



LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Informe final EIC-Lanamme-INF-1883-2024

AUDITORÍA A LA CALIDAD DE MATERIALES DEL PROYECTO

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PARA EL PASO
ELEVADO VEHICULAR TIPO VIADUCTO, CALLES MARGINALES, PASO
INFERIOR Y RAMPAS DE ACCELERACIÓN Y DESACELERACIÓN EN HATILLO 4,
INTERSECCIÓN CALLE COSTA RICA Y RUTA NACIONAL NO. 39. LICITACIÓN
PÚBLICA NO. 2019LN-000019-0006000001**



Unidad de Auditoría Técnica

San José, Costa Rica
Marzo, 2025.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 2 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

Página intencionalmente dejada en blanco



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 3 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

Título <i>EIC-Lanamme-INF-1883-2024 "Auditoría a la calidad de materiales del proyecto paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. Licitación Pública No. 2019LN-000019-0006000001"</i>		Fecha del informe Marzo 2024
Palabras clave	Calidad, materiales, concreto, acero, torones, base estabilizada, orden de modificación, incumplimientos, mezcla asfáltica, demarcación	
Preparación Ingeniero/Unidad de Auditoría Técnica	Preparación Ingeniero/ Unidad de Auditoría Técnica	Revisado y aprobado Coordinadora/ Unidad de Auditoría Técnica
Revisión legal Asesoría Legal LanammeUCR	Aprobado Director/ LanammeUCR	

Notas

- Este informe tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización de la Dirección del 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



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 4 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

Página intencionalmente dejada en blanco



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 5 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

<p>Título <i>EIC-Lanamme-INF-1883-2024 “Auditoría a la calidad de materiales del proyecto paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. Licitación Pública No. 2019LN-000019-0006000001”</i></p>	<p>Fecha del informe Marzo 2024</p>
<p>Palabras clave</p>	<p>Calidad, materiales, concreto, acero, torones, base estabilizada, orden de modificación, incumplimientos, mezcla asfáltica, demarcación, auditoría técnica</p>
<p>Departamento encargado del proyecto: Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI, Gerencia de Construcción de Vías y Puentes.</p> <p>Supervisora: CONSORCIO IIML HATILLO</p> <p>Laboratorio de verificación de calidad: IGSA</p> <p>Empresa contratista: Constructora MECO SA</p> <p>Laboratorio de control de calidad: ITP Ingeniería</p> <p>Monto original del contrato: ₡4.550.896.475,78 –cuatro mil quinientos cincuenta millones ochocientos noventa y seis mil cuatrocientos setenta y cinco colones con setenta y ocho céntimos– (dato del contrato original)</p> <p>Monto final del contrato: ₡6.813.000.000,00- seis mil ochocientos millones de colones-(dato tomado MOPT,2024).</p> <p>Plazo original de ejecución: 540 -quinientos cuarenta- días naturales, divididos de la siguiente manera: 180 -ciento ochenta- días naturales para el diseño y 360 -trescientos sesenta- días naturales para la construcción (dato del contrato original)</p> <p>Plazo de ejecución con prórrogas: Sin finalizar</p> <p>Orden de inicio: 3 de agosto de 2023 (inicio proceso constructivo)</p> <p>Dirección del LanammeUCR: Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD</p> <p>Coordinación Unidad de Auditoría Técnica: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.</p> <p>Audidores: Ing. Sergio Guerrero Aguilera (Auditor Líder), Ing. Francisco Fonseca Chaves (Auditor adjunto)</p> <p>Expertos técnicos: Ing. Ana Monge Sandí MSc. Ing. Esteban Oconitrillo Varela Ing. Alexander Oviedo Campos Ing. Esteban Vargas Vargas, MSc.</p> <p>Asesoría legal: Lic. Giovanni Sancho Sanz.</p>	



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 6 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

Resumen ejecutivo

El informe resume el análisis de resultados elaborado por el LanammeUCR como parte de la fiscalización de la calidad de materiales del proyecto. El diagnóstico realizado por el LanammeUCR comprendió el análisis estadístico de los resultados de ensayos del laboratorio ejecutados por la Supervisora según las disposiciones contractuales, así como el resumen de resultados obtenidos por el LanammeUCR.

En el caso de los concretos colocados en el proyecto se determinó tendencia a la conformidad de parámetros de resistencia a la compresión y temperatura a partir de resultados de la Supervisora y el LanammeUCR. En contraparte se identificaron altos niveles incumplimientos en el parámetro de asentamiento y flujo de asentamiento.

En relación con el acero de uso estructural y acero de postensión empleado en el proceso constructivo de las vigas se determinó conformidad de los parámetros de calidad. En el caso del acero de los torones empleado en el proceso de reparación de las vigas se determinó incumplimiento de parámetros de calidad en los rollos 1 y 2.

En lo referente a la base estabilizada, las muestras del LanammeUCR evidenciaron tendencia al cumplimiento del parámetro de resistencia a la compresión, mientras que los resultados de la Supervisora evidenciaron tendencia al incumplimiento del límite superior. Además, se evidenció que la Administración aplicó especificaciones de la Orden de Modificación 4, que fue aprobada en julio 2024 y sin un adecuado sustento técnico, a paños de base estabilizada que habían sido construidos previo a la aprobación de la orden.

La mezcla asfáltica colocada en el proyecto determinó tendencia a la conformidad por ambos entes, con algunos incumplimientos de VFA, vacíos en sitio y relación polvo asfalto de los resultados obtenidos por el LanammeUCR.

En relación con la pintura empleada para demarcación horizontal los resultados del LanammeUCR determinaron cumplimiento de retroreflectividad de línea, letreros y flechas blancas y el incumplimiento de línea amarilla la señalización colocada en el proyecto.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 7 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

Valoración de resultados (En el Anexo A1. se describe el proceso realizado por el equipo auditor para desarrollar esta valoración)

Detalle	Prioridad de atención
<p>Hallazgo 1. Se evidenció una tendencia al cumplimiento de los diferentes concretos empleados en el proyecto en relación con los parámetros de resistencia y temperatura de la supervisora y el LanammeUCR</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 1</p>
<p>Hallazgo 2. Se identificaron múltiples incumplimientos con relación al parámetro de asentamiento de los diferentes concretos empleados en el proyecto tanto para resultados de ensayo presentados por la Supervisora y el LanammeUCR</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 2</p>
<p>Hallazgo 3. Se evidenció el cumplimiento de los parámetros de calidad del acero muestreado por el LanammeUCR.</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 3</p>
<p>Hallazgo 4. Se evidenció cumplimiento de los parámetros de calidad en las muestras ensayados por el LanammeUCR de los torones empleados en el proceso constructivo de las vigas postensadas.</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 4</p>



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 8 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

<p>Hallazgo 5. Se evidenciaron incumplimientos del parámetro de carga al 1% deformación en los rollos 1 y 2 de los torones empleados en el proceso de reparación de las vigas de las muestras ensayadas por el LanammeUCR</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 5</p> <p>A gauge chart with a semi-circular scale from 1 to 5. The scale is divided into five segments: 1 (green, Prioridad Baja), 2 (yellow, Prioridad Media), 3 (orange, Prioridad Alta), 4 (red, Prioridad Muy Alta), and 5 (dark red, Prioridad Muy Alta). A needle points to a value of 3,78, which is between 3 and 4.</p>
<p>Hallazgo 6. Se evidenció la aprobación de la Orden de Modificación 4 posterior a la construcción de la mayoría de paños de base estabilizada del paso superior del proyecto, además no se constató sustento técnico que respaldara el cambio a las especificaciones planteadas por la Administración en dicha orden</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 6</p> <p>A gauge chart with a semi-circular scale from 1 to 5. The scale is divided into five segments: 1 (green, Prioridad Baja), 2 (yellow, Prioridad Media), 3 (orange, Prioridad Alta), 4 (red, Prioridad Muy Alta), and 5 (dark red, Prioridad Muy Alta). A needle points to a value of 4,56, which is between 4 and 5.</p>
<p>Hallazgo 7. Se evidenció tendencia al cumplimiento del parámetro de resistencia a la compresión en bases estabilizada BE-25 a partir de los resultados obtenidos por el LanammeUCR</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 7</p> <p>A gauge chart with a semi-circular scale from 1 to 5. The scale is divided into five segments: 1 (green, Prioridad Baja), 2 (yellow, Prioridad Media), 3 (orange, Prioridad Alta), 4 (red, Prioridad Muy Alta), and 5 (dark red, Prioridad Muy Alta). A needle points to a value of 1,00, which is at the very beginning of the scale near 1.</p>
<p>Hallazgo 8. Se evidenciaron múltiples incumplimientos del parámetro de resistencia a la compresión de la base estabilizada BE-25 a partir de los resultados obtenidos por la Supervisora y el Autocontrol según la normativa vigente CR-2010.</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 8</p> <p>A gauge chart with a semi-circular scale from 1 to 5. The scale is divided into five segments: 1 (green, Prioridad Baja), 2 (yellow, Prioridad Media), 3 (orange, Prioridad Alta), 4 (red, Prioridad Muy Alta), and 5 (dark red, Prioridad Muy Alta). A needle points to a value of 4,56, which is between 4 and 5.</p>



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 9 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	----------------

<p>Hallazgo 9. Se evidenció tendencia al cumplimiento de los parámetros de calidad de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto a partir de la evaluación realizada con los resultados de la Supervisión.</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 9</p>
<p>Hallazgo 10. Se evidenció tendencia al cumplimiento de los parámetros de calidad de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto a partir de los lotes evaluados por el LanammeUCR con algunos incumplimientos de los parámetros de VMA, polvo asfalto y vacíos en sitio</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 10</p>
<p>Hallazgo 11. Se evidenció el cumplimiento de retroreflectividad de línea, letreros y flechas blancas y el incumplimiento de línea amarilla la señalización colocada en el proyecto a partir de los resultados de ensayo realizados por el LanammeUCR</p>	<p>Prioridad de Atención Hallazgo 11</p>



EIC-Lanamme-INF-1883-2024 Código: RC-576-v01 Válido desde: 03/02/2025 Página 10 de 69

Índice de contenido

Resumen ejecutivo 6
1. Introducción 14
2. Objetivos..... 14
1.1 Objetivo general 14
1.2 Objetivos específicos..... 14
3. Antecedentes..... 15
4. Alcance y metodología del informe 17
4.1. Alcance..... 17
4.2. Metodología..... 18
4.2.1. Fase de planificación 18
4.2.2. Fase de ejecución..... 18
4.2.3. Fase de comunicación de resultados..... 23
5. Descripción del proyecto..... 25
6. Ejecución y resultados de la auditoría técnica 26
6.1. Hallazgos..... 27
• SOBRE LA CALIDAD DE MATERIALES DE LOS PROYECTOS..... 27
HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ UNA TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DE LOS DIFERENTES CONCRETOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO EN RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA Y TEMPERATURA DE LA SUPERVISORA Y EL LANAMMEUCR..... 27
HALLAZGO 2. SE IDENTIFICARON MÚLTIPLES INCUMPLIMIENTOS CON RELACIÓN AL PARÁMETRO DE ASENTAMIENTO DE LOS DIFERENTES CONCRETOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO TANTO PARA RESULTADOS DE ENSAYO PRESENTADOS POR LA SUPERVISORA Y EL LANAMMEUCR. 30
HALLAZGO 3. SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ACERO MUESTREADO POR EL LANAMMEUCR. 32
HALLAZGO 4. SE EVIDENCIÓ CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN LAS MUESTRAS ENSAYADOS POR EL LANAMMEUCR DE LOS TORONES EMPLEADOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS VIGAS POSTENSADAS.. 32
HALLAZGO 5. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS DEL PARÁMETRO DE CARGA AL 1% DEFORMACIÓN EN LOS ROLLOS 1 Y 2 DE LOS TORONES EMPLEADOS EN



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 11 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

EL PROCESO DE REPARACIÓN DE LAS VIGAS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR EL LANAMMEUCR..... 33

HALLAZGO 6. SE EVIDENCIÓ LA APROBACIÓN DE LA ORDEN DE MODIFICACIÓN 4 POSTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DE LA MAYORÍA DE PAÑOS DE BASE ESTABILIZADA DEL PASO SUPERIOR DEL PROYECTO, ADEMÁS NO SE CONSTATÓ SUSTENTO TÉCNICO QUE RESPALDARA EL CAMBIO A LAS ESPECIFICACIONES PLANTEADAS POR LA ADMINISTRACIÓN EN DICHA ORDEN..... 38

HALLAZGO 7. SE EVIDENCIÓ TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DEL PARÁMETRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BASES ESTABILIZADA BE-25 A PARTIR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LANAMMEUCR..... 42

HALLAZGO 8. SE EVIDENCIARON MÚLTIPLES INCUMPLIMIENTOS DEL PARÁMETRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA BASE ESTABILIZADA BE-25 PARTIR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LA SUPERVISORA Y EL AUTOCONTROL SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE CR-2010 44

HALLAZGO 9. SE EVIDENCIÓ TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO A PARTIR DE LA EVALUACIÓN REALIZADA CON LOS RESULTADOS DE LA SUPERVISIÓN..... 52

HALLAZGO 10. SE EVIDENCIÓ TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO A PARTIR DE LOS LOTES EVALUADOS POR EL LANAMMEUCR CON ALGUNOS INCUMPLIMIENTOS DE LOS PARÁMETROS DE VMA, POLVO ASFALTO Y VACÍOS EN SITIO..... 57

HALLAZGO 11. SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE RETRORREFLECTIVIDAD DE LÍNEA, LETREROS Y FLECHAS BLANCAS Y EL INCUMPLIMIENTO DE LÍNEA AMARILLA LA SEÑALIZACIÓN COLOCADA EN EL PROYECTO A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO REALIZADOS POR EL LANAMMEUCR 61

7. Conclusiones..... 63

8. Recomendaciones..... 65

9. Referencias 66

10. Anexos 67

 10.1. Análisis del descargo 67

 10.2. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada. 67

Índice figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto. Provincia: 01 San José; Cantón: 01 San José; Distrito: 10 Hatillo. .. 26

Figura 2 *Falla de uno de los hilos del Espécimen 2 de la muestra M-0999-2024* 34



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 12 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Figura 3. Parámetros de calidad para aceptación y pago de la base estabilizada aprobada para el mes de julio 2024. Fuente Conavi, 2024	41
Figura 4 Resultados de resistencia alcanzada en base estabilizada para muestras tomadas por LanammeUCR en 2024, según el porcentaje de cemento utilizado.	43
Figura 5. Resultados de resistencia alcanzada en base estabilizada para muestras tomadas por la Supervisión en 2024, según el porcentaje de cemento utilizado	45
Figura 6. Resultados de resistencia alcanzada en base estabilizada para muestras tomadas por el Autocontrol en 2024, según el porcentaje de cemento utilizado.....	45
Figura 7 Lámina 1/2 versión Avance VL 2/H4, resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada presentados por el Autocontrol. Fuente: MECO, mayo 2024.....	47
Figura 8 Lámina 1/2 versión Avance VL 2/H4, resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada presentados por el Autocontrol. Fuente: MECO, junio 2024.....	48
Figura 9. Fisurado 3m x 3m aplicado por el Contratista de forma generalizada en el proyecto. Fecha: 27 de junio de 2024	49
Figura 10. Colocación de geomalla en juntas aserradas. Fecha: 03 de julio de 2024.....	50
Figura 11. Evaluación graduación de los resultados de mezcla asfáltica TMN 12,5mm emitidos por la Supervisora según lo indicado en informe de diseño CD-ITP-464-2024-03-C02	52
Figura 12. Evaluación graduación de los resultados de mezcla asfáltica TMN 19 mm emitidos por la Supervisora según lo indicado en informe de diseño CD-ITP-610-2024-05-C01	53
Figura 13. Resultados de verificación de la calidad de vacíos en núcleos muestreados por la Supervisión.	54
Figura 14. Resultados de vacíos en núcleos muestreados por LanammeUCR en el sentido Hatillo-San Pedro.	59
Figura 15. Resultados de vacíos en núcleos muestreados por LanammeUCR en el sentido San Pedro-Hatillo.	59

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de correspondencia enviada y recibida del proyecto	19
Tabla 2. Personal presente en reunión de presentación de informe preliminar EIC-Lanamme-INF1883-2024 del 17 de enero de 2025.	23
Tabla 3. Evaluación cumplimiento parámetros de resistencia y temperatura con resultados de ensayo de la Supervisora noviembre 2023- agosto 2024	27
Tabla 4 Evaluación cumplimiento parámetros de resistencia y temperatura con resultados de ensayo de LanammeUCR noviembre 2023-agosto 2024.....	28
Tabla 5. Evaluación cumplimiento parámetro de asentamiento con resultados de ensayo de la Supervisora noviembre 2023- agosto 2024.....	30
Tabla 6 Evaluación cumplimiento parámetro de asentamiento con resultados de ensayo de la LanammeUCR noviembre 2023-agosto 2024.....	31
Tabla 7. Resultados de masa y dimensiones de torones de acero promedio muestreados por LanammeUCR a los torones utilizados en el proceso reparación de las vigas del proyecto	35



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 13 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Tabla 8 Resultados de resistencia a la tensión de torones de acero muestreados por LanammeUCR a los torones utilizados en el proceso reparación de las vigas del proyecto. 35

Tabla 9 Resumen de los resultados obtenidos a partir del ensayo de resistencia a la para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte de la LanammeUCR en 2024..... 42

Tabla 10. Resumen de los resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte de la Supervisión en 2024. 44

Tabla 11. Resumen de los resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte del Autocontrol en 2024. 45

Tabla 12. Factores de pago para resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte de la Supervisión..... 51

Tabla 13. Factores de pago para resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte del Autocontrol..... 51

Tabla 14. Resumen del análisis de los resultados de mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 401 del CR-2010 para mezcla asfáltica diseñada por metodología Marshall..... 53

Tabla 15. Resumen del análisis de los resultados de mezcla asfáltica TMN 19 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 402 del CR-2010 para mezclas asfáltica diseñada por metodología Superpave. 54

Tabla 16. Análisis de factor de pago para volumetría y graduación de la mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010 55

Tabla 17. Análisis de factor de vacíos en sitio de la mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010 56

Tabla 18. Análisis de factor de pago para volumetría y graduación de la mezcla asfáltica TMN 19 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010 56

Tabla 19. Análisis de factor de vacíos en sitio de la mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010 57

Tabla 20. Resumen de resultados obtenidos de las muestras de mezcla asfáltica de 12,5mm, según sección 401 del CR-2010 para mezclas asfáltica diseñada por metodología Marshall..... 58

Tabla 21. Resumen de resultados obtenidos de las muestras de mezcla asfáltica de 19 mm según sección 402 del CR2010 para mezclas asfáltica diseñada por metodología Superpave. 58

Tabla 22. Resultados de ensayos realizados por LanammeUCR de fatiga de mezclas asfálticas mediante carga a flexotracción para el ensayo a deformación controlada a 400 y 600 microstrain (criterio de máxima rigidez normalizada) 60

Tabla 23. Resultados de ensayos realizados por LanammeUCR de deformación permanente APA y resistencia retenida a la tensión diametral..... 60

Tabla 24. Resumen de resultados de retrorreflectividad para los tramos evaluados 61

Tabla 25. Resumen de resultados de retrorreflectividad para los tramos evaluados 61



1. Introducción

Las auditorías técnicas externas a proyectos en ejecución para el sector vial se realizan de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, y su reforma mediante la ley 8603, en cumplimiento con el *Plan Anual de Auditorías* de la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) 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 de la Procuraduría General de la República (PGR), del 4 de abril del 2002, que indica lo siguiente:

[...] 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 (en consecuencia, 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. (La negrita no es del texto original)

El propósito de las auditorías técnicas es emitir informes que les permitan a las autoridades del país 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, y ejecución y finiquito). Además, las auditorías buscan ser un mecanismo que contribuya a garantizar la calidad de las obras, la eficiencia en la gestión y ejecución de los proyectos de infraestructura vial, a partir de la identificación de oportunidades de mejora tomando como base los hallazgos y observaciones recopilados durante el proceso de las auditorías técnicas.

2. Objetivos

1.1 Objetivo general

Auditar la calidad de materiales del proyecto: “Diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. Licitación Pública No. 2019LN-000019-0006000001”.

1.2 Objetivos específicos

- Auditar el cumplimiento de las especificaciones de los materiales empleados en el proyecto.
- Auditar la gestión de la Administración en relación con la ejecución de la fase constructiva del proyecto.



3. Antecedentes

El 19 de febrero de 2021 se entrega oficialmente el proyecto a la Unidad Ejecutora Río Sixaola (UERS) para encargarse de la gestión de este. La UERS comunicó el inicio de labores al contratista el 5 de marzo de 2021 (Orden de servicio No.1). Se acordó que la Unidad Ejecutora San José – San Ramón (UESR) colaboraría con la revisión técnica de los informes. El 24 de abril de 2021 el contratista entregó el informe de avance 1 (Orden de servicio No.2). Este fue aprobado el 4 de agosto de 2021 mediante la Orden de servicio No.6.

Mediante la Orden de Servicio No.6, se indicó la suspensión total de labores debido a la necesidad de analizar la detección de errores en el anteproyecto de CONAVI, que requerían participación de la Dirección Ejecutiva. Adicionalmente, el contratista no firmó dicha orden de servicio debido a desacuerdos con la fecha en que rige esta, por consultas con respecto al diseño geométrico del proyecto.

El 6 de septiembre de 2021, la Dirección Ejecutiva de CONAVI reasignó la supervisión de la fase de diseño del proyecto a la Dirección de Contratación de Vías y Puentes, por lo que le solicitó al gerente de la UERS los documentos del proyecto, así como cualquier información de interés que haya surgido durante la ejecución.

Luego del reacomodo administrativo del contrato y una reunión con el contratista para el reconocimiento del plazo y la evacuación de dudas con el encargado del diseño geométrico, se comunicó al Contratista la reanudación de actividades para el 8 de febrero de 2022 (Orden de servicio No.9). El Contratista hizo entrega del informe de avance 2 el 24 de marzo de 2022 (Orden de servicio No.10), el cual fue aprobado el 2 de septiembre de 2022 (Orden de servicio No. 17).

El Contratista entregó el informe de avance 3 el 27 de septiembre de 2022 (Orden de servicio No.18). Para el 1° de marzo de 2023, la Dirección Ejecutiva del CONAVI propuso modificar la secuencia del contrato, de manera que las obras constructivas iniciaran de forma paralela con la elaboración del diseño, para agilizar el inicio de la construcción, mediante la metodología “fast – track”. Para esta fecha, el anteproyecto de diseño ya había sido revisado y se estaban realizando las terceras correcciones del informe de avance 3. Además, se solicitó un presupuesto preliminar al Contratista, el cual superó en un 84,15% el monto original del contrato.

Debido a que el presupuesto preliminar sobrepasó en más de un 50% el monto original del contrato, el CONAVI le solicitó al Contratista una reingeniería de valor para optimizar los costos. El Contratista anuente a la propuesta, presentó la justificación para la extensión del plazo de diseño, el cual fue aprobado, mediante la Orden de servicio No.34.

El Contratista entregó los resultados de la reingeniería de valor el 28 de junio de 2023, por lo que se emitió la suspensión de actividades para la verificación de estos diseños (Orden de servicio No. 36). Seguidamente, el Contratista entregó el presupuesto de obra actualizado, el



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 16 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

cual superó en un 49,70% el monto original del contrato. Se reanudaron las labores el 20 de julio de 2023 (Orden de Servicio No. 37), para subsanar la reingeniería, debido a observaciones de CONAVI por sobrecostos. Además, se estableció una serie de acciones requeridas por la Administración para valorar la factibilidad de dar inicio a la etapa III anticipadamente, se activaron renglones de pago de esta etapa una vez que se cumplieron todas las condiciones impuestas.

El Contratista entregó los diseños corregidos el 22 de julio de 2023 (Orden de Servicio No.37), los cuales fueron verificados por la Dirección de Diseño. Para el 28 de Julio de 2023 (Orden de Modificación No.1) se comunicó al Contratista el inicio de la etapa III Construcción de forma paralela con la etapa II Diseño, una vez que las direcciones de Construcción y Contratación brindaron la no objeción de utilizar los diseños parcialmente aprobados. Además, se le solicitó al Contratista una propuesta de actividades preliminares para el inicio de las obras.

El inicio de labores es efectivo el 1° de agosto de 2023 (Orden de Servicio No. 1, etapa III). El informe de avance No. 3 fue aprobado el 28 de agosto de 2023, luego de dos correcciones de la reingeniería de valor. En abril del 2024, se emiten los informes de diseño y planos finales del proyecto de referencia, aprobados por la Administración.

Por otra parte, como antecedente al informe se debe señalar que la Unidad de Auditoría Técnica ejecutó el proceso de fiscalización de este mismo proyecto con los productos generados en la Fase I y Fase II del proyecto correspondientes a las etapas de ante proyecto y diseño. Como parte del proceso de auditoría de las Fase I y II se emitió el informe final EIC-Lanamme-INF-0830-2024 del mes de setiembre 2024.

Dentro de los principales resultados del estudio realizado por el equipo auditor se encontró que:

- Respecto a los estudios de hidrología e hidráulica del proyecto se identificaron incumplimientos con el cartel de licitación en el contenido del informe, tales como, la inclusión de topografía que justifique las cuencas delimitadas y la inclusión de la totalidad de los datos utilizados y resultados obtenidos. El modelo hidráulico muestra que se evaluó el sistema con un caudal inferior al calculado. Además, se hallaron oportunidades de mejora en los planos constructivos.
- Luego de la revisión de los estudios geotécnicos del proyecto, se identificó que la capacidad de soporte a largo plazo se calculó con información con una base errónea. Por otra parte, los estudios presentan discrepancias en factores de seguridad, no especifican la fuente de los parámetros geotécnicos empleados y muestran diferencias en la configuración de la fundación propuesta en planos y la del informe geotécnico.
- En materia de seguridad vial, no se presentaron aforos con la clasificación vehicular solicitada por los documentos contractuales durante el desarrollo de la auditoría técnica, ni tampoco de manera consistente y el diseño del proyecto no cuenta con los estudios integrales de movilidad activa para diseñar facilidades peatonales y ciclistas. Además, se identifican oportunidades de mejora en el diseño geométrico, los sistemas de contención vehicular, la señalización vial y el diseño del pavimento.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 17 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

- Sobre aspectos topográficos, se notaron deficiencias en lo solicitado por el cartel de licitación, errores conceptuales, desactualización en algunos de los requisitos y errores o defectos en las láminas.
- Finalmente, en cuanto al diseño estructural, se determinó que la memoria de cálculo cumple en un 76,5% con los requerimientos del cartel de licitación y normativa vigente. Entre las principales observaciones realizadas destacan errores en el refuerzo de la viga cabezal, la losa de fundación y en las columnas de las pilas en zonas de rótulas plásticas, incongruencias en el recubrimiento de los elementos y ausencia de revisiones por efectos del impacto vehicular, desplazamientos inelásticos, entre otros

4. Alcance y metodología del informe

4.1. Alcance

La auditoría se llevó a cabo siguiendo los procedimientos establecidos por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, detallados en la sección de la metodología. El periodo de análisis abarcó desde octubre 2023 hasta noviembre 2024, lapso que correspondió a la fase constructiva del proyecto. Además, se contempló la recopilación de todos los hallazgos, oportunidades de mejora y acotaciones positivas que surgieron durante el periodo de ejecución de la auditoría al proyecto de infraestructura vial examinado, relacionadas con las prácticas y procedimientos constructivos, calidad de materiales, así como la gestión de la Administración durante la Etapa III correspondiente a la fase constructiva del proyecto, no se abarcó en la auditoría ejecutada.

Debido a los resultados de la auditoría se presentaron dos informes, que se complementan entre sí.

El Tomo I correspondiente al presente documento se denomina Informe final **EIC-Lanamme-INF-883-2022** “Auditoría de la calidad de materiales del proyecto de diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. Licitación Pública No. 2019LN-000019-0006000001” , y abarca aspectos exclusivos de la fiscalización de calidad de materiales del proyecto. Por otro lado, el tomo II, se denomina Informe final **EIC-Lanamme-INF-887-2022** “ Auditoría al proceso constructivo del proyecto paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. Licitación Pública No. 2019LN-000019-0006000001 y abarcó aspectos relacionados con el proceso constructivo, gestión, plan de manejo de tránsito y seguridad vial del proyecto

Es importante resaltar que las auditorías técnicas realizadas por el LanammeUCR no deben confundirse ni compararse con una actividad de control de calidad, la cual es responsabilidad exclusiva del contratista como parte de sus obligaciones contractuales. Adicionalmente, la



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 18 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

auditoría tampoco debe entenderse como una labor de verificación de calidad y supervisión, ya que esta corresponde a la Administración.

4.2. Metodología

El proceso de auditoría se efectuó siguiendo los procedimientos establecidos en el Manual de la Unidad de Auditoría Técnica, los cuales se estructuran en las siguientes fases:

4.2.1. Fase de planificación

En esta fase se asignaron los recursos necesarios para la correcta ejecución de la auditoría y se definió la conformación del equipo auditor para identificar las áreas más importantes a auditar, las posibles limitaciones, los objetivos, el alcance, los criterios de auditoría, entre otros. De este modo, se elaboró el Programa de Trabajo de la auditoría técnica, en el cual se incluye la información recopilada por el equipo auditor, la programación para obtener las evidencias y las técnicas de auditoría a emplear.

4.2.2. Fase de ejecución

En esta fase se implementó el Programa de Trabajo de la auditoría técnica, se consideraron las actividades relacionadas con la comunicación del inicio de la auditoría al ente auditado, la obtención y el análisis de evidencia y la elaboración de los papeles de trabajo de la auditoría técnica, los cuales respaldan los hallazgos, oportunidades de mejora y acotaciones positivas encontradas durante la fase de ejecución.

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó a la Dirección Ejecutiva y a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes de Conavi por medio del oficio EIC-Lanamme-237-2022 el 6 de marzo de 2023, donde se convocó a las partes involucradas a una reunión que se efectuó el 21 de marzo de 2022. En esta se expuso el alcance, los criterios de evaluación del estudio y se solicitó acceso a la información del proyecto durante la fase constructiva.

Posteriormente, previo al inicio de la fase constructiva, se realizó una reunión entre la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes y el LanammeUCR el viernes 11 de agosto de 2023 en oficina del Consejo Nacional de Vialidad. En dicha reunión la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes realizó una presentación del alcance del proyecto y el equipo auditor reiteró los criterios de evaluación de la fase constructiva que se contemplarían en el proceso de auditoría. A partir de dicha reunión se estableció un canal de comunicación digital por medio del cual la Administración facilitaría la información requerida por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

En lo correspondiente a la fase de ejecución de la auditoría inicialmente se procedió a la revisión documental del contratos, planos, diseños y memorias de cálculo generadas de las fases I y II del proyecto.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 19 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

La fiscalización de los procesos constructivos se realizó mediante visitas técnicas puntuales y aleatorias y se ejecutó de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto, así como con las mejores prácticas de la ingeniería. Se realizaron un total de 71 visitas técnicas durante el periodo de la auditoría. Además, se revisó el cumplimiento del plan de manejo de tránsito según los documentos que fueron aprobados por la Administración. Este alcance se desarrolló en el tomo II de la Auditoría Técnica.

La calidad de materiales fue fiscalizada mediante la ejecución de ensayos aleatorios durante la fase de construcción del proyecto, la revisión de diseños de materiales y el análisis de datos de los resultados de la verificación de calidad presentados por la Supervisión. El LanammeUCR realizó alrededor de 71 muestreos de materiales en el 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 y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto. Tampoco puede conceptualizarse como una labor de verificación de calidad o supervisión, que es de entera responsabilidad de la Administración. Es función de la Administración analizar, con las partes involucradas, las consecuencias expuestas en los hallazgos y observaciones incluidas en este informe de auditoría técnica.

Asimismo, como parte del proceso de auditoría técnica se elaboraron las siguientes notas informes, las cuales son un documento formal mediante el que, dentro del marco de la ejecución de una auditoría técnica, se informa de manera celeridad sobre alguna condición evidenciada en un proyecto de infraestructura vial que a criterio del equipo auditor resulta relevante, oportuno y conveniente informar al sujeto auditado, con la finalidad de que haya atención inmediata y, de ser necesario, se implementen medidas correctivas para el resguardo de la calidad de las labores ejecutadas y la eficiencia de inversión pública relacionada. En la Tabla 1, se muestran los oficios y las notas informe que han sido enviados durante la ejecución de la auditoría.

Tabla 1. Resumen de correspondencia enviada y recibida del proyecto

Oficio / Nota Informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración	Fecha Respuesta
EIC-Lanamme-1053-2023	30/10/2023	Remisión informe de criterio técnico USVT-INF-CT-17-2023, oportunidades de mejora a la seguridad vial del proyecto	GCTR-28-2023-1624 (0399)	13/11/2023
EIC-Lanamme-1161-2023	24/11/2023	Observaciones proceso constructivo placa cimentación pila 3, PD Hatillo 4	GCTR-28-2023-1988 (0936)	20/12/2023
EIC-Lanamme-1128-2023	21/11/2023	Remisión de informes de ensayo concreto Hatillo 4	GCTR-28-2023-2002 (0936)	20/12/2023



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 20 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Oficio / Nota Informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración	Fecha Respuesta
EIC-Lanamme-1290-2023	15/12/2023	Observaciones sobre la evaluación del control temporal del tránsito durante la ejecución de las obras del proyecto "Diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, Calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, Intersección Calle Costa Rica y la Ruta Nacional No. 39.	GCTR-28-2024-0093 (0936)	16/1/2024
EIC-Lanamme-7-2024	12/1/2024	Observaciones de informes del ensayo de Integridad de concreto para pilotes, Paso a Desnivel Hatillo 4 RN39	GCTR-28-2024-0413 (0936)	15/2/2024
EIC-Lanamme-20-2024	12/1/2024	Respuesta a oficio GCTR-28-2023-2002 (0936).	GCTR-28-2024-0235 (0936)	2/2/2024
EIC-Lanamme-51-2024	16/1/2024	Remisión de informes de ensayo concreto Hatillo 4	GCTR-28-2024-0270 (0936)	6/2/2024
EIC-Lanamme-87-2024	25/1/2024	Observaciones aspectos topográficos del proyecto	GCTR-28-2024-0524 (0936)	29/2/2024
EIC-Lanamme-148-2024	15/2/2024	Remisión de informes de ensayo concreto Hatillo 4	Correo electrónico	28/02/2024
EIC-Lanamme-236-2024	1/3/2024	Observaciones del Programa de Ingeniería Geotécnica sobre visita técnica realizada al proyecto.	GCTR-28-2024-0881 (0936)	4/4/2024
EIC-Lanamme-241-2024	6/3/2024	Remisión informe de inspección EIC-Lanamme-INF-0333-2024 sobre proceso constructivo de vigas preesforzadas	GCTR-28-2024-0877 (0936)	4/4/2024
EIC-Lanamme-248-2024	6/3/2024	Respuesta a oficio GCTR-28-2024-0413 (0936).	GCTR-28-2024-0806 (0936)	1/4/2024
EIC-Lanamme-302-2024	1/4/2024	Remisión de informes de ensayo concreto Hatillo 4	GCTR-28-2024-1045 (0936)	18/4/2024
EIC-Lanamme-408-2024	25/4/2024	Remisión de informes de ensayo materiales Hatillo 4	GCTR-28-2024-1325 (0936)	17/5/2024
EIC-Lanamme-453-2024	8/5/2024	Respuesta a oficio GCTR-28-2024-0877 (0936) proyecto Paso a Desnivel de Hatillo 4	GCTR-28-2024-1477 (0936)	31/5/2024 4/7/2024



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 21 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Oficio / Nota Informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración	Fecha Respuesta
			GCTR-28-2024-1864 (0936)	
EIC-Lanamme-456-2024	8/5/2024	Respuesta a oficio GCTR-28-2024-0881 (0936)	GCTR-28-2024-1481 (0936)	4/6/2024
EIC-Lanamme-506-2024	17/5/2024	Remisión de informes de ensayo materiales PD Hatillo4	GCTR-28-2024-1684 (0936)	19/6/2024
EIC-Lanamme-571-2024	31/5/2024	Observaciones al proceso de reparación de vigas de concreto del proyecto del paso a Desnivel Hatillo 4	GCTR-28-2024-1520 (0936)	16/7/2024
EIC-Lanamme-589-2024	7/6/2024	Remisión de informes de ensayo de materiales	GCTR-28-2024-1869 (0936)	4/7/2014
EIC-Lanamme-592-2024	11/6/2024	RE: Respuesta a observaciones respecto al oficio GCTR-28-2024-1325 (0936) sobre aspectos relacionados con los resultados del concreto	GCTR-28-2024-1870 (0936)	8/7/2024
EIC-Lanamme-601-2024	11/6/2024	Observaciones sobre daños y reparaciones vigas del PD Hatillo 4	GCTR-28-2024-1957 (0936)	16/7/2024
EIC-Lanamme-608-2024	11/6/2024	Remisión de observaciones del Programa de Ingeniería Estructural sobre el procedimiento constructivo y memorias de cálculo de las reparaciones de las vigas del PD Hatillo 4	GCTR-28-2024-1961 (0936)	16/7/2024
EIC-Lanamme-623-2024	13/6/2024	Observaciones al diseño de mezcla asfáltica CD-ITP-464-2024-03-C02 y resultados de base estabilizada presentados por el Autocontrol	GCTR-28-2024-1867 (0936)	4/7/2024
EIC-Lanamme-650-2024	19/6/2024	Remisión de informes de ensayo torones	GCTR-28-2024-1963 (0936)	16/7/2024
EIC-Lanamme-708-2024	3/7/2024	Consultas sobre proceso de reparación vigas Hatillo 4	GCTR-28-2024-2030 (0936)	22/7/2024
EIC-Lanamme-742-2024	9/7/2024	Remisión de informes de ensayo materiales PD Hatillo4	GCTR-28-2024-2116 (0936)	31/7/2024
EIC-Lanamme-759-2024	1/8/2024	Observaciones sobre control temporal del tránsito durante la ejecución de las obras del proyecto Paso a desnivel sobre Ruta Nacional 39, Hatillo 4, San José.	GCTR-28-2024-2366 (0936)	27/8/2024
EIC-Lanamme-769-2024	15/7/2024	Observaciones al diseño de mezcla asfáltica CD-ITP-610-2024-05-C01 Mezcla Asfáltica Superpave TMN 19mm	GCTR-28-2024-2258 (0936)	16/8/2024



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 22 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Oficio / Nota Informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración	Fecha Respuesta
EIC- Lanamme- 777-2024	18/7/2024	Observaciones al pavimento y reparaciones de las vigas del Paso a Desnivel Hatillo 4	GCTR-28- 2024-2226 (0936)	16/8/2024
EIC- Lanamme- 815-2024	26/7/2024	Observaciones sobre la visita del 22 de julio de 2024	GCTR-28- 2024-2365 (0936)	27/8/2024
EIC- Lanamme- 872-2025	13/8/2024	Observaciones sobre la visita del 7 de agosto de 2024 Paso a desnivel de Hatillo 4	GCTR-28- 2024-2508 (0936)	11/9/2024
EIC- Lanamme- 882-2025	13/8/2024	Solicitud información prueba de carga realizada el día 12 de agosto de 2024	GCTR-28- 2024-2516 (0936) GCTR-28- 2024-2815 (0936)	11/9/2024
EIC- Lanamme- 884-2026	13/8/2024	Planos de señalización temporal y condiciones de seguridad vial pactadas para la apertura parcial del proyecto del paso a desnivel Hatillo 4.	GCTR-28- 2024-2367 (0936)	27/8/2024
EIC- Lanamme- 962-2027	17/9/2024	Remisión de informes de ensayo materiales PD Hatillo4	GCTR-28- 2024-2843 (0936) GCTR-28- 2024-2904 (0936)	11/10/2024
EIC- Lanamme- 1026-2024	20/9/2024	Observaciones control temporal del tránsito durante la ejecución de las obras del proyecto Paso a desnivel sobre Ruta Nacional n°. 39 y aspecto de seguridad vial , Hatillo 4, San José	GCTR-28- 2024-2839 (0936)	10/10/2024
EIC- Lanamme- 1069-2024	30/9/2024	Criterio del Programa de Ingeniería Estructural sobre pozos pluviales	GCTR-28- 2024-3088 (0936)	1/11/2024
EIC- Lanamme- 1126-2024	24/10/2024	Respuesta a oficios GCTR-28-2024-2815 (0936) y GCTR-28-2024-2516 (0936) sobre los resultados de prueba de carga del paso superior del PD Hatillo4	GCTR-28- 2024-3398 (0936)	3/12/2024
EIC- Lanamme- 1134-2024	14/10/2024	Solicitud de información y sobre la condición de las juntas de expansión de los bastiones del paso a desnivel Hatillo 4	GCTR-28- 2024-3087 (0936)	1/11/2024
EIC- Lanamme- 1205-2024	1/11/2024	Observaciones sobre seguridad vial, bloques vigas y muro del PD Hatillo 4	GCTR-28- 2024-3399 (0936)	3/12/2024

En cada nota informe emitida, se brindó un periodo de 10 días hábiles, para que la Administración, en caso de ser requerido, se refiriera al contenido de esta. Una vez analizadas



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 23 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

las respuestas de la Administración, se procedió a su correspondiente análisis, réplica de ser requerida y finalmente a la confección de este informe.

Además, se debe menciona que los hallazgos y observaciones desarrollados en este informe, así como las notas informes generadas se sustentaron con el aporte de expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes (USVT), del Programa de Ingeniería Estructural (PIE) y del Programa de Ingeniería Geotécnica (PIG) del LanammeUCR y la Escuela de Ingeniería Topográfica (EIT) de la Universidad de Costa Rica.

4.2.3. Fase de comunicación de resultados

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe EIC-Lanamme-INF-1883-2024 en versión preliminar fue remitido y recibido por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del Conavi el 19 de diciembre de 2024 mediante oficio EIC-Lanammme-1423-2024, para que fuese analizado y donde se indicó que la presentación verbal del informe se realizaría el 17 de enero de 2024 de forma virtual. A partir de la fecha de envío del informe preliminar, se le otorgó un plazo de 15 días hábiles (considerando el periodo de vacaciones del Consejo Nacional de Vialidad) a los auditados para que se refirieran al informe preliminar de forma escrita, estableciéndose como plazo máximo el día 24 de enero de 2025.

La presentación del informe preliminar se realizó el 17 de enero de 2025 de manera virtual, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conocieran con mayor claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe. En dicha presentación participó personal del CONAVI, con representación de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, Auditoría Interna, Dirección Ejecutiva, la Supervisora CONSORCIO IIML HATILLO y del LanammeUCR. En la Tabla 1 se presenta la lista de asistencia a la reunión.

Tabla 2. Personal presente en reunión de presentación de informe preliminar EIC-Lanamme-INF1883-2024 del 17 de enero de 2025.

Asistente	Nombre	Institución
1	Ing. Carlos Chacón	Conavi
2	Ing. Luis Naranjo	Conavi
3	Ing. Jesus Zamora	Conavi
4	Ing. Berny Quirós	Conavi
5	Ing. David Gutierrez	Conavi
6	Ing. Ileana Aguilar	Supervisora
7	Ing. Andrés Gamboa	Supervisora
8	Ing. Wendy Sequeira Rojas	LanammeUCR
9	Ing. Sergio Guerrero Aguilera	LanammeUCR
10	Ing. Francisco Fonseca	LanammeUCR



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 24 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Asistente	Nombre	Institución
11	Ing. Julian Trejos	LanammeUCR
12	Ing. Esteban Oconitrillo	LanammeUCR
13	Ing. Stephan Shum Rodríguez	LanammeUCR

El día 27 de enero de 2024, se recibió vía correo electrónico una solicitud de ampliación de plazo del descargo del informe por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes. La Administración argumentó que el Contratista se encontraba trabajando en el cierre del proyecto por lo cual se solicitaba ampliación del plazo para el 10 de febrero de 2025, lo cual representaba un aumento en el plazo de 10 días hábiles adicionales a los 15 días ya asignados. El equipo auditor brindó respuesta a dicha petitoria el mismo 27 de enero de 2025, indicando que se concedía un plazo adicional de 10 días, estableciéndose la fecha límite de aceptación del descargo para el día 10 de febrero de 2025.

A la fecha del 10 de febrero de 2025, no se recibió el documento de descargo por parte de la Administración. La Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR vía correo electrónico comunicó a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes el 13 de febrero de 2025, el vencimiento de la ampliación de plazo otorgada para la entrega del descargo a los informe finales en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-1883-2024 y EIC-Lanamme-INF-1887-2024 del paso elevado en Hatillo 4, por lo que el mismo día 13 de febrero de 2025 se recibió el descargo emitido por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes mediante el oficio CARTA-CONAVI- GCTR-28-2025-0299 (1164) con fecha del 11 de febrero de 2025 y en el cual se adjuntó la nota de descargo SUPERVH4-OF-2025-0002 v2 emitida por la Supervisora con fecha del 27 de enero de 2025.

No se omite aclarar que, a pesar de que los documentos fueron entregados de forma extemporánea, estos fueron analizados como parte de la evidencia del descargo del informe y su análisis se incorporó dentro del presente informe. Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica y considerando la evidencia presentada a la fecha, el equipo auditor procedió a emitir los informes en su versión final para ser enviados a las instituciones que indica la Ley No. 8114 y sus reformas.

Se debe destacar que los hallazgos y observaciones descritos en el informe EIC-Lanamme-INF-1883-2024, se fundamentan en evidencias obtenidas por el equipo auditor durante las visitas al sitio del proyecto, ensayos de control de calidad, revisión de carteles y especificaciones. 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 no busca únicamente informar a la 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.



5. Descripción del proyecto

El proyecto se presentó originalmente en tres etapas: Etapa I (anteproyecto), Etapa II (diseño) y Etapa III (construcción).

- Etapa I, los oferentes elaborarían propuestas siguiendo las directrices establecidas por la Administración, que se basan en un anteproyecto preliminar. El propósito de este anteproyecto fue proporcionar un marco de referencia común para los cálculos, asegurando la comparabilidad de las ofertas. El documento debía incluir detalles esenciales como ubicación, longitud preliminar, diseño de la estructura, tipo de superestructura y subestructura, además de otros aspectos.
- Etapa II, el contratista (CO) debía diseñar un paso a desnivel y sus accesos, asegurando la seguridad, eficiencia y capacidad adecuada según normativas. Esto incluyendo protecciones, señalamiento, reubicación de servicios y aceras peatonales, proporcionando los planos constructivos, especificaciones técnicas, cantidades de obra y metodología constructiva. Además, el contratista debía entregar 4 (cuatro) informes: Informe de Avance No.1: Estudios básicos, Informe de Avance No. 2: Anteproyecto de diseño, Informe de Avance No. 3: Diseño final, planos y especificaciones y el Informe Final: Planos finales, sumario de cantidades y presupuesto.
- Etapa III, se llevaría a cabo la construcción de la estructura de paso a desnivel, la cual debía incluir protecciones, accesos, señalamiento, reubicación de servicios, aceras y limpieza del sitio. Esto de conformidad con las buenas prácticas de ingeniería y considerando el impacto ambiental.

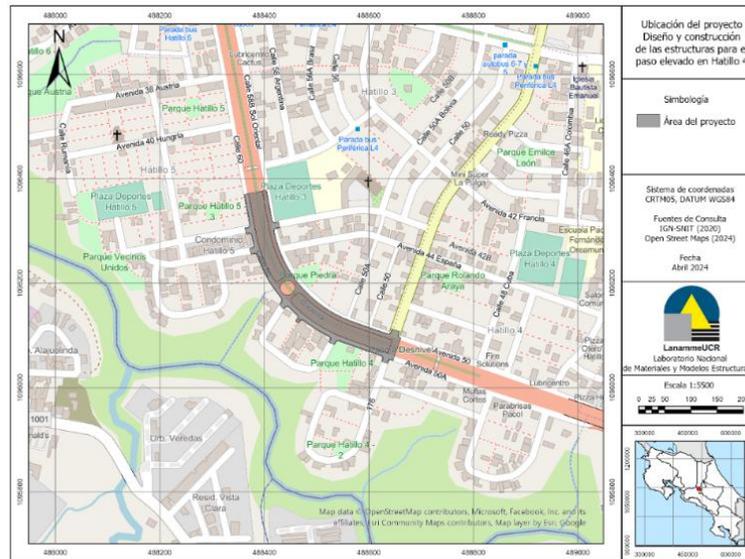
Descripción general de las obras

El contratista debía diseñar y construir las estructuras (paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración), que permitirían la comunicación entre los sectores norte y sur de Hatillo 4. Las estructuras deberían permitir el transitar libremente por la Ruta Nacional No. 39 en el sentido San Sebastián-Pavas, al eliminar el semáforo de la intersección de la Ruta de Circunvalación con la Calle Costa Rica y crearse un paso inferior que permita la comunicación interna entre los Hatillos, sin que haya interferencia entre los diferentes flujos vehiculares. El proyecto está ubicado en la Provincia: 01 San José; Cantón: 01 San José; Distrito: 10 Hatillo.

Este proyecto también contempla la construcción de la estructura, con sus respectivas protecciones y muros de retención y confinamiento de taludes (en caso de requerirse), calles marginales, el paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración, señalamiento y demarcación vial, reubicación de servicios públicos, aceras que permitan el acceso a la estructura a los peatones que utilizan la vía, limpieza del sitio de trabajo de cualquier tipo de escombros y todas las demás correctas y pertinentes prácticas de la ingeniería para lograr un proyecto eficaz, eficiente y de bajo impacto ambiental.



Figura 1. Ubicación del proyecto. Provincia: 01 San José; Cantón: 01 San José; Distrito: 10 Hatillo.



Nota: Fuentes: IGN-SNIT (2020), Atlas TEC (2014) y OpenStreetMap (2024)

6. Ejecución y resultados de la auditoría técnica

Todos 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 se emiten como insumos a fin de que sean atendidos por parte de la Administración, planteando acciones correctivas y preventivas, que mitiguen el riesgo potencial de incumplimiento en proyectos futuros, como parte de un proceso integral de mejora continua.

Este informe contiene 11 hallazgos.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 27 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

6.1. Hallazgos

- SOBRE LA CALIDAD DE MATERIALES DE LOS PROYECTOS**

HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ UNA TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DE LOS DIFERENTES CONCRETOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO EN RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA Y TEMPERATURA DE LA SUPERVISORA Y EL LANAMMEUCR.

Se realizó el análisis de los resultados de ensayo de la Supervisora de los diferentes tipos de concreto colocado en el proyecto entre el periodo de noviembre 2023 a agosto 2024. Los tipos de concretos analizados fueron 280kg/cm², 450 kg/cm² y 600 kg/cm² empleados en el proyecto. En la *Tabla 3* se presentan los resultados del análisis realizado con los datos de la Supervisora.

Tabla 3. Evaluación cumplimiento parámetros de resistencia y temperatura con resultados de ensayo de la Supervisora noviembre 2023- agosto 2024

Tipo de concreto	Parámetro	N° de muestras	Criterio	Cumplimiento	Observaciones
280 kg /cm ²	Temperatura (losas)	33	Entre 10° C y 30°C	100%	\bar{x} =24.95 °C y σ =1.92 °C
	Temperatura	93	Entre 10° C y 32°C	100%	\bar{x} =26.89 °C y σ =1.85 °C
	Resistencia	126	Mayor a 280 kg/cm ²	96.82% (122/126)	\bar{x} =446.65 kg/cm ² y σ =120.65 kg/cm ² Valores por debajo de límite especificado: <ul style="list-style-type: none"> • 20-464,10-23¹ (12 dic 2023) 275.28 kg/cm² • 20-470-23¹ (19 dic 2023) 274.10 kg/cm² • 22-309-23¹ (28 dic 2023) 264.70 kg/cm² • 22-113,08-24¹ (18 feb 2024) 273.97 kg/cm²
450 kg/cm ²	Temperatura	2	Entre 10° C y 32°C	100%	\bar{x} =27.30 °C y σ =0.85 °C
	Resistencia	2	Mayor a 420 kg/cm ²	100%	\bar{x} =878.28 kg/cm ² y σ =7.42 kg/cm ²
600 kg/cm ²	Resistencia	1	Mayor a 600 kg/cm ²	100%	f _c =1062 kg/cm ²
	Temperatura	1	Entre 10° C y 32°C	0%	Incumplimiento: <ul style="list-style-type: none"> • 20-273-24¹ (7 jul 2024) 32.4°C

¹ Corresponden a muestras de laboratorio de Supervisora



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 28 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Del análisis de resultados de la Supervisora se logró evidenciar una tendencia al cumplimiento del parámetro de resistencia a la compresión de los diferentes concretos en los distintos meses de producción según los valores especificados en planos. Se destaca que en el concreto de 280 kg/cm² de las muestras analizadas únicamente se identificaron 4 de 126 resultados de ensayo por debajo del límite de resistencia especificado en planos. Por otra parte, el equipo auditor determinó el pago global y por mes del volumen de concreto colocado en el proyecto y se determinaron valores por encima de 0,98, por lo cual se considera que se debió realizar el pago completo del trabajo realizado.

Con respecto al parámetro de temperatura del concreto tipo 280 kg/cm² y 450 kg/cm², se evidenció el cumplimiento de la temperatura de concreto dispuesta cartelariamente. En el caso del concreto de resistencia de 600 kg/cm², la Supervisora únicamente tomó una muestra de concreto en los meses de análisis determinándose una temperatura levemente superior al valor establecido contractualmente.

En la misma línea, en la *Tabla 4* se presenta el análisis de los resultados de ensayo realizados por el Lanamme UCR comprendido entre el periodo de noviembre 2023 a agosto 2024 para los concretos de 280kg/cm², 420 kg/cm², 450 kg/cm² y 600 kg/cm² empleados en el proyecto.

Tabla 4 Evaluación cumplimiento parámetros de resistencia y temperatura con resultados de ensayo de LanammeUCR noviembre 2023-agosto 2024

Tipo de concreto	Descripción	N° muestras	Especificación	Cumplimiento	Observación
280 kg/cm ²	Temperatura (losas)	4	Entre 10° C y 30°C	100%	\bar{x} =24.50 °C y σ =1.29 °C
	Temperatura (otros elementos)	15	Entre 10° C y 32°C	100%	\bar{x} =25.50 °C y σ =2.30 °C
	Resistencia	19	Mayor a 280 kg/cm ²	100%	\bar{x} =504 kg/cm ² y σ =146.85 kg/cm ²
420 kg/cm ²	Resistencia	2	Mayor a 420 kg/cm ²	100%	\bar{x} =453.00 kg/cm ² y σ =4.24 kg/cm ²
	Temperatura		Entre 10° C y 32°C	100%	\bar{x} =31.3 °C y σ =0.4 °C
450 kg/cm ²	Resistencia	1	Mayor a 450 kg/cm ²	100%	f'c=561 kg/cm ²
	Temperatura		Entre 10° C y 32°C	100%	28.5 °C
600 kg/cm ²	Resistencia	7	Mayor a 600 kg/cm ²	100%	\bar{x} =685.29 kg/cm ² y σ =56.89 kg/cm ²
	Temperatura		Entre 10° C y 32°C	85.7% (6 de 7 muestras)	\bar{x} =31.07 °C y σ =1.24 °C

Del análisis de resultados de ensayos de concreto realizado por el LanammeUCR se logró evidenciar una tendencia al cumplimiento del parámetro de resistencia a la compresión de los



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 29 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

diferentes concretos en los distintos meses de producción según los valores especificados en planos.

Respecto con el parámetro de temperatura del concreto tipo 280kg/cm², 420 kg/cm²y 450 kg/cm² se evidenció cumplimiento de acuerdo con lo especificado cartelariamente. Respecto al concreto de 600 kg/cm² se evidenció que únicamente una de siete muestras incumplió con el valor establecido de 32°C establecido en la sección 552 Concreto del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010). El incumplimiento fue identificado en el proceso de producción de concreto para las vigas del proyecto en el plantel de EuroConcretos en Quepos el día 05 de marzo de 2024 y fue comunicado mediante el oficio EIC-Lanamme-302-2024 del 01 de abril de 2024.

En el oficio GCTR-28-2024-1325 (0936) la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del 17 de mayo de 2024 compartió el criterio técnico de la Supervisora en relación con el incumplimiento señalado por el equipo auditor indicando que:

Con respecto a la temperatura tomada en la muestra M-0295-2024, la cual fue de 33.4° C, es preciso indicar que temperaturas altas pueden causar agrietamientos tempranos y disminución de la resistencia, pero para que se den estas situaciones tendrían que ser varios grados centígrados por encima de los 32 ° C. Inclusive, normas como el ACI no limita la temperatura máxima. Si bien es cierto la temperatura está por encima de la temperatura especificada en el CR-2010, es criterio de la supervisora, considerando que los resultados de resistencia del concreto cumplen con la resistencia requerida, y que la viga está sana, este resultado de temperatura no constituye un motivo suficiente para rechazar el elemento colado con esa muestra de concreto.

SUPERVH4-OF-2024-0050(2024)

Respecto a lo señalado se debe indicar que el equipo auditor en ningún momento señaló que el incumplimiento de temperatura implicaba que debía rechazar el elemento. Es importante destacar que el objetivo de la medición de la temperatura en sitio es aceptar o no la colocación del concreto en el momento del proceso constructivo, de manera que se puedan ajustar los procesos de producción del material y cumplir con lo especificado cartelariamente.

Por otra parte, el informe de calidad informe INE-03-00020-2024 presentado por la empresa Contratista señalan en el informe INE-03-00020-2024 que el rango de temperatura registrado por el laboratorio de autocontrol fue de 28°C y 30 °C, lo cual difiere del valor de 33,6°C identificado por el LanammeUCR.

A partir de la diferencia evidenciada se reiteró la importancia de que la Administración cuente con un representante durante los procesos de producción de elementos prefabricados con el fin de que estos se ejecuten siguiendo lo establecido en especificaciones.

De igual manera se aprovecha la oportunidad para indicar que el American Concrete Institute (ACI por sus siglas en inglés) sí establece un rango máximo de temperatura para la colocación



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 30 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

del concreto según lo indicado en la sección ACI 305.1-14 Specification for Hot Weather Concreting, no obstante, la especificación que está establecida contractualmente es la indicada en la sección 552 Concreto del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010).

HALLAZGO 2. SE IDENTIFICARON MÚLTIPLES INCUMPLIMIENTOS CON RELACIÓN AL PARÁMETRO DE ASENTAMIENTO DE LOS DIFERENTES CONCRETOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO TANTO PARA RESULTADOS DE ENSAYO PRESENTADOS POR LA SUPERVISORA Y EL LANAMMEUCR.

El análisis de los resultados de las pruebas de asentamiento y flujo de asentamiento de la Supervisora y el LanammeUCR para el concreto colocado en el proyecto determinaron altos niveles de incumplimiento según los límites establecidos en los diferentes diseños de mezclas de concreto presentados por el contratista. Para el análisis se utilizaron como criterios de cumplimiento los rangos de asentamiento en los diseños POCN.P6I3F3 del 31 de agosto de 2023 y INE-00053-2024 del 15 de enero de 2024 presentados por la empresa Contratista, así como los valores establecidos en la sección 552 Concreto del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010) específicamente para el concreto de resistencia de 600 kg/cm².

En la *Tabla 5* se muestra el resumen del porcentaje de cumplimiento de los resultados de las pruebas de asentamiento realizadas por la Supervisora a partir del mes de noviembre de 2023, cuando se empezaron a captar resultados de concreto. Los resultados evidenciaron un porcentaje de cumplimiento de un 21,4% en el asentamiento del concreto 280 kg/cm² y de un 50% de las muestras correspondiente al concreto tipo 450 kg/cm², por otro lado, en la muestra del concreto de 600 kg/cm² tomada por la Supervisora no se logró determinar cumplimiento ya que en el registro revisado no se identificó el resultado del ensayo.

Tabla 5. Evaluación cumplimiento parámetro de asentamiento con resultados de ensayo de la Supervisora noviembre 2023- agosto 2024

Tipo de concreto	Descripción	N° muestras	Especificación	Cumplimiento	Observación
280 kg/cm ²	Asentamiento	126	Entre 115 mm y 165 mm	27/126 o un 21,4%	\bar{x} =189.33 mm y σ =33.28 mm
450 kg/cm ²	Asentamiento	2	Entre 115 mm y 165 mm	50%	\bar{x} =125.00 mm y σ =21.21 mm
600 kg/cm ²	Asentamiento	0	Entre 115 mm y 165 mm	0%	No se reporta

En la misma línea en la *Tabla 6* se muestra el porcentaje de cumplimiento del asentamiento y flujo de asentamiento en las muestras de concreto recolectadas por el LanammeUCR los tipos de concreto colocados en el proyecto. Para el caso del flujo de asentamiento en el concreto 280 kg/cm² empleado para los pilotes del proyecto se identificó un cumplimiento del 40% del rango especificado, mientras que en el asentamiento de este mismo tipo de concreto para otros elementos determinó un porcentaje de cumplimiento de 28,6 %. En el caso de asentamientos medidos por el LanammeUCR para los concretos de 420 kg/cm² y 600 kg/cm²



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 31 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

se determinó un porcentaje de cumplimiento de 0%. En el caso de la muestra de 420 kg/cm² se determinó que la misma cumplió con el rango de asentamiento requerido en el diseño.

Tabla 6 Evaluación cumplimiento parámetro de asentamiento con resultados de ensayo de la LanammeUCR noviembre 2023-agosto 2024

Tipo de concreto	Descripción	N° muestras	Especificación	Cumplimiento	Observación
280 kg/cm ²	Asentamiento	14	Entre 115 mm y 165 mm	4/14 o un 28,6%	\bar{x} =184.21 mm y σ =30.97 mm
	Flujo de asentamiento	5	Entre 650 mm y 800 mm	2/5 o un 40%	\bar{x} =704 mm y σ =109.22 mm
420 kg/cm ²	Asentamiento	2	Entre 115 mm y 165 mm	0%	Asentamientos de 215 mm y 220 mm \bar{x} =217.5 mm y σ =3.55 mm
450 kg/cm ²	Asentamiento	1	Entre 115 mm y 165 mm	100%	Se reporta asentamiento de 160 mm
600 kg/cm ²	Asentamiento	7	Entre 115 mm y 165 mm	0%	\bar{x} =228.57 mm y σ =9.00 mm

Se debe hacer notar que un resultado de un flujo asentamiento por encima del límite superior del concreto podría propiciar problemas de segregación del concreto en el elemento, mientras un flujo asentamiento por debajo del límite inferior podría dificultar el acomodo de partículas en el volumen por ocupar en el elemento. Por lo tanto, se recomendó brindar un monitoreo continuo al parámetro de asentamiento durante la ejecución del proyecto.

Los incumplimientos registrados por el LanammeUCR fueron comunicados a la Administración mediante los oficios EIC-Lanamme-1128-2023 del 21 de noviembre de 2023, EIC-Lanamme-51-2024 del 16 de enero de 2024, EIC-Lanamme-302-2024 del 01 de abril de 2024, EIC-Lanamme-408-2024 del 25 de abril de 2024, EIC-Lanamme-506-2024 del 17 de mayo de 2024, EIC-Lanamme-742-2024 del 09 de julio de 2024 y EIC-Lanamme-962-2027 del 17 de setiembre de 2024.

La Gerencia de Construcción de Vías y Puentes brindó respuesta mediante los oficios GCTR-28-2023-2002 (0936) del 20 de diciembre de 2023, GCTR-28-2024-0270 (0936) del 06 de febrero de 2024, GCTR-28-2024-1045 (0936) del 18 de abril de 2024, GCTR-28-2024-1325 (0936) del 17 de mayo de 2024, GCTR-28-2024-2116 (0936) del 30 de julio de 2024, GCTR-28-2024-2904 (0936) del 17 de octubre de 2024 y en los cuales se compartió el criterio del Contratista. En términos generales el Contratista señaló que se tomaría en cuenta las consideraciones del LanammeUCR pero que los incumplimientos del asentamiento no han incidido en la resistencia y acabado de los elementos según los hacen constar los siguientes párrafos:

“Se ha monitoreo del flujo de flujo de concreto para los elementos restantes y se toman las observaciones pertinentes para futuros proyectos.”



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 32 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

GCTR-28-2023-2002 (0936)

“Se ha tomado en consideración la recomendación indicada por la inspección y se ha realizado un monitoreo constante durante el proceso constructivo en los elementos de los que se sacaron estas muestras, así como en el resto de elementos de concreto.”

GCTR-28-2024-0270 (0936)

“Sobre el concreto estructural, se toman las notas correspondientes, sin embargo, se resalta que no se ha notado un desempeño adverso debido a aumento de 20% en el revenimiento. Estos elementos para colar son muy densamente armados, las coladas suelen ser muy extensas y complejas de colocar, por lo que la operación constructiva en sí debe considerarse como un factor adicional a la hora de la colocación de la mezcla.”

GCTR-28-2024-2116 (0936)

Es criterio del equipo auditor que si los valores de asentamiento están fuera de los límites especificados y el desempeño del concreto es adecuado se pueden ampliar los rangos de trabajo, pero esto debe quedar debidamente documentado.

HALLAZGO 3. SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ACERO MUESTREADO POR EL LANAMMEUCR.

En el caso de las barras de acero empleadas como refuerzo en el concreto estructural de diferentes elementos del proyecto, el informe de ensayo EIC-Lanamme-INF-0148-2024 determinó que para los diferentes números de varillas se cumple con los parámetros de calidad establecidos en las normas ASTM A370 (procedimiento para ensayar barras de acero de refuerzo para concreto a tensión), ASTM E2090,(procedimiento para ensayar barras de acero de refuerzo para concreto a tensión) y ASTM A615, ASTM A706, ASTM A1064 (procedimiento para la medición de corrugaciones en barras y alambres acero de refuerzo).

En el caso de las barras de acero empleadas como refuerzo en las vigas de concreto armado del proyecto, el informe de ensayo EIC-Lanamme-INF-0220-2024 determinó que para los diferentes números de varillas se cumple con los parámetros de calidad establecidos en las normas ASTM A370(procedimiento para ensayar barras de acero de refuerzo para concreto a tensión), ASTM E290 (procedimiento para ensayar barras de acero de refuerzo para concreto a doblez guiado), ASTM A615, ASTM A706, ASTM A1064 procedimiento para la medición de corrugaciones en barras y alambres acero de refuerzo)..

Los resultados fueron comunicados mediante el oficio EIC-Lanamme-148-2024 del 15 de febrero de 2024.

HALLAZGO 4. SE EVIDENCIÓ CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN LAS MUESTRAS ENSAYADOS POR EL LANAMMEUCR DE LOS TORONES EMPLEADOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS VIGAS POSTENSADAS.

En lo referente a los torones empleados como acero de preesfuerzo en la construcción de las vigas y que fueron muestreados por el LanammeUCR en el mes de febrero de 2024, se



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 33 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

determinó que el material empleado cumplió con los requerimientos de calidad establecidos en la norma ASTM A416 (Especificación estándar para torones de acero, de siete hilos de alambre sin recubrimiento para concreto presforzado). Los resultados fueron comunicados mediante el oficio EIC-Lanamme-148-2024 del 15 de febrero de 2024.

HALLAZGO 5. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS DEL PARÁMETRO DE CARGA AL 1% DEFORMACIÓN EN LOS ROLLOS 1 Y 2 DE LOS TORONES EMPLEADOS EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DE LAS VIGAS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR EL LANAMMEUCR.

Como parte de la solución implementada por el Contratista para la reparación de las vigas postensadas, el equipo auditor realizó muestreos de los torones empleados en el sistema de postensión implementado.

El LanammeUCR realizó tres muestreos en los meses de junio y julio de 2024, de los muestreos realizados se obtuvieron especímenes de tres de los cuatro rollos del acero empleado en el sistema de postensión de las vigas como solución al problema de deflexiones que fue abordado y analizado en el tomo II de la Auditoría Técnica realizada al proyecto. Los especímenes muestreados correspondieron a torones acero de 7 hilos de 0,6" de diámetro nominal y de grado 270 ksi.

En el primer muestreo realizado el 12 de junio de 2024 se obtuvieron 5 especímenes. Los primeros tres especímenes correspondieron al rollo 1 (M-0999-2024) y dos especímenes del rollo 2 (M-1000-2024).

El análisis de resultados determinó que el material empleado en las muestras M-0999-2024 y M-1000-2024 cumplió con los requerimientos de masa y diámetro establecidos en la norma ASTM A416, según se detalla en la *Tabla 7*.

Ahora bien, en relación con los parámetros de resistencia a la tensión de los torones, se evidenció cumplimiento de la carga máxima y elongación en los dos especímenes de la muestra M-1000-2024 según la norma ASTM A416. En el caso de la muestra M-0999-2024 se determinó cumplimiento de estos dos parámetros en un solo espécimen (ver *Tabla 8*), ya que uno de los especímenes falló en uno de sus hilos, por lo que no fue posible determinar el resultado de los parámetros evaluados, ver Figura 2



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 34 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Figura 2 Falla de uno de los hilos del Espécimen 2 de la muestra M-0999-2024



Por otra parte, se determinó en 3 de los 4 especímenes ensayados una carga al 1% de la deformación menor a la especificada para los diámetros y grado de los torones ensayados. Los resultados fueron comunicados a la Administración mediante el oficio EIC-Lanamme-650-2024 del 19 de junio de 2024.

Posteriormente, el LanammeUCR realizó el segundo muestreo el 24 de junio de 2024. Para este caso se tomaron 4 especímenes del rollo 2 (M-1130-2024). El análisis de los resultados permitió determinar que los especímenes cumplieron con los requerimientos de masa, diámetro, carga máxima y elongación establecidos en la norma ASTM A416.

Ahora bien, en relación con el parámetro de carga al 1% de deformación para los diámetros y grado de los torones ensayados, se determinó que tres de los cuatro especímenes presentaron valores por encima del límite mínimo establecido identificándose un incumplimiento en uno de los especímenes según la norma ASTM A416.

Los resultados fueron comunicados mediante el oficio EIC-Lanamme-742-2024 del 09 de julio de 2024.

Finalmente, el tercer muestreo se realizó el 22 de julio de 2024, en este caso se obtuvieron tres especímenes (M-1268-2024), las muestras fueron entregadas por el Contratista por lo que el equipo auditor no atestiguó la toma de muestras. El Contratista no especificó el rollo al que pertenecían las muestras, sin embargo, se deduce que las muestras correspondían al rollo 4 por la fecha de colocación.

El análisis de resultados de la muestra M-1268-2024 permitió determinar que los especímenes cumplieron con los requerimientos de masa, diámetros establecidos en la norma ASTM A416. Respecto a los parámetros de carga máxima, de carga al 1% de deformación y elongación, se logró determinar cumplimiento en 2 de 3 especímenes ya que en el ensayo de uno de los especímenes se produjo deslizamiento en uno de los extremos de agarre antes de desarrollar la máxima carga o la falla del espécimen.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 35 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

En la *Tabla 7* y *Tabla 8* se resumen los resultados de ensayo presentados por el LanammeUCR y que fueron enviados a la Administración.

Tabla 7. Resultados de masa y dimensiones de torones de acero promedio muestreados por LanammeUCR a los torones utilizados en el proceso reparación de las vigas del proyecto

Muestra	Fecha	N° de especímenes	Masa medida Torón (kg/1000m)	Cumple	Diámetro medido Torón (mm)	Cumple	Diámetro hilo central medido Torón (mm)	Área medida Torón (mm ²)
M-0999-2024	12 /06/24	2	1119.5	Sí	15.31	Sí	5.26	152.00
M-1000-2024	12 /06/24	2	1114.5	Sí	15.28	Sí	5.23	150.50
M-1130-2024	24 /06/24	4	1115.0	Sí	15.25	Sí	5.23	150.50
M-1268-2024	22/07/24	3	1116.7	Sí	15.34	Sí	5.17	147.33

Tabla 8 Resultados de resistencia a la tensión de torones de acero muestreados por LanammeUCR a los torones utilizados en el proceso reparación de las vigas del proyecto.

Muestra	Fecha	N° de especímenes	Carga al 1% de deformación (kN)	Cumplimiento	Carga máxima (kN)	Cumplimiento	Elongación	Cumplimiento
M-0999-2024	12 /06/24	2	193.50	Ninguno de los especímenes cumplió. Uno falló en uno de sus hilos y no se determinó la carga de fluencia	273.00	1/2 especímenes cumplió	8.5%	1/2 especímenes cumplió
M-1000-2024	12 /06/24	2	211.00	1/2 especímenes cumplió	271.50	Sí	10.4%	Sí
M-1130-2024	24 /06/24	4	242.28	3/4 especímenes cumplieron	273.25	Sí	7.2%	Sí
M-1268-2024	22/07/24	3	238.67	2/3 especímenes cumplieron, uno falló en uno de los extremos del agarre	273.00	2/3 especímenes cumplieron, uno falló en uno de los extremos del agarre	7.8%	2/3 especímenes cumplieron, uno falló en uno de los extremos del agarre

Por lo tanto, se logró evidenciar incumplimiento en algunos de los parámetros de calidad establecidos en la norma ASTM A416 a partir de los ensayos de los torones realizados por el LanammeUCR.

La condición evidenciada en las diferentes muestras ensayadas por el LanammeUCR es un indicativo de que el material no alcanza el esfuerzo de fluencia, lo que podría repercutir en que el material no soporte los esfuerzos considerados por el diseñador, especialmente en las pérdidas por relajación que se podrían dar en los torones que no cumplieron todos los requerimientos especificados.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 36 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Ante los incumplimientos identificados, se alertó a la Administración la necesidad de realizar un análisis más detallado de la calidad del material que estaba siendo proporcionado por el Contratista para la reparación de las vigas mediante el sistema de reforzamiento considerado. Se resaltó la importancia que la Administración tuviera en posesión muestras del material que se estaba empleando en sitio para verificar que las propiedades mecánicas se ajustaran a los lineamientos especificados cartelariamente y así valorar si el material debe ser aceptado o rechazado. De igual manera se debe indicar que la Supervisora en el oficio SUPERVH4-OF-2024-0085 del 04 de julio de 2024 recomendó al contratante tomar una muestra de los torones y ensayarla en un laboratorio que tenga el ensayo acreditado para así confirmar la calidad de estos. No obstante, no se tiene conocimiento de que la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes haya realizado algún muestreo por cuenta propia, sino que se limitó a los resultados de ensayo de muestras presentadas por el Contratista.

En alusión a la no realización de muestreos por parte de la Administración ante los incumplimientos de calidad identificados por el LanammeUCR se recuerda lo establecido en el Apartado 107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato del CR-2010

“El Contratante puede inspeccionar, muestrear o probar todo el trabajo en ejecución en cualquier momento antes de la aceptación final del proyecto. Cuando el Contratante haga ensayos en la obra, los resultados de las pruebas se entregarán al Contratista a su solicitud formal expresa. Únicamente los resultados de los ensayos obtenidos de un proceso de verificación establecido por el Contratante serán usados para pago y aceptación de las labores.”
(resaltado no es parte del original)

Además, el apartado A107.03 Certificación del CR-2010 indica que:

“El material aceptado mediante certificación puede ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encuentra que no está conforme con el Contrato, se rechazará en el lugar en que se encuentre.” (resaltado no es parte del original)

Por lo tanto, se considera que la Administración, ante los incumplimientos registrados por el LanammeUCR, debió realizar muestreos propios, tal cual lo sugirió el LanammeUCR y la Supervisora, para verificar las propiedades de los materiales que se estaban colocando en las actividades de reparación de las vigas.

Por su parte la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes brindó respuesta a los oficios emitidos por el LanammeUCR en los que se remitieron los resultados de ensayo de los torones. En el oficio GCTR-28-2024-1963 (0936) del 12 de julio de 2024 (en respuesta al oficio EIC-Lanamme-650-2024), el CONAVI refirió el criterio del Contratista en el cual señaló que:

“se comunica que se ha enviado a fallar a un laboratorio con la prueba certificada los mismos para contrarrestar los resultados aportados por este ente fiscalizador.”



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 37 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

05124-MCR-2023E-2024

Posteriormente, en el oficio GCTR-28-2024-2116 (0936) del 30 de julio de 2024, la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes se refirió nuevamente al criterio del Contratista para dar respuesta a las observaciones del oficio EIC-Lanamme-742-2024. El Contratista señaló que:

“Sobre el acero de refuerzo, se han dado más materiales a este ente fiscalizador para poder ampliar su estadística en cuanto a la falla de los torones. Adicionalmente se han enviado una muestra al laboratorio VIETO quien tiene la prueba certificada, pues se nos ha comunicado mediante nuestro verificador que algunas de las fallas de este ente fiscalizador han presentaron errores en la sujeción del cable y esto ha podido alterar resultados.

Sin embargo, se toman como validas estos resultados del ente fiscalizador, pero se ha decidido comparar los resultados obtenidos, para poder tener una mayor confiabilidad de las conclusiones derivadas.”

En relación con el criterio emitido por el Contratista sobre la no validez de los resultados presentados por el LanammeUCR, se considera sin sustento técnico al no presentar evidencia de las afirmaciones, elemento fundamental para poder refutar de manera correcta aquello que se pretende cuestionar.

Finalmente, mediante el oficio GCTR-28-2024-2525 (0936) del 12 de setiembre de 2024, la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes remitió los resultados de las pruebas realizadas por el Contratista en un laboratorio acreditado para realizar dichos ensayos. El gestor del proyecto concluye que:

“De los resultados obtenidos en dichos estudios se puede concluir que los torones utilizados para la reparación de las vigas cumplen con las especificaciones de la norma ASTM A416 necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de dicha reparación.”

Sobre el criterio emitido por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes llama la atención del equipo auditor que la generalidad de la conclusión se realice a partir de una única muestra (de seis torones) aportada por el Contratista en la cual no se especificó el lote o rollo a partir del cual se tomó la muestra, por lo cual se imposibilita inferir sobre el cumplimiento general de la totalidad del material empleado. Por otro lado, el informe de ensayo 24-STL-0150-7527 elaborado por Vieta & Asociados S.A y presentado por el Contratista determinó cumplimiento de todos los parámetros de calidad establecidos en la norma ASTM A416 ya que en dos especímenes se produjo falla en la mordaza a la hora de la ejecución del ensayo, por lo cual nuevamente no se considera razonable afirmar que todo los rollos de torones empleados en el proceso de postensión como parte de la actividad de la reparación de las vigas cumplieron las propiedades mecánicas solicitadas para el material.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 38 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

HALLAZGO 6. SE EVIDENCIÓ LA APROBACIÓN DE LA ORDEN DE MODIFICACIÓN 4 POSTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DE LA MAYORÍA DE PAÑOS DE BASE ESTABILIZADA DEL PASO SUPERIOR DEL PROYECTO, ADEMÁS NO SE CONSTATÓ SUSTENTO TÉCNICO QUE RESPALDARA EL CAMBIO A LAS ESPECIFICACIONES PLANTEADAS POR LA ADMINISTRACIÓN EN DICHA ORDEN.

El día 10 de julio de 2024 la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, aprobó la orden de modificación 4 denominada “Modificar la especificación 302 Base Granular estabilizada con cemento, en cuanto al contenido mínimo de cemento hidráulico, garantizando que se logren alcanzar los resultados de resistencia a la compresión inconfiada dentro de los parámetros establecidos.”

En la Orden de Modificación 4, la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, bajo el asesoramiento del CONSORCIO IIML HATILLO 4, acordó de modificar aspectos de la sección 302 Base Granular del CR-2010 (documento de orden cartelario) relacionados con:

1. Contenido de cemento
2. Límites de especificación de resistencia a la compresión
3. Pago en función de la calidad

La modificación de las especificaciones técnicas para este material fue aprobada por la Administración posterior a la finalización de la totalidad de los tramos de base estabilizada del tronco principal del proyecto, los cuales fueron construidos entre los meses de abril y junio de 2024. Por lo tanto, la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes no podía aplicar ninguna de las modificaciones planteadas en la OM4 en los meses previos a la aprobación ya que no existía ningún orden contractual que lo permitiera. No obstante, pese a lo anterior se evidenció que la gestión de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes y la Supervisora se rigió los meses anteriores a julio 2024 por los principios de variación contractual contemplados en la OM4.

El accionar de ambos entes corresponde a una clara omisión de la aplicación de la normativa vigente y de orden contractual, en este caso la sección 302 del CR-2010, durante los meses de abril, mayo y junio de 2024.

Por lo tanto, si la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes deseaba aplicar una especificación distinta debió gestionar la orden de modificación desde el inicio del proyecto o previo al inicio de las actividades de construcción de base estabilizada, aspecto que no fue evidenciado.

Ahora bien, respecto a los tres aspectos que fueron modificados por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes en la OM4, se considera que dos de los tres cambios carecen de un fundamento técnico para sustentar las variaciones aprobadas por dicho ente. Se detallan a continuación los criterios:



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 39 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

1. Sobre la modificación del contenido de cemento mínimo.

La modificación aprobada consideró la eliminación del contenido mínimo de cemento hidráulico del 3% contemplado en la tabla 302-1 de la sección 302 del CR-2010, bajo el corolario que el Contratista debía demostrar que el porcentaje de cemento asegurase la resistencia promedio a la compresión de 3 MPa (30.6 kg/cm²). Además de que el Contratista indicó que

“... se propone un diseño de base estabilizada con un contenido del 2.7% y aporta los resultados de ensayos mediante informe CD-ITP-185-2024-06-C03, de fecha 10 de abril de 2024, **con resultados de resistencia a la compresión mínima de 30 kg/cm² y máxima de 40 kg/cm²**, que resultan conformes de acuerdo con la especificación del CR-2010.”

Adicional a lo planteado por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, el documento argumentó la existencia de una circular previa: Circular GCTR-44-2023-0001-C (0256) emitida por este mismo ente y de fecha 13 de noviembre de 2023, en la cual se hace la salvedad que es responsabilidad del Contratista demostrar que con un porcentaje menor al 3% se logran resistencias mayores a los 3 MPa.

Las justificaciones técnicas bajo las cuales se tomó la decisión de modificar el contenido de cemento mínimo son consideradas razonables por el equipo auditor bajo la restricción de una adecuada homogenización del material en sitio y el cumplimiento de los límites de especificación establecidos en la Tabla 302-2 del CR-2010. Por lo tanto, se considera de recibo esta modificación planteada por la Administración.

2. Sobre la modificación de los límites de resistencia en especificación de resistencia a la compresión inconfiada para producción

La modificación aprobada consideró la eliminación del límite superior (40kg/cm²) establecido en la Tabla 302-3 de la sección 302 del CR-2010 para la aceptación y pago del material.

Para esta modificación la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes argumenta como criterio técnico lo señalado por la Supervisora en el oficio **SUPERVH4-OF-2024-0059** al señalar que:

“De acuerdo con la especificación vigente, el valor promedio de resistencia a la compresión puede variar en un rango de +/-0, 9 MPa.

Sin embargo, el porcentaje de cemento mínimo y la resistencia asociada van a estar fuertemente condicionados por el cumplimiento de la especificación establecida para la pérdida de masa según AASHTO T-135, lo anterior, evidentemente limita el rango de



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 40 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

aceptación de la resistencia de la base estabilizada con relación al propuesto en la Tabla 302-2 anterior. Esto puede inducir al error al Contratista, pues no es de esperar que la pérdida de masa se cumpla con 2.1 MPa de resistencia a la compresión.

La experiencia observada en otros proyectos ha demostrado que las especificaciones no resultan compatibles con los resultados de campo y por tanto, limita el rango de acción del Contratista, exponiéndolo a castigos por incumplimientos de estos requerimientos, producto del cumplimiento de otro. Así entonces, considerando que la tendencia para satisfacer ambos criterios de control de calidad será el de incrementar la dosificación de cemento, con el consecuente incremento de resistencia a la compresión inconfiada, que así permita el cumplimiento del ensayo de pérdida de masa por cepillado, lo correcto para no afectar al proyecto. (Lo resaltado en negrita no corresponde al texto original)

CONAVI, 2024.

Los criterios técnicos de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes denotados en negrita en los párrafos anteriores se basan explícitamente en la necesidad en incrementar el contenido de cemento para poder cumplir con el requisito de la pérdida de masa AASHTO T-135, no obstante, este criterio contraviene los criterios técnicos que justificaron la modificación y eliminación del contenido de cemento mínimo establecido en la sección la tabla 302-1 del CR-2010. Por lo tanto, la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes aprobó que el Contratista disminuyera el porcentaje de cemento colocado en el proyecto (hasta 2,5 %) y por otro lado justifica que debe eliminarse el límite superior por que debe aumentarse el contenido de cemento, aspecto que no fue evidenciado en el proyecto. Por lo tanto, no se evidencia sustento técnico para que la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes haya realizado la modificación planteada.

Ahora bien, la normativa nacional vigente Manual de "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2020", el cual no tiene orden contractual, establece en la Sección 302, la eliminación del ensayo pérdida de masa AASHTO T-135 dentro de los parámetros por cumplir en la actividad de construcción de base estabilizada con cemento. Por lo tanto, se considera que la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes pudo adoptar el criterio existente del CR-2020 y eliminar el requisito de ensayo pérdida de masa en aras de priorizar el control de resistencia en sitio, sin embargo, la decisión tomada fue la eliminación del límite superior aumentando la susceptibilidad a agrietamientos por contracción y la implementación de medidas mitigatorias por parte del Contratista.

Por lo tanto, la modificación planteada sobre los límites de resistencia a la compresión inconfiada para producción no es de recibo por parte del equipo auditor.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 41 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

3. Sobre la modificación al pago en función de la calidad

La OM4 aprobada consideró la eliminación del parámetro de resistencia a la compresión según lo establecido en la Tabla 302-3 de la sección 302 del CR-2010, y en su lugar, la base estabilizada con cemento se pagaría utilizando los conceptos de pago contemplados en la Figura 3.

Figura 3. Parámetros de calidad para aceptación y pago de la base estabilizada aprobada para el mes de julio 2024. Fuente Conavi, 2024

Material	Propiedades o características	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
Agregado	Graduación	II	AASHTO T-11 Y T-27	1 muestra por cada 800 m ³	Material acordonado o colocado y procesado.
Mezcla	Densidad-humedad (máxima densidad)	--	AASHTO T-180 (método C)	1 ensayo por día.	Material procesado antes de compactarlo.
	Porcentaje de compactación	107.04	AASHTO T310, T191	1 ensayo por día.	Capa de material colocado y compactado.
	Resistencia a la compresión a 7 días	Procedimiento de mitigación	ASTM D1633	1 ensayo por cada 400 m ³ o un ensayo diario.	Capa de material suelto.

La modificación aprobada además contempló un protocolo de mitigación para resistencias superiores a 40 kg/cm², por lo cual no aplica deducción de pago por concepto de variabilidad estadística, bajo el concepto de cumplimiento del 100% de los parámetros de calidad establecidos por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes.

La justificación técnica de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes sobre modificación propuesta del pago en función de la calidad se fundamenta en los criterios técnicos de las modificaciones contractuales 1 y 2 analizados anteriormente. Ahora bien, según se explicó en el apartado anterior, la razonabilidad técnica para la eliminación del límite superior de 40 kg/cm² no tiene sustento técnico en especial por que la misma entidad autorizó la disminución del contenido de cemento y porque el parámetro de resistencia tiene una incidencia directa en el desempeño y durabilidad de la capa construida.

Por otra parte, el equipo auditor, considera positivo que la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes establezca protocolos de mitigación en caso de que se presenten incumplimientos, sin embargo, la existencia de estos mecanismos no inhibe a la Administración a la aplicación del pago en función de la calidad establecida contractualmente.

De igual manera, se señala que dentro del protocolo aprobado en la OM4 se evidenciaron inconsistencias respecto a valores de resistencia superiores a los 55 kg/cm². En primera



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 42 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

instancia el documento señala que para valores mayores a 55 kg/cm^2 , los paños debían ser protegidos en su totalidad con malla biaxial tipo MACGRID o similar (tipo y marca deberá de someterse a aprobación de la Supervisión) y se debían de realizar los cortes en una separación de 2m o 3m máximo (idealmente 2m) en una profundidad del 1/3 del espesor de la base. Posteriormente, en el documento se indica que “tramos con muestras que presenten resistencias menores a 25 kg/cm^2 o mayores a 55 kg/cm^2 deben ser reconstruidos”.

Por lo tanto, se recomienda para futuros proyectos eliminar ambigüedades sobre los procedimientos de mitigación ante resistencias superiores a los 40 kg/cm^2 , reiterando que la aplicación de protocolos de mitigación no inhibe la aplicación del pago en función de la calidad.

HALLAZGO 7. SE EVIDENCIÓ TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DEL PARÁMETRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BASES ESTABILIZADA BE-25 A PARTIR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LANAMMEUCR

El LanammeUCR durante el proceso de auditoría realizaron 7 muestreos al material granular estabilizado que forma parte de la estructura de pavimento. El análisis de los resultados del parámetro de resistencia a la compresión evidencia una tendencia al cumplimiento, al identificarse que 6 de las 7 pruebas realizadas se ajustaron a los rangos establecidos en la sección 302 del CR-2010. En la *Tabla 9* y la Figura 4 se muestra el resumen de las pruebas a compresión obtenidas por el LanammeUCR para los diferentes contenidos de cemento que fueron considerados en el proceso constructivo.

Cabe resaltar que la obtención de valores de resistencia a la compresión de las bases estabilizadas entre los límites de especificación permite reducir la susceptibilidad del material a deterioros de agrietamientos por contracción, además permite que la capa de base estabilizada construida presente valores de módulo más cercanos a los considerados en el diseño de pavimentos

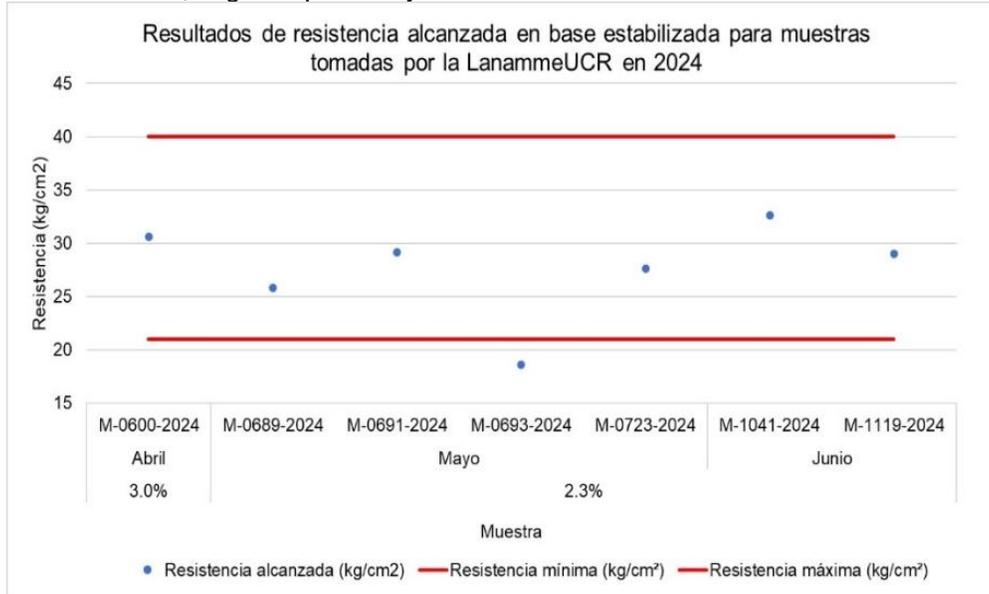
Tabla 9 Resumen de los resultados obtenidos a partir del ensayo de resistencia a la para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte de la LanammeUCR en 2024.

Porcentajes de cemento	Mes	N° de muestras	Especificación	Porcentaje de cumplimiento	Observación
3,0%	Abril	1	Entre 21 kg/cm^2 y 40 kg/cm^2	100%	Cumple: M-0600-2024 (12 abr 2024): $30,63 \text{ kg/cm}^2$
2,3%	Mayo	4		3/4 o un 75%	$\bar{x}=25,38 \text{ kg/cm}^2$ y $\sigma=4,66 \text{ kg/cm}^2$ Incumplimiento: M-0693-2024 (3 mayo 2024): $1,60 \text{ kg/cm}^2$
	Junio	2		100%	$\bar{x}=30,8 \text{ kg/cm}^2$ y $\sigma=2,55 \text{ kg/cm}^2$



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 43 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Figura 4 Resultados de resistencia alcanzada en base estabilizada para muestras tomadas por LanammeUCR en 2024, según el porcentaje de cemento utilizado.



Respecto al único incumplimiento registrado de resistencia a la compresión de la base estabilizada se presentó en la muestra tomada el día 3 de mayo de 2024, la cual incumplió con el valor promedio de resistencia al determinarse un valor de 18,6 kg/cm² es cual es inferior al límite de 21 kg/cm².

La obtención de una resistencia a la compresión de una base estabilizada menor a la especificada y considerada en el diseño de pavimentos, es un aspecto de alta criticidad que puede incidir en la durabilidad y desempeño de la estructura de pavimento construida.

El incumplimiento fue notificado a la Administración mediante el oficio EIC-Lanamme-506-2024 del 17 de mayo de 2024, y en el cual se recomendó a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes valorar la realización de un estudio más detallado del tramo comprendido entre los estacionamientos 5+811 al 5+861 en el sentido San Pedro - Escazú en el que presentó el incumplimiento.

La Gerencia de Construcción de Vías y Puentes brindó respuesta mediante el oficio GCTR-28-2024-1684 (0936) del 18 de junio de 2024, dentro de la respuesta se adjuntaron resultados del laboratorio de verificación de calidad de la Supervisora y Autocontrol del Contratista en los cuales se registraron valores de resistencia a la compresión entre los límites de especificación. No obstante, según los resultados de ensayo del LanammeUCR se recomienda brindar un monitoreo periódico de la zona comprendida entre los estacionamientos 5+811 al 5+861 en el sentido San Pedro - Escazú en la que presentó el incumplimiento.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 44 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

HALLAZGO 8. SE EVIDENCIARON MÚLTIPLES INCUMPLIMIENTOS DEL PARÁMETRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA BASE ESTABILIZADA BE-25 PARTIR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LA SUPERVISORA Y EL AUTOCONTROL SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE CR-2010

Durante el periodo de la auditoría, se realizaron 19 muestreos por parte de la Supervisión y 20 muestreos por parte del Autocontrol de la empresa Contratista al material granular estabilizado que forma parte de la estructura de pavimento. El análisis de los resultados del parámetro de resistencia a la compresión evidenció en ambos casos tendencia al incumplimiento respecto a los rangos establecidos en la sección 302 del CR-2010.

En la *Tabla 10* y la Figura 5 se muestran el resumen de las pruebas a compresión obtenidas por la Supervisora para los diferentes contenidos de cemento que fueron considerados en el proceso constructivo. De las 19 muestras ensayadas por la Supervisora 14 incumplieron con el límite superior de la especificación del proyecto, además destaca que 3 muestras tuvieron un valor de 55kg/cm² o superior.

En la *Tabla 11* y la Figura 6 se muestran el resumen de las pruebas a compresión obtenidas por el Autocontrol en el mes de mayo de 2024. De las 20 muestras ensayadas por el Autocontrol, 10 incumplieron con el límite superior de la especificación del proyecto, además destaca que 3 muestras tuvieron un valor de 55kg/cm² o superior

Tabla 10. Resumen de los resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte de la Supervisión en 2024.

Porcentaje de cemento	Mes	N° de muestras	Especificación	Porcentaje de incumplimiento	Observación
3.0%	Abril	2	Entre 21 kg/cm ² y 40 kg/cm ²	½ o 50%	$\bar{x}=36.75 \text{ kg/cm}^2$ y $\sigma=5.76 \text{ kg/cm}^2$
2.7%	Abril	1		100%	Incumplimiento: 21-176-24 (27 Abr 2024): 42.00 kg/cm ²
2.3%	Abril	1		100%	Incumplimiento: 21-176-24 (27 Abr 2024): 42.33 kg/cm ²
	Mayo	8		87.5%	$\bar{x}=47.49 \text{ kg/cm}^2$ y $\sigma=7.42 \text{ kg/cm}^2$
	Junio	7		57.14%	$\bar{x}=40.57 \text{ kg/cm}^2$ y $\sigma=9.88 \text{ kg/cm}^2$



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 45 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Figura 5. Resultados de resistencia alcanzada en base estabilizada para muestras tomadas por la Supervisión en 2024, según el porcentaje de cemento utilizado

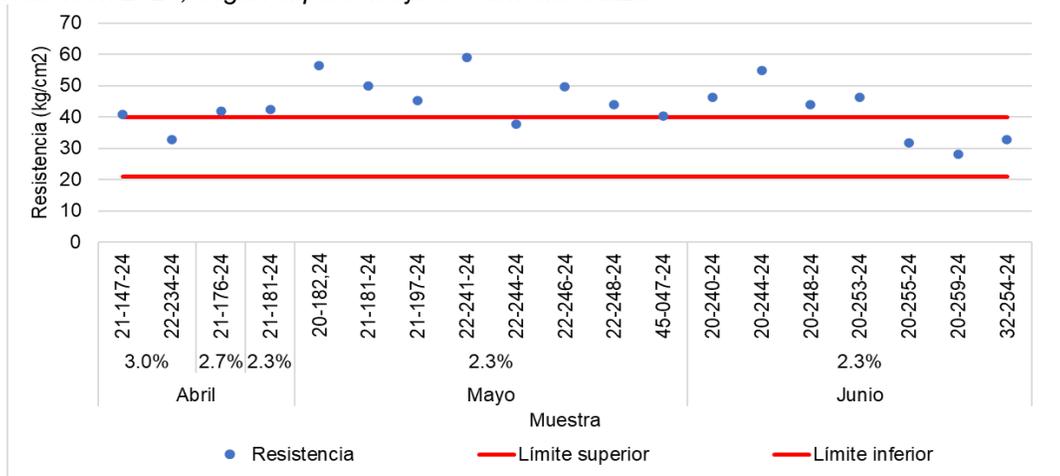
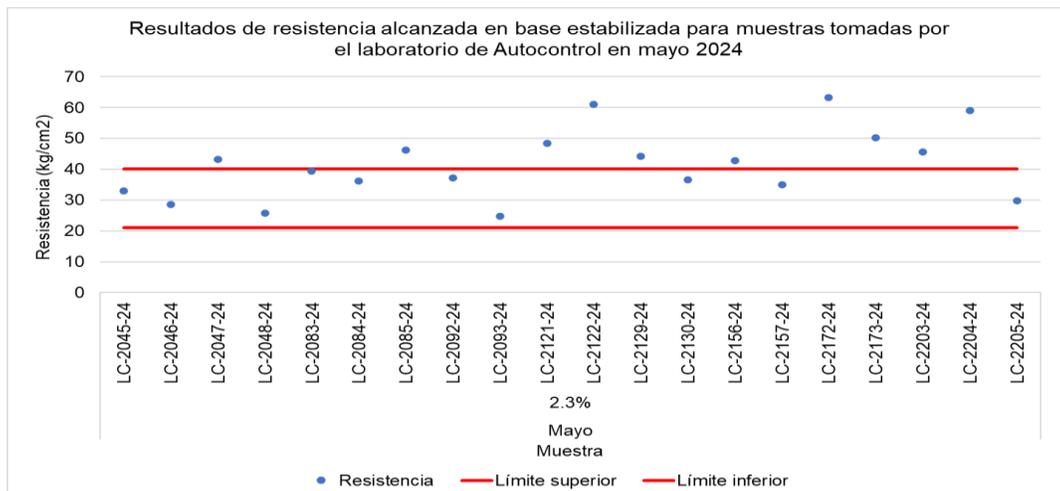


Tabla 11. Resumen de los resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte del Autocontrol en 2024.

Porcentaje de cemento	Mes	N° de muestras	Especificación	Porcentaje de incumplimiento	Observación
2.3%	Mayo	20	Entre 21 kg/cm ² y 40 kg/cm ²	50%	$\bar{x}=41,53 \text{ kg/cm}^2$ y $\sigma=11.41 \text{ kg/cm}^2$

Figura 6. Resultados de resistencia alcanzada en base estabilizada para muestras tomadas por el Autocontrol en 2024, según el porcentaje de cemento utilizado





EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 46 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Los resultados de resistencia a la compresión de base estabilizada obtenidos por la Supervisora y el Autocontrol difieren de los resultados obtenidos por el LanammeUCR en donde se determinó tendencia al cumplimiento.

Respecto al análisis de resultados entre el Autocontrol, la Supervisión y el LanammeUCR se debe destacar que la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes aprobó la disminución del contenido de cemento del valor óptimo del 3,0% según lo establecido en la sección 302 del CR-2010, lo anterior amparado en la circular GCTR-44-2023-0001-C (0256) del 13 de noviembre de 2023.

El Contratista inició el proceso constructivo de la base estabilizada el día 12 de abril de 2024 con un paño de prueba de dosificación de 3,0 % de cemento. Posteriormente, con los diseños de base estabilizada presentados por el contratista CD-ITP-185-2024-06-C03 (para un porcentaje de 2,7%) y a CD-ITP-449-2024-06-C03(para un porcentaje de 2,5%) y que fueron aprobados por la Administración se construyeron paños de base estabilizada con contenido de cemento 2,7% y 2,3% día 27 de abril de 2024. Cabe resaltar que el equipo auditor no identificó ningún diseño presentado por el Contratista y aprobado por la Administración con un contenido de cemento de 3,0%.

Ahora bien, se considera que con base en la disminución del contenido presentado y considerando que se mantuvo la misma fuente de material (según se evidenció en los diseños revisados) y que se llevó un proceso constructivo acorde a la normativa contractual, es de esperar que exista una tendencia a obtener resistencias menores al límite superior de la especificación de diseño. La tendencia anteriormente mencionada se aproximó en el caso de la evaluación de los resultados presentados por el LanammeUCR, no obstante, en los resultados de ensayo de la Supervisora y Autocontrol se obtuvo una tendencia más bien a la obtención de resistencias altas

Ante los incumplimientos de resistencias el Contratista propuso un protocolo de mitigación mediante las actividades de aserrado de juntas y colocación de geomalla según se evidenció en el oficio 4589- MCR-2023E-2024 del 24 de mayo de 2024. Cabe mencionar que el Contratista señaló “que el protocolo solo aplicaba para los casos donde la resistencia obtenida es mayor al rango establecido”. En el mismo oficio el contratista señaló que todos sus resultados “habían estado por encima de la resistencia solicitada por la normativa contractual CR-2010”.

En el documento 4589- MCR-2023E-2024 el Contratista adjuntó un croquis con los paños de base estabilizada contruidos con su respectiva resistencia al mes de mayo de 2024, sin definir las áreas de estabilización. El análisis de los datos de resistencia presentada en las dos láminas con fecha de mayo 2024 permitió identificar que la aseveración que realizó el Contratista en señalar que todos los paños presentaban valores por encima del límite superior fue imprecisa ya que 11 de 23 paños (el 47.82%) presentaban resistencia por debajo del límite superior de la especificación de la sección 302 del CR-2010. En la Figura 6 se muestra un



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 47 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

extracto de la lámina 1/2 versión Avance VL 2/H4 presentadas por el Contratista en el mes de mayo 2024, se pueden apreciar las resistencias a la compresión obtenidas por el Autocontrol del Contratista.

Cabe resaltar que el equipo auditor verificó los resultados presentados en la Figura 7 con los registros de los informes de ensayo de Autocontrol que fueron suministrados por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, por lo que se determinó congruencia con el registro presentado por MECO en el croquis.

Figura 7 Lámina 1/2 versión Avance VL 2/H4, resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada presentados por el Autocontrol. Fuente: MECO, mayo 2024.

Resultados de Ensayo		
Empresa: Constructora MECO S.A		
Proyecto: Paso de Desnivel Hatillo 4		
Material: Pastillas de base estabilizada.		
Fecha	Cuadrante	Resistencia (kg/cm ²)
4/26/2024	B	47,8
4/27/2024	C	50
4/27/2024	D	54,8
4/30/2024	E	28,7
4/30/2024	F	33,1
05/01/2024	G	43,3
05/01/2024	H	25,8
05/02/2024	I	39,3
05/02/2024	J	36,2
05/02/2024	K	46,2
05/03/2024	L	37,2
05/03/2024	M	24,8
05/07/2024	N	48,5
05/07/2024	O	61
05/08/2024	P	44,3
05/08/2024	Q	36,5
05/09/2024	R	42,9
05/09/2024	S	34,9
05/10/2024	T	63,3
05/10/2024	U	50,2
05/10/2024	V	38,6
05/11/2024	W	46,2
05/11/2024	X	31,6

Ahora bien, a partir de los registros suministrados por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes se identificó que el Contratista emitió en el mes de junio 2024 un nuevo croquis con las áreas hachuradas en las que se debía aplicar el protocolo de fisuración, en este caso el Contratista en las láminas la totalidad de los paños construidos de base estabilizada. La revisión del contenido de las láminas Avance VL 2/H4 presentada por MECO, permitió identificar serias inconsistencias en el registro de resultados presentado por MECO en el mes de mayo 2024 respecto al nuevo registro. En la Figura 8 se superponen los resultados de resistencia a la compresión entre el valor registrado presentado por el Contratista en el mes de mayo 2024 (izquierda de la figura) y los del mes de junio (2024).



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 48 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Figura 8 Lámina 1/2 versión Avance VL 2/H4, resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada presentados por el Autocontrol. Fuente: MECO, junio 2024.

Resultados de Ensayo			Resultados de Ensayo		
Empresa: Constructora MECO S.A Proyecto: Paso de Desnivel Hatillo 4 Material: Pastillas de base estabilizada.			Empresa: Constructora MECO S.A Proyecto: Paso de Desnivel Hatillo 4 Material: Pastillas de base estabilizada.		
Fecha	Cuadrante	Resistencia (kg/cm ²)	Fecha	Cuadrante	Resistencia (kg/cm ²)
4/26/2024	B	47,8	4/26/2024	B	47,8
4/27/2024	C	50	4/27/2024	C	50
4/27/2024	D	54,8	4/27/2024	D	54,8
4/30/2024	E	28,7	4/30/2024	E	28,7
4/30/2024	F	33,1	4/30/2024	F	33,1
05/01/2024	G	43,3	05/01/2024	G	57
05/01/2024	H	25,8	05/01/2024	H	58
05/02/2024	I	39,3	05/02/2024	I	40
05/02/2024	J	36,2	05/02/2024	J	35
05/02/2024	K	46,2	05/02/2024	K	46,2
05/03/2024	L	37,2	05/03/2024	L	39
05/03/2024	M	24,8	05/03/2024	M	36
05/07/2024	N	48,5	05/07/2024	N	53
05/07/2024	O	61	05/07/2024	O	51
05/08/2024	P	44,3	05/08/2024	P	44
05/08/2024	Q	36,5	05/08/2024	Q	41
05/09/2024	R	42,9	05/09/2024	R	43
05/09/2024	S	34,9	05/09/2024	S	50
05/10/2024	T	63,3	05/10/2024	T	53
05/10/2024	U	50,2	05/10/2024	U	51
05/10/2024	V	38,6	05/10/2024	V	46
05/11/2024	W	46,9	05/11/2024	W	54
05/11/2024	X	31,6	05/11/2024	X	56

Registro MECO mayo 2024

Registro MECO junio 2024

Llama la atención del equipo auditor que se identificó un total de 14 variaciones en los registros de los 23 datos de resistencia presentado por el Contratista en el mes de mayo 2024, es decir un 60% de los datos presentaron variaciones.

Cabe destacar que, a pesar de las variaciones registradas, de igual manera que en el mes de mayo de 2024, en el mes de junio de 2024 se presentaron 5 paños que presentaron valores promedio entre los límites de la especificación cartelaria, lo cual contradice el criterio señalado por el Contratista que todos los valores se encontraban en el rango de especificación.

Dentro de las variaciones identificadas se destaca que 6 de los resultados que presentaban cumplimiento en el parámetro de resistencia a la compresión según los límites establecidos en el mes de mayo de 2024, y pasaron a incumplir en mes de junio de 2024 (ver valores marcados en cuadro en la Figura 8). Por lo cual, dichas variaciones según el criterio expresado por el Contratista entrarían en el protocolo de mitigación por un incumplimiento de resistencia.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 49 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Por otro lado, los dos únicos valores del Autocontrol que superaron los 55 kg/cm² en el mes de mayo de 2024 fueron variados por el Contratista en el mes de junio, obteniendo valores por debajo de este límite. Es importante destacar que en el mes de julio de 2024 la Administración aprobó una orden de modificación a las especificaciones cartelarias de la base estabilizada, en la cual estableció el valor de 55kg/cm² como criterio para determinar el rechazo de un paño de base estabilizada. Si bien como se explicó en el hallazgo anterior la orden de modificación no puede ser aplicada a los paños de base estabilizada construidos previo a la aprobación, llama la atención del equipo auditor que el Contratista haya modificado dichos valores por encima de los 55 kg/cm².

Se resalta que las modificaciones realizadas por el Contratista no están amparadas en ningún registro o informe de ensayo del laboratorio de autocontrol según la documentación aportada por la Gerencia de Construcción, por lo tanto, se evidencia que existió una alteración de los datos de calidad del material de base estabilizada por parte del Contratista, al no existir evidencia que los cambios en los datos están sustentados técnicamente ante la ausencia de una debida trazabilidad.

Los resultados de calidad del autocontrol fueron considerados para la determinación de las zonas donde se aplicó el protocolo del fisurado y la colocación de la geomalla. Si bien la mayoría de resultados de resistencia a la compresión del LanammeUCR y algunos resultados de la Supervisora y del mismo Contratista mostraron tendencia al cumplimiento, el Contratista decidió aplicar la técnica del fisurado y la colocación de geomalla de forma generalizada sin discriminar si el paño cumplía o no con el parámetro. En la Figura 9 y Figura 10 se evidencia el corte y la colocación de geomalla generalizada que se realizó en los carriles en el sentido San Pedro-Pavas cercano al bastión 2.

Figura 9. Fisurado 3m x 3m aplicado por el Contratista de forma generalizada en el proyecto. Fecha: 27 de junio de 2024





EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 50 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Figura 10. Colocación de geomalla en juntas aserradas. Fecha: 03 de julio de 2024



Es criterio del equipo auditor que los paños de base estabilizada que presentaron cumplimiento del parámetro de resistencia a la compresión según los límites establecidos en la especificación no se les debió aplicar el protocolo de fisuración, ya que existe una baja probabilidad de que se representen agrietamientos por contracción. Además, al haberse aplicado prefisurado a una capa que presentaba las propiedades mecánicas adecuadas según el diseño del material y del pavimento se indujo a un daño en una capa íntegra del pavimento.

Por otro lado, según lo establecido en el apartado 302.14 Pago de la sección 302 del CR-2010, las cantidades aceptadas se deben pagar de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida, ajustado según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) para los ítems de pago. Así las cosas, el equipo auditor realizó el ejercicio de calcular el factor de pago con los datos de la Supervisora y del Autocontrol (según lo dispuesto en la cláusula 14,1 pago) para cada uno de los meses de construcción de la capa de base estabilizada aplicando lo establecido en la Subsección 107.05 para los casos en los que contaba con una muestra igual o mayor a cinco y el criterio aceptación rechazo en las muestras individuales menores a cinco.

En la Tabla 12 se muestran los resultados del factor de pago a partir de los datos de la Supervisora estimado por el equipo auditor para los diferentes contenidos de cemento registrados y para cada uno de los meses de colocación. Para el mes de abril se identificó rechazo en una de las dos muestras con contenido de cemento de 3,0%, en la misma línea se determinó rechazo para la única muestra ensayada con un contenido de cemento de 2,7% y 2,3%. Ahora bien, para los meses de mayo y junio se determinó el estado del rechazo del material a partir de altos niveles de incumplimiento estimado del análisis estadístico de la sección 107.05.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 51 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Tabla 12. Factores de pago para resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte de la Supervisión.

Mes	% de cemento	N° muestras	\bar{x} (kg/cm ²)	σ (kg/cm ²)	NI (%)	FP	Observación
Abril	3.0%	2	36.75	5.76	-	-	Únicamente una muestra cumplió con la especificación
Abril	2.7%	1	42.00	-	-	No cumple	Muestra no cumple especificación
Abril	2.3%	1	42.33	-	-	No cumple	Muestras no cumplen especificación
Mayo		8	47.49	7.42	83.567	Rechazado	87.5% de las muestras no cumplen especificación
Junio		7	40.57	9.88	56.962	Rechazado	57.14% de las muestras no cumplen especificación

En la *Tabla 13* se muestran los resultados del factor de pago estimado por el equipo auditor a partir de los datos del autocontrol mes de mayo de 2024 que fueron suministrados por la Administración Para el mes de mayo 2024 se determinó el estado del rechazo del material a partir de altos niveles de incumplimiento estimado del análisis estadístico de la sección 107.05.

Tabla 13. Factores de pago para resultados obtenidos a partir de los muestreos de resistencia para base estabilizada con diferentes porcentajes de cemento por parte del Autocontrol

Mes	% de cemento	N° muestras	\bar{x} (kg/cm ²)	σ (kg/cm ²)	NI (%)	FP	Observación
Mayo	2.3%	20	41.53	11.14	59.427%	Rechazado	50% de las muestras no cumplen con la especificación

Cabe resaltar que dentro de la información aportada por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes durante el proceso de auditoría no se detectó que se haya rechazado ningún paño de base estabilizada durante la gestión de pago de las estimaciones, esto debido a que se considera que la Administración asumió los criterios recomendados por la Supervisora en el oficio SUPERVH4-OF-2024-0059 del 30 de mayo de 2024. Sin embargo, se aclara nuevamente que los criterios propuestos no tuvieron ningún orden contractual ya que la orden de modificación 4 fue aprobada en el mes de julio 2024, ya cuando los paños de base estabilizada del paso superior habían sido construidos y debieron haber sido cancelados en las estimaciones de abril, mayo y junio de 2024.

Por lo tanto, se evidenció que los resultados de calidad de la base estabilizada de la Supervisora evidenciaron una tendencia al incumplimiento respecto a la normativa vigente el mes de junio 2024. Además, se identificó el estado de rechazo para los paños de base estabilizada colocados entre los meses de mayo y junio según lo establecido en la Subsección



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 52 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

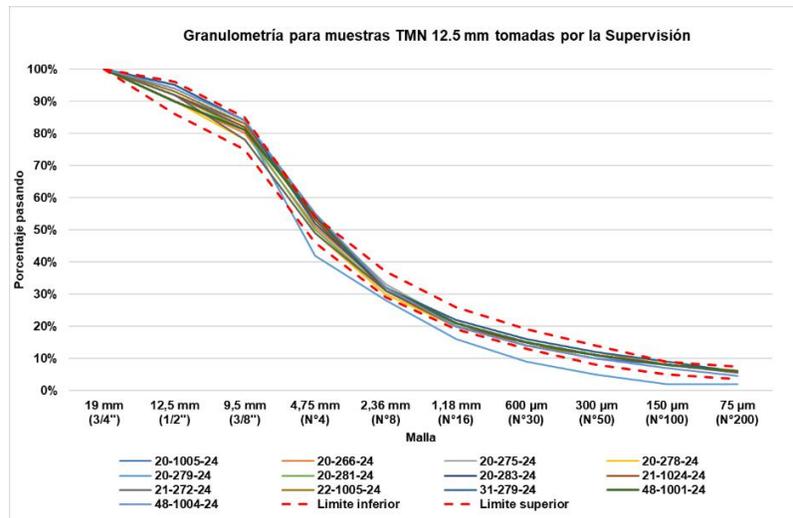
107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago. Se identificó, además, que no existió una tendencia lógica entre los resultados de resistencia de la base estabilizada por la Supervisora y Autocontrol con la disminución del contenido de cemento realizada por el Contratista en el proyecto. Finalmente, se evidenció que el Contratista presentó modificaciones sobre resultados de calidad de su laboratorio de Autocontrol sin una justificación técnica que respalde las variaciones. Además, el contratista aplicó el protocolo de prefisurado en los paños de base estabilizada construido hasta el mes de mayo de 2024 sin valorar si existió cumplimiento del parámetro de resistencia establecido contractualmente.

HALLAZGO 9. SE EVIDENCIÓ TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO A PARTIR DE LA EVALUACIÓN REALIZADA CON LOS RESULTADOS DE LA SUPERVISIÓN.

El equipo auditor con base en los insumos suministrados por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes revisó y analizó los resultados de los ensayos de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto que fueron ejecutados por la Supervisora en los meses de junio-julio-agosto del 2024. La revisión de los resultados de ensayo se realizó en función de lo establecido en los diseños CD-ITP-464-2024-03-C02 para la mezcla asfáltica de tamaño máximo nominal (TMN) de 12,5mm y CD-ITP-610-2024-05-C01 para la mezcla asfáltica Superpave TMN de 19 mm, además de lo establecido en las secciones 401 Diseño mezcla asfáltica Marshall y Sección 402 Diseño mezcla asfáltica Superpave.

En relación con la mezcla asfáltica de TMN de 12,5 mm diseñada mediante la metodología Marshall se evaluaron 13 muestras por parte de la Supervisora. El análisis de resultados concluye que se determinó conformidad de la graduación utilizada en el proceso de producción del material según se evidencia en la Figura 11.

Figura 11. Evaluación graduación de los resultados de mezcla asfáltica TMN 12,5mm emitidos por la Supervisora según lo indicado en informe de diseño CD-ITP-464-2024-03-C02





EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 53 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

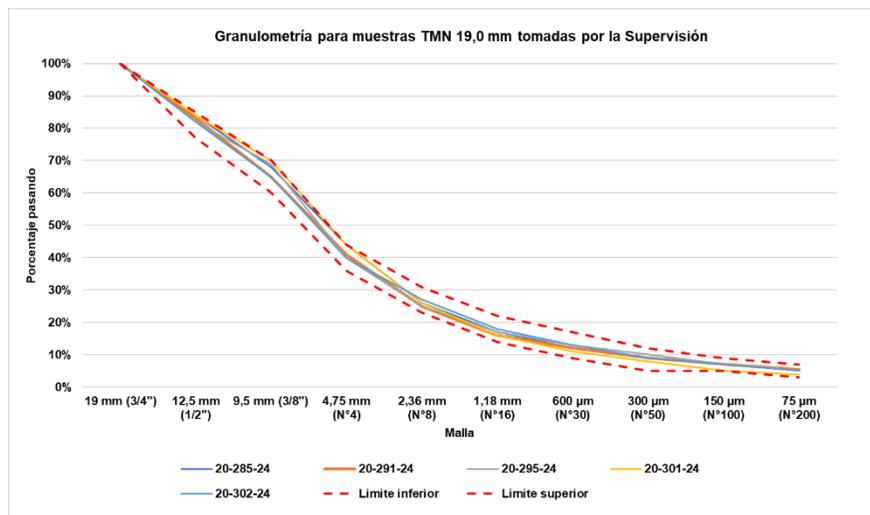
Además, se determinó conformidad de los parámetros de volumétricos: VMA, VFA, porcentaje de vacíos en sitio, relación polvo asfalto y los ensayos de flujo y estabilidad. No obstante, se menciona que se presentó un único incumplimiento en el parámetro polvo asfalto en la muestra 20-226-24 del informe IR 39-2446-2024 presentado por la Supervisora. En la *Tabla 14* se presentan el resumen del análisis realizado por el LanammeUCR.

Tabla 14. Resumen del análisis de los resultados de mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 401 del CR-2010 para mezcla asfáltica diseñada por metodología Marshall.

Parámetro	N° de muestras	TMN (mm)	Especificación	Cumplimiento	Observaciones
VMA (%)	13	12.5	14%	100%	$\bar{x}=15.07\%$ y $\sigma=0.49\%$
VFA (%)			Entre 65% y 75%	100%	$\bar{x}=71.07\%$ y $\sigma=2.42\%$
Contenido de asfalto (%)			Entre 5.20% y 6.20%	100%	$\bar{x}=6.05\%$ y $\sigma=0.09\%$
% de vacíos			Entre 3% y 5%	100%	$\bar{x}=4.35\%$ y $\sigma=0.41\%$
Polvo/asfalto			Entre 0.6 y 1.3	(12/13) 92,31%	$\bar{x}= 1.19\%$ y $\sigma=0.15\%$
Estabilidad (kN)			Límite inferior 8 kN	100%	$\bar{x}= 14.90$ kN y $\sigma=1.14$ kN
Flujo (mm)			Entre 1.5 mm y 3.5 mm	100%	$\bar{x}= 3.06$ mm y $\sigma=0.25$ mm

Ahora bien, en relación con la mezcla asfáltica Superpave de 19 mm, la Supervisora realizó un total de 5 ensayos. De las muestras ensayadas se determinó conformidad en relación con la graduación empleada en el proceso de producción ver Figura 12, así como, los parámetros volumétricos del material que se resumen en la *Tabla 15*.

Figura 12. Evaluación graduación de los resultados de mezcla asfáltica TMN 19 mm emitidos por la Supervisora según lo indicado en informe de diseño CD-ITP-610-2024-05-C01





EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 54 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Tabla 15. Resumen del análisis de los resultados de mezcla asfáltica TMN 19 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 402 del CR-2010 para mezclas asfáltica diseñada por metodología Superpave.

Parámetro	N° de muestras	TMN (mm)	Especificación	Cumplimiento	Observaciones
VMA (%)	5	19	13%	100%	$\bar{x}=14.4\%$ y $\sigma=0.55\%$
VFA (%)			Entre 65% y 75%	100%	$\bar{x}=73.46\%$ y $\sigma=2.09\%$
Contenido de asfalto (%)			Entre 5.00% y 6.00%	100%	$\bar{x}=5.82\%$ y $\sigma=0.17\%$
% de vacíos			Entre 3% y 5%	100%	$\bar{x}=3.82\%$ y $\sigma=0.33\%$
Polvo/asfalto			Entre 0.6 y 1.3	100%	$\bar{x}= 1.05$ y $\sigma=0.15$

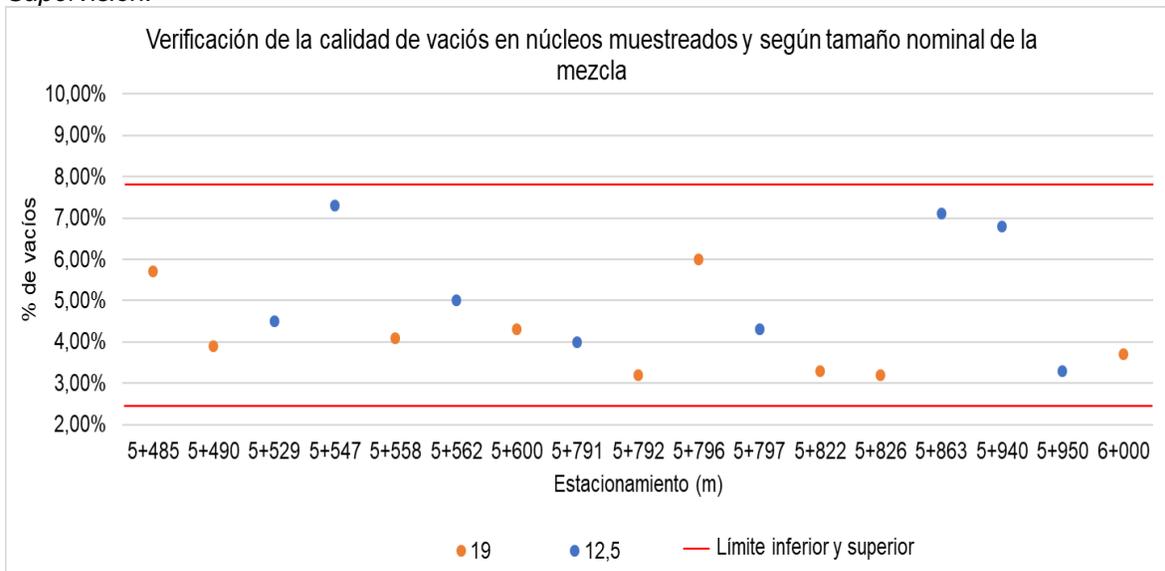
Por lo tanto, a manera general se puede concluir que la mezcla asfáltica colocada en el proyecto muestra conformidad con la volumetría y graduación especificada contractualmente.

Ahora en relación con el parámetro de vacíos en sitio la Supervisora realizó la extracción de alrededor de 17 núcleos en la capa de ruedo del paso superior del proyecto al mes de agosto 2024.

Se extrajeron 8 núcleos en la capa intermedia de 12,5 mm y 9 núcleos en la capa de ruedo de 19mm. El análisis de resultados determinó conformidad en cada una de las muestras ensayadas al encontrarse el porcentaje de vacío en sitio entre los límites 3% y 8% establecido contractualmente.

En la Figura 13 se muestran los resultados de los núcleos de 12,5 mm y 19 mm tomados a lo largo de los estacionamientos sin especificar el carril en dónde fueron tomadas dichas muestras

Figura 13. Resultados de verificación de la calidad de vacíos en núcleos muestreados por la Supervisión.





EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 55 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Por lo tanto, según los datos de la Supervisora se cumplió con el parámetro de densificación de las capas asfálticas colocadas en el proyecto.

Finalmente, el equipo auditor verificó los cálculos de factor de pago estimados por la Supervisora en el informe IR 35-053-2024 respecto a la mezcla colocada en el proyecto para el mes de julio 2024 según lo establecido en la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). En el caso de la mezcla asfáltica TMN 12,5mm se realizó el cálculo con los datos al mes de julio de 2024 y se determinó concordancia con los valores obtenidos por la Supervisora. No obstante, al existir muestras adicionales en el mes de agosto se estimó un factor de pago global con las 13 muestras ensayadas a la fecha. La evaluación estadística determinó un factor de pago de 1 para los parámetros de cada una de las mallas evaluadas, contenido de asfalto, vacíos en laboratorio y en sitio según se evidencia en la *Tabla 16* y *Tabla 17*, respecto al parámetro de relación polvo asfalto se determinó un valor individual de 0,8639 al ser evaluado como categoría 2 según el informe IR 35-053-2024. Por lo cual, se considera que se debió aplicar un pago reducido en función de la calidad.

Tabla 16. Análisis de factor de pago para volumetría y graduación de la mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010

Límite Superior (LSPE)		90,0%	55,0%	19,0%	8,0%	1,30%	6,20%	5%
Límite Inferior (LIPE)		70,0%	42,0%	9,0%	2,0%	0,60%	5,20%	3%
Informe	Muestra	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	600 µm (N°30)	75 µm (N°200)	Polvo / Asfalto (%)	Contenido de asfalto	Vacíos (%)
IR 39-2446-2024	20-266-24	80,00%	51,00%	16,00%	6,30%	1,44%	5,89%	3,70%
IR 39-2541-2024	20-275-24	81,00%	54,00%	15,00%	5,80%	1,30%	5,97%	5%
IR 39-2547-2024	20-278-24	78,00%	49,00%	14,00%	5,70%	1,23%	6,05%	4,10%
IR 39-2560-2024	21-272-24	78,00%	49,00%	15,00%	5,80%	1,27%	6,06%	4,80%
IR 39-2574-2024	31-279-24	84,00%	52,00%	16,00%	5,80%	1,27%	5,96%	4,20%
IR 39-2575-2024	20-279-24	82,00%	42,00%	9,00%	2,00%	1,28%	6,06%	4,30%
IR 39-2606-2024	20-281-24	81,00%	50,00%	15,00%	5,90%	1,30%	5,94%	4,10%
E01 IR 39-2613-2024	20-283-24	84,00%	55,00%	15,00%	6,10%	1,29%	6,15%	4,80%
IR-01-0032-2024	22-1005-24	83,00%	54,00%	14,00%	5,60%	1,21%	6,12%	4,90%
IR-01-0053-2024	20-1005-24	83,00%	54,00%	14,00%	5,50%	1,16%	6,03%	4,40%
IR-01-0065-2024	48-1001-24	81,00%	54,00%	15,00%	5,90%	1,24%	6,08%	4,10%
IR-01-0316-2024	21-1024-24	82,00%	53,00%	15,00%	5,90%	1,23%	6,15%	4,30%
IR-01-0355-2024	48-1004-24	84,00%	55,00%	14,00%	4,50%	0,91%	6,18%	3,90%
Promedio (\bar{X})		81,62%	51,69%	14,38%	5,45%	1,24%	6,05%	4,35%
Desviación estándar (S)		2,06%	3,61%	1,76%	1,12%	0,12%	0,09%	0,41%
Número total de valores (n)		13	13	13	13	13	13	13
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)		90,00%	55,00%	19,00%	8,00%	1,30%	6,20%	5,00%
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)		70,00%	42,00%	9,00%	2,00%	0,60%	5,20%	3,00%
Índice de calidad superior (ICS)		4,0641	0,9151	2,6257	2,2833	0,4984	1,6901	1,5938
Índice de calidad inferior (ICI)		5,6300	2,6816	3,0633	3,0811	5,3916	9,5199	3,3394
% incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)		0,08%	18,91%	1,11%	2,07%	31,36%	5,84%	6,85%
% incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)		0,01%	1,00%	0,49%	0,48%	0,01%	0,00%	0,29%
Nivel de incumplimiento (NI)		0,08%	19,91%	1,60%	2,55%	31,369%	5,84%	7,14%
Factor de pago		1	1	1	1	0,8639	1	1



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 56 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Tabla 17. Análisis de factor de vacíos en sitio de la mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010

Límite Superior (LSPE)			8%
Límite inferior (LIPE)			3%
Informe	Muestra	Fecha de muestreo	Vacíos núcleos
IR 39-2576-2024	20-280,02-24	08/07/2024	4,5%
IR 39-2662-2024	20-288,01-24	12/07/2024	7,3%
IR 39-2576-2024	20-280,01-24	08/07/2024	5,0%
IR 39-2561-2024	21-274-24	05/07/2024	4,0%
IR 39-2571-2024	21-277,01-24	06/07/2024	4,3%
IR 39-2571-2024	21-277,02-24	06/07/2024	7,1%
IR 39-2570-2024	20-284,01-24	10/07/2024	6,8%
IR 39-2570-2024	20-284,02-24	10/07/2024	3,3%
Promedio (\bar{x})			5,29%
Desviación estándar (S)			1,55%
Número total de valores (n)			8
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			3,00%
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			8,00%
Índice de calidad superior (ICS)			1,4718
Índice de calidad inferior (ICI)			1,7453
% incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			9,23%
% incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,06222424
Nivel de incumplimiento (NI)			15,45%
Factor de pago			1

En la misma línea la evaluación estadística de la mezcla asfáltica Superpave determinó concordancia con los factores de pago estimados por la por la Supervisora. En la *Tabla 18* y *Tabla 19* se muestran los factores de pago determinados por el equipo auditor obteniéndose valores de 1 para los parámetros de calidad evaluados.

Tabla 18. Análisis de factor de pago para volumetría y graduación de la mezcla asfáltica TMN 19 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010

Límite Superior (LSPE)		70,0%	44,0%	17,0%	7,0%	1,30%	6,00%	5%
Límite inferior (LIPE)		60,0%	36,0%	9,0%	3,0%	0,60%	5,00%	3%
Informe	Muestra	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	600 μ m (N°30)	75 μ m (N°200)	Polvo / Asfalto (%)	Contenido de asfalto	Vacíos (%)
IR 39-2633-2024	20-285-24	68,00%	44,00%	12,00%	5,00%	1,04%	5,96%	3,7%
IR 39-2766-2024	20-291-24	65,00%	41,00%	12,00%	5,50%	1,23%	5,73%	3,8%
IR 39-2773-2024	20-295-24	69,00%	40,00%	13,00%	5,10%	1,12%	5,57%	3,6%
IR 39-2801-2024	20-301-24	70,00%	44,00%	11,00%	3,80%	0,81%	5,96%	3,6%
IR 01-0002-2024	20-302-24	64,00%	41,00%	11,00%	4,80%	1,06%	5,86%	4,4%
Promedio (\bar{x})		67,20%	42,00%	11,80%	4,84%	1,05%	5,82%	3,82%
Desviación estándar (S)		2,59%	1,87%	0,84%	0,63%	0,15%	0,17%	0,33%
Número total de valores (n)		5	5	5	5	5	5	5
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)		70%	44%	17%	7%	1%	6%	5%
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)		60%	36%	9%	3%	1%	5%	3%
Índice de calidad superior (ICS)		1,0817	1,0690	6,2152	3,4025	1,6086	1,1030	3,5259
Índice de calidad inferior (ICI)		2,7816	3,2071	3,3466	2,8984	2,9317	4,8914	2,4502
% incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)		17,01%	17,26%	0,17%	1,36%	9,15%	16,5969%	1,22%
% incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)		2,49%	1,63%	1,43%	2,21%	2,14%	0,4047%	3,52%
Nivel de incumplimiento (NI)		19,50%	18,90%	1,60%	3,57%	11,29%	17,0016%	4,74%
Factor de pago		1	1	1	1	1	1	1



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 57 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Tabla 19. Análisis de factor de vacíos en sitio de la mezcla asfáltica TMN 12,5 mm emitidos por la Supervisora respecto a lo establecido en la sección 107.05 del CR-2010

Límite Superior (LSPE)			8%
Límite Inferior (LIPE)			3%
Informe	Muestra	Fecha de muestreo	Vacíos núcleos
IR-01-0109-2024	20-1014,03-24	24/07/2024	5,7%
IR-01-0109-2024	20-1014,02-24	24/07/2024	3,9%
IR-01-0016-2024	22-1001,03-24	19/07/2024	4,1%
IR-01-0109-2024	20-1014,01-24	24/07/2024	4,3%
IR-01-0016-2024	22-1001,01-24	19/07/2024	3,2%
IR 39-2662-2024	20-288,02-24	12/07/2024	6,0%
IR-01-0016-2024	22-1001,02-24	19/07/2024	3,3%
IR 39-2662-2024	20-288,03-24	12/07/2024	3,2%
IR-01-0109-2024	20-1014,04-24	24/07/2024	3,7%
Promedio (\bar{X})			4,16%
Desviación estándar (S)			1,04%
Número total de valores (n)			9
Límite superior del parámetro de especificación (LSPE)			3,00%
Límite inferior del parámetro de especificación (LIPE)			8,00%
Índice de calidad superior (ICS)			1,1118
Índice de calidad inferior (ICI)			3,6988
% incumplimiento fuera (superior) del límite (PIS)			14,93%
% incumplimiento fuera (inferior) del límite (PII)			0,30%
Nivel de incumplimiento (NI)			15,23%
Factor de pago			1

HALLAZGO 10. SE EVIDENCIÓ TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO A PARTIR DE LOS LOTES EVALUADOS POR EL LANAMMEUCR CON ALGUNOS INCUMPLIMIENTOS DE LOS PARÁMETROS DE VMA, POLVO ASFALTO Y VACÍOS EN SITIO.

La evaluación aleatoria de la mezcla asfáltica del proyecto realizada por el LanammeUCR determinó una tendencia al cumplimiento de la mayoría de los parámetros volumétricos, densidad en sitio y desempeño, a excepción de algunos incumplimientos en los parámetros de VMA, relación polvo asfalto y vacíos en sitio.

El LanammeUCR realizó 4 muestreos de la mezcla asfáltica colocada en el tronco principal del proyecto, los muestreos se realizaron en los lotes de producción de la mezcla asfáltica con tamaño máximo nominal (TMN) de 12,5mm los días 28 de junio, 03 y 08 de julio del 2024 y de TMN del día 17 de julio de 2024.

En relación con los resultados de la mezcla asfáltica de 12,5 mm analizada por el LanammeUCR se determinó conformidad respecto con los límites de especificación establecidos para los parámetros de graduación, ensayo de flujo y estabilidad. Respecto a la volumetría se determinó conformidad a excepción de algunos incumplimientos relacionados con parámetro de relación polvo asfalto y VMA los días 28 de junio y 03 de julio de 2024 en los cuales se registraron valores por encima del límite superior de 1,3 establecido según el tránsito de diseño para el proyecto y 14% según el TMN de la mezcla asfáltica.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 58 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Tabla 20. Resumen de resultados obtenidos de las muestras de mezcla asfáltica de 12,5mm, según sección 401 del CR-2010 para mezclas asfáltica diseñada por metodología Marshall.

Parámetro	N° de muestras	TMN (mm)	Especificación	Cumplimiento	Observaciones
VMA (%)	3	12.5	14%	33.33%	$\bar{x}=13.8\%$ y $\sigma=0.48\%$
VFA (%)			Entre 65% y 75%	100%	$\bar{x}=74.17\%$ y $\sigma=1.44\%$
Contenido de asfalto (%)			Entre 5.20% y 6.20%	100%	$\bar{x}=5.93\%$ y $\sigma=0.17\%$
% de vacíos			Entre 3% y 5%	100%	$\bar{x}=3.53\%$ y $\sigma=0.20\%$
Polvo/asfalto			Entre 0.6 y 1.3	66.6%	$\bar{x}= 1.45$ y $\sigma=0.158$
Estabilidad (kN)			Límite inferior 8 kN	100%	$\bar{x}= 21.55$ kN y $\sigma=2.67$ kN
Flujo (mm)			Entre 1.5 mm y 3.5 mm	10%	$\bar{x}= 2.31$ mm y $\sigma=0.67$ mm

En lo correspondiente a la mezcla asfáltica Superpave de TMN de 19 mm colocada el día 17 de julio de 2024 se determinó conformidad en relación con límites de especificación respecto a parámetros volumétricos y Superpave demandados en el diseño y la especificación del proyecto. En la *Tabla 21*, se muestra el resumen de los resultados obtenidos por el LanammeUCR para la mezcla TMN de 19mm.

Tabla 21. Resumen de resultados obtenidos de las muestras de mezcla asfáltica de 19 mm según sección 402 del CR2010 para mezclas asfáltica diseñada por metodología Superpave.

Parámetro	N° de muestras	TMN (mm)	Especificación	Resultado	Cumplimiento
VMA (%)	1	19.0	14%	14.10	Cumple
VFA (%)			Entre 65% y 75%	72.80	Cumple
Contenido de asfalto (%)			Entre 5.00% y 6.00%	6.0	Cumple
% de vacíos			Entre 3% y 5%	3.80	Cumple
Polvo/asfalto			Entre 0.6 y 1.3	1.3	Cumple

Ahora en relación con el parámetro de vacíos en sitio el LanammeUCR realizó la extracción de alrededor de 24 núcleos en la capa asfáltica del paso superior del proyecto.

Los primeros 12 núcleos fueron extraídos en la capa asfáltica intermedia de 12,5mm del proyecto el 09 de julio de 2024. Mediante el informe el informe EIC-Lanamme-INF-1385-2024 se determinó conformidad en 10 de 12 núcleos. Los dos especímenes que presentaron incumplimientos se encuentran por el límite superior a 8%, es decir, no se alcanzó la densificación mínima del material especificada, lo cual hace que los paños de mezcla asfáltica donde se ubicaron los especímenes presenten mayor susceptibilidad a oxidación además de que debe verificarse si existe o no problemas de segregación en dichas zonas.

Los 12 núcleos restantes se extrajeron en la capa de ruedo de 19 mm el día 24 de julio de 2024. En la misma línea en el informe EIC-Lanamme-INF-1390-2024 se determinó conformidad de 10 de 12 núcleos de la capa del ruedo con respecto al porcentaje de vacíos establecido en la especificación del proyecto. Para este último caso, los dos incumplimientos se registraron por debajo del 3% máximo permitido, lo cual hace que los paños de mezcla



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 59 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

asfáltica donde se registraron estos incumplimientos sean susceptibles a deterioros como exudación.

En la Figura 14 se muestran los resultados de los núcleos de 12,5 mm y 19 mm en el sentido Hatillo-San Pedro y en la Figura 15 en el sentido San Pedro-Hatillo. Según la distribución de los datos, 3 de los 4 incumplimientos se presentaron en los carriles en el sentido Hatillo-San Pedro.

Figura 14. Resultados de vacíos en núcleos muestreados por LanammeUCR en el sentido Hatillo-San Pedro.

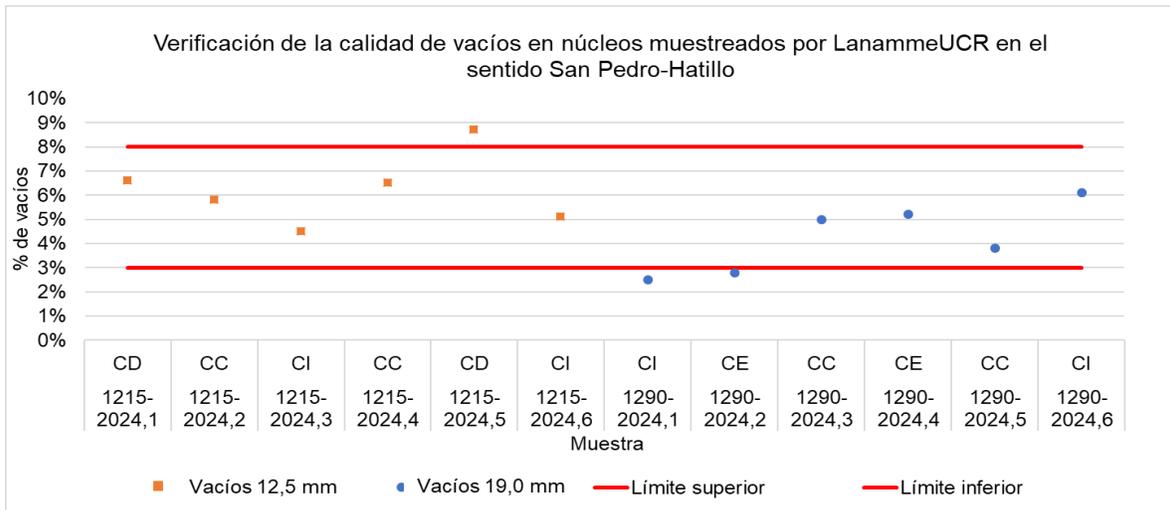
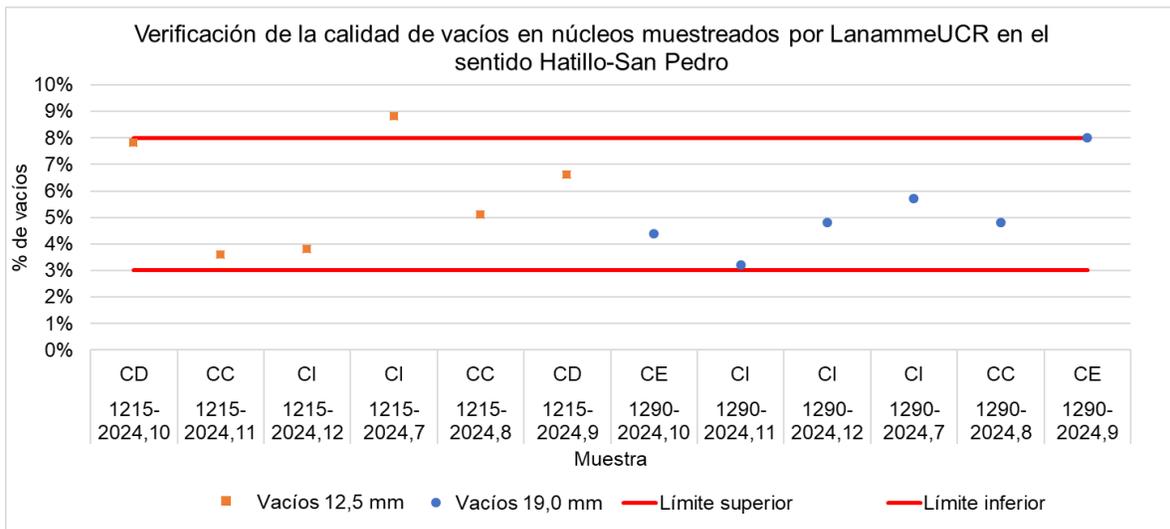


Figura 15. Resultados de vacíos en núcleos muestreados por LanammeUCR en el sentido San Pedro-Hatillo.





EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 60 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

En términos generales se determinó cumplimiento del requisito de densificación con algunos leves incumplimientos. Sobre este parámetro la Supervisora determinó conformidad según se evidenció en el hallazgo anterior.

Por otra parte, el LanammeUCR realizó ensayos de desempeño a la muestra de 12,5mm tomada el 03 de julio de 2024 y la de 19 mm del 17 de julio de 2024 determinaron conformidad en relación con los resultados de tensión diametral, fatiga y deformación permanente (APA). En la *Tabla 22* y *Tabla 23* se muestran los resultados obtenidos y su criterio de conformidad.

Tabla 22. Resultados de ensayos realizados por LanammeUCR de fatiga de mezclas asfálticas mediante carga a flexotracción para el ensayo a deformación controlada a 400 y 600 microstrain (criterio de máxima rigidez normalizada)

Informe	Muestra	TMN	400 microstrain			600 microstrain		
			NF	Criterio	Cumple	NF	Criterio	Cumple
EIC-Lanamme-INF-1348-2024	1175-2024	12,5 mm	1735254	≥ 450000	Sí	101304	≥ 50000	Sí
EIC-Lanamme-INF-1447-2024	1243-2024	19mm	2256162	≥ 300000	Sí	156101	≥ 25000	Sí

Tabla 23. Resultados de ensayos realizados por LanammeUCR de deformación permanente APA y resistencia retenida a la tensión diametral

Informe	Muestra	TMN	Resistencia retenida a la tensión diametral			Deformación permanente APA		
			Resultado	Criterio	Cumple	Deformación (mm)	Criterio	Cumple
EIC-Lanamme-INF-1447-2024	1175-2024	12,5 mm	93.4%	$\geq 85\%$	Sí	0.915	≤ 3.5	Sí
EIC-Lanamme-INF-1348-2024	1243-2024	19mm	90.3%	$\geq 85\%$	Sí	1.732	≤ 2.5	Sí

Por lo tanto, según los resultados obtenidos esperaríamos un adecuado desempeño del material ante mecanismos de falla de fatiga deformación permanente y daño por humedad. Se destaca que no se evidenciaron resultados de desempeño de la mezcla asfáltica por parte de la Supervisora. Los resultados de los ensayos de la mezcla asfáltica del LanammeUCR fueron comunicados a la Administración mediante el oficio EIC-Lanamme-962-2024 del 17 de setiembre de 2024.

La Gerencia de Construcción de Vías y Puentes emitió respuesta al oficio del LanammeUCR mediante los documentos GCTR-28-2024-2843 (0936) y GCTR-28-2024-2904 (0936) del 11 y 17 de octubre de 2024. En los cuales de manera general se señala que los resultados obtenidos por el laboratorio de Autocontrol y Verificación de Calidad de la Supervisora mostraban conformidad con los valores especificados para la mezcla asfáltica del proyecto.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 61 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

HALLAZGO 11. SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE RETRORREFLECTIVIDAD DE LÍNEA, LETREROS Y FLECHAS BLANCAS Y EL INCUMPLIMIENTO DE LÍNEA AMARILLA LA SEÑALIZACIÓN COLOCADA EN EL PROYECTO A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO REALIZADOS POR EL LANAMMEUCR

Entre el 21 de agosto del 2024 y el 22 de agosto de 2024 se llevó a cabo por parte del LanammeUCR la prueba en campo para medir la retrorreflectividad de las líneas demarcadas en el paso superior recientemente inaugurado. Específicamente, se evaluó un tramo del paso superior de la Ruta Nacional N.º 39 para cada sentido de circulación, los tipos de demarcación medidos fueron: línea blanca discontinua, línea blanca continua, línea amarilla continua, letrero de velocidad máxima y flechas direccionales.

Los resultados de las pruebas de retrorreflectividad se encuentran detallados y resumidos en la Tabla 24 y en la Tabla 25.

Tabla 24. Resumen de resultados de retrorreflectividad para los tramos evaluados

Sentido	Hatillo 4 - Uruca			
Ubicación del tramo	Ruta Nacional N.º 39 – Sector Hatillo 4			
Equipo:	Retrorreflectómetro horizontal portátil, marca Delta, modelo LTL-XL			
Tipo material:	Termoplástica			
Tipo línea	Línea de carril externo blanca discontinua	Línea divisoria amarilla continua	Flecha direccional carril central	Flecha direccional carril interno
Color:	Blanco	Amarillo	Blanco	Blanco
Promedio por equipo:	517	190	414	389
Valor inicial (INTE Q46):	300	250	300	300
¿Cumplimiento por equipo?	Sí	No	Sí	Sí

Nota. Tomado del informe EIC-Lanamme-INF-1375-2024_LEP

Tabla 25. Resumen de resultados de retrorreflectividad para los tramos evaluados

Sentido	Hatillo 4 - Uruca		
Ubicación del tramo	Ruta Nacional N.º 39 – Sector Hatillo 4		
Equipo:	Retrorreflectómetro horizontal portátil, marca Delta, modelo LTL-XL		
Tipo material:	Termoplástica		
Tipo línea	Línea de carril externo blanca continua	Línea divisoria amarilla continua	Letrero velocidad máxima
Color:	Blanco	Amarillo	Blanco
Promedio por equipo:	379	189	433
Valor inicial (INTE Q46):	300	250	300
¿Cumplimiento por equipo?	Sí	No	Sí



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 62 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Nota. Tomado del informe EIC-Lanamme-INF-1375-2024_LEP

A partir de los datos mostrados en la Tabla 24 y en la Tabla 25., se observa que el promedio por equipo de retrorreflectividad medida para la línea divisoria amarilla continua se encuentra por debajo del valor inicial según la Tabla 2 de la norma INTE Q46 (INTECO, 2024, pág. 17). En este sentido, el promedio de retrorreflectividad inicial para el material termoplástico amarillo no cumple con el valor inicial mínimo según las buenas prácticas de demarcación vial. También cabe destacar, de la Tabla 24 y de la Tabla 25., que el material termoplástico blanco sí cumple con los valores de retrorreflectividad inicial según la norma INTE Q46, a pesar de la suciedad presente al momento de las mediciones.

Se destaca que incumplimientos en el parámetro de retrorreflectividad en la demarcación vial de las carreteras puede comprometer la seguridad vial al reducir la visibilidad de las marcas y señales, aumentando así el riesgo de accidentes.

Los resultados de retrorreflexión fueron comunicados a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes mediante el oficio EIC-Lanamme-1026-2024 del 20 de setiembre de 2024, en dicho documento se solicitó a la Administración que se indicasen las medidas por implementar en cuanto al desempeño de la señalización vial colocada, de manera tal que se mantenga en óptimas condiciones para la recepción final de las obras.

La Gerencia de Construcción de Vías y Puentes brindó respuesta mediante el oficio GCTR-28-2024-2839 (0936) del 10 de octubre en el cual sin emitir criterio propio se adjuntaron las respuestas del Contratista y la Supervisora en relación con los señalamientos realizados:

Respecto a los resultados de retrorreflexión del LanammeUCR, el Contratista señaló que:

En los informes entregados a la supervisión la retrorreflectividad ha cumplido los parámetros dictaminados por nuestro autocontrol, por lo que se espera indicación de la supervisión para contrarrestar con los ensayos de ellos. (Línea amarilla continua).

Por otro lado, la Supervisora indicó que los ensayos de retrorreflectividad no forman parte del alcance de su contratación y que se revisaron los resultados presentados por el autocontrol del contratista y no existían incumplimientos. Cabe mencionar que la información no fue aportada por la Gerencia de Construcción a esta auditoría para su análisis.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 63 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

7. Conclusiones

Sobre el concreto

- Se evidenció una tendencia al cumplimiento de los parámetros de resistencia a la compresión y temperatura de los diferentes concretos empleados en el proyecto a partir de resultados de ensayo de la Supervisora y el LanammeUCR.
- Se determinaron altos niveles de incumplimiento en pruebas de asentamiento de Supervisora para el concreto colocado en el proyecto según los límites establecidos en los diferentes diseños de mezclas de concreto presentados por el contratista.
- Se determinaron altos niveles de incumplimiento en pruebas de asentamiento y de flujo de asentamiento ejecutadas por el LanammeUCR para el concreto colocado en el proyecto según los límites establecidos en los diferentes diseños de mezclas de concreto presentados por el contratista.
- A pesar de los incumplimientos de asentamiento y flujo de asentamiento, no se identificaron problemas de acabado, resistencia e integridad de los elementos colados.

Sobre el acero

- Se evidenció el cumplimiento de los parámetros de calidad del lote de acero muestreado por el LanammeUCR en el proyecto
- Se evidenció cumplimiento de los parámetros de calidad en las muestras ensayados por el LanammeUCR de los torones empleados en el proceso constructivo de las vigas postensadas.
- Se evidenciaron incumplimientos de parámetro de calidad en los rollos 1 y 2 de los torones empleados en el proceso de reparación de las vigas de las muestras ensayadas por el LanammeUCR.
- Se evidenció cumplimiento de las muestras de torones que fueron aportadas por el Contratista, sin embargo, no se logró determinar la procedencia del lote de donde se obtuvo la muestra.
- Se evidenció que el Administración no realizó muestreos y fallas propias de los materiales que presentaron incumplimientos de calidad a partir de los resultados del LanammeUCR.

Sobre la base estabilizada

- La Gerencia de Construcción de Vías y Puentes gestionó, aprobó y pagó paños de base estabilizada construida en los meses de abril, mayo y junio con especificaciones que fueron modificadas mediante la orden de modificación 4 en el mes de julio de 2024, por lo tanto, la Administración no aplicó la normativa contractual establecida a la fecha de junio 2024.
- Se identificó que 2 de las 3 modificaciones a las especificaciones de la sección 302 del CR-2010 planteadas por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes en la orden de modificación 4 carecieron de sustento técnico.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 64 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

- La modificación del contenido de cemento mínimo es considerado razonablemente técnico para este proyecto específico desde el punto de vista de que las propiedades mecánicas del material propuesto demandan un menor contenido de cemento para garantizar la resistencia de 30 kg/cm² solicitada en el diseño y la especificación.
- El análisis de los resultados del parámetro de resistencia a la compresión obtenidos por el LanammeUCR evidenció una tendencia al cumplimiento, al identificarse que 6 de las 7 pruebas realizadas se ajustaron a los rangos establecidos en la sección 302 del CR-2010.
- Se evidenció que los resultados de calidad de la base estabilizada de la Supervisora y el Autocontrol evidenciaron una tendencia al incumplimiento respecto a la normativa vigente el mes de junio 2024.
- Se identificó el estado de rechazo para los paños de base estabilizada colocados entre los meses de mayo y junio según lo establecido en la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago a partir de los resultados de la Supervisora y el Autocontrol.
- Se identificó que no existió una tendencia lógica entre los resultados de resistencia de la base estabilizada por la Supervisora y el Autocontrol y la disminución del contenido de cemento realizada por el Contratista en el proyecto.
- Se evidenció que el Contratista presentó modificaciones sobre resultados de calidad de su laboratorio de Autocontrol sin una justificación técnica que respalde las variaciones.
- El contratista aplicó el protocolo de prefisurado en los paños de base estabilizada construido hasta el mes de mayo de 2024 sin valorar si existió cumplimiento del parámetro de resistencia establecido contractualmente.

Sobre la mezcla asfáltica

- Se evidenció tendencia al cumplimiento de los parámetros de calidad de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto a partir de la evaluación realizada con los resultados de la Supervisión.
- La evaluación de la mezcla asfáltica del proyecto realizada por el LanammeUCR determinó una tendencia al cumplimiento de la mayoría de los parámetros volumétricos, densidad en sitio y desempeño, a excepción de algunos incumplimientos en los parámetros de VMA, relación polvo asfalto y vacíos en sitio.

Sobre la pintura para demarcación horizontal

- Se evidenció el cumplimiento de retroreflectividad de línea, letreros y flechas blancas y el incumplimiento de línea amarilla la señalización colocada en el tronco principal del proyecto a partir de los resultados de ensayo realizados por el LanammeUCR.
- La Supervisora no realizó la prueba de retroreflexión ya que no se encontraba dentro del alcance de su contratación.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 65 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

8. Recomendaciones

Sobre la calidad de materiales

- Se recomienda fortalecer los procesos de supervisión en planta para la fabricación de elementos prefabricados como vigas en el caso del proyecto Hatillo 4 en aras de mejorar los controles de calidad y asegurar el cumplimiento de las especificaciones establecidas contractualmente.
- Se recomienda para este proyecto y futuras obras brindar un monitoreo continuo al parámetro de asentamiento y flujo de asentamiento durante la ejecución del proyecto que permita realizar los ajustes necesarios para que los valores se ajusten a los establecidos contractualmente o, en caso de obtener un desempeño adecuado con valores fuera del rango especificado en el diseño de mezcla, dejar documentada esta situación.
- Se incentiva a continuar promoviendo el uso de materiales de calidad en proyectos de infraestructura pública.
- Se recomienda a la Administración realizar muestreos propios de materiales que sean considerados en procesos de mitigación de actividades defectuosas de manera que se tenga un control y criterio técnico para la toma de decisiones de aceptar o no un material.
- Se recomienda a la Administración la aplicación de la normativa establecida contractualmente Sección 302 del CR-2010 Manual de "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010 al material construido previo al mes de julio 2024.
- Se sugiere para futuros proyectos que, en caso que se deseen realizar modificaciones técnicas en materiales estas sean ajustadas previo al inicio del proceso constructivo de materiales.
- Se recomienda para futuros proyectos eliminar ambigüedades sobre los procedimientos de mitigación ante resistencias superiores a los 40kg/cm^2 , reiterando que la aplicación de protocolos de mitigación no inhibe la aplicación del pago en función de la calidad.
- Se recomienda a la Administración ajustar el valor del contenido de cemento a las propiedades mecánicas del material granular con el fin de ajustarse a los límites establecidos contractualmente para el material de base estabilizada garantizando la adecuada homogenización del material.
- Se recomienda que el protocolo de mitigación ante resistencias a la compresión por encima de límite superior sea aplicado únicamente en los paños de base estabilizada que presente dicha condición.
- Se sugiere la aplicación de los criterios contractuales para la base estabilizada construida en el tronco superior del proyecto para los meses de abril, mayo y junio de 2024.
- Se recomienda monitorear el desempeño de la demarcación amarilla colocada en el proyecto y realizar pruebas de retroreflexión a la demarcación pendiente. Además, incorporar para futuros contratos de la Supervisora ensayos de retroreflexión.



9. Referencias

American Concrete Institute American Concrete Institute. (2014). ACI 305.1-14 Specification for Hot Weather Concreting. Farmington Hills, MI 48331, Estados Unidos: American Concrete Institute.

Arce, M. (2011). Bases estabilizadas con cemento Algunos comentarios sobre sus ventajas e inconvenientes. San José: LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad. (2019). Licitación Publica "Diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección Calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. San Jose: Gobierno de Costa Rica.

Consejo Nacional de Vialidad. (2020). 20201201691-00 Contratación de servicios de supervisión, inspección y verificación de calidad para el proyecto "Diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior. San José: Gobierno de Costa Rica.

Consejo Nacional de Vialidad. (2024). Orden de Modificación 4 "Modificar la especificación 302 Base Granular estabilizada con cemento, en cuanto al contenido mínimo de cemento hidráulico, garantizando que se logren alcanzar los resultados de resistencia a la compresión inconfiada dentro de. San Jose: Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Costa Rica.

INTECO. (2024). INTE Q46:2024 Pinturas y Barnices. Requisitos para la demarcación vial horizontal y guía de buenas prácticas. San Jose: INTECO.

LanammeUCR. (2020). Calibración de especificaciones para bases estabilizadas con cemento en Costa Rica, Segundo informe de avance. Costa Rica.

LanammeUCR. (2024). EIC-Lanamme-INF-0830-2024 Auditoría de los estudios preliminares del proyecto de diseño y construcción de las estructuras para el paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, San Jose: LanammeUCR.

LanammeUCR. (2025). EIC-Lanamme-INF-1887-2024 "Auditoría al proceso constructivo del proyecto paso elevado vehicular tipo viaducto, calles marginales, paso inferior y rampas de aceleración y desaceleración en Hatillo 4, intersección calle Costa Rica y Ruta Nacional No. 39. L. San José: LanammeUCR.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 67 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Ministerio de Obras Públicas Y Transportes. (2010). Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010). San José: MOPT.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2022). Manual de "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2020. San Jose : MOPT, Gobierno de Costa Rica.

10. Anexos

10.1. Análisis del descargo

En el siguiente enlace se adjuntan los documentos

- **CARTA-CONAVI- GCTR-28-2025-0299 (1164) del 11 de febrero de 2025 descargo al Informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0830-2024.**
-
- **Análisis del descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-1883-2024, elaborado por la Unidad de Auditoría Técnica.**

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/PDtMuVRmuU3M0Lf>

10.2. 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 B.1 para cada resultado de la auditoría de forma independiente.

El impacto corresponde a la afectación, según el criterio del Equipo Auditor, que el resultado de la auditoría encontrado generó en la calidad de la obra. La urgencia corresponde al tiempo de atención sugerido de 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.



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 68 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Tabla B.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 B.2.

Tabla B.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 B.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 B.2.

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

Hallazgo/observación	Detalle	Cumplimiento Contractual	Impacto	Urgencia	Valoración
Hallazgo 1	Se evidenció una tendencia al cumplimiento de los diferentes concretos empleados en el proyecto en relación con los parámetros de resistencia y temperatura de la Supervisora y el LanammeUCR	1,0	1,0	1,0	1,00



EIC-Lanamme-INF-1883-2024	Código: RC-576-v01	Válido desde: 03/02/2025	Página 69 de 69
---------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Hallazgo 2	Se identificaron múltiples incumplimientos con relación al parámetro de asentamiento de los diferentes concretos empleados en el proyecto tanto para resultados de ensayo presentados por la Supervisora y el LanammeUCR	1,7	1,0	1,0	1,22
Hallazgo 3	Se evidenció el cumplimiento de los parámetros de calidad del acero muestreado por el LanammeUCR.	1,0	1,0	1,0	1,00
Hallazgo 4	Se evidenció cumplimiento de los parámetros de calidad en las muestras ensayadas por el LanammeUCR de los torones empleados en el proceso constructivo de las vigas postensadas.	1,0	1,0	1,0	1,00
Hallazgo 5	Se evidenciaron incumplimientos del parámetro de carga al 1% deformación en los rollos 1 y 2 de los torones empleados en el proceso de reparación de las vigas de las muestras ensayadas por el LanammeUCR.	4,7	4,0	2,7	3,78
Hallazgo 6	Se evidenció la aprobación de la Orden de modificación 4 posterior a la construcción de la mayoría de paños de base estabilizada del paso superior del proyecto, además no se constató sustento técnico que respaldara el cambio a las especificaciones planteadas por la administración en dicha orden	5,0	4,0	4,7	4,56
Hallazgo 7	Se evidenció tendencia al cumplimiento del parámetro de resistencia a la compresión en bases estabilizada BE-25 a partir de los resultados obtenidos por el LanammeUCR	1,0	1,0	1,0	1,00
Hallazgo 8	Se evidenciaron múltiples incumplimientos del parámetro de resistencia a la compresión de la base estabilizada BE-25 a partir de los resultados obtenidos por la Supervisora y el Autocontrol según la normativa vigente CR-2010.	5,0	4,7	4,0	4,56
Hallazgo 9	Se evidenció tendencia al cumplimiento de los parámetros de calidad de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto a partir de la evaluación realizada con los resultados de la Supervisión.	1,0	1,0	1,0	1,00
Hallazgo 10	Se evidenció tendencia al cumplimiento de los parámetros de calidad de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto a partir de los lotes evaluados por el LanammeUCR con algunos incumplimientos de los parámetros de VMA, polvo asfalto y vacíos en sitio	2,0	1,7	1,0	1,56
Hallazgo 11	Se evidenció el cumplimiento de retrorreflectividad de línea, letreros y flechas blancas y el incumplimiento de línea amarilla la señalización colocada en el proyecto a partir de los resultados de ensayo realizados por el LanammeUCR.	3,0	2,7	3,0	2,89