pruebas de módulo resiliente fueron ejecutadas fuera del país.

Desde el mes de diciembre de 2021, luego de la segunda entrega de resultados se inició el proceso de análisis de los resultados de las pruebas aplicadas, la información para la investigación, se complementa con la tercera entrega de resultados a finales del mes de enero de 2022. El proceso de estudio ha sido lento dado la complejidad del tema, debido a las diferentes modulaciones que se han llevado a cabo y al análisis detallado de la estructura que se está realizando.

A la fecha, UNOPS se encuentra aún en proceso de revisiones. Todo el seguimiento ha sido de conocimiento para la Unidad Ejecutora, dado que en todo momento UNOPS ha informado sobre la campaña, la ejecución de las extracciones y los ensayos a aplicar en las muestras, por lo que, en cuanto se cuente con los resultados de los ensayos y las conclusiones al respecto, se estará comunicando junto con las acciones correctivas a ejecutar, lo anterior, para conocimiento de la Unidad Ejecutora y para la comunicación correspondiente.

En resumen, sobre el hallazgo indicado, este es correcto, es del conocimiento de UNOPS y el Contratista, y está siendo gestionado de acuerdo al contrato y el período de notificación de defectos.

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
 Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
 Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
 Pavas, San José Web: www.unops.org



Hallazgo 4. Se evidencia un potencial riesgo de colisión a las luminarias colocadas en la mediana del eje central del proyecto según la solución implementada como sistema de contención vehicular.

La iluminación en el centro de la vía o en la mediana del eje central, es un elemento del diseño que brinda un factor de seguridad importante a los conductores, que permite de manera más amplia reducir las sombras de las luces laterales producto de la lejanía entre las luminarias.

Si la colocación de las luminarias se hiciera únicamente en los márgenes de las carreteras, las lámparas deben ser de mayor voltaje, lo que implica que el costo de cada una sería mayor y esto incrementa considerablemente el costo del proyecto, debido a que las lámparas deben abarcar mayores distancias y no generar sombras en la ruta.

De esta forma, la posible eliminación de dichas luminarias centrales en el proyecto, cuando fue observado por el LanammeUCR (a finales de proyecto), implicaría costos adicionales al tener que generar toda la iluminación desde los costados, modificándose el diseño aprobado por CNFL y posiblemente realizando demoliciones y/o otros trabajos asociados. No se considera prudente una modificación al momento en que se encuentra el proyecto.

Sobre las observación de incumplimiento del ancho de trabajo de las barreras, se le indica a la Unidad Ejecutora que se mantiene el criterio y análisis presentado mediante el oficio 96800-210223-ER-044 sobre la zona de intrusión de las barreras (ZIO) y el ancho de trabajo, que se encuentran en cumplimiento, según lo requerido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Finalmente, aunque comprendemos el riesgo mencionado por el LanammeUCR, se indica que este riesgo es relativamente bajo, dado que los vehículos que transitan por la vía y que tienen las características que podrían implicar un accidente como el mencionado, serían buses, camiones o vehículos de 3 ejes o más, y este tipo de vehículo, primero no representan a la mayoría de los vehículos, segundo, para que el riesgo se materialice, deben chocar en una zona previa a un poste, y estos están distanciados a cada 30 metros, y tercero, este tipo de vehículos deben circular por el carril externo, por razones obvias de seguridad y velocidad, con lo cual, dichos aspectos implican que el riesgo como tal, se reduce según se deben cumplir las condiciones indicadas. Dado lo anterior, aunque el riesgo es real, salvo un presupuesto mucho más robusto para colocar otro tipo de luminarias, el cual el proyecto no tenía, es preferible contar con las luminarias en el centro y eliminar riesgos mayores que se correrían al no contar con iluminación central.

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 86 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



Atentamente,

EDDY ENRIQUE
RAMIREZ
OBANDO
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por EDDY ENRIQUE
RAMIREZ OBANDO
(FIRMA)
Fecha: 2022.02.18
13:29:34 -06'00'

Ing. Eddy Ramírez

Representante del Empleador

UNOPS

Cc: Expediente administrativo 2015 DS-000104-08CIE
Ing. Carlos Jiménez González Gerente UE

UNOPS en Costa Rica Tel.: +506 4081 0040
Oficentro la Virgen #2 Fax: +506 2296 1545
Torre 8, Piso 5 E-mail: Costa.Rica@unops.org
Pavas, San José Web: www.unops.org

Informe INF-LM-EIC-D-0005-2021	Fecha de emisión: mayo 2022	Página 87 de 95
--------------------------------	-----------------------------	-----------------



A4. DEFLEXIONES

A4.1 Deflexiones Carril Externo Sentido San Pedro-Calle Blancos

Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire (°C)	Temperatura pavimento (°C)	Presión (kPa)	Deflexiones corregidas (mm)								
						D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
						0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
25	9,94181	-84,05720	32,1	38,4	569,0	284,63	221,05	174,25	134,17	103,93	62,56	38,29	26,75	22,48
75	9,94187	-84,0575	32,5	37,2	565,0	272,68	209,52	175,58	143,23	116,69	77,52	51,28	36,66	28,45
125	9,941857	-84,058	32,5	36,7	562,0	346,66	281,02	248,21	202,60	162,42	111,97	79,65	59,61	48,13
175	9,941829	-84,0585	32,5	35,8	562,0	413,34	320,82	276,10	219,11	171,68	109,56	74,21	57,29	46,02
225	9,941842	-84,0589	32,2	34,5	575,0	199,51	155,65	125,88	99,20	76,67	47,54	29,82	21,55	16,24
275	9,941926	-84,0593	32,4	35,4	572,0	289,62	231,66	191,63	150,68	111,40	66,19	37,69	27,50	21,67
325	9,942134	-84,0598	32,7	33,1	561,0	460,41	347,88	290,52	220,00	162,00	88,67	51,24	37,12	30,77
375	9,942427	-84,0601	32,8	30,5	566,0	219,96	175,62	158,30	137,08	113,39	77,69	50,99	35,90	25,80
425	9,942559	-84,0605	32,9	23,3	567,0	126,45	97,21	81,74	68,17	53,70	36,83	26,05	18,76	14,27
475	9,942739	-84,0606	32,8	23,4	575,0	216,69	180,89	157,07	133,06	109,93	76,96	52,65	37,40	28,44
525	9,943653	-84,0607	33	32,9	569,0	287,66	228,95	204,58	170,57	136,95	86,53	53,71	36,30	27,75
575	9,944089	-84,0608	30,5	35,8	575,0	155,84	140,99	132,96	116,13	97,04	72,73	50,49	37,00	28,25
625	9,94452	-84,061	30,8	37,1	569,0	254,02	196,97	162,11	132,08	107,31	75,49	54,20	41,47	35,31

A4.2. Deflexiones Carril Interno Sentido San Pedro-Calle Blancos

Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire (°C)	Temperatura pavimento (°C)	Presión (kPa)	Deflexiones corregidas (µm)								
						D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
						0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
0	9,94170	-84,05697	31,0	37,7	578,0	46,43	29,37	27,41	25,46	23,01	18,31	13,51	9,89	7,73
50	9,94181	-84,05735	31,4	39,3	577,0	361,54	305,24	257,55	205,18	160,55	102,20	73,75	50,61	42,66
100	9,94187	-84,05779	31,6	37,0	569,0	353,45	295,25	271,61	230,34	192,15	132,97	90,31	70,31	59,28
150	9,94181	-84,05824	31,7	36,8	564,0	339,91	282,36	240,51	187,33	142,18	84,48	53,78	39,63	34,42
200	9,94180	-84,05869	31,6	34,6	568,0	327,60	281,67	232,04	171,36	119,95	55,99	28,10	18,63	17,04
250	9,94184	-84,05916	31,5	34,1	575,0	141,89	110,63	90,25	79,13	64,66	43,01	34,05	20,08	21,06
300	9,94197	-84,05957	31,6	32,8	567,0	240,19	189,08	162,38	132,24	106,79	68,27	43,62	32,14	25,85
350	9,94222	-84,06000	31,8	32,7	574,0	228,16	194,81	164,94	134,18	103,81	64,18	38,75	26,91	19,91
400	9,94253	-84,06029	32,1	29,9	566,0	241,74	194,64	171,16	142,57	111,03	72,89	44,79	30,04	22,90
450	9,94273	-84,06038	32,3	23,1	569,0	214,04	180,61	156,05	132,87	109,70	84,34	58,68	41,37	38,79
500	9,94337	-84,06065	32,2	31,6	572,0	178,85	143,09	132,26	116,64	102,50	80,14	59,66	45,11	35,72
550	9,94398	-84,06082	32,0	34,3	569,0	198,90	164,11	141,43	121,93	100,45	68,62	45,75	33,12	21,18
600	9,94427	-84,06091	31,4	34,6	570,0	336,28	277,08	251,58	208,89	170,37	116,75	82,01	59,67	46,36
650	9,94471	-84,06106	31,0	35,6	567,0	422,93	344,99	282,05	205,70	147,01	82,64	56,79	44,61	36,93
700	9,94505	-84,06124	30,8	36,1	566,0	484,88	357,34	272,05	188,97	132,88	72,29	45,29	32,49	26,30

A4.3 Deflexiones Carril Externo Sentido Calle Blancos-San Pedro

Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire (°C)	Temperatura pavimento (°C)	Presión (kPa)	Deflexiones corregidas (mm)								
						D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
						0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
25	9,94478	-84,06121	30,5	32,2	569,0	247,00	208,04	209,55	176,73	147,79	104,33	77,38	53,61	37,40
75	9,94444	-84,06107	30,7	35,8	575,0	227,65	187,92	160,22	129,03	98,71	65,25	61,12	31,00	30,71
125	9,94400	-84,06094	30,9	35,0	577,0	339,59	254,42	226,85	190,37	151,82	94,06	55,32	34,33	23,83
175	9,94357	-84,06080	31,1	30,5	569,0	290,08	228,79	198,37	158,33	121,08	76,78	51,52	39,05	30,63
225	9,94323	-84,06071	31,3	22,4	573,0	238,92	206,61	180,34	152,19	126,32	86,51	56,69	39,41	29,53
275	9,94299	-84,06065	31,3	22,2	571,0	181,68	146,28	124,58	102,87	83,25	54,31	33,60	21,11	14,47
325	9,94238	-84,06021	30,9	36,7	563,0	213,72	169,87	142,63	116,60	94,28	60,51	38,10	26,44	20,40
375	9,94207	-84,05991	31,3	37,4	562,0	216,76	170,92	141,07	110,06	85,09	54,07	36,55	28,19	24,17
425	9,94185	-84,05950	30,7	39,6	568,0	234,31	190,89	155,42	121,45	92,16	50,31	28,00	18,73	15,94
475	9,94174	-84,05906	30,3	40,1	562,0	342,73	278,12	215,99	155,97	107,74	50,35	25,78	17,32	13,59
525	9,94170	-84,05862	30,3	27,6	572,0	367,65	281,92	240,68	201,14	152,45	94,65	60,35	40,77	32,45
575	9,94173	-84,05816	30,5	37,5	569,0	404,21	341,04	306,62	248,94	195,83	113,58	60,67	39,68	32,62
625	9,94174	-84,05787	30,6	38,6	569,0	425,16	360,39	307,91	244,86	188,77	113,48	71,11	52,11	43,66

A4.4. Deflexiones Carril Interno Sentido Calle Blancos-San Pedro

Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire (°C)	Temperatura pavimento (°C)	Presión (kPa)	Deflexiones corregidas (mm)								
						D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
						0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
0	9,94500	-84,06128	29,9	30,2	577,0	675,73	483,94	384,75	277,26	189,20	97,10	57,47	43,30	36,29
50	9,94467	-84,06112	30,2	33,8	583,0	227,87	191,01	182,49	161,91	141,81	106,97	76,49	55,72	42,52
100	9,94424	-84,06097	30,4	34,6	578,0	263,01	217,74	189,25	149,80	118,86	72,55	48,17	37,11	30,55
150	9,94386	-84,06086	30,7	32,8	576,0	187,65	152,56	134,60	112,69	92,16	62,98	43,52	32,81	27,02
200	9,94336	-84,06071	31,1	24,3	581,0	268,97	229,38	200,06	169,67	141,52	100,52	69,25	50,16	38,28
250	9,94322	-84,06060	31,3	22,1	576,0	191,21	160,14	140,49	121,43	103,85	75,06	52,76	38,61	29,67
300	9,94254	-84,06036	31,0	41,0	568,0	280,56	241,50	191,59	143,17	105,51	59,48	37,36	28,10	23,51
350	9,94218	-84,06003	31,2	36,6	567,0	197,24	163,39	132,44	100,11	77,45	45,81	28,25	19,76	15,87
400	9,94196	-84,05970	31,3	35,3	569,0	167,91	131,19	107,21	86,33	69,22	47,64	33,62	26,55	22,28
450	9,94179	-84,05925	30,7	36,8	568,0	321,76	268,94	205,84	146,06	98,43	45,03	22,82	16,14	14,65
500	9,94173	-84,05879	30,4	37,4	570,0	159,14	134,62	110,70	87,57	67,91	43,88	29,59	21,64	17,47
550	9,94175	-84,05834	30,5	35,8	575,0	155,84	140,99	132,96	116,13	97,04	72,73	50,49	37,00	28,25
600	9,94177	-84,05791	30,8	37,1	569,0	254,02	196,97	162,11	132,08	107,31	75,49	54,20	41,47	35,31

A5. INDICADORES ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO DEL PD GUADALUPE

A5.1. Indicadores Estructurales Carril Externo Sentido San Pedro-Calle Blancos

ID	Ubicación	Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire	Temperatura pavimento	Deflexiones corregidas					
							d ₀ (μm)	RoC (m)	BLI (μm)	MLI (μm)	LLI (mm)	AREA (mm)
1	San Pedro -Calle Blancos Carril Externo	25	9,94181	-84,05720	32,1	38,4	284,63	314,58	110,39	70,31	41,37	476
2	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	75	9,94187	-84,05753	32,5	37,2	272,68	316,64	97,10	58,89	39,16	514
3	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	125	9,94186	-84,05803	32,5	36,7	346,66	304,72	98,45	85,79	50,45	554
4	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	175	9,94183	-84,05848	32,5	35,8	413,34	216,16	137,24	104,42	62,13	515
5	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	225	9,94184	-84,05893	32,2	34,5	199,51	455,97	73,64	49,21	29,13	490
6	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	275	9,94193	-84,05935	32,4	35,4	289,62	345,06	97,99	80,24	45,21	498
7	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	325	9,94213	-84,05982	32,7	33,1	460,41	177,73	169,89	128,51	73,33	474
8	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	375	9,94243	-84,06013	32,8	30,5	219,96	451,09	61,66	44,91	35,70	574
9	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	425	9,94256	-84,06047	32,9	23,3	126,45	684,02	44,71	28,05	16,87	515
10	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	475	9,94274	-84,06061	32,8	23,4	216,69	558,61	59,62	47,14	32,97	573
11	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	525	9,94365	-84,06068	33,0	32,9	287,66	340,66	83,08	67,63	50,42	551
12	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	575	9,94409	-84,06082	30,5	35,8	155,84	1347,09	22,88	35,92	24,31	663
13	San Pedro - Calle Blancos Carril Externo	625	9,94452	-84,06095	30,8	37,1	254,02	350,57	91,91	54,80	31,83	513

A5.2. Indicadores Estructurales Carril Interno Sentido San Pedro-Calle Blancos

Ubicación	Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire	Temperatura pavimento	Deflexiones corregidas					
						d ₀ (μm)	RoC (m)	BLI (μm)	MLI (μm)	LLI (mm)	AREA (mm)
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	0	9,94170	-84,05697	31,0	37,7	46,43	1172,57	19,01	4,41	4,70	535
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	50	9,94181	-84,05735	31,4	39,3	361,54	355,25	103,99	97,00	58,36	539
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	100	9,94187	-84,05779	31,6	37,0	353,45	343,61	81,84	79,46	59,18	600
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	150	9,94181	-84,05824	31,7	36,8	339,91	347,48	99,41	98,33	57,69	525
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	200	9,94180	-84,05869	31,6	34,6	327,60	435,43	95,56	112,08	63,96	498
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	250	9,94184	-84,05916	31,5	34,1	141,89	639,89	51,64	25,59	21,65	523
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	300	9,94197	-84,05957	31,6	32,8	240,19	391,27	77,81	55,59	38,53	529
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	350	9,94222	-84,06000	31,8	32,7	228,16	599,70	63,22	61,13	39,63	546
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	400	9,94253	-84,06029	32,1	29,9	241,74	424,63	70,58	60,14	38,14	545
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	450	9,94273	-84,06038	32,3	23,1	214,04	598,27	58,00	46,35	25,36	582
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	500	9,94337	-84,06065	32,2	31,6	178,85	559,16	46,59	29,77	22,36	611
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	550	9,94398	-84,06082	32,0	34,3	198,90	574,91	57,47	40,98	31,83	567
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	600	9,94427	-84,06091	31,4	34,6	336,28	337,86	84,70	81,21	53,61	579
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	650	9,94471	-84,06106	31,0	35,6	422,93	256,61	140,88	135,04	64,37	484
San Pedro - Calle Blancos Carril Interno	700	9,94505	-84,06124	30,8	36,1	484,88	156,80	212,83	139,18	60,59	423

A5.3. Indicadores estructurales Carril Externo Sentido Calle Blancos-San Pedro

Ubicación	Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire	Temperatura pavimento	Deflexiones corregidas					
						d ₀ (μm)	RoC (m)	BLI (μm)	MLI (μm)	LLI (mm)	AREA (mm)
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	25	9,94478	-84,06121	30,5	32,2	247,00	513,38	37,44	61,76	43,46	647
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	75	9,94444	-84,06107	30,7	35,8	227,65	503,35	67,43	61,51	33,46	534
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	125	9,94400	-84,06094	30,9	35,0	339,59	234,84	112,74	75,03	57,77	526
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	175	9,94357	-84,06080	31,1	30,5	290,08	326,29	91,71	77,30	44,30	520
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	225	9,94323	-84,06071	31,3	22,4	238,92	618,88	58,59	54,02	39,80	589
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	275	9,94299	-84,06065	31,3	22,2	181,68	564,99	57,10	41,33	28,94	538
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	325	9,94238	-84,06021	30,9	36,7	213,72	456,07	71,09	48,35	33,77	525
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	375	9,94207	-84,05991	31,3	37,4	216,76	436,30	75,69	55,99	31,01	500
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	425	9,94185	-84,05950	30,7	39,6	234,31	460,61	78,89	63,27	41,84	499
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	475	9,94174	-84,05906	30,3	40,1	342,73	309,52	126,74	108,25	57,40	455
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	525	9,94170	-84,05862	30,3	27,6	367,65	233,30	126,97	88,22	57,81	509
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	575	9,94173	-84,05816	30,5	37,5	404,21	316,65	97,59	110,79	82,25	565
Calle Blancos - San Pedro Carril Externo	625	9,94174	-84,05787	30,6	38,6	425,16	308,75	117,25	119,15	75,29	540

A5.4. Indicadores estructurales Carril Interno Sentido Calle Blancos-San Pedro

Ubicación	Estación	Latitud	Longitud	Temperatura aire	Temperatura pavimento	Deflexiones corregidas					
						d ₀ (μm)	RoC (m)	BLI (μm)	MLI (μm)	LLI (mm)	AREA (mm)
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	0	9,94500	-84,06128	29,9	30,2	675,73	104,28	290,98	195,54	92,10	426
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	50	9,94467	-84,06112	30,2	33,8	227,87	542,64	45,38	40,67	34,85	647
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	100	9,94424	-84,06097	30,4	34,6	263,01	441,78	73,76	70,39	46,31	543
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	150	9,94386	-84,06086	30,7	32,8	187,65	570,00	53,05	42,44	29,18	563
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	200	9,94336	-84,06071	31,1	24,3	268,97	505,13	68,91	58,54	41,01	587
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	250	9,94322	-84,06060	31,3	22,1	191,21	643,84	50,71	36,65	28,79	592
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	300	9,94254	-84,06036	31,0	41,0	280,56	512,03	88,97	86,08	46,03	499
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	350	9,94218	-84,06003	31,2	36,6	197,24	590,89	64,80	54,99	31,64	504
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	400	9,94196	-84,05970	31,3	35,3	167,91	544,74	60,69	37,99	21,58	508
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	450	9,94179	-84,05925	30,7	36,8	321,76	378,66	115,92	107,40	53,40	455
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	500	9,94173	-84,05879	30,4	37,4	159,14	815,82	48,44	42,79	24,03	528
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	550	9,94175	-84,05834	30,5	35,8	155,84	1346,88	22,88	35,92	24,31	663
Calle Blancos - San Pedro Carril Interno	600	9,94177	-84,05791	30,8	37,1	254,02	350,54	91,91	54,80	31,83	513