



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

Informe Final EIC-Lanamme-INF-1581-2022

Informe de Auditoría Técnica

Evaluación de la gestión de calidad de los materiales colocados en el proyecto Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales. Materiales: Base estabilizada, concreto y emulsión asfáltica.



Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR

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

San José, Costa Rica

Mayo, 2023





<p>1. Informe Final EIC-Lanamme-INF-1581-2022</p>	<p>2. Copia No. 1</p>
<p>3. Título y subtítulo: Evaluación de la gestión de calidad de los materiales colocados en el proyecto Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales. Materiales: Base estabilizada, concreto y emulsión asfáltica.</p>	<p>4. Fecha del Informe Mayo 2023</p>
<p>5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440</p>	
<p>6. Notas complementarias N/A</p>	
<p>7. Resumen</p> <p>El Informe de Auditoría Técnica EIC-Lanamme-INF-1581-2022 recopila hallazgos y observaciones sobre la auditoría externa ejecutada en el proyecto Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, enfocándose en los temas relacionados con la evaluación de la gestión de la calidad de los materiales: base estabilizada, concreto y emulsión asfáltica.</p> <p>En lo referente a la base estabilizada se evidenciaron debilidades y omisiones de la empresa IDOM-DEHC en la elaboración de la especificación del proyecto, a partir de las cuales la Supervisora IDOM y la UAP eludieron la aplicación de la metodología de la subsección 107.05 evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago a pesar de la evidencia de múltiples incumplimientos del parámetro de resistencia a la compresión del material. En otro de los hallazgos se presenta la evidencia de los múltiples incumplimientos de los lotes del material colocado en el proyecto según la evaluación establecida en la sección 107.05 de las normas y especificaciones técnicas del proyecto.</p> <p>Respecto a la emulsión asfáltica se evidenciaron incumplimientos relacionados con los parámetros de estabilidad al almacenamiento, viscosidad, tamaño de partícula malla 20 y asfalto residual de la emulsión asfáltica empleada en el proyecto que fue muestreada por el LanammeUCR. Además, se constató que la Supervisora no verificó el tiempo transcurrido entre la fecha de producción de la emulsión asfáltica indicada en el certificado de RECOPE y la fecha de colocación del material en el proceso constructivo de la estructura de pavimento, lo cual incidió en la colocación de un material con incumplimientos de los parámetros de calidad.</p> <p>Por último, en relación con el concreto colocado en el proyecto, se identificó el cumplimiento de la resistencia mínima especificada en los planos y especificaciones para los concretos estructurales de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 450 kg/cm². No obstante, se identificaron algunos incumplimientos relacionados con el parámetro de asentamiento del concreto fresco para los diferentes tipos de concreto colocados en el proyecto.</p>	





8. Valoración de los resultados

Detalle	Prioridad de atención
<p>Hallazgo 1. Se evidenció que la empresa IDOM-DEHC encargada de formular las especificaciones del proyecto, omitió la tabla 302-3 requisitos mínimos de muestreo y ensayos del CR2010 para la evaluación de la calidad de la base estabilizada.</p>	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja
<p>Hallazgo 2. Se evidenciaron múltiples incumplimientos relacionados con el parámetro de resistencia de la base estabilizada con cemento tipo BE-35 durante los diferentes meses de construcción de dicha capa.</p>	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja
<p>Hallazgo 3. Se evidenciaron incumplimientos relacionados con los parámetros de estabilidad al almacenamiento, viscosidad, tamaño de partícula malla 20 y asfalto residual de la emulsión asfáltica empleada en el proyecto que fue muestreada por el LanammeUCR.</p>	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja
<p>Observación 1. Se evidenció que la Supervisión no verificó el tiempo transcurrido entre la fecha de producción de la emulsión asfáltica indicada en el certificado de RECOPE y la fecha de colocación del material en el proceso constructivo de la estructura de pavimento, lo cual incidió en la colocación de un material con incumplimientos de los parámetros de calidad.</p>	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja
<p>Hallazgo 4. Las muestras de concreto tomadas por el LanammeUCR y la supervisión tienen una resistencia superior a la resistencia mínima establecida en los documentos contractuales para los concretos estructurales de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 450 kg/cm². El parámetro de temperatura se mantiene dentro de los límites establecidos.</p>	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja





<p>Hallazgo 5. Se identificaron algunos incumplimientos relacionados con el parámetro de asentamiento del concreto fresco para los diferentes tipos de concreto colocados en el proyecto.</p>	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none">Muy altaAltaMediaBaja	
<p>(En el Anexo A1. se describe el proceso realizado por el Equipo Auditor para desarrollar esta valoración)</p>		
<p>9. Palabras clave Auditoría Técnica, OBIS, base estabilizada, concreto, emulsión asfáltica, control de calidad; incumplimientos, factor de pago.</p>	<p>10. Nivel de seguridad: Ninguno</p>	<p>11. Núm. de páginas 63</p>



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Evaluación de la gestión de calidad de los materiales colocados en el proyecto Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales. Materiales: base estabilizada, concreto y emulsión asfáltica.

Encargado del proyecto:

Fideicomiso Ruta 1 – Unidad Administradora del Proyecto (UAP)

Fiduciario: Banco de Costa Rica

Representante del fiduciario: Unidad Administradora del Proyecto (UAP)

Fideicomitente: MOPT - CONAVI

Representante del fideicomitente: Unidad Ejecutora Corredor San José – San Ramón

Supervisora del proyecto: IDOM CONSULTING ENGINEERING ARCHITECTURE S. A.

Laboratorio de verificación de calidad: Castro & de La Torre S. A.

Empresa contratista (fase construcción): Consorcio OBIS Ruta 1 CPC
CODOCSA S. A.
Quebradores Pedregal S. A.
Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería S. A.

Laboratorio de control de calidad: Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería S. A. (CACISA)

Monto original del contrato:

- Diseño y Construcción de las Obras Ampliación Río Alajuela: USD 5 010 000,00
- Diseño y Construcción de las Obras Ampliación Río Ciruelas: USD 4 300 000,00
- Diseño y Construcción de las Obras Ampliación Río Segundo: USD 7 250 000,00
- Diseño y Construcción de las Obras Ampliación PD Firestone: USD 4 350 000,00
- Diseño y Construcción de las Obras Conector Barreal-Castella: USD 2 950 000,00

Plazo original de ejecución: 12 meses (abril 2020-marzo 2021)

Plazo actual de ejecución: 29 meses (abril 2020-agosto 2022 aún sin finalizar)

Proyecto: Diseño y construcción del Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales

Director General LanammeUCR:

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.

Asesoría Legal LanammeUCR:

Lic. Nidia Segura Jiménez.
Lic. Giovanni Sancho Sanz.

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Auditor Técnico Líder.
Ing. Rose Mary Cabalceta Rubio, Auditora Técnica Adjunta.
Ing. Víctor Cervantes Calvo, Auditor Técnico Adjunto.
Ing. Francisco Fonseca Chaves, Auditor Técnico Adjunto.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN9

OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS9

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA10

ALCANCE DEL INFORME.....10

ANTECEDENTES11

METODOLOGÍA.....12

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....12

Audiencia preliminar EIC-Lanamme-INF-1581-2022.....13

RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA15

SOBRE LA BASE ESTABILIZADA.....15

A. SOBRE LA GESTIÓN DEL PAGO DE LA BASE ESTABILIZADA 15

HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ QUE LA EMPRESA IDOM-DEHC ENCARGADA DE FORMULAR LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO, OMITIÓ LA TABLA 302-3 REQUISITOS MÍNIMOS DE MUESTREO Y ENSAYOS DEL CR2010 PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA BASE ESTABILIZADA...... 15

B. SOBRE EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA BASE ESTABILIZADA 29

HALLAZGO 2. SE EVIDENCIARON MULTIPLES INCUMPLIMIENTOS RELACIONADOS CON EL PARÁMETRO DE RESISTENCIA DE LA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO TIPO BE-35 DURANTE LOS DIFERENTES MESES DE CONSTRUCCIÓN DE DICHA CAPA...... 31

SOBRE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA36

HALLAZGO 3. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS RELACIONADOS CON LOS PARÁMETROS DE ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, VISCOSIDAD, TAMAÑO DE PARTÍCULA MALLA 20 Y ASFALTO RESIDUAL DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA EMPLEADA EN EL PROYECTO QUE FUE MUESTREADA POR EL LANAMMEUCR. 37

OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIÓ QUE LA SUPERVISIÓN NO VERIFICÓ EL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA FECHA DE PRODUCCIÓN DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA INDICADA EN EL CERTIFICADO DE RECOPE Y LA FECHA DE COLOCACIÓN DEL MATERIAL EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO, LO CUAL INCIDIÓ EN LA COLOCACIÓN DE UN MATERIAL CON INCUMPLIMIENTOS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD. 45

SOBRE EL CONCRETO48

HALLAZGO 4. LAS MUESTRAS DE CONCRETO TOMADAS POR EL LANAMMEUCR Y LA SUPERVISIÓN TIENEN UNA RESISTENCIA SUPERIOR A LA RESISTENCIA MÍNIMA





ESTABLECIDA EN LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES PARA LOS CONCRETOS ESTRUCTURALES DE 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 450 kg/cm². EL PARÁMETRO DE TEMPERATURA SE MANTIENEN DENTRO DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS.49

HALLAZGO 5. SE IDENTIFICARON ALGUNOS INCUMPLIMIENTOS RELACIONADOS CON EL PARÁMETRO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CONCRETO COLOCADOS EN EL PROYECTO.52

CONCLUSIONES57

Sobre la base estabilizada 57

Sobre la emulsión asfáltica 58

Sobre el concreto 59

RECOMENDACIONES59

Sobre la Base Estabilizada 59

Sobre la Emulsión Asfáltica..... 60

Sobre el concreto 60

REFERENCIAS61

ANEXOS.....63

A1. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada63

A2. Análisis del descargo de informe preliminar EIC-Lanamme-INF-1581-2022.....63





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DE CADA OBRA IMPOSTERGABLE DEL LOTE 1	13
FIGURA 2. EXTRACTO DE LA TABLA 302-3 REQUISITOS DE MUESTREO Y ENSAYO, CR-2010(MOPT,2017)...	20
FIGURA 3. ESPECIFICACIÓN DE RESISTENCIA PROPUESTA POR CONSORCIO CPC. FUENTE: CACISA, 2020.	30
FIGURA 4 GRÁFICA DE CONTROL PARA RESISTENCIA DE BASE ESTABILIZADA.	32
FIGURA 5. LÍNEA DE TIEMPO DE MUESTREO DE BASE ESTABILIZADA EN OBIS LOTE 1A. PERIODO AGOSTO 2020 A OCTUBRE 2021. DATOS DE CASTRO Y DE LA TORRE.	33
FIGURA 6 HISTOGRAMA Y GRÁFICO DE SERIES DE TIEMPO PARA RESISTENCIA DE LA BASE ESTABILIZADA.	36
FIGURA 7. GRÁFICAS DE INCUMPLIMIENTO PARA LOS PARÁMETROS DE ASFALTO RESIDUAL, ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, VISCOSIDAD Y TAMAÑO DE PARTÍCULA 20	38
FIGURA 8. RIEGO DE LIGA NO UNIFORME CON ESCASA COBERTURA DE LA SUPERFICIE. FECHA: 20 DE AGOSTO DE 2021.....	40
FIGURA 9 RIEGO DE LIGA COLOCADO EN BACHE DEL CARRIL INTERNO. FECHA: 21 DE JUNIO DE 2021, 9:25 P.M.	41
FIGURA 10. RIEGO DE LIGA COLOCADO EN BACHE DEL CARRIL INTERNO. FECHA: 21 DE JUNIO DE 2021, 11:32 P.M.	42
FIGURA 11. CERTIFICADOS DE EMULSIÓN ASFÁLTICA COLOCADA EN PROYECTOS DE OBRAS DE AMPLIACIÓN DE LOS PUENTES SOBRE EL RÍO ALAJUELA Y EL RÍO CIRUELAS EN LOS MESES DE JUNIO Y JULIO DE 2021. ...	46
FIGURA 12. PRECAUCIONES DE MANEJO EMULSIONES CATIONICAS (RECOPE, 2021).....	47
FIGURA 13. GRÁFICO SOBRE LA RESISTENCIA CONCRETO 210 KG/CM ² DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL LOTE 1 DE LAS OBIS	50
FIGURA 14. GRÁFICO SOBRE LA RESISTENCIA PARA CONCRETO DE 280 KG/CM ² UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN LOSA, MURO DE BASTIONES, PILOTES Y OTROS ELEMENTOS DEL LOTE 1 DE LAS OBIS.....	51
FIGURA 15. GRÁFICO SOBRE RESISTENCIA PARA CONCRETO DE 450 KG/CM ² UTILIZADO EN LA PRODUCCIÓN DE VIGAS PREFABRICADAS DEL LOTE 1 DE LAS OBIS	52
FIGURA 16. GRÁFICO DE RESULTADOS PARA ENSAYO DE ASENTAMIENTO PARA CONCRETO DE 210 KG/CM ²	53
FIGURA 17. GRÁFICO DE RESULTADOS PARA ENSAYO DE ASENTAMIENTO PARA CONCRETO DE 280 KG/CM ²	54
FIGURA 18. GRÁFICO DE RESULTADOS PARA ENSAYO FLUJO DE ASENTAMIENTO PARA CONCRETO DE 280 KG/CM ²	54
FIGURA 19. GRÁFICO DE RESULTADOS PARA ENSAYO DE ASENTAMIENTO PARA CONCRETO DE 450 KG/CM ²	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PERSONAL PRESENTE EN REUNIÓN DE PRESENTACIÓN DE INFORME PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF- 0749-2022 DEL 17 DE ENERO DE 2023.....	14
TABLA 2.CORRESPONDENCIA EMITIDA POR LA UESR RELACIONADA CON LA GESTIÓN DE LA BASE ESTABILIZADA DE LOS PROYECTOS DEL LOTE 1 DE LAS OBIS. FUENTE: CONAVI,2022.	27
TABLA 3. CÁLCULO DE FACTOR DE PAGO DE LA BASE ESTABILIZADA	33
TABLA 4. ESTIMACIÓN DEL FP PARA MESES CON MENOS DE 5 MUESTRAS	34
TABLA 5. CÁLCULO DE FACTOR DE PAGO GLOBAL DE LA BASE ESTABILIZADA, PARA DATOS DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD Y LANAMMEUCR.	35
TABLA 6. OFICIOS DE COMUNICACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CALIDAD A LA EMULSIÓN ASFÁLTICAS	37
TABLA 7. RESULTADOS DE ENSAYOS A LA EMULSIÓN ASFÁLTICA	38



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.

**Evaluación de la gestión de calidad de los materiales colocados en el proyecto Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales.
Materiales: Base estabilizada, concreto y emulsión asfáltica.**

INTRODUCCIÓN

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

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

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

OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

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

Para este informe en particular se busca de forma general evaluar la gestión de la calidad de la base estabilizada, emulsión asfáltica y concreto colocados dentro del proyecto comprendido en el contrato de **“Diseño y construcción del Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales”** así como lo considerado en el contrato de **“Contratación de la Supervisión del diseño y construcción de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales”**, con el fin de fiscalizar la eficiencia en la gestión y ejecución del proyecto así como el control de los riesgos potenciales de incumplimiento de material de acuerdo con las especificaciones establecidas para el proyecto, y la utilización de las mejores prácticas de la ingeniería de carreteras.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

- Evaluar el cumplimiento de las especificaciones de los materiales a partir de muestreos puntuales realizados, de conformidad a la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Informar oportunamente a la Administración sobre los resultados de ensayo que se realicen a los distintos materiales analizados y las observaciones realizadas durante las visitas.
- Evaluar y analizar los resultados de ensayos de calidad de Verificación de Calidad del proyecto mediante estadística para determinar de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Evaluar la gestión de la Administración en el proceso de ejecución del proyecto, según las disposiciones cartelarias y las buenas prácticas de ingeniería

ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio que desarrolla esta Auditoría Técnica consiste en recopilar todos los hallazgos y observaciones que se evidenciaron durante el periodo de ejecución del proceso de la auditoría relacionadas con la evaluación y gestión de la calidad de los materiales base estabilizada, concreto y emulsión asfáltica.

La evaluación de los procesos constructivos se realizó mediante visitas técnicas puntuales y aleatorias y se evaluó de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto, así como con las mejores prácticas de la ingeniería. El periodo de análisis de este informe de auditoría contempla los meses comprendidos entre julio del 2020 y agosto del 2022 durante la etapa constructiva del proyecto.

Aunado a lo anterior se destaca que, a lo largo de la ejecución de la auditoría, el Equipo Auditor ha emitido oficios tipo “nota informe” en aras de comunicar oportunamente aquellas situaciones relevantes, por lo cual, la gestión del proyecto evaluada consideró el proceso de documentación y recopilación de la información y oficios remitidos por parte de la Administración y la Supervisión del proyecto.

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

En cuanto al alcance del contenido de este informe, se debe indicar que el mismo se centra en los hallazgos y observaciones recopilados por el Equipo Auditor durante el periodo del estudio relacionado con la evaluación y gestión de calidad de los materiales base estabilizada, emulsión asfáltica y concreto. Los resultados presentados en este estudio se complementan como parte del compendio de informes, con los análisis realizados de otros aspectos del proyecto, los cuales se comunican en los informes:

- **Informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0749-2022** “Prácticas constructivas y desempeño de trabajos ejecutados del proyecto Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales. Temas: Base estabilizada, obras de protección, obras de drenaje”.





- **Informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0797-2022** “Evaluación de la gestión de calidad de los materiales colocados en el proyecto: Obras Impostergables (OBIS) del Fideicomiso Corredor Vial San José-San Ramón y sus radiales Lote 1. Tema: mezcla asfáltica.”
- **Informe preliminar EIC-Lanamme-INF-1580-2022** “Prácticas constructivas y desempeño de trabajos ejecutados del proyecto Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales. “Tema mezcla asfáltica”.

ANTECEDENTES

El proyecto auditado corresponde al “**Diseño y construcción del Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales**”, el cual se encuentra a cargo del Fideicomiso Ruta Uno. Este proyecto forma parte de la Ley No. 9292 en la cual se autoriza al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y al Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) para constituir un fideicomiso de interés público con alguna entidad bancaria del Sistema Bancario Nacional con el objetivo de planificar, diseñar, construir, mantener y operar el Corredor Vial San José – San Ramón. Por lo cual, en su papel como fideicomitentes el MOPT y el CONAVI realizan el proceso de designación del Banco de Costa Rica como fiduciario del Contrato de Fideicomiso “Corredor Vial San José-San Ramón y sus radiales”.

En específico, este informe contempla el proceso de auditoría realizado a la gestión y ejecución el Lote 1 del programa de las Obras Impostergables (OBIS), las cuales constituyen una serie de proyectos específicos que preceden la ampliación de la carretera con el objetivo de mejorar la fluidez del tránsito y la funcionalidad del corredor San José-San Ramón.

En representación de los fideicomitentes se estableció a la Unidad Ejecutora Corredor Vial San José-San Ramón mientras que en representación del fiduciario se instituyó a la Unidad Administradora del Proyecto (UAP) como figura encargada del gerenciamiento integral del proyecto y una unidad de Estructuración Financiera.

Se debe indicar en primera instancia que como parte de la fase de planificación del proyecto del Lote 1 de las OBIS, el Programa de Infraestructura de Transporte (PIT) del Ministerio de Obras Públicas y Transporte asignó los recursos para la ejecución y elaboración de los estudios previos y anteproyectos. Para ello se gestionó la contratación SP No. PIT-90-SBCC-CF-2018 denominada “Estudios de factibilidad técnica, ambiental, social, económica y financiera del fideicomiso San José-San Ramón y sus radiales”, la cual fue firmada entre el Ministerio de Obras Públicas y Transporte y la Asociación / IDOM Ingeniería S.A.(México) / IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, SAU (España). En el año 2019.

Posteriormente, en el año 2020 la UAP gestionó la contratación “ Diseño y construcción de las OBIS del Lote No1” , para lo cual resultó adjudicado el **Consorcio OBIS Ruta 1 CPC**, integrado por las empresas CODOCSA S. A., Quebradores Pedregal S. A., y Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería S. A.

Por último, mediante el contrato de “**Contratación de la Supervisión del diseño y construcción de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales**” se estableció a la empresa IDOM como firma consultora encargada de los servicios de supervisión del proyecto.



METODOLOGÍA

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

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó a la Unidad Ejecutora por medio del oficio LM-IC-D-0465-2020 del 7 de julio del 2020, donde se convocó a las partes involucradas a una reunión el 13 de julio del 2020, la cual se pudo realizar hasta el día 04 de agosto del 2020, 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.

Las actividades que fueron desarrolladas por el Equipo Auditor consistieron en visitar los diversos frentes de trabajo, hacer una revisión de los documentos contractuales y de diseño del proyecto, programar muestreos a los materiales y analizar los resultados de los ensayos desarrollados a lo largo de la ejecución del proyecto para la verificación de la calidad de los materiales y de las prácticas constructivas.

En relación con los criterios utilizados en la ejecución del estudio, estos corresponden con la normativa técnica especificada en el listado de documentos que puede ser consultado mediante el siguiente enlace:

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

Adicionalmente, como parte de la auditoría técnica que el LanammeUCR realiza al proyecto y en aras de contribuir al mejoramiento continuo de la gestión de la Administración, durante el desarrollo de este proceso se emitieron varios oficios y notas informe, en los cuales se trataron temas relacionados con el contenido de este informe y cuyo fin fue evidenciar situaciones relevantes identificadas por el Equipo Auditor durante la etapa de ejecución de la auditoría e informarlos oportunamente a la UAP previo a la emisión de este informe preliminar.

El resumen de oficios enviados a la UAP durante el proceso de auditoría puede ser consultado en el siguiente enlace:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/XrhNxTclhga85ts>

En cada nota informe emitida se brindó un periodo hábil para que la Administración, en caso de ser requerido, se refiriera al contenido de la nota. Una vez analizadas las respuestas de la Administración, se procedió a la confección de este informe.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “**Diseño y construcción del Lote 1 de las Obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales**”, forma parte del programa de Obras Impostergables del Fideicomiso Ruta Uno, como una serie de proyectos ejecutados previo a la ampliación del Corredor Vial San José-San Ramón comprendida en la Ley No. 9292 que faculta al MOPT-CONAVI para el establecimiento de un fideicomiso con el Banco de Costa Rica.

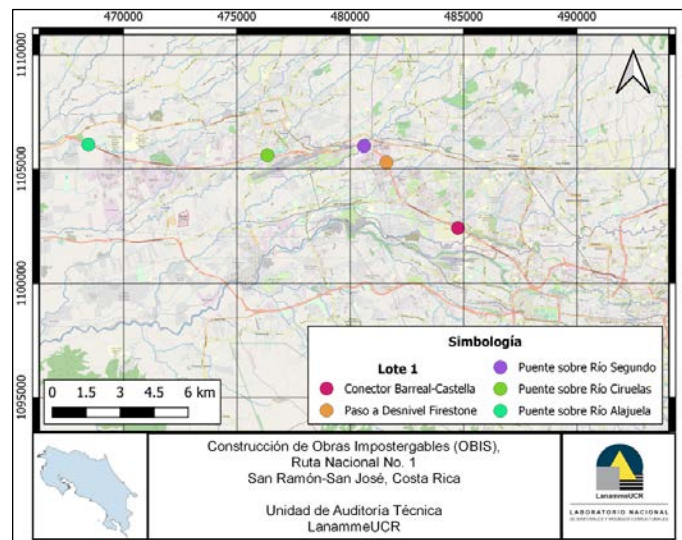
El objetivo primordial del programa de OBIS es mejorar la fluidez del tránsito y la funcionalidad del Corredor San José-San Ramón y sus áreas de influencia, en especial mediante la intervención y desarrollo de infraestructura de aquellos puntos críticos a lo largo de la vía. El lote 1 de este programa se localiza



en las provincias de San José, Alajuela y Heredia, se puede observar la ubicación de cada obra en la Figura 1. Las obras desarrolladas en el Lote 1 del proyecto corresponden a las siguientes:

- Conector Barreal-Castella
- Paso a desnivel Firestone
- Ampliación del Puente sobre el Río Segundo
- Ampliación del Puente sobre el Río Ciruelas
- Ampliación del Puente sobre el Río Alajuela

Figura 1. Localización de cada obra impostergable del Lote 1



Audiencia preliminar EIC-Lanamme-INF-1581-2022

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe EIC-Lanamme-INF-1581-2022 en versión preliminar fue remitido y recibido por la Unidad Ejecutora San José-San Ramón (UESR) y a la Unidad Administradora del Proyecto (UAP) del Fideicomiso Ruta Uno del Banco de Costa Rica el día 16 de diciembre de 2022 mediante oficio EIC-Lanamme-1112-2022, para que fuese analizado y donde se indicó que la presentación oral del informe se realizaría el día 19 de enero de 2023 de forma virtual. A partir de la fecha de envío del informe preliminar, y según consta en el documento EIC-Lanamme-1112-2022, se le otorgó un plazo de 20 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 27 de enero de 2023.

El día 12 de enero de 2023 vía correo electrónico se realizó una rectificación a los auditados sobre la fecha de presentación del informe preliminar informe EIC-Lanamme-INF-1581-2022, siendo la presentación del informe preliminar el día 17 de enero de 2023.

La presentación del informe preliminar se realizó el día 17 de enero de 2023 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, MOPT, UAP, la Supervisora IDOM y del LanammeUCR. En la Tabla 1 se presenta la lista de asistencia a la reunión del 17 de enero de 2023.

Tabla 1. Personal presente en reunión de presentación de informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0749-2022 del 17 de enero de 2023.

Asistente	Nombre	Institución
1	Eduardo Solera Moreno	UAP-FSJSR
2	Alejandro Araya	UAP-FSJSR
3	Jessica Céspedes	UAP-FSJSR
4	Guillermo Font Torres	IDOM
5	Rodrigo Ulloa	IDOM
6	José Miguel Fernández	IDOM
7	Andrés Gamboa	IDOM
8	Mauricio Batalla	CONAVI
9	Galia Cristina González	UESR
10	Juan José Madriz	UERS
11	Jorge Martínez Mesén	UERS
12	Reynaldo Vargas	Auditoría Interna CONAVI
13	Manrique Aguilar	Auditoría Interna CONAVI
14	Joaquín Vargas	MOPT
15	Antonio Guasch	MOPT
16	Wendy Sequeira Rojas	LanammeUCR
17	Sergio Guerrero Aguilera	LanammeUCR
18	Álvaro Cerdas Murillo	LanammeUCR
19	Francisco Fonseca Chaves	LanammeUCR
20	Rose Mary Cabalceta	LanammeUCR
21	Nidia Segura	LanammeUCR
22	Victor Cervantes Calvo	LanammeUCR

El día 19 de enero de 2023, se recibió el oficio **UAP-FSJSR-2023-01-52** emitido por la UAP, solicitando una ampliación del plazo de entrega del descargo al informe para el día 17 de febrero de 2023, lo cual representaba un aumento en el plazo de 15 días hábiles adicionales a los 20 ya asignados. El Equipo Auditor brindó respuesta a dicha petitoria el mismo 19 de enero de 2023, indicando que se concedía un plazo adicional de 5 días, estableciéndose la fecha límite de aceptación del descargo para el día 03 de febrero de 2023. La UAP el día 02 de febrero de 2023 mediante el oficio UAP-FSJSR-2023-02-76 realiza una nueva solicitud de ampliación de plazo solicitando 5 días hábiles adicionales, justificando que las fechas de las presentaciones del informe se realizaron posterior a la fecha de la recepción del informe y que parte del contenido de la presentación no se encontraba en los informes.

El Equipo Auditor brindó respuesta a la solicitud el día 03 de febrero de 2023, en los cuáles se exponen los criterios por los cuales las justificaciones de ampliación de plazo presentadas por la UAP son imprecisas y por las cuales no son de recibo, sin embargo, se otorgaron cinco días hábiles adicionales debido a la cantidad de informes que fueron presentados, siendo así la fecha límite para la entrega del descargo el día 10 de febrero de 2023.





El día 07 de febrero se recibe el descargo emitido por la UESR mediante el oficio UESR-07-2023-078 (522). Posteriormente, el día 10 de febrero de 2023 se recibe el oficio del descargo del informe por parte de la UAP denotado como UAP-FSJSR-2023-02-101.

Ambos documentos fueron analizados como parte de la evidencia del descargo del informe y su análisis se incorpora dentro del cuerpo del presente informe.

RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

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

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

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

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

SOBRE LA BASE ESTABILIZADA

A. Sobre la gestión del pago de la base estabilizada

HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ QUE LA EMPRESA IDOM-DEHC ENCARGADA DE FORMULAR LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO, OMITIÓ LA TABLA 302-3 REQUISITOS MÍNIMOS DE MUESTREO Y ENSAYOS DEL CR2010 PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA BASE ESTABILIZADA.

La Unidad de Auditoría Técnica a partir del análisis de los incumplimientos registrados en el parámetro de resistencia a la compresión de la base estabilizada evidenció que ni la UAP, ni la Supervisión durante la ejecución del proyecto implementaron la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago para la gestión del pago en función de la calidad de este material según lo dispone las Normas Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto, en la subsección 302.14 "Pago" de la sección 302 "BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO".



Como parte de la evidencia recopilada se debe señalar que el Equipo Auditor alertó por primera vez en el oficio EIC-Lanamme-0869-2021 del 07 de octubre de 2021 la omisión de la UAP sobre la aplicación del factor de pago con relación al material de base estabilizada, según lo dispuesto en las Normas de Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto, en la respuesta proporcionada a la solicitud de criterio técnico de la Contraloría General de la República en el oficio DFOE-CIU-0266 del 23 de setiembre de 2021.

En el oficio EIC-Lanamme-0869-2021 se hizo referencia al apartado 302.14 Pago de la Sección 302.) BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO de las Normas Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto, en el cual se indica que las cantidades aceptadas se pagarán 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.

A partir de dicha referencia, ante el alto grado de incumplimiento en el parámetro de resistencia a la compresión del material ensayado en el proyecto por parte de la Supervisión y del mismo LanammeUCR, el levantamiento de no conformidades relacionadas con la base estabilizada y ante las medidas de mitigación propuestas por el contratista (y que fueron avaladas por la Supervisión y la UAP ante el incumplimiento de altas resistencias), el Equipo Auditor en el oficio EIC-Lanamme-869-2021 sugirió a la UAP que se apegara al cumplimiento estricto de las especificaciones del proyecto y al establecimiento de los factores de pago correspondientes, para la actividad de base estabilizada, según lo dispuesto en la sección 302.14 Pago de la actividad de base estabilizada con cemento.

En el mismo oficio -a manera de ejercicio- se realizó el cálculo del factor de pago para que el ente contralor tuviera una noción de la magnitud de los incumplimientos registrados en la base estabilizada del Lote 1 de las OBIS. Además, el LanammeUCR realizó la estimación de factores de pago de forma mensual y global todo ello con base en los datos reportados en los informes de ensayo de la verificación de calidad facilitados por el ente contralor, vía correo electrónico el día 15 de setiembre de 2021. Para dicha evaluación se estudió el periodo comprendido entre agosto del 2020 a agosto del 2021. Sin embargo, para los meses de noviembre 2020, enero 2021, febrero 2021 y mayo 2021 no fue posible realizar el análisis, debido a que no se cuenta con las muestras suficientes para elaborar dichos cálculos según la cantidad de resultados, y que coincide con la programación de obra ejecutada.

Del análisis mensual realizado, se identificaron porcentajes por encima del máximo porcentaje permisible de trabajo indicado en la especificación, por lo que el ejercicio determinó un criterio de rechazo para la mayoría de los meses, exceptuando el mes de octubre de 2020 donde el porcentaje total fuera de la especificación se ubicó por encima del límite superior para rechazo con un factor de pago de 0,75.

Cabe mencionar que posterior al oficio EIC-Lanamme-869-2021, la Contraloría General de la República emite la Orden DFOE-CIU-ORD-00003-2021 mediante el oficio DFOE-CIU-0461 el 12 de noviembre de 2021 donde emite la orden al representante Legal del Fiduciario del Fideicomiso San José-San Ramón o a quien en su lugar ocupe el cargo, en los siguientes términos:

4.1. Ordenar a la UAP la aplicación de los criterios (aceptación con pago total, factor de pago o rechazo) establecidos contractualmente, para cada una de las obras que presentaron incumplimientos de calidad detectados por la Supervisora y el

EIC-Lanamme-INF-1581-2022	mayo , 2023	Página 16 de 63
---------------------------	-------------	-----------------





LanammeUCR, de conformidad con la metodología de cálculo definida en el contrato para dicho fin.

• *Para los casos en los cuales el criterio indique rechazo, implementar lo especificado en las Normas de diseño y especificaciones técnicas supracitadas, sin incurrir en gastos adicionales para el Estado. Para ello deberá llevar un registro documental, fotográfico y audiovisual suficiente que evidencie los trabajos realizados de remoción y sustitución de los materiales rechazados, cumpliendo con las especificaciones de calidad de la obra. En caso de que exista alguna imposibilidad técnica o manera de solventar los problemas de calidad identificados deberá tomar las medidas compensatorias que correspondan de conformidad con el ordenamiento jurídico, dejando suficientemente acreditadas las razones y posibilidades analizadas para la adopción de la decisión definitiva.*

• **Para los casos en que el criterio determine la aplicación de un factor de pago, recuperar los dineros pagados de más al Contratista en los casos que así corresponda conforme al ordenamiento jurídico.**

4.2. Ordenar a la UAP la aplicación obligatoria de los criterios de calidad establecidos contractualmente en las obras pendientes de ejecutar (Corredor Vial y los Lotes 2, 3, 4 y 5 de las OBIS), de manera que se garantice que los eventuales incumplimientos de calidad que se presenten sean atendidos de conformidad con las especificaciones contractuales.

(Lo indicado en negrita no forma parte del texto original)

La UAP brindó repuesta a la Orden de la Contraloría mediante los oficios UAP-GI-2021-03-82 y GG-SJ-SR-2022-03-23 del 11 de marzo de 2022, adjuntando los documentos No. P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000095 y No. P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000230 emitidos por la Supervisión IDOM. Dentro de los oficios emitidos por la Supervisión se abordan temas relacionados con la orden emitida por la CGR respecto a los incumplimientos en la calidad de materiales incluyendo la base estabilizada y la no aplicación de la metodología del factor de pago en este material. Esta documentación fue remitida al Equipo Auditor mediante el oficio UAP-FSJSR-2022-03-384 del 29 de marzo de 2022 donde además se adjuntaron 72 oficios, de forma digital, relacionados con el tema de base estabilizada.

El Equipo Auditor realizó un análisis exhaustivo de la documentación facilitada por la UAP en el oficio UAP-FSJSR-2022-03-384 profundizando en el contenido técnico, gestión y pago en función de la calidad de los materiales correspondientes a la base estabilizada, en respuesta se emitió el oficio EIC-Lanamme-464-2022 del 03 de junio de 2022. A continuación se detallan los aspectos más relevantes analizados por el Equipo Auditor en el oficio EIC-Lanamme-464-2022 sobre la decisión de la no aplicación de la sección de la metodología de la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago para la gestión del pago en función de la calidad de la base estabilizada del proyecto.

Se identificó que en los oficios No.P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000230 y UAP-GI-2021-03-82, la Supervisión y la UAP compartieron el criterio sobre la no aplicación de la Subsección 107.05 especificada en las Normas Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto para la gestión del pago en función de la calidad de la base estabilizada, según lo hacen constar los siguientes párrafos extraídos del informe No.P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000230 en los que se menciona:

EIC-Lanamme-INF-1581-2022	mayo , 2023	Página 17 de 63
---------------------------	-------------	-----------------





Por otro lado, se debe aclarar que, el pliego de condiciones de la presente contratación no establece un procedimiento para la aplicación de un factor de pago para los trabajos de base estabilizada, tal cual se encuentra establecido para los trabajos de la mezcla asfáltica en caliente; por lo tanto, no se puede aplicar un factor de pago para la base estabilizada, ya que no está así normado en las especificaciones técnicas contractuales.

La especificación contractual en su sección 302 “BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO”, en su subsección 302.14 “Pago”, establece lo siguiente:

“Las cantidades aceptadas se pagarán 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.”

Este párrafo resulta de vital importancia para los efectos de lo que se comenta en términos de solventar los incumplimientos relacionados con la resistencia de la base estabilizada, toda vez que si bien se debe aplicar la sección 107.05 del CR-2010, su aplicación resulta materialmente imposible dada la inexistencia de un procedimiento en las especificaciones técnicas que permita aplicar la citada metodología de “Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) para los ítems de pago”. Ante esta imposibilidad, esta supervisora en coordinación directa con el Ingeniero de la UAP, tomó la determinación de aceptar la medida correctiva presentada por el contratista, la cual desde el punto de vista de los mayores incumplimientos del contratista (la alta resistencia), supone una metodología apropiada y razonable para los efectos que se estaban presentando.

También resulta necesario reiterar que, para poder aplicar la normativa en términos del posible uso de un factor de pago, el pliego de condiciones de la presente contratación no establece un procedimiento para la aplicación de este esquema de pago para la actividad de construcción de base estabilizada; dicha metodología está establecida únicamente para la mezcla asfáltica en caliente.”

Aunado a los párrafos anteriores, se debe indicar que el 22 de abril de 2022 se realizó una reunión con la participación del Equipo Auditor, la UESR, la UAP y la Supervisión del Proyecto con el fin de profundizar en los temas tratados en los oficios No. P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000095 y No.P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000230, en dicho espacio la UAP afirmó que la especificación de la sección 302 del cartel de licitación estaba basada en la especificación del CR 2010, por lo que en dicha sección no se especificaba la resistencia a la compresión de la base estabilizada como el parámetro de pago para la aplicación de la sección 107.05 y que por ende no era posible aplicar dicho procedimiento.

La decisión asumida por la UAP y la Supervisión sobre “no evaluar el factor de pago a partir de los resultados del parámetro de la resistencia a la compresión de las pastillas de base estabilizada” no es de recibo para el Equipo Auditor. Por lo que, en las secciones subsiguientes se exponen los principales fundamentos, a partir de los criterios emitidos por la UAP y la Supervisión, por los cuales dicha decisión no se comparte, ya que es considerada como poco oportuna, al poner en riesgo la inversión ejecutada



al aceptar y pagar tramos de base estabilizada que incumplieron con la especificación de la normativa vigente.

Como antecedente, se debe recordar que en el año 2018 el Programa de Infraestructura de Transportes (PIT) del BID contrató los servicios de la empresa IDOM-DEHC para la elaboración de los estudios previos de las OBIS del corredor vial San José – San Ramón y sus radiales. Dentro del alcance de la contratación, la empresa contratista desarrolló las especificaciones para los proyectos del Lote 1 de las OBIS.

La empresa IDOM-DEHC como un producto entregable de la contratación del PIT presentó el documento “A52-ETE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas” el cual considera los lineamientos que debían ser aplicados en la etapa de diseño y construcción de cada uno de estos proyectos del Lote 1 de las OBIS.

Dentro del contenido de este documento, en relación con la normativa y documentos de prevalencia de la contratación del diseño y construcción de las OBIS del Lote 1, en el capítulo 1 Normas de diseño en relación con la normativa aplicable se menciona que:

*De acuerdo con lo anterior, el presente capítulo de **NORMAS DE DISEÑO Y ESPECIFICACIONES**, constituye el conjunto de normas que, juntamente con las establecidas en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010 del MOPT, y lo señalado en los planos del Proyecto, definen todos los requisitos técnicos de las obras que son objeto del mismo.*

El apartado 2. ESPECIFICACIONES se estructura conforme a las secciones del CR-2010 correspondientes a las unidades de pago de las obras.

Los trabajos objeto de esta contratación serán interpretados conforme a la siguiente prevalencia de documentos contractuales, teniendo en cuenta siempre, su versión vigente:

- (c) ***El Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-2010) y sus actualizaciones o última versión vigente.***

Además, en la sección especificaciones especiales aún correspondiente al capítulo 1 se menciona que:

Elaborar las especificaciones especiales que se requieran para la construcción del proyecto con base en el CR-2010, así como ajustes que se requieren de estas últimas especificaciones generales. (El subrayado no es parte del original)

Por lo tanto, según lo anterior, las especificaciones del proyecto se basan y se deben apegar a lo establecido en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-2010) y su actualización a menos que el cartel de licitación establezca una especificación especial que señale o indique lo contrario.



Teniendo esto claro, se señaló que el Ministerio de Obras Públicas y Transportes realizó una actualización del CR 2010 por Decreto No. 40333-MOPT del 16 de enero 2017, en dicha actualización se realizaron ajustes a la SECCIÓN 302 BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO. Dentro de los ajustes a la sección se estableció el parámetro de resistencia a la compresión de la base estabilizada, como un parámetro de categoría I de importancia para la aplicación del mecanismo de evaluación de la sección 107.05 para el pago en función de la calidad, tal como se evidencia en los siguientes extractos de la actualización de dicha sección, así como en la *Figura 2*.

(...)Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tabla 302-3 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valores de trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad (el resaltado no es parte del original)

Figura 2. Extracto de la Tabla 302-3 Requisitos de Muestreo y Ensayo, CR-2010(MOPT,2017)

Material o producto	Tipo de Aceptación (subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Puntos de muestreo	Tiempo de reporte
		Control de cotas en relación con el diseño	-	Levantamiento topográfico	Sección transversal a cada 20 m	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
	Estadística (107.05)	Resistencia a la compresión inconfiada	I	ASTM D1633, método A ⁽¹⁾	1 ensayo por cada 400 m ³ o un ensayo diario ⁽²⁾	Material estabilizado en sitio de colocación	Previo a la estimación de pago

Por lo tanto, al existir esta especificación decretada por el MOPT desde el 2017, la empresa contratista IDOM encargada de realizar las especificaciones no puede alegar ignorancia de esta, ya que al momento de haber ejecutado la contratación del PIT en el año 2018 la especificación ya se encontraba vigente.

Por otro lado, si bien el documento “A52-ETE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas” no hace referencia a la Tabla 302-3 en su especificación debido a una omisión de esta por parte de IDOM-DEHC, en este documento sí se indica que para el pago del material se tiene que aplicar la sección 107.05, tal como se evidencia en la *subsección 302.14 “Pago” de la sección 302 “BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO que se indicó anteriormente.*

En relación con este aspecto, si bien el cartel de licitación de los proyectos del Lote 1 de las OBIS no precisa dicho parámetro de calidad, la normativa nacional (actualizada del CR-2010), que también está especificada en el mismo cartel como documento normativo de prevalencia, sí establece el procedimiento para gestionar el pago en función de calidad de la base estabilizada.

Así, según lo establecido en la actualización del CR 2010 Decreto No. 40333-MOPT del 16 de enero 2017, el único parámetro de evaluación de la Tabla 302-3 que puede ser empleado en la actividad de base estabilizada para la aplicación del método 107.05 *Evaluación estadística del trabajo y*



determinación del factor de pago, es la resistencia a la compresión de los especímenes de base estabilizada.

Por lo tanto, es criterio de esta auditoría, que no existe ambigüedad o razón alguna para que la UAP y la Supervisión señalaran que la aplicación del factor de pago en la base estabilizada del proyecto les resulta materialmente imposible, aduciendo la supuesta inexistencia de un procedimiento en las especificaciones técnicas que permita aplicar la sección 107.05 "Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) para los ítems de pago".

Al respecto, es relevante mencionar que a nivel nacional, se ha tenido una amplia experiencia en la gestión de calidad del material de base estabilizada en la construcción y mantenimiento de proyectos de infraestructura vial, en los cuales siempre se ha evaluado la resistencia a la compresión del material como parámetro de aceptación y pago en función de calidad. Por lo cual, se considera que dada la experiencia de los profesionales de la UAP y la Supervisión, no debieron objetar que este parámetro se aplique en la gestión de pago en función de la calidad del material.

Dado lo anterior, a criterio de este Equipo Auditor, la argumentación presentada por la UAP y la Supervisión en los oficios No.P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000230 y UAP-GI-2021-03-82 en relación con la no aplicación del factor de pago en la base estabilizada, fundamentada en la inexistencia de un procedimiento para la aplicación de ese factor; es imprecisa y obedece a una omisión por parte de la empresa IDOM -DEHC, al no considerar la actualización de la especificación, que había realizado el MOPT por decreto en el año 2017.

Cabe destacar que, el error de la empresa IDOM-DEHC al omitir en las especificaciones del proyecto la norma actualizada desde el 2017, no puede dar pie a que se justifique la no aplicación de la Subsección 107.05 en el proyecto, en vista de que la norma es vinculante para las partes desde el momento en que se incorpora en el cartel de licitación, además de que ese error no puede generar derecho para omitir la aplicación de la norma tal como debe ser. Pues conforme a los principios de eficiencia y eficacia, todos los actos relativos a la actividad de contratación administrativa deberán estar orientados al cumplimiento de los fines, las metas y los objetivos de la administración, con el propósito de garantizar la efectiva satisfacción del interés general, a partir de un uso eficiente de los recursos institucionales.

Así mismo, cabe destacar que el oficio EIC-Lanamme-464-2022 advierte del riesgo que conlleva la decisión tomada por la Supervisión (y adoptada por la UAP), de no aplicar el pago en función de la calidad en la base estabilizada, en términos de que la no aplicación del pago en función de la calidad - en la base estabilizada- imposibilita evaluar analíticamente la calidad asociada de un material que presentó múltiples incumplimientos durante el proceso de ejecución, lo cual a su vez comprometería el desempeño e inversión realizada en el proyecto .

Lo anterior se fundamentó, en las principales conclusiones del oficio EIC-Lanamme-869-2021 del del 07 de octubre de 2021, que se mencionaron anteriormente.

La UAP brindó respuesta al oficio EIC-Lanamme-464-2022 mediante el documento UAP-GI-2022-06-180 del 20 de junio de 2022, mediante el que la UAP y la Supervisión insisten en que, las especificaciones técnicas del proyecto no establecen los parámetros de calidad que se deben utilizar para el cálculo del Factor de Pago, ni tampoco cómo se debe aplicar dicho Factor de Pago en la determinación del monto a cancelar.





Por lo anteriormente expuesto, dicha respuesta no genera ninguna modificación del criterio expresado en el oficio EIC-Lanamme-464-2022, en razón de que quedó demostrado que la empresa IDOM-DEHC omitió dentro de la sección 302 “BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO documento “A52-E TE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas” la Tabla 302-3 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos donde se especifica el parámetro de resistencia.

En la misma línea, de forma contradictoria a lo señalado anteriormente, la UAP y la Supervisión en el oficio UAP-GI-2022-06-180 indican que:

“17. Por tales motivos, la aceptación y pago de la BE-35 se realizó con base en las especificaciones técnicas contenidas en el CR 2010 y los ajustes definidos en las Especificaciones Técnicas Especiales del Contrato

18. En virtud a este vacío en las especificaciones técnicas contenidas en el CR 2010, así como en el CR 2020, se considera necesario recomendar al Lanamme realizar los ajustes necesarios, mediante el análisis de la documentación técnico-científica internacional disponible, para subsanar esta falencia que se tiene en las especificaciones técnicas.”

Al respeto, cabe reiterar que a criterio de este Equipo Auditor, las apreciaciones emitidas por la UAP y la Supervisión, son imprecisas, pues como se demostró y quedó evidenciado en el oficio EIC-Lanamme-464-2022, el procedimiento para la confección de las normas y especificaciones del proyecto, debió contemplar la actualización¹ del CR 2010, vigente desde el año 2017, en el cual, específicamente en la sección 107.05 se regula el pago en la función de calidad del material de la base estabilizada y la manera de gestionarlo, en consecuencia el error fue la utilización por parte de la empresa IDOM-DEHC de la versión desactualizada del CR2010; para por lo cual los criterios expuestos por ambos entes carecen de justificación técnica

Por otra parte, en relación con la gestión de la Supervisión y la UAP ambos entes indican sobre su accionar que:

*“Somos conscientes de que las especificaciones técnicas, tanto las del CR-2010 como las ETE, presentan falencias y la UAP y la Supervisora **no “ignoran” este hecho; por lo que, nuestra participación en este proyecto siempre ha sido en aras de buscar la solución a todos los problemas que hemos encontrado en la fase de ejecución, para lo cual, como se ha dicho, se ha aplicado en todos los casos el criterio experto que permita el cumplimiento del interés público y el uso racional de los recursos públicos asignados para el financiamiento de las OBIS del Lote 1, todo esto dentro de los principios de razonabilidad y proporcionalidad que debe imperar en proyectos de esta naturaleza.**” (el subrayado y la negrita no pertenecen al texto original, se realiza para resaltar la importancia del texto)*

El argumento expuesto por la UAP y la Supervisión sobre la problemática que han identificado para la gestión del pago en función de la calidad durante la fase de ejecución del proyecto no es compartido por el Equipo Auditor, ya que la identificación de ambigüedades y el estudio de las especificaciones del proyecto es algo que la Supervisora debió realizar desde la presentación de la oferta para la contratación



de sus servicios, y no así cuando las obras habían sido ejecutadas presentando un alto porcentaje de incumplimiento.

Esto según lo establece la contratación 0062019244300008 para llevar a cabo la Supervisión de las OBIS del Fideicomiso corredor vial San José – San Ramón y sus radiales, pues dentro de las obligaciones y funciones de la contratación se indica claramente que la empresa IDOM debió realizar el estudio y conocer el alcance de las especificaciones técnicas del proyecto, así como todos los documentos proporcionados por el Fideicomiso para ejercer sus labores de Supervisión del Proyecto (donde se incluían las especificaciones técnicas), y así presentar su oferta tal como se evidencia en el apartado 11.9 de la contratación 0062019244300008.

*“11.9. Con la presentación de la oferta, el oferente acepta que ha estudiado el proyecto, el cartel, las especificaciones técnicas y todos los documentos proporcionados y acepta conocer y entender el alcance de éstos en su totalidad. **El oferente hace constar que no ha encontrado ambigüedades o inconsistencias en estos documentos y que, con base en esa información, ha elaborado su oferta.** Queda bajo responsabilidad de los interesados en participar, plantear, previo a la apertura de las ofertas y por las vías pertinentes, posibles inconsistencias en el cartel.” (resaltado no es parte del original)*

De igual forma la sección 44 ALCANCE GENERAL DE LOS SERVICIOS POR EJECUTAR del contrato, hace constar la entrega de los documentos -por parte del Fideicomiso-, y la necesidad de que las especificaciones técnicas fueran conocidas por la Supervisión para ejercer su plan de acción, el cual debió haber sido aprobada por la UAP. Esto se evidencia en los siguientes extractos de dicha sección:

*“44.22. El Fideicomiso, por medio de la UAP, entregará al Consultor encargado de la supervisión, previo al inicio de las obras y para el debido planeamiento de la supervisión que debe desarrollar, toda la documentación del proyecto, en particular los estudios técnicos y anteproyecto, archivos de expedientes de expropiaciones, levantamientos de servicios públicos existente en el derecho de vía, **especificaciones técnicas**, así como los documentos de licitación, oferta y el respectivo contrato de diseño y construcción, incluyendo el programa de trabajo, la programación de equipos y personal y otros recursos, el plan de control de calidad del Consultor de las OBIS y cualquier otra información atinente.*

44.23. El Consultor deberá estudiar los documentos contractuales de los proyectos a supervisar con base en los cuales deberá elaborar el Plan de Supervisión y presentarlo a la UAP para su aprobación. Además, deberá estudiar las obligaciones en cuanto a los ajustes, modificaciones y variaciones de los diseños y/o las obras, que sean necesarias durante la ejecución de los contratos de diseño y construcción, así como la forma en que debe actuarse para impartir una instrucción al Contratista cuando se requiera. “ (resaltado no es parte del original)

Por último, en relación con este tema, la matriz del apartado 45 FUNCIONES MINIMAS A DESARROLLAR señala en el inciso 59 que la Supervisión como mínimo deberá:

“Analizar, revisar, dar seguimiento, recomendaciones de modificaciones (de ser necesario), hasta la recepción y aprobación el diseño definitivo en todas sus áreas y especialidades: topografía, hidrología e hidráulica, mecánica de suelos y geotecnia y estudios



*ambientales, diseño geométrico (geometría, funcional, seguridad vial), diseño de pavimentos (estudios de suelos, estudios de tránsito, normativa de diseño a aplicar), diseño de nuevas estructuras (puentes, muros, drenajes y otros), intervenciones de estructuras existentes (puentes, muros, drenajes y otros), diseño de drenajes, infraestructuras de peajes, señalización y seguridad vial, plan de manejo y desvíos de tránsito, **normas y especificaciones a aplicar**, metodología para aprobación de diseños, costos asociados con su respectiva memoria de cálculo, diseño paisajístico (cuando la OBI así lo requiera), iluminación, energía y fibra óptica, relocalizaciones y afectaciones de servicio público, diseño funcional, evaluación estructural y económica de los puentes existentes, medidas compensatorias para reasentamiento involuntario y áreas a expropiar del proyecto de las OBIS .” (resaltado no es parte del original)*

Por lo tanto, de ninguna manera se considera de recibo, que la Supervisora IDOM objete vacíos en las especificaciones cuando ellos mismos fueron los que desarrollaron las especificaciones del proyecto, mediante una contratación anterior. De igual manera se considera inadmisibles, el momento en que la Supervisión, en avanzado desarrollo de la etapa de ejecución y ante la evidencia de incumplimientos en la calidad de materiales, identificó dichas omisiones o ambigüedades en la especificación 302 “BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO. Es criterio de esta auditoría, que la supervisora IDOM debió haber estudiado y conocido las debilidades de las especificaciones técnicas que ellos mismos desarrollaron, según lo dictan los lineamientos de la contratación 0062019244300008. Lo anterior denota un desconocimiento de las funciones asumidas por IDOM, así como serias debilidades en la gestión de la empresa IDOM, durante el proceso de ejecución de la contratación 0062019244300008.

Por último, la UAP-GI-2021-03-82, señala que sí se realizó una evaluación de la calidad de la base estabilizada y descartan los criterios emitidos por el LanammeUCR en el oficio

Es claro que la evaluación de la calidad fue debidamente realizada por los expertos de la Supervisora, determinándose que el Contratista aplicó las soluciones técnicas correspondientes, toda vez que, en los casos en que la resistencia mínima resultó inferior, se proporcionó a la estructura de pavimento una capacidad estructural mayor y, en los casos en que la resistencia fue superior, como se ha explicado y demostrado en varios informes remitidos a la Auditoría, esta situación no tiene ningún efecto adverso en la calidad, sino más bien le proporciona a la estructura de pavimento de mayor capacidad estructural y vida útil, mientras que el posible efecto adverso que podría tenerse, como es el reflejo de grietas en la capa asfáltica, también fue solventado técnicamente por el Contratista con la aplicación del microfisuramiento de la base. Es por ello que tanto el Ingeniero como la a Supervisora no pueden compartir el criterio externado por el Lanamme, el cual, valga señalar, no tiene ningún sustento técnico, mientras que en los informes que hemos rendido sí se ha fundamentado desde el punto de vista técnico, que el desempeño de la base estabilizada no está comprometida y mucho menos la inversión realizada.

Se debe aclarar que los criterios técnicos emitidos por el la Unidad de Auditoría Técnica sobre el tema de la omisión del pago en la función de la calidad de la base estabilizada están sustentados en las especificaciones A52-ETE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas, normativa nacional CR 2010 y disposiciones del Contrato SP No. PIT-90-SBCC-CF-201 y la contratación 0062019244300008 para llevar a cabo la Supervisión de las OBIS del Fideicomiso corredor vial San José – San Ramón y sus radiales, por lo cual no se entiende como la UAP y la Supervisión indican que los señalamientos del LanammeUCR emitidos en el oficio EIC-Lanamme-464-2022 no tienen fundamento técnico, ya que





fueron estos entes los que incumplieron con las disposiciones establecidas en dichos documentos cartelarios para el control y evaluación de la calidad de la base estabilizada del proyecto.

En este mismo párrafo la UAP y la Supervisión IDOM recurren a la justificación técnica de que el Contratista aplicó las soluciones técnicas correspondientes cuando se presentaron incumplimientos de resistencias, lo cual proporcionó una capacidad estructural mayor, por lo que bajo su criterio la evaluación de la calidad de la base estabilizada sí se realizó.

En relación con dicha aseveración, en primer lugar se debe indicar que en el caso de la técnica del microfisurado -aprobada por la UAP y la Supervisión- como medida mitigatoria ante el incumplimiento del límite superior de resistencia especificado, el informe EIC-Lanamme-INF-0749-2022 concluye que las evidencias presentadas por ambos entes no permiten validar si el procedimiento de microfisurado realizado por el Contratista se mantuvo en apego al proceso aprobado y por ende su efectividad queda supeditada a esta condición. Tampoco se contó con evidencias del registro de inspección en campo de la actividad, ni existe certeza sobre los paños en que se aplicó dicha técnica.

Además, en el informe se señala que la aplicación de la medida del microfisurado no compensa el incumplimiento registrado, por lo cual no existe justificación alguna para no aplicar la sección 107 .05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago para la evaluación de la calidad del material de la base estabilizada. Y se destaca que la técnica del microfisurado se empezó a aplicar en el proyecto una vez que se habían presentado más de 16 incumplimientos en el parámetro de resistencia a la compresión en diversos paños de base estabilizada.

Como segunda consideración, se reitera que en el informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0749-2022, se concluyó que las medidas de mitigación -ante los agrietamientos- que fueron realizadas por el contratista (ruteo de algunas grietas y sellado mediante emulsión asfáltica CRS-1) y avaladas por la Supervisión del proyecto, son consideradas insuficientes, por parte de este Equipo Auditor, para retardar el reflejo de los agrietamientos evidenciados en la base estabilizada del Conector Barreal Castella producto de las altas resistencias a la compresión del material.

En tercer lugar, en relación con el análisis de deflexiones realizado por la Supervisión -a partir de los insumos del LanammeUCR-, se debe señalar que el enfoque realizado por este ente dista del criterio técnico expresado por el Equipo Auditor en el oficio EIC-Lanamme-920-2021 del 20 de octubre de 2021. A partir de dichas diferencias de criterio, el Equipo Auditor emitió los oficios EIC-Lanamme-1050-2021 del 15 de diciembre de 2021, EIC-Lanamme-272-2022 del 7 de abril de 2022 y EIC-Lanamme-516-2022 de 04 de julio de 2022 en los cuales se señala :

- El propósito de la evaluación de deflectometría realizada por el LanammeUCR en el pavimento de los diferentes proyectos del Lote 1 de las OBIS, corresponde a la realización de un estudio complementario para brindar información y un orden de magnitud sobre la capacidad estructural de los pavimentos construidos, esto ante los incumplimientos de calidad, prácticas constructivas y deterioros evidenciados en las múltiples visitas al proyecto y posteriores notas informes, emitidas por la Unidad de Auditoría Técnica a lo largo del proceso de ejecución del proyecto indicadas anteriormente.
- Se detalla a profundidad la justificación técnica por la cual se consideró la evaluación de los parámetros de Horak dentro del análisis realizado. Cabe mencionar que la evaluación mediante los parámetros de Horak no tiene ningún orden contractual en el proyecto, sin embargo, dicho





análisis complementa el estudio realizado sobre la calidad de la base estabilizada colocada en los proyectos del Lote 1 de las OBIS.

- Se señalan inconsistencias en el análisis estadístico de deflexiones realizado por la Supervisión en los oficios P101302-IDM-HRW-9180TRP-RPT-C-000471-p01.01-S3-inf resp y UAP FSJSR-2022-03-279, según lo hacen constar los oficios EIC-Lanamme-272-2022 del 07 de abril de 2022 y EIC-Lanamme-516-2022 del 04 de julio de 2022.
- Se advierte a la UAP de una interpretación incompleta por parte de la Supervisión, debido a que centra su análisis estadístico solamente con los indicadores RoC y BLI omitiendo del análisis el indicador MLI.
- Se señalan diferencias de criterio respecto al análisis estadístico desarrollado por la Supervisión en relación con la base estabilizada y el indicador BLI, las cuales no permiten compartir el criterio expresado por la Supervisión donde se concluye -a partir del análisis realizado- que el método de microfisurado parece tener un buen resultado, debido a que el comportamiento de la base de alta resistencia, no difiere de los paños aceptados con resistencias dentro de las especificaciones, esto por el hecho de que el análisis realizado no es suficiente como para sostener dicha afirmación.
- Se señala a la UAP y a la Supervisión que no todos los defectos en la estructura de un pavimento se pueden detectar a partir del análisis de capacidad estructural en el corto plazo, ya que en el caso de las bases estabilizadas que cuentan con un alto valor de resistencia no se considera que, en principio, la capacidad estructural del pavimento se vea afectada a edades tempranas, y que el riesgo recae en la posibilidad de que con el tiempo se reflejen grietas en el pavimento, disminuya su potencial de impermeabilizar las capas subyacentes y se presenten afectaciones a la capacidad estructural del pavimento.

Adicionalmente, se debe mencionar que la sección Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago tiene un sustento contractual en la evaluación de la calidad de la base estabilizada del proyecto, según lo establece la sección 302 del documento A52-ETE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas, mientras que la aplicación de las técnicas propuestas por el Contratista y que fueron aprobados por la UAP y la Supervisión, no cuentan con dicho sustento.

Así las cosas, no se consideran aceptables las justificaciones expresadas por la Supervisión y la UAP en el oficio UAP-GI-2022-06-180 para señalar que a pesar de la no aplicación de la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago según lo establece el cartel de licitación, sí se realizó una evaluación de la calidad de la base estabilizada del proyecto

Se reitera que ante, la decisión adoptada -por la Unidad Administradora y la Supervisión- de la no aplicación de la sección Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago se gestionó el pago completo de un material que incumplió según lo dispuesto en el cartel de licitación del proyecto y en la normativa vigente, a pesar del potencial riesgo que presente deterioros prematuros durante su vida útil.

Por otra parte, sobre la gestión realizada por la UESR -a partir de las observaciones levantadas por el LanammeUCR- con relación al tema de la gestión del pago de la base estabilizada, esta auditoría mediante el oficio EIC-Lanamme-633-2022 del 21 de julio de 2022, solicitó a la Unidad Ejecutora San José San Ramón toda la documentación y criterios emitidos por este ente, sobre la gestión de la calidad de la base estabilizada y la mezcla asfáltica del Lote 1 de las Obras Impostergables del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales.





La UESR-07-2022-525 (716) brindó respuesta a la solicitud realizada mediante el oficio UESR-07-2022-525 (716) el 05 de agosto de 2022, mediante el cual presentó documentación emitida por la Unidad Ejecutora a la UAP durante la ejecución del proyecto (ver Tabla 1), cuya revisión permitió identificar acciones de la UESR relacionadas con:

- Seguimiento a las observaciones y hallazgos del LanammeUCR.
- Seguimiento a la Orden DFOE-CIU-ORD-00003-2021 emitida por la Contraloría General de la República.
- Cumplimiento de las especificaciones de calidad del proyecto.
- Solicitudes de criterios técnicos en relación con incumplimientos y metodología del pago en función de la calidad.
- Cumplimiento de obligaciones contractuales de la UAP.

Tabla 2. Correspondencia emitida por la UESR relacionada con la gestión de la base estabilizada de los proyectos del Lote 1 de las OBIS. Fuente: CONAVI, 2022.

Oficio	Fecha	Asunto
UESR-14-2020-725	2 de diciembre de 2020	Atención de informes de auditorías externas
UESR-14-2020-726	2 de diciembre de 2020	Resultados de verificación de calidad en base estabilizada.
UESR-14-2020-155	18 de marzo de 2021	Atención de informes de auditorías externas del LanammeUCR
UESR-07-2021-352	11 de junio de 2021	Seguimiento a las auditorías externas (LanammeUCR) en el proyecto OBIS Lote 1.
UESR-07-2021-740	5 de octubre del 2021	Cumplimiento de especificaciones de calidad y buenas prácticas en el proyecto OBIS Lote 1
UESR-08-2021-883	22 de noviembre de 2021	Solicitud de información del proceso de finalización de la OBI Ciruelas, según Informe de Rendición de Cuentas N°38.
UESR-08-2022-040	19 de enero de 2022	Atención a oficio de la CGR No DFOE-CIU-0461 Remisión de Orden DFOE-CIU-ORD-00003-2021 en relación con la calidad de las obras incluidas en el Programa de Obras
UESR-07-2022-010	28 de enero del 2022	Cumplimiento de especificaciones de calidad y buenas prácticas en el proyecto OBIS Lote 1.
UESR-08-2022-214	29 de marzo de 2022	Cumplimiento de especificaciones técnicas para recepción de obras y solicitud de espacio en Comité Ejecutivo para exposición de Auditorías Técnicas por parte del Lanamme.

Respecto a los hallazgos y observaciones desarrolladas por el Equipo Auditor en relación con la gestión del pago de la base estabilizada, según consta de la correspondencia contemplada en el link del apartado



de metodología de este informe, el criterio técnico de la UESR en el oficio UESR-07-2022-525 (716) concluye que existe conformidad y concordancia con el dictamen realizado por el LanammeUCR en relación con este tema, sin embargo, que su accionar para un mayor control de las decisiones y acciones de la UAP se veía limitado por las herramientas contractuales que contaba, tal cual lo hace constar el siguiente párrafo del oficio en análisis:

“Finalmente, de los análisis realizados por esta Unidad Ejecutora, se concluye y comparte los criterios indicados por la auditoría técnica respecto a las gestiones realizadas por el Fiduciario Banco de Costa Rica y su UAP, sobre la aceptación y pago de dichos materiales. Es lamentable indicar que, esta Unidad se encuentra limitada de herramientas contractuales que le permitan ejercer un mayor control sobre las labores del Fiduciario Banco de Costa Rica y su UAP, de forma tal que permita sancionar cualquier conducta contraria a la esperada del Fiduciario Banco de Costa Rica como un buen padre de familia, el empleo de las buenas prácticas en materia de ingeniería vial y la aplicación de normativa técnica actualizada, las especificaciones técnicas establecidas.”

El criterio emitido por la UESR, reafirma el contenido de este hallazgo, ya que existe coincidencia entre el CONAVI y el LanammeUCR sobre debilidades en la gestión de la UAP y la Supervisora sobre el pago y gestión de la calidad de la base estabilizada en el proyecto, por lo cual se debió gestionar el pago en función de calidad en la base estabilizada, en lugar de la decisión de pagar el material por completo y no aplicar la sección de la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago tal cual lo indica la sección 302 “BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO” de las Normas Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto.

Por otra parte, si bien la UESR objeta la ausencia de multas en el contrato para un control más riguroso del accionar de la UAP en la gestión del proyecto, sin embargo se debe recordar que el MANUAL OPERATIVO DEL FIDEICOMISO, oficializado en noviembre de 2020, brinda la potestad al gerente general de la UESR como miembro de la Comisión Entrada en Servicio (CES) de no dar el aval para la “Entrada en Servicio Provisional” y “Entrada en Servicio Oficial” de las obras, en caso que se determine que algún requerimiento u observación de la lista de pendientes no ha sido debidamente subsanado, incluyendo los que el mismo CES estableció.

Por lo tanto, siendo consecuentes con los criterios emitidos por la UESR en el cual se indica que se comparte el criterio del Equipo Auditor sobre las gestiones realizadas por la Supervisora IDOM y el Fiduciario Banco de Costa Rica y su UAP, sobre la aceptación y pago de la base estabilizada, se considera que la UESR cuenta con suficiente evidencia para la toma de decisiones en relación con la recepción definitiva de los trabajos, razón por la cual se insta a la UESR que dentro de su accionar priorice los principios de razonabilidad, eficacia y eficiencia del uso de fondos públicos y garantice la recepción un proyecto que se ajuste a los estándares de calidad solicitados.

Finalmente, se debe indicar que el día 23 de diciembre de 2022 y posterior a la emisión del informe preliminar de este documento, la Contraloría General de la República emite el oficio DFOE-CIU-0687 del 23 de diciembre de 2022 como dictamen a la orden DFOE-CIU-ORD-00003-2021 del 12 de noviembre de 2021. Dentro de las conclusiones del oficio se indica el no cumplimiento de la orden en relación con la calidad de los trabajos de base estabilizada, esto debido a que la UAP no aplicó los criterios de calidad establecidos contractualmente y que las medidas correctivas para llevar los trabajos defectuosos a un





estado de conformidad no fueron eficientes, esto según lo hace constar los siguientes párrafos extraídos del informe.

“De la información suministrada para la acreditación del cumplimiento de la orden, se evidencia que no se cumplió con lo ordenado en relación a la calidad de los trabajos de base estabilizada del Lote N°. 1 de OBIS, esto por cuanto no fueron aplicados los criterios de calidad establecidos contractualmente (factor de pago o rechazo según corresponda), ni a la normativa técnica precitada que se encuentra incorporada como criterio de cumplimiento obligatorio, ni se evidenció que las medidas correctivas implementadas por el Contratista para atender los incumplimientos de calidad de sobrerresistencia, fueran efectivas para llevar los trabajos defectuosos a un estado de conformidad con las especificaciones técnicas contractuales, que como se ha indicado, establecieron con claridad, un rango de aceptación (valor mínimo y máximo) para la resistencia a la compresión de dicha base estabilizada.”

“Se concluye por parte de esta Contraloría General que el punto 4.1 de la orden emitida, no ha sido cumplido satisfactoriamente por parte de la UAP, al no evidenciar que las obras correspondientes al Lote N°. 1 de OBIS fueran recibidas y canceladas bajo el amparo de todas las especificaciones técnicas pactadas.

Las conclusiones del dictamen al orden DFOE-CIU-ORD-00003-2021 reafirman aún más los señalamientos del Equipo Auditor planteados en este hallazgo.

Además, se debe resaltar que la Unidad Ejecutora San José San Ramón expresó su conformidad sobre el contenido del hallazgo al señalar en el oficio UESR-07-2023-078 (522) del 07 de febrero de 2023 que no contaba con mayores observaciones a los resultados expuestos en dicho borrador del informe, siendo que más bien comparte los criterios vertidos.

B. Sobre el análisis estadístico de la base estabilizada

En esta sección se realizó un análisis de los resultados de los parámetros de calidad de la base estabilizada BE-35 empleada en el proceso constructivo del proyecto, con el fin de evaluar el cumplimiento de las especificaciones de esta obra, según lo estipulado en las normas de diseño y especificaciones técnicas del proyecto.

Asimismo, este análisis se basa en la actualización y oficialización de la “Sección 302. Base granular estabilizada con cemento” del CR-2010, mediante el Decreto Ejecutivo DE-40333-MOPT, del 16 de enero del 2017, la cual establece en el apartado 302.14 Pago, específicamente en la Tabla 302-3 “Requisitos de Muestreo y Ensayo” la realización del ensayo de Resistencia a la compresión inconfiada, cuyos resultados serán evaluados estadísticamente aplicando la sección 107.05 Estadística. Además, para el análisis se toma en consideración los límites de especificación establecidos en el oficio UAP-FSJSR-2019-09-1260, siendo el valor del límite inferior de 31 kg/cm² y el valor del límite superior de 55 kg/cm².

Para ello se realizó una revisión de los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad Castro y de la Torre en representación de la Supervisión del proyecto. Lo anterior a partir de la



información de calidad contenida en los informes mensuales emitidos por la Supervisión del proyecto, entre los meses de agosto 2020 a marzo 2022, los cuales fueron facilitados al Equipo Auditor. El análisis realizado se limita a la evaluación del cumplimiento del parámetro de calidad de la base estabilizada BE-35.

Por otra parte, la Unidad de Auditoría Técnica, en conjunto con los laboratorios del LanammeUCR realizaron ensayos a la base estabilizada colocada durante el periodo comprendido entre los meses de febrero 2020 y julio 2021.

Es importante aclarar que la toma de muestras por parte de la Auditoría Técnica dentro del proceso de fiscalización, no tienen como finalidad cumplir la función de autocontrol, ni de verificación de calidad, por lo que la información aportada no constituye obligatoriamente un dictamen final de la calidad. Más bien se proporcionaron como insumo para que la Administración analizara los resultados obtenidos por el LanammeUCR y tuviera una referencia en el orden de magnitud de los parámetros analizados.

Para el análisis de la Base Estabilizada BE-35 se tomó como referencia el diseño aprobado "P101302-IDM-HRW-9180TRP-RPT-C-000045 revisión diseño base estabilizada" del 10 de julio del 2020 versión 2.

Asimismo, como se mencionó en el oficio LM-IC-D-0728-2020 del 28 de agosto de 2020 la especificación de la actualización del CR-2010 se refiere al diseño y proceso constructivo de una base estabilizada BE-25 (resistencia 3 MPa) y no así de una BE-35 (resistencia 4 MPa). Se entiende que la base estabilizada BE-35 se introduce a los proyectos mediante una especificación especial del contrato, como una adaptación del contenido establecido en el CR-2010.

Sin embargo, en la especificación no se establecen los límites inferior y superior de aceptación o rechazo de este material. Revisando la información de los diseños propuestos por el contratista para las OBIS Obras de Ampliación Río Alajuela y Obras de Ampliación Río Ciruelas, se identificó que el contratista propuso los límites de resistencia del material en 31 kg/cm² y 55 kg/cm² (Ver Figura 3, esto según la referencia de la Guía de Bases Tratadas con Cemento de la Asociación de Pavimentos de Concreto (PCA) por sus siglas en inglés, tal como se muestra en la tabla extraída del informe de diseño de pavimentos de las Obras de Ampliación Río Ciruelas.

Figura 3. Especificación de resistencia propuesta por consorcio CPC. Fuente: Cacisa, 2020.

Tabla N°15: Especificación de Resistencia a la Compresión Inconfinada.

Resistencia a la Compresión Inconfinada	Especificación (kg/cm ²)
Mínima	31
Promedio	40
Máxima	55

Referencia: Guide Cement Threated Base (Portland Cement Association)

Fuente: CACISA, 2020.

La guía de la PCA menciona el valor de 55 kg/cm² como un máximo que se puede alcanzar en bases estabilizadas, no obstante, a la vez menciona que resistencias por encima de este valor podrían generar problemas de agrietamiento por contracción del material. De igual manera, el LanammeUCR ha señalado





que resistencias entre los 40 kg/cm² y 55 kg/cm² podrían ocasionar un agrietamiento de moderado a alto en la superficie y resistencias por encima de este valor agrietamientos severos del material.

HALLAZGO 2. SE EVIDENCIARON MULTIPLES INCUMPLIMIENTOS RELACIONADOS CON EL PARÁMETRO DE RESISTENCIA DE LA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO TIPO BE-35 DURANTE LOS DIFERENTES MESES DE CONSTRUCCIÓN DE DICHA CAPA.

Con los datos de las muestras ensayadas por el laboratorio Castro y de la Torre se realizó el análisis de estos representándolos en la gráfica mostrada en la **Figura 4** con el fin de examinar la variación que se da en la resistencia durante el proceso constructivo en las diferentes OBIS. En la gráfica se ilustra la zona de cumplimiento de la especificación (área sombreada en azul) y se determina que en las OBIS Obras de Ampliación Río Segundo, Obras de Ampliación Río Ciruelas, Obras de Ampliación Río Alajuela, Obras del Paso a Desnivel Firestone y Obras del Conector Barreal-Castella se presentan -en mayor cantidad- resistencias superiores al límite de especificación de 55 kg/cm² establecida contractualmente.

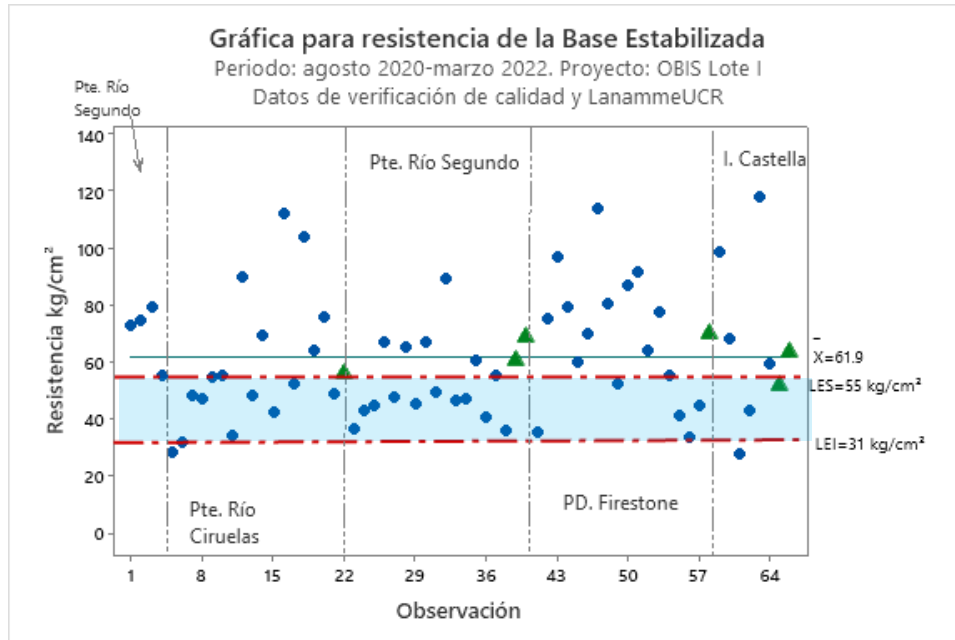
Del análisis se logra identificar claramente que la resistencia a la compresión durante el proceso de producción de la base estabilizada evidencia variabilidad durante todo el período analizado, donde de las 60 muestras ensayadas por el laboratorio encargado de la verificación (puntos azules) el 55% de los resultados se encuentran por encima del límite de especificación superior y solo un 3,33% por debajo del límite de especificación inferior.

Además, como parte del proceso de auditoría técnica se tomaron 6 muestras por parte del LanammeUCR (triángulo verde) de las cuáles se logra observar que sólo una muestra, cumple con la especificación y las restantes 5 muestras se localizan por arriba del límite de especificación superior, reafirmando la tendencia demostrada con los datos del laboratorio encargado de verificación de calidad.





Figura 4 Gráfica de control para resistencia de Base Estabilizada.



Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad, triángulos verdes corresponden a muestras de LanammeUCR y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior. 2. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 3. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación.

Posteriormente, se procede a realizar el análisis estadístico de los resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada por subproyecto y para un periodo mensual, de acuerdo con la sección 302. Base granular estabilizada con cemento¹, la cual establece en la Tabla 302-3 Requisitos de Muestreo y Ensayo del apartado 302.14 Pago, en donde se indica que la Resistencia a la compresión confinada será evaluada estadísticamente con la sección Estadística (107.05).

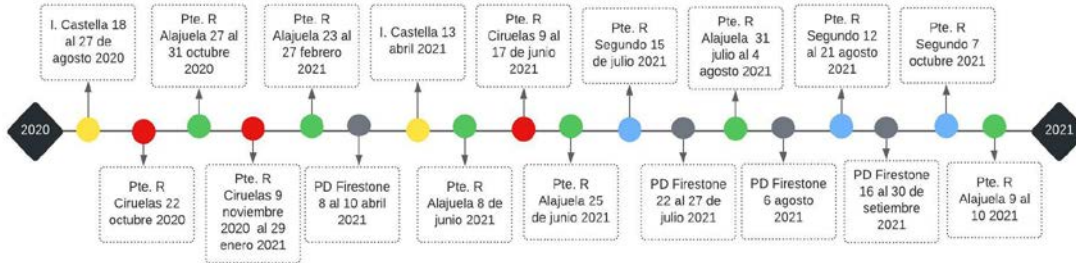
El procedimiento de análisis se aplicará para los meses agosto 2020, octubre 2020, abril 2021, junio 2021, julio 2021, agosto 2021 y setiembre 2021. En la línea de tiempo mostrada en la **Figura 5** se presentan las fechas y/o periodos en los que fue muestreado el material por parte del laboratorio de la verificación de calidad para las diferentes OBIS.

¹ la cual se encuentra actualizada y oficializada mediante el Decreto Ejecutivo DE-40333-MOPT, del 16 de enero de 2017





Figura 5. Línea de tiempo de muestreo de base estabilizada en OBIS Lote 1A. Periodo agosto 2020 a octubre 2021. Datos de Castro y de la Torre.



Al aplicar el análisis estadístico indicado en el CR2010 a los resultados de resistencia a la compresión de las bases estabilizadas producidas en el proyecto se determinan porcentajes fuera de especificación que superan el máximo porcentaje de trabajo fuera de los límites de especificación permisible para considerar aceptable un material, estableciendo para la mayoría de meses un criterio de rechazo, exceptuando el mes de octubre 2020 donde el porcentaje determinado se ubicó cerca del criterio de rechazo (38,5% cercano a 42,45%) lo que determinó un factor de reducción por calidad de 0,75, tal como se presenta en el resumen mensual de los datos calculados en la **Tabla 3**. Según el CR-2010 en la sección 107.05, el máximo porcentaje permisible de trabajo fuera de los límites de especificación para un factor de pago dado, con un total de valores (N) de 5 datos es de 45,000%, para un (N) de 6 es 43,618% y para (N) de 7 es de 42,450%.

Tabla 3. Cálculo de factor de pago de la base estabilizada

	agosto 2020	octubre 2020	abril 2021	junio 2021	julio 2021	agosto 2021	setiembre 2021
PROMEDIO	71,20	42,86	64,94	65,53	72,93	63,94	74,67
DESV. ESTÁNDAR	37,46	12,82	23,50	17,42	25,21	17,00	16,45
n	5	7	6	5	5	6	5
Qs	-0,43	0,95	-0,42	-0,60	-0,71	-0,53	-1,20
Qi	1,07	0,93	1,44	1,98	1,66	1,94	2,65
PS	65,61%	19,00%	65,51%	71,10%	74,19%	68,94%	85,10%
PI	17,18%	19,53%	10,41%	5,93%	8,58%	5,52%	2,84%
PT (Nivel de incumplimiento)	82,80%	38,53%	75,92%	77,02%	82,77%	74,45%	87,94%
Valor máximo permitido fuera de límites	45,00%	42,45%	43,62%	45,00%	45,00%	43,62%	45,00%
FP	Rechaza	0,75%	Rechaza	Rechaza	Rechaza	Rechaza	Rechaza

Nota: 1. N: Cantidad de datos Qs: Índice de calidad superior. Qi: Índice de calidad inferior, Ps: Porcentaje fuera del límite superior, Pi: Porcentaje fuera del límite inferior, PT: Porcentaje total fuera de la especificación y FP: Factor de pago calculado por tabla. 2. Datos resaltados en rojo, pertenecen al FP calculado por tabla para el parámetro analizado. 3. Análisis elaborado con datos de verificación de la calidad.

De la **Tabla 3** se determina que para la mayoría de los meses (exceptuando octubre 2020) el porcentaje de incumplimiento fuera del límite superior de especificación reporta valores entre 65,51% y 85,10%, con lo que se denota que la resistencia a la compresión se estableció como el parámetro crítico durante el proceso de producción de la base estabilizada. Además, se debe hacer hincapié que dicho parámetro venía incumpliendo desde el inicio de la producción y colocación en campo hasta los meses finales donde se llevó a cabo esta actividad.





En cuanto a los meses que contaban con menos de 5 muestras que corresponden a noviembre 2020, enero 2021, febrero 2021, mayo 2021, octubre 2021, diciembre 2021, febrero 2022 y marzo 2022, los cuales se evaluarán según lo que indica el CR-2010 en la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) en su inciso (b):

*El factor final de pago deberá determinarse antes de que el material sea incorporado totalmente en el proyecto, previéndose al Contratista de que el factor de pago normal no debe caer por debajo de 0,90. **Si un lote se constituye con menos de 5 muestras, el material se evaluará bajo la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada.** (Subrayado no es del original)*

Del mismo modo el CR-2010 en la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, se destaca lo que indica en relación con los resultados de ensayos:

Los resultados de la inspección o ensayos deberán mostrar valores dentro de los límites de tolerancia especificados. Cuando no se indique ningún valor de tolerancia en el Contrato, el trabajo será aceptado con base en lo estipulado en la manufactura de materiales y en las tolerancias de la construcción. (Subrayado no es del original)

En lo que respecta a la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, se interpreta que toda la producción deberá estar conforme con los requisitos del contrato, es decir que todos los resultados de los ensayos obtenidos, deberán estar dentro de las tolerancias especificadas. Por lo tanto, para el caso de la valoración de la resistencia de la Base Estabilizada BE-35 y de acuerdo con los diseños propuestos por el contratista para las OBIS Obras de Ampliación Río Alajuela y Obras de Ampliación Río Ciruelas, los límites de resistencia del material se definieron entre 31 kg/cm² y 55 kg/cm², esto según la referencia de la Guía de Bases Tratadas con Cemento de la Asociación de Pavimentos de Concreto (PCA) por sus siglas en inglés que fue propuesta por el mismo contratista.

Como se muestra en la Tabla 4, del análisis individualizado de los resultados de ensayo de resistencia a la compresión inconfina se puede establecer que para los meses en estudio, existe al menos una muestra que incumple con los requerimientos de la especificación contractual, por lo que se establece el criterio de rechazo en los meses donde se tienen menos de 5 muestras.

Tabla 4. Estimación del FP para meses con menos de 5 muestras

	noviembre 2020	enero 2021	febrero 2021	mayo 2021	octubre 2021	diciembre 2021	febrero 2022	marzo 2022
Muestra 1. Resultados en kg/cm ²	48,7	34,7	65,3	112,3	55,3	55,7	33,7	44,7
Muestra 2. Resultados en kg/cm ²	47,3	48,3	45,3	52,7	55,7	41,3		
Muestra 3. Resultados en kg/cm ²	55,0	90,3	67,0	104,0	36,0			
Muestra 4. Resultados en kg/cm ²	55,7	69,3						
N	4	4	3	3	3	2	1	1
Cantidad muestras incumplen especificación	1	2	2	2	2	1	0	0
FP o criterio	Rechaza	Rechaza	Rechaza	Rechaza	Rechaza	Rechaza	Acepta	Acepta



Nota: 1. N: Cantidad de datos 2. FP Factor de pago

En síntesis, del análisis mensual (estadístico o datos individuales) del periodo agosto 2020 a marzo 2022, realizado con los resultados obtenidos por la verificación de calidad se determina que para todos los meses (exceptuando octubre 2020, febrero 2022 y marzo 2022) -desde el punto de vista de evaluación de la calidad del material incorporado a la obra- se establece el criterio de rechazo, lo anteriormente expuesto confirma el comportamiento de la resistencia a la compresión inconfiada demostrada por el material sobre el límite de especificación superior.

Análisis global de los datos

Con la finalidad de examinar los resultados de forma global, se analizan la totalidad de las muestras del período en estudio agosto 2020 a marzo 2022 tanto para los resultados obtenidos por el LanammeUCR, así como los de verificación (incluyendo las muestras a las que no se les pudo realizar el análisis mensual según lo estipulado en la subsección 107.05). Del análisis estadístico presentado en la Tabla 5 para un total de N=6 datos el porcentaje máximo permisible para que un material sea totalmente aceptable es de 43,618% y para un N=60 es de 26,168%. Es por lo anterior que, al contrastar el porcentaje de incumplimiento determinado en el análisis con el porcentaje mencionado, se establece el criterio de rechazo tanto para las muestras del LanammeUCR como para las muestras de verificación de calidad, reforzándose con esto la variabilidad de los resultados y por ende de los incumplimientos detectados con los informes de ensayo de LanammeUCR.

Tabla 5. Cálculo de factor de pago global de la base estabilizada, para datos de verificación de calidad y LanammeUCR.

	LANAMME	VERIFICACIÓN
PROMEDIO	61,8	61,9
DESV. ESTÁNDAR	7,3	22,3
Categoría	I	I
n	6	60
PS	80,37%	62,05%
PI	0,41%	8,61%
PT (Nivel de incumplimiento)	80,78%	70,66%
Valor máximo permitido fuera de límites	43,618%	26,168%
FP	Rechaza	Rechaza

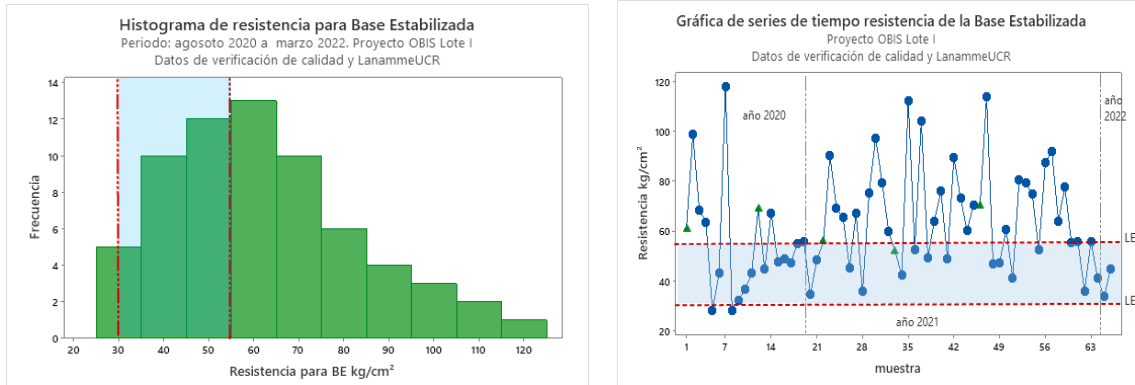
Nota: 1. N: Cantidad de datos, Ps: Porcentaje fuera del límite superior, Pi: Porcentaje fuera del límite inferior, PT: Porcentaje total fuera de la especificación y FP: Factor de pago calculado por tabla

En la **Figura 6** se presenta de forma gráfica la totalidad de los resultados para las muestras analizadas en el periodo de estudio, en la figura se evidencian manifiestamente los incumplimientos del parámetro de resistencia de la BE, donde el área sombreada en azul representa los datos dentro de los límites de especificación, representando el 29,34%. En tanto el 70,66% se encuentra por fuera del requerimiento de especificación establecido contractualmente. De la gráfica se logra identificar fácilmente la tendencia de la resistencia del material a ubicarse fuera del límite de especificación superior. Además, se observa que el valor promedio de los datos se establece en 61,9 kg/cm², es decir un valor promedio por encima del límite superior de especificación de 55 kg/cm², trasladado en 7 unidades (kg/cm²). Asimismo, de la gráfica se identifica un rango de resistencias entre los 28 kg/cm² a 118 kg/cm² obtenidos mediante los ensayos realizados por el laboratorio encargado de la verificación de calidad.





Figura 6 Histograma y gráfico de series de tiempo para resistencia de la base estabilizada.



Nota: 1. Línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior (LEI) y superior (LES). 2. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 3. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación.

La Figura 6 viene a demostrar patrones poco comunes en los datos, y los cuáles indican que desde el inicio de la producción de la base estabilizada en el año 2020 existe una presencia de variación por diferentes causas, demostradas con los resultados de verificación y LanammeUCR, es decir, una variación que no es una parte normal del proceso, que debieron ser detectadas desde el inicio para evaluar la estabilidad del material y el proceso en el tiempo, así como realizar los ajustes al proceso de forma oportuna. Es por lo anterior que no se dio la situación ideal y la razón de ser del autocontrol y verificación de calidad que es detectar el rechazo antes de que el material sea incorporado en el proyecto.

SOBRE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

En esta sección se realizó un análisis de los resultados de los parámetros de calidad de la emulsión asfáltica empleada en el proceso constructivo del proyecto, con el fin de evaluar el cumplimiento de las especificaciones de esta, según lo estipulado en el documento A51-ETE-01-R00 Normas de diseño y especificaciones técnicas del proyecto. El presente estudio se basa en la evaluación de los materiales empleados en la actividad del riego de liga según lo dispuesto en la Sección 414.) Riego de liga asfáltica (tack coat), Materiales de conformidad con la subsección: Emulsión asfáltica 702.03 del documento 414. A51-ETE-01-R00 02.

Para ello se realizó una revisión de los resultados de ensayos obtenidos por el LanammeUCR. Lo anterior a partir del muestreo realizado por esta auditoría técnica, entre los meses de junio 2021 y octubre 2021. El examen realizado se limita a la evaluación y cumplimiento de los parámetros de calidad de la emulsión asfáltica.

Es importante aclarar que la toma de muestras por parte de la Auditoría Técnica dentro del proceso de fiscalización, no tienen como finalidad cumplir la función del autocontrol ni la verificación de calidad, por lo que la información aportada no constituye obligatoriamente un dictamen final de la calidad, más bien se proporcionaron como insumo para que la Administración analizara los resultados obtenidos por el LanammeUCR y tuviera una referencia en el orden de magnitud de los parámetros analizados.



Como parte de la auditoría técnica que el LanammeUCR realiza al proyecto y en aras de contribuir al mejoramiento continuo de la gestión de la Administración, se emitieron varios oficios y notas informe que se resumen en *Tabla 6*, en las cuáles se comunicó los resultados de ensayos a la emulsión asfáltica.

Tabla 6. Oficios de comunicación de resultados de ensayos de calidad a la emulsión asfálticas

Consecutivo	Fecha	Asunto	Respuesta	Fecha
LM-EIC-D-0563-2021	5/7/2021	Remisión de informe de ensayos a la emulsión asfáltica utilizada como riego de liga en Obras de Ampliación Río Ciruelas	UAP-FSJSR-2021-09-1068	6/9/2021
LM-EIC-D-0659-2021	6/8/2021	Remisión de informes de ensayo materiales OBIS	UAP-FSJSR-2021-09-1065	6/9/2021
LM-EIC-D-0785-2021	9/09/2021	Remisión de informe de ensayos a la emulsión asfáltica y respuestas a oficios UAP-FSJSR-2021-09-1065 y UAP-FSJSR-2021-09-1068	UAP-FSJSR-2021-10-1317	20/10/2021
EIC-Lanamme-1068-2021	15/12/2021	Remisiones informes de ensayo MAC y emulsión asfáltica Obras de Ampliación Río Alajuela	UAP-FSJSR-2022-04-414	1/4/2022

HALLAZGO 3. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS RELACIONADOS CON LOS PARÁMETROS DE ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, VISCOSIDAD, TAMAÑO DE PARTÍCULA MALLA 20 Y ASFALTO RESIDUAL DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA EMPLEADA EN EL PROYECTO QUE FUE MUESTREADA POR EL LANAMMEUCR.

Los análisis de la calidad de los materiales se realizaron con base en los resultados de los ensayos realizados por el Laboratorio de Materiales para Pavimentos del LanammeUCR, que fueron compilados durante la ejecución de la auditoría. En la *Tabla 7* se muestran los resultados de los ensayos realizados a la emulsión asfáltica en Puente sobre río Segundo, Puente sobre río Ciruelas, Puente sobre río Alajuela y Paso a Desnivel Firestone en el periodo junio a octubre 2021, resultados que fueron comunicados oportunamente según se indica en la *Tabla 6*.



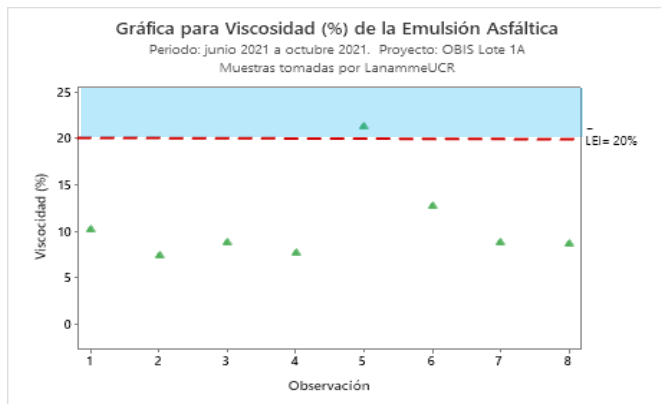


Tabla 7. Resultados de ensayos a la emulsión asfáltica

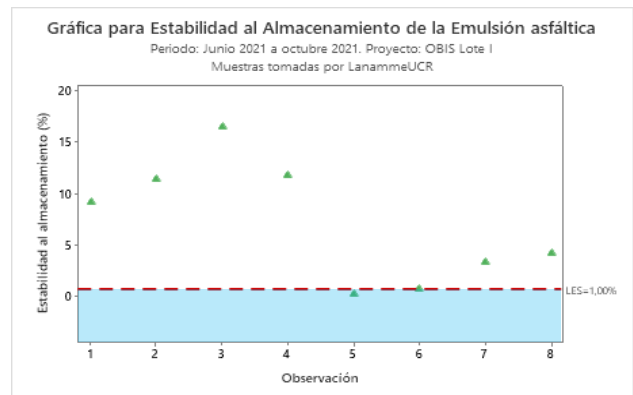
Informe	Suproyecto	Fecha de muestreo	Viscosidad (%)	Estabilidad al Almacenamiento (%)	Demulsibilidad (%)	Tamaño de Partícula Malla 20 (%)	Asfalto Residual (%)	Aceite Destilado (%)	Ductilidad (%)	Penetración (%)	Solubilidad (%)
Límite de Especificación Superior (LES)			100,00	1,00		0,100		3,0		200,00	
Límite de Especificación Inferior (LEI)			20,00		40,0		60,0		40	100,00	97,50
I-1096-2021	Pte. Río Segundo	25/8/2021	21,40	0,32	68,0	0,159	57,30	2,0	100	162,2	99,82
I-0838-2021	Pte. Río Ciruelas	22/6/2021	10,30	9,27	86,4	0,016	47,30	1,0	93	122,8	99,89
I-0915-2021	Pte. Río Ciruelas	16/7/2021	8,77	16,57	102,0	0,014	42,90	2,0	98	119,7	99,73
I-1132-2021	Pte. Río Alajuela	1/9/2021	12,78	0,78	81,6	0,235	54,00	1,0	99	180,0	99,97
I-0899-2021	Pte. Río Alajuela	9/7/2021	7,42	11,47	102,0	0,685	48,20	2,0	100	126,8	99,87
EIC-Lanamme-INF-0200-2021	Pte. Río Alajuela	21/10/2021	8,77	3,39	100,9	0,003	39,00	1,5	100	119,5	99,74
EIC-Lanamme-INF-0217-2021	Pte. Río Alajuela	28/10/2021	8,76	4,24	100,0	0,002	38,30	2,3	99	116,6	99,76
I-1089-2021	PD Firestone	19/8/2021	7,70	11,87	93,3	0,147	46,70	2,0	100	129,1	99,54

Nota: Datos marcados den rojo corresponden a incumplimientos de la especificación.

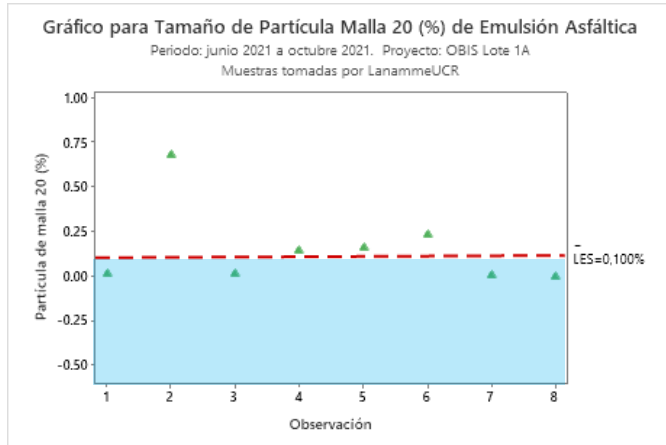
Figura 7. Gráficas de incumplimiento para los parámetros de asfalto residual, estabilidad al almacenamiento, viscosidad y tamaño de partícula 20



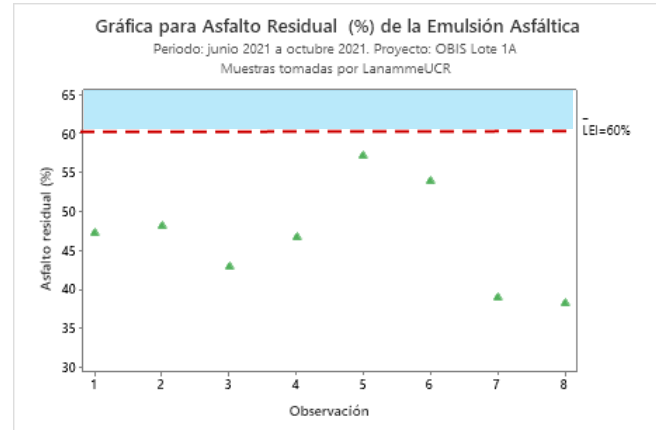
a)



b)



c)



d)

Nota: 1. Triángulos verdes son muestras tomadas por el LanammeUCR 2. Línea punteada roja muestra el límite de especificación. 3. Área sombreada celeste es el área de cumplimiento de especificación.

Del examen realizado por esta Auditoría Técnica a la emulsión asfáltica se detectó en 7 de las 8 muestras (88%) tomadas (ver Figura 7a), presentan incumplimiento en el parámetro de viscosidad Saybolt Furol a 50°C debido a que se obtuvieron valores menores que el límite inferior establecido en la Tabla 702-6 del Manual CR-2010 (20 SFs, de acuerdo con la columna CRS-1). Es decir, la emulsión asfáltica mostró una viscosidad menor que la requerida. Como se indica en la normativa de ensayo la viscosidad tiene importancia en el uso de asfaltos emulsionados porque es una propiedad que afecta su utilidad. Cuando se usa en tipos de aplicación de construcción, el material debe ser lo suficientemente delgado para ser aplicado uniformemente a través de la barra rociadora del distribuidor, pero lo suficientemente grueso para que no fluya desde la corona o la pendiente del camino.

De igual manera se presentó incumplimiento en el ensayo de estabilidad al almacenamiento en 24 horas, método de prueba útil para determinar, en un tiempo comparativamente corto, la estabilidad de almacenamiento o el asentamiento de un asfalto emulsionado. Se identificó que en 6 de las 8 muestras (75%) analizadas (ver Figura 7b), los resultados obtenidos estuvieron por encima del límite superior establecido en la Tabla 702-6 de las especificaciones del cartel de licitación (valor de 1%).

El valor de la estabilidad al almacenamiento en 24 horas mide la tendencia de las partículas de asfalto a sedimentarse durante el almacenamiento de la emulsión en un período de 24 horas. Por tanto, el alto valor de estabilidad obtenido en el ensayo muestra una tendencia clara a la sedimentación de las partículas de asfalto durante ese período y, por ende, a la separación de las fases de la emulsión (asfalto y agua). Además, se evidenció que durante la realización del ensayo de estabilidad al almacenamiento en 24 horas se observó en algunas muestras que la emulsión asfáltica tenía un contenido de agua mayor que el que se observa normalmente.

En lo que respecta al ensayo de partícula de malla N°20, se identifican 4 de las 8 muestras (ver Figura 7c), por encima del límite superior establecido en la Tabla 702-6 del Manual CR-2010 (0,10%, de acuerdo con la columna CRS-1).

Según la norma ASTM D6933-18 correspondiente al método de ensayo para determinar el sobretamaño de partículas de la emulsión asfáltica, busca determinar la cantidad de partículas que quedan retenidas



en la malla de 850 μm , o malla N° 20, por lo que este parámetro es importante cuando se considera el tamaño de la boquilla de aplicación. Siendo de gran relevancia a causa de que la retención de una cantidad excesiva de partículas en la malla, indica que existe la posibilidad de que ocurran problemas en la manipulación y aplicación del material.

Asimismo, como bien lo indica la norma, las partículas de asfalto retenidas en el cedazo a menudo pueden causar una aglomeración de la fase dispersada. El almacenamiento, bombeo y tratamientos térmicos contribuyen con la formación de partículas, otro factor puede ser contaminación del tanque de transporte.

En cuanto al ensayo de asfalto residual por destilación, para las 8 muestras tomadas por el LanammeUCR (ver Figura 7d), se evidenció un valor menor que el límite inferior establecido en la Tabla 702-6 del CR-2010 (60%). Los bajos valores del porcentaje de asfalto residual fueron consistentes con la observación de un contenido relativamente alto de agua en la emulsión.

Es importante mencionar que el asfalto residual es el elemento más importante en la actividad del riego de liga, ya que es este material el que propicia la adherencia necesaria para que las capas asfálticas que componen la estructura de pavimento actúen de forma monolítica en la transmisión de los esfuerzos inducidos por las cargas de tránsito. Por lo tanto, el bajo porcentaje de asfalto residual identificado en las muestras ensayadas por el LanammeUCR incide directamente en la adherencia entre las capas asfálticas colocadas, debido a que, al existir menor contenido de asfalto residual en la superficie según el valor esperado en la tasa de dosificación aplicada, menor será su desempeño para generar la unión necesaria para asegurar el adecuado desempeño del pavimento.

Ahora bien, aunado a los bajos contenidos de asfalto evidenciados en los informes de ensayo de la emulsión asfáltica reportados por el LanammeUCR, la realización de prácticas constructivas en la aplicación de riego de liga puede generar una condición más crítica con relación al contenido de asfalto residual colocado en sitio previo a la colocación de la capa asfáltica.

Así por ejemplo en las Obras del paso a Desnivel Firestone se identificaron 2 situaciones puntuales en las que se registraron riegos de liga no uniformes y con escasa cobertura, específicamente los días 17 y 20 de agosto de 2021, lo cual fue comunicado a la UAP mediante el oficio LM-EIC-D-0726-2021 del 03 de setiembre de 2021. En la Figura 8 se muestra parte de la condición identificada por el Equipo Auditor en dichas visitas.

Figura 8. Riego de liga no uniforme con escasa cobertura de la superficie. Fecha: 20 de agosto de 2021.





El bajo porcentaje de asfalto residual, aunado al tipo de prácticas evidenciadas (Figura 8), hacen que la capa asfáltica colocada sea susceptible a deterioros prematuros, tales como desplazamientos de mezcla o inclusive fatiga.

Por otra parte, los valores fuera de los límites para estabilidad al almacenamiento en 24 horas y el asfalto residual por destilación, además del alto contenido de agua observado en la muestra, pueden derivar en la alteración del proceso de rompimiento de la emulsión y, por ende, en la disminución de su efectividad para brindar adherencia entre capas.

Precisamente esta condición fue evidenciada por el Equipo Auditor en la visita al proyecto el 21 de junio de 2021, en la cual se observó la colocación de la emulsión asfáltica como riego de liga en el proceso de bacheo de la primera capa de mezcla asfáltica en las Obras de Ampliación río Ciruelas. En dicha ocasión se evidenciaron actividades de colocación de mezcla asfáltica para bacheos entre los estacionamientos 18+325 y 18+400 de las obras de Ampliación del río Ciruela, los tiempos de rompimientos de la emulsión asfáltica CRS 1 registrados en dicha visita fueron superiores a las dos horas, e inclusive en algunas secciones la emulsión no había alcanzado su rompimiento, posterior a las 3 horas, dicha condición se considera un comportamiento contrario a lo esperado para una emulsión de rompimiento rápido.

La situación descrita anteriormente se comunicó a la UAP mediante la nota informe **LM-EIC-D-0563-2021** del 5 de julio de 2021, en dicho documento se adjuntó como evidencia técnica el informe de ensayo I-0838-202 en el cual se identifican los incumplimientos de las propiedades del material. En el registro fotográfico de las Figura 9 y Figura 10, se muestra la condición observada por el Equipo Auditor en la visita del 21 de junio de 2021.

Figura 9 Riego de liga colocado en bache del carril interno. Fecha: 21 de junio de 2021, 9:25 p.m.





Figura 10. Riego de liga colocado en bache del carril interno. Fecha: 21 de junio de 2021, 11:32 p.m.



Otras de las conclusiones de los resultados de ensayo es que la baja viscosidad identificada en 7 de las 8 muestras ensayadas y el bajo porcentaje de asfalto residual obtenido en la totalidad de las muestras ensayadas es un indicador de que la emulsión asfáltica pudo haber sido diluida con algún tipo de sustancia. Los resultados de los ensayos evidencian una clara variación de la composición de la emulsión con respecto a lo que indica el certificado de calidad de RECOPE que fueron suministrados por la UAP.

Los resultados del laboratorio del LanammeUCR evidencian que las muestras tomadas en sitio mostraban bajos contenidos de asfalto y una viscosidad reducida; este comportamiento se podría fundamentar -según lo indicado por personal técnico de la empresa contratista durante las visitas del Equipo Auditor a los proyectos del Lote 1 de las OBIS-, como parte de las prácticas constructivas de la empresa contratista, en donde según declaraciones recibidas en sitio se diluía la emulsión asfáltica vendida por RECOPE. Esta práctica no se considera adecuada ya que no se presenta garantía de que la tasa de dosificación de asfalto residual en sitio sea la adecuada para garantizar una correcta adherencia entre las capas.

Respecto a los incumplimientos del material de emulsión asfáltica empleado en el proyecto -y que fueron alertados por el Equipo Auditor-, la UAP brindó respuesta mediante los oficios mencionados en la Tabla 1, a partir de las cuales se indicaron justificaciones y criterios para no validar los resultados de laboratorio realizados por el LanammeUCR.

Primeramente, la UAP y la Supervisión en el oficio UAP-FSJSR-2021-09-1068 (y adjuntos) del 06 de setiembre de 2021, el cual se emitió en respuesta al LM-EIC-D-0563-2021, señalaron que el desempeño de la emulsión asfáltica mostrado en las Obras de Ampliación del río Ciruelas el día 21 de junio de 2022 obedecía a condiciones ambientales y no a los incumplimientos de propiedades de los materiales señalados por el Equipo Auditor.

Cabe mencionar que la UAP y la Supervisión realizaron tal aseveración sin evidencia técnica que se sustentará dicha justificación ya que ninguno de los entes presentó como justificación técnica datos de temperatura, humedad, velocidad del viento, entre otros que permita establecer que si hubo una afectación al tiempo de rompimiento de la emulsión asfáltica. Únicamente asumen que por la noche se producen temperaturas menores, por eso no se produce el rompimiento de la emulsión colocada, particularmente la del día 21 de junio de 2021, por lo cual las justificaciones brindadas no son compartidas por el Equipo Auditor.





Además, en el UAP-FSJSR-2021-09-1068 la Supervisión señaló al Equipo Auditor que se debían tomar muestras con una frecuencia mayor para poder evitar la emisión de un criterio erróneo

Mediante el oficio LM-EIC-D-0659-2021, de fecha del 06 de agosto de 2022, se adjuntaron dos informes de ensayo adicionales con incumplimientos en las propiedades de la emulsión asfáltica colocada en los proyectos el Lote 1 de las OBIS. Seguidamente, el mismo 06 de setiembre de 2021, teniendo conocimiento de estos informes y en respuesta al oficio del LanammeUCR, la UAP y la Supervisión emiten el oficio UAP-FSJSR-2021-09-106, donde señala con relación a los incumplimientos que

“En términos del análisis realizado a la emulsión asfáltica resulta complicado el análisis ya que el contratista cuenta con certificados de calidad del único proveedor del mercado que es RECOPE, en dichos certificados se hace constar un cumplimiento de las especificaciones del producto, sin embargo, y dado que la auditoría técnica emite un criterio con relación a la variación del proceso de rompimiento de la emulsión, resulta poco conveniente para el contratista colocar un producto que vaya en contra de las buenas prácticas en la ingeniería y que más bien les provocaría una disminución en la efectividad y la producción esperada para cumplir su estructura de costos de la actividad en mención”

Sobre este criterio en el oficio LM-EIC-D-0785-2021 del 09 de setiembre de 2021, se indicó que las observaciones de la UAP y la Supervisión carecen de justificación técnica, en razón de que, no es de admisión por parte del equipo Auditor la descalificación de los resultados de los informes de ensayo del LanammeUCR, pues éstos se ejecutaron bajo las normas de ensayo de la especificación establecida en el cartel de licitación, esto a partir de la apreciación subjetiva desarrollada en el oficio UAP-FSJSR-2021-09-106 y sus adjuntos donde se indica que “resulta poco conveniente para el contratista colocar un producto que vaya en contra de las buenas prácticas en la ingeniería y que más bien les provocaría una disminución en la efectividad y la producción esperada para cumplir su estructura de costos de la actividad en mención.”

Además, en el oficio LM-EIC-D-0785-2021, se señaló que el hecho de que el contratista contará con certificados de calidad de RECOPE, no implica que en el momento de la aplicación del material se mantuvieran las propiedades indicadas en dicho certificado, ya que estas hubiesen podido verse afectadas por la forma en que el Contratista almacenó, manipuló y mantuvo la emulsión asfáltica.

El 20 de octubre de 2021, y conociendo de antemano 6 informes de ensayos emitidos por el LanammeUCR -con incumplimientos en distintas propiedades de la emulsión asfáltica colocada en los proyectos del Lote 1 de las OBIS-, la UAP y la Supervisión emitieron los oficios UAP-FSJSR-2021-10-1317 y P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000154 en los cuales a pesar de señalar que estos entes no buscan desacreditar los informes emitidos por el LanammeUCR y los consideran un insumo valioso para la toma de decisiones, nuevamente mediante un criterio subjetivo y sin sustento técnico indican que, a pesar de los incumplimientos identificados por el LanammeUCR, no consideran que para el Contratista no resulta conveniente disminuir las propiedades del material suministrado por RECOPE, tal como los hacen costar los siguientes párrafos extraídos :

*Sobre estas observaciones del LanammeUCR, con relación al punto nuestra intención no es desacreditar los informes emitidos por ese laboratorio, toda vez que siempre han representado un insumo valioso para la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto, **sin embargo, el comentario realizado va más en el sentido de que el contratista debe mantener una producción de calidad en aras de evitar inconvenientes a la hora de contabilizar***





cantidades para un cierre de estimación o relación valorada, es claro que la correcta ejecución de proyectos dicta que se debe de producir con la mejor calidad posible para evitar los inconvenientes que podría generar una rebaja por calidad.

*Con relación al punto No. 2 de las observaciones, tal cual fue comentado en el punto anterior, a pesar de que las apreciaciones realizadas por el Lanamme tienen razón toda vez que el material podría ser manipulado previo a su ejecución, **consideramos igualmente que no resulta conveniente para lograr una producción de calidad que se disminuyan las propiedades del material suministrado por RECOPE.** Sobre este particular estaremos atentos a verificar los certificados emitidos por el ente estatal con el propósito de evitar cualquier inconveniente adicional. (Lo resaltado no forma parte del documento original).*

De igual manera que en los oficios anteriores, la Supervisión y la UAP, parece que no analizan ni consideran los criterios del Equipo Auditor sobre la afectación que puede producirse por un inadecuado almacenamiento y/o manipulación de la emulsión asfáltica desde el momento de su producción hasta su colocación, más bien parece que asumen que el contratista no realizaría ninguna acción que afectara la calidad del material, lo cual es lo esperable, sin embargo, para asegurar dicha situación se debe contar con evidencias que sustenten dicha aseveración, por lo que precisamente a falta de dicho sustento técnico , este Equipo Auditor mantiene que dichas observaciones no son de recibo.

Posteriormente en respuesta al oficio EIC-Lanamme-1068-2021 , la UAP emite el oficio UAP-FSJSR-2022-04-414 el 1 de abril de 2022, en el cual se adjunta el oficio P101302-IDM-LSI-1235OCL-LET-C-0000239 del 17 de marzo de 2022 emitido por la Supervisora IDOM, como, en este caso ambos entes ya tenían de conocimiento los 8 informes de ensayo indicados de la *Tabla 6* en los cuales ambos entes reconocen los incumplimientos del material a partir de los informes de ensayo del LanammeUCR y se limitan solicitar al contratista la tasa de asfalto residual la cual fue una solicitud del oficio EIC-Lanamme-1068-2021.

Sobre esta solicitud de información el LanammeUCR reiteró la solicitud del envío de la información de las tasas de asfalto residual del proyecto mediante el oficio EIC-Lanamme-518-2022 del 17 de junio de 2022. La UAP y la Supervisora indicaron mediante el oficio UAP-FSJSR-2022-09-1041 del 9 de setiembre de 2022, que la tasa de dosificación aplicada en el proyecto fue de 0,5 l/m² aplicada en el proyecto y que la misma se encontraba dentro de los límites del apartado 414 del CR 2010. Al referirse la tasa de dosificación de la emulsión asfáltica, y no sobre la tasa de asfalto residual, por lo que, en razón de la diferencia existente entre los términos descritos, la respuesta brindada no atiende la consulta del Equipo Auditor además la tasa de dosificación que se indica, carece de respaldo técnico que logre constatar que dicha tasa fue la aplicada en el proyecto. Al respecto cabe mencionar que el Equipo Auditor no evidenció la realización de ensayos para la determinación del asfalto residual durante la aplicación de riegos de liga.

Por lo tanto, los criterios y evidencias presentados por la UAP y la Supervisión del proyecto son insuficientes para justificar los incumplimientos de contenido de asfalto, viscosidad, malla #20 y estabilidad al almacenamiento en 24 horas evidenciados en los informes de ensayo emitidos por el LanammeUCR de las muestras tomadas en sitio durante los procesos constructivos de riego de liga y capas asfálticas.

Ahora bien, a pesar de los incumplimientos evidenciados por el LanammeUCR -en los parámetros de calidad especificados para la emulsión asfáltica-, la Supervisión y la UAP se limitaron a solicitar el certificado de calidad al contratista y no fueron diligentes en realizar más pruebas al material





(especialmente en el sitio de trabajo) con el fin de verificar si este cumplía con las propiedades especificadas.

Sobre este tema se debe recordar que, en caso de incertidumbre, sobre la calidad de materiales, la UAP como gestor del proyecto tiene la potestad de realizar ensayos o aumentar la frecuencia de estos en caso de que lo considere necesario, esto según lo establece la sección 107 Aceptación del trabajo del CR2010 en los siguientes apartados

Apartado 107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato

“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. (Lo resaltado no forma parte del documento original)

Apartado 107.03 Certificación.

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.

Así las cosas, la gestión de calidad desarrollada por la UAP y la Supervisión del proyecto, en relación con el material de la emulsión asfáltica, es considerada deficiente, esto al evidenciarse inacción y ausencia de un control riguroso por parte de ambos entes, ante las evidencias y advertencias realizadas por el LanammeUCR respecto a incumplimientos del material.

Finalmente, se considera que el respaldo técnico presentado por el LanammeUCR -el cual está basado en ensayos de laboratorio acreditados- es sumamente claro y evidencia un patrón en el incumplimiento del material utilizado como riego de liga en los proyectos referidos en la Tabla 6, lo cual pone en riesgo la efectividad de la adherencia de las capas asfálticas y por ende la susceptibilidad a deterioros prematuros.

OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIÓ QUE LA SUPERVISIÓN NO VERIFICÓ EL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA FECHA DE PRODUCCIÓN DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA INDICADA EN EL CERTIFICADO DE RECOPE Y LA FECHA DE COLOCACIÓN DEL MATERIAL EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO, LO CUAL INCIDIÓ EN LA COLOCACIÓN DE UN MATERIAL CON INCUMPLIMIENTOS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD.

Ante los incumplimientos de los parámetros de calidad de la emulsión asfáltica evidenciados por el LanammeUCR, en los informes de ensayo (I-0838-2021, I-0899-2021 e I-0915-2021) de los meses de junio y julio 2021, de los proyectos Obras de Ampliación de río Ciruelas y Obras de Ampliación del río Alajuela, los cuales fueron comunicados mediante las notas LM-EIC-D-0563-2021 del 5 de julio de 2021 y LM-EIC-D-0659-2021 del 6 de agosto 2021. Además, ante el desempeño de la emulsión asfáltica utilizada como riego de liga observado en sitio en las Obras de Ampliación río Ciruelas el 21 de junio de 2021, el Equipo Auditor solicitó al ingeniero de proyecto por parte del Supervisión -el día 8 de julio de





2021-, los certificados de ensayos de calidad de la emulsión asfáltica colocada en las Obras de Ampliación río Ciruelas y las Obras de Ampliación río Alajuela.

En respuesta, e ingeniero de proyecto suministró los certificados de calidad de la emulsión asfáltica proporcionados por el contratista el mismo 08 de julio de 2021. Los documentos presentados por la Supervisión IDOM corresponden al informe de ensayo 493A21, del Lote N°118-20210202-CRS-1 y fecha muestreo 12 de febrero 2021, y el informe de ensayo 107A21, del Lote N°11420210406-CRS-1 y fecha de muestreo 23 de abril 2021, tal como se detalla en la Figura 11.

Figura 11. Certificados de emulsión asfáltica colocada en proyectos de Obras de ampliación de los puentes sobre el río Alajuela y el río Ciruelas en los meses de junio y julio de 2021.

RECOPE
Seguridad energética

493A21

Informe N°: 1074A21

Rige a partir de: 2010-06-27 Versión 1

INFORME DE ENSAYOS
AS-09-06-038

Tipo de producto: Emulsión Asfáltica Rapida (CRS-1) Tanque N° 179
 Cliente: Producto Negro
 Teléfono: 2204-2700
 Terminal: El Alto
 Lote N°: 118-20210202-CRS-1

Fecha de muestreo: 2021/02/12
Fecha de recepción: 2021/02/12
Volumen, m³: 66.00

Ensayo	Descripción	Resultado	Especificación	Analista	Fecha
**ASTM D-7406	Viscosidad Saybolt Furd a 50 °C, SSF	27,8 ± 21,5	30,0 - 100,0	MARIELA-MA	2021/02/12
**ASTM D-0057	Densidad a 25 °C, kg/m³	1,005	Reportar	MARIELA-MA	2021/02/12
**ASTM D-0067	Residuo por destilación, fracción masa, % en masa	62,2	Mínimo 60,0	MARCELA-SS	2021/02/12
	Fracción volumen de aceite destilado, % volumen masa	2,5	Máximo 3,0	MARCELA-SS	2021/02/12
**ASTM D-5	Penetración resultante G5 °C, 100 g, 5 s, 1/10mm	149,0 ± 6,9	160 - 250	MARCELA-SS	2021/02/12
**ASTM D-0033	Fracción masa retenida en malla N°20, % en masa	<0,01	Máximo 0,10	MARIELA-MA	2021/02/12
**ASTM D-0036	Demulsibilidad, fracción masa de asfalto, % en masa	65,1	Máximo 60,0	MARCELA-SS	2021/02/12
**ASTM D-0030	Estabilidad 24h, fracción de asfalto, % en masa	0,4	Máximo 1,0	ARNOLDO-GC	2021/02/12

Última línea

Muestreo realizado de acuerdo a "ASTM D-6057 por: DANNO-KT
 REGULACIÓN: Los resultados de los análisis ejecutados CUMPLEN con lo indicado en el Decreto Ejecutivo N°28212-COMEX MINSAE-MEIC. Reglamento Técnico Contratación. RTCA 75.01.22.04. Especificaciones técnicas para Asfalto y Emulsiones Asfálticas.

OBSERVACIONES: Los siguientes análisis provienen del informe de análisis indicado entre paréntesis: ASTM D-6050 (1050A21).

Acreditación de acuerdo a la Norma DFIN-ISO/IEC 17025-2017, ver alcance de acreditación en www.oca.or.cr. Ensayo Acreditado. **Ensayo No acreditado. Todas las referencias ASTM marcadas con un asterisco (*) están asociadas al ensayo acreditado.

RECOPE
Seguridad energética

107A21

Informe N°: 1074A21

Rige a partir de: 2010-06-27 Versión 1

INFORME DE ENSAYOS
AS-09-06-038

Tipo de producto: Emulsión Asfáltica Rapida (CRS-1) Tanque N° 177
 Cliente: Producto Negro
 Teléfono: 2204-2700
 Terminal: El Alto
 Lote N°: 114-20210406-CRS-1

Fecha de muestreo: 2021/04/16
Fecha de recepción: 2021/04/16
Volumen, m³: 67.60

Ensayo	Descripción	Resultado	Especificación	Analista	Fecha
*ASTM D-7406	Viscosidad Saybolt Furd a 50 °C, SSF	20,3 ± 6,4	20,0 - 100,0	JOSEFINA-SB	2021/04/16
**ASTM D-0057	Densidad a 25 °C, kg/m³	1,004 ± 0,3	Reportar	ARNOLDO-GC	2021/04/16
**ASTM D-0067	Residuo por destilación, fracción masa, % en masa	62,9 ± 1,3	Mínimo 60,0	MARCELA-SS	2021/04/16
	Fracción volumen de aceite destilado, % volumen masa	2,5	Máximo 3,0	MARCELA-SS	2021/04/16
**ASTM D-5	Penetración resultante G5 °C, 100 g, 5 s, 1/10mm	143,9 ± 6,7	160 - 250	MARCELA-SS	2021/04/16
**ASTM D-0033	Fracción masa retenida en malla N°20, % en masa	<0,01	Máximo 0,10	JOSEFINA-SB	2021/04/16
**ASTM D-0036	Demulsibilidad, fracción masa de asfalto, % en masa	70,9	Mínimo 60,0	MARCELA-SS	2021/04/16
**ASTM D-0030	Estabilidad 24h, fracción de asfalto, % en masa	0,3	Máximo 1,0	JOSEFINA-SB	2021/04/16

Última línea

Muestreo realizado de acuerdo a "ASTM D-6057 por: OSVALDO-MY
 REGULACIÓN: Los resultados de los análisis ejecutados CUMPLEN con lo indicado en el Decreto Ejecutivo N°28212-COMEX MINSAE-MEIC. Reglamento Técnico Contratación. RTCA 75.01.22.04. Especificaciones técnicas para Asfalto y Emulsiones Asfálticas.

OBSERVACIONES: Los siguientes análisis provienen del informe de análisis indicado entre paréntesis: ASTM D-6050 (1050A21).

Acreditación de acuerdo a la Norma DFIN-ISO/IEC 17025-2017, ver alcance de acreditación en www.oca.or.cr. Ensayo Acreditado. **Ensayo No acreditado. Todas las referencias ASTM marcadas con un asterisco (*) están asociadas al ensayo acreditado.

La revisión de los certificados de producción de RECOPE, permitió identificar que la empresa contratista mantuvo almacenada la emulsión asfáltica colocada en el proyecto entre 2 y 4 meses desde el momento de recepción del material. Los certificados de producción evidenciaron que las propiedades de calidad requeridas para la emulsión asfáltica cumplían con los requerimientos de la subsección: Emulsión asfáltica 702.03 del documento A51-ETE-01-R00 02 se ajustaban inicialmente a lo especificado. No obstante, evidentemente dichas propiedades variaron en el tiempo, según lo constatan los resultados de ensayos realizados por el LanammeUCR, ya que se evidenciaron incumplimientos en los parámetros de contenido de asfalto, viscosidad y estabilidad al almacenamiento de las muestras de emulsión asfáltica tomadas in situ.

Por lo anterior, es evidente que existió una pérdida de las propiedades de calidad de la emulsión asfáltica desde el almacenamiento hasta la hora de colocarla in situ (momento en el que LanammeUCR toma la muestra), lo cual obedece a un extenso periodo de reserva del material y además es indicativo que no existió un adecuado proceso de almacenamiento y manipulación del material.

Si bien es cierto que el material fue aceptado según lo estipulado en la subsección 107.04 manufactura de materiales, tal cual lo indica la UAP y la Supervisión del proyecto en el oficio UAP-FSJSR-2021-09-





1065 del 6 de setiembre del 2021, se considera que existe una omisión técnica por parte de ambos entes en la gestión de calidad de este material. Lo anterior debido a que, al aceptar emulsiones asfálticas almacenadas por periodos extensos, y sin evidencia de un adecuado sistema de circulación, se puede constatar un desconocimiento técnico por parte de la UAP y la Supervisión, sobre el comportamiento y desempeño del material con el paso del tiempo y la necesidad de que se hayan propiciado las condiciones de almacenamiento adecuadas para evitar la pérdida de propiedades de calidad del material.

Por lo cual se considera que la responsabilidad, del ente gestor y de la Supervisión de la calidad del proyecto, va más allá de recibir un certificado de un material y aprobar su uso en el proyecto, sin aplicar el conocimiento y criterio técnico suficiente para comprender el comportamiento de los materiales, y en caso de dudas o incertidumbre del desempeño del material, solicitar la realización de ensayos que demuestren que las propiedades de calidad del certificado se mantienen en el momento de la aplicación o uso del producto en procesos constructivos de las obras

En relación con el comportamiento y desempeño de las emulsiones asfálticas del Manual de producto de RECOPE (2021), -el cuál debe ser de conocimiento del Contratista al adquirir el producto y de los entes encargados de aprobar dicho material-, brinda las precauciones de manejo de las emulsiones catiónicas, dónde se incluye la emulsión CRS-1, la cual fue la emulsión colocada como riego de liga en los proyectos del Lote1 de las OBIS. En dicho manual (ver Figura 12. Precauciones de manejo emulsiones catiónicas (RECOPE, 2021).) en la sección de emulsiones asfálticas, se indica que la vida útil de almacenamiento es de 15 días al medio ambiente y que, en condiciones controladas, como los son tanques verticales herméticamente cerrados, bajo techo, protegidos de fuente calor intenso e ignición, con temperaturas entre 20°C y 50°C, podrán hacer variar este tiempo de vida útil.

Figura 12. Precauciones de manejo emulsiones catiónicas (RECOPE, 2021).





Nota: Fuente: <https://es.calameo.com/read/0061902030bffd0d9258b>

Adicionalmente a los lineamientos de RECOPE sobre la vida útil del material y su almacenamiento, se debe acotar que una reciente investigación desarrollada en una tesis de grado de la Escuela de Ingeniería Química denominada “EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS UTILIZADAS EN RIEGOS DE LIGA PARA PAVIMENTOS”, (Amador, 2022) en la cual se evaluó el comportamiento de las propiedades de las emulsiones asfálticas producidas en el país determinó dentro de sus conclusiones que:

- *Las propiedades físicas, químicas y mecánicas de las emulsiones asfálticas catiónicas varían con respecto al tiempo de almacenamiento para la emulsión de rompimiento rápido. Esto incluye casi todos los parámetros solicitados en la especificación del Reglamento Técnico Centroamericano: contenido de partículas retenidas en malla N.º 20, viscosidad Saybolt Furol, estabilidad a 24 horas, porcentaje de residuo asfáltico destilado, penetración, y los ensayos que se relacionan con desempeño: fuerza de adhesión y análisis láser de partícula.*
- *Tomando en cuenta la caracterización de las emulsiones asfálticas en estudio y su desempeño en el riego de liga se evidencia que las emulsiones de rompimiento rápido deberían de almacenarse hasta 1 semana desde su producción y en el caso de las emulsiones de rompimiento lento un máximo de 3 semanas antes de que comiencen a darse diferencias significativas en sus propiedades y en su desempeño en el campo.*

Por lo tanto, se evidencia que existe sustento técnico suficiente para asegurar que la variación de las propiedades de la emulsión asfáltica colocada en los proyectos de las Obras de Ampliación del Río Ciruelas y Obras de Ampliación del Río Alajuela respecto a los certificados de producción de RECOPE obedeció a un extenso periodo de almacenamiento (entre 2 y 4 meses).

Además, se considera que la gestión de la UAP y la Supervisión no fue diligente al no contrastar la fecha de emisión de los certificados de producción del material y la fecha de aplicación de la emulsión, lo cual desencadenó en la aprobación, colocación y pago de un material que incumplió con las propiedades especificadas en la sección Emulsión asfáltica 702.03 de las normas y especificaciones del proyecto y que podría incidir en la durabilidad y desempeño de la capas asfálticas de la estructura de pavimentos construida en ellos proyectos del lote 1 de las OBIS.

SOBRE EL CONCRETO

En esta sección se realizó un análisis de los resultados de los parámetros de calidad del concreto empleado en el proceso constructivo de las obras de los proyectos del Lote 1 de las OBIS, con el fin de evaluar el cumplimiento de las especificaciones, según lo estipulado en las normas de diseño y especificaciones técnicas del proyecto.

Para ello se realizó una revisión de los resultados obtenidos por el laboratorio de Verificación de la Calidad Castro y de la Torre en representación de la Supervisión del proyecto, a partir de la información de calidad contenida en los informes mensuales emitidos por la Supervisión del proyecto, entre los meses de enero 2020 y noviembre 2021, a los cuales el Equipo Auditor tuvo acceso durante la ejecución



del presente estudio. El análisis realizado se limita a la evaluación y cumplimiento de los parámetros de calidad de los siguientes tipos de concreto: concreto estructural clase A con resistencias de: 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 450 kg/cm² según lo indicado en el documento A51-ETE-01-R00 “Normas de Diseño y Especificaciones”.

Por otra parte, la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR realizó ensayos a los diferentes concretos colocados durante el periodo comprendido entre los meses de enero 2021 y setiembre 2021.

Es importante aclarar que la toma de muestras por parte de la Auditoría Técnica dentro del proceso de fiscalización, no tienen como finalidad cumplir la función del autocontrol ni la verificación de calidad, por lo que la información aportada no constituye obligatoriamente un dictamen final de la calidad, más bien se proporcionaron como insumo para que la Administración analizara los resultados obtenidos por el LanammeUCR y tuviera una referencia en el orden de magnitud de los parámetros analizados.

HALLAZGO 4. LAS MUESTRAS DE CONCRETO TOMADAS POR EL LANAMMEUCR Y LA SUPERVISIÓN TIENEN UNA RESISTENCIA SUPERIOR A LA RESISTENCIA MÍNIMA ESTABLECIDA EN LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES PARA LOS CONCRETOS ESTRUCTURALES DE 210 KG/CM², 280 KG/CM² Y 450 KG/CM². EL PARÁMETRO DE TEMPERATURA SE MANTIENEN DENTRO DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS.

El documento A51-ETE-01-R00 “Normas de Diseño y Especificaciones” define (en conjunto con otra documentación) todos los requisitos técnicos de las obras de construcción, particularmente en la Sección 552.) CONCRETO ESTRUCTURAL en la subsección 552.22 en donde se establecen los “Requisitos mínimos para muestreo y ensayo” para el concreto estructural. Se indica la ejecución de los ensayos de asentamiento, contenido de aire, peso unitario, temperatura y moldeo de cilindros.

De la información de los diseños de mezcla de concreto suministrados por el organismo encargado de inspección del proyecto, se determina que se utilizan concretos estructurales de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 450 kg/cm². Estas resistencias son las que se van a utilizar como referencia para la evaluación estadística de los resultados de ensayos reportados en los informes de calidad.

En lo que respecta a los datos aportados por la Verificación de Calidad con relación al ensayo de medición de temperatura del concreto, se logra evidenciar que el total de los resultados se encuentran dentro del rango de la especificación contractual establecida, con un cumplimiento total del requisito solicitado. .

Cabe recordar que la temperatura del concreto es uno de los factores más importantes que influyen la calidad, el tiempo de fragua y la resistencia del concreto. Un concreto con una temperatura inicial alta tendrá probablemente una resistencia temprana mayor que la normal, pero su resistencia final será menor que la normal. La calidad final del concreto probablemente también bajará, pues el concreto es más susceptible a la contracción térmica. Además, la temperatura del concreto también afecta el comportamiento de los aditivos químicos, por lo cual es importante controlar este parámetro para garantizar el correcto desempeño de los aditivos. (Picado M., 2020)



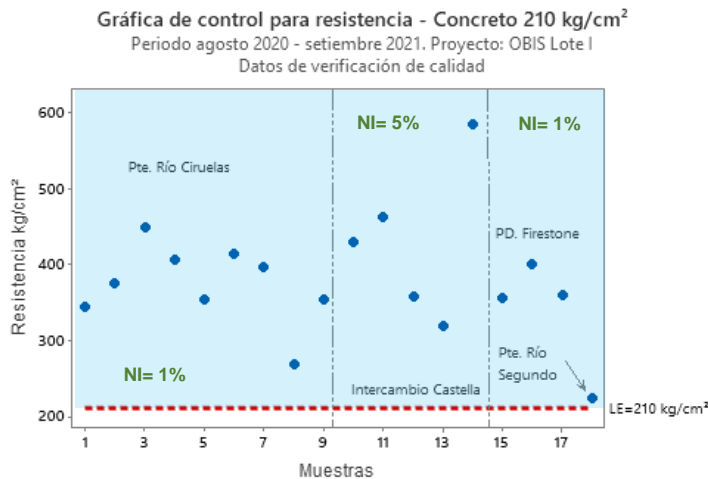


Así mismo, como lo indica la evaluación estadística del trabajo según la sección 552.19 Aceptación, de las Normas de diseño y especificaciones técnicas en la cual se señala:

El esfuerzo de compresión del concreto hidráulico será evaluado conforme a lo establecido en la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El resultado de una prueba de esfuerzo a la compresión, es el promedio de tres cilindros moldeados con una muestra de una misma batida y fallados a los 28 días o según disponga la Administración.

En lo que respecta al ensayo de resistencia a la compresión de cilindros del concreto estructural clase A tipo 210 kg/cm² utilizado en la construcción de las obras de drenaje, se recopilaron y analizaron los resultados entre los meses de agosto 2020 y setiembre 2021 (periodo abarcado por los informes de verificación a los que tuvo acceso esta Unidad de Auditoría Técnica) los cuales fueron aportados por el laboratorio Castro y de la Torre. De este estudio se evidencia que todos los resultados analizados cumplen el límite mínimo de especificación, tanto para las muestras tomadas en Obras de Ampliación río Ciruelas, Conector Barreal – Castella, Obras de Ampliación río Segundo, Obras de Ampliación Paso a desnivel Firestone (ver Figura 13). Del estudio estadístico se determina un porcentaje total fuera del límite de especificación del 2%.

Figura 13. Gráfico sobre la resistencia concreto 210 kg/cm² de las obras de drenaje del Lote 1 de las OBIS

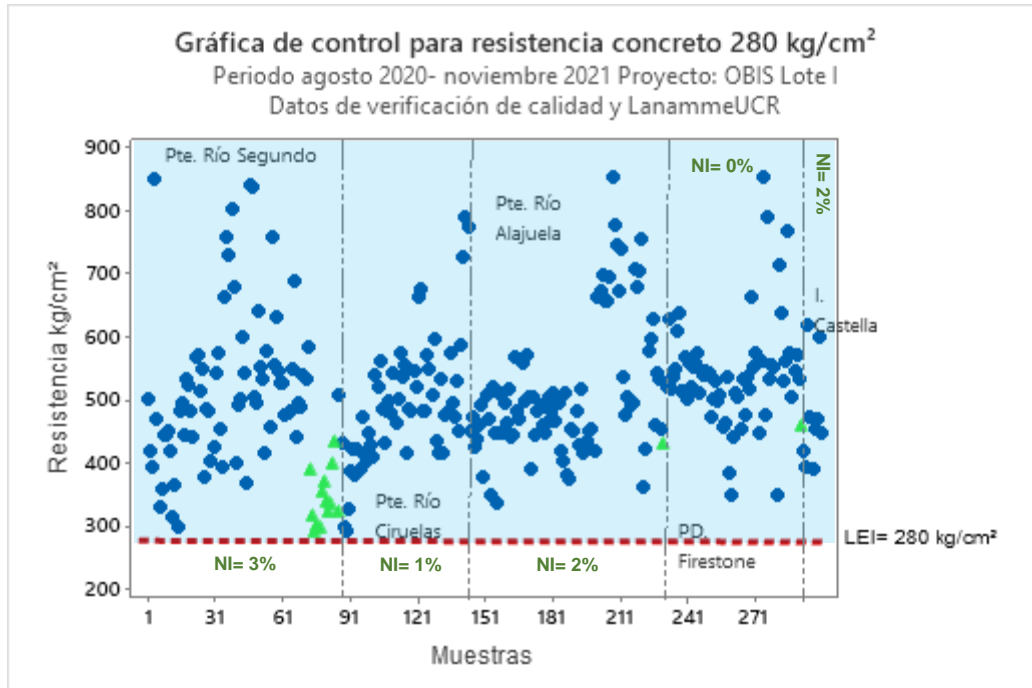


Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior. 2. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación. 3. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 4. NI: Nivel de incumplimiento

Del análisis realizado al concreto utilizado para la construcción de las losas, muros de bastiones, pilotes y otros elementos (concreto estructural clase A, resistencia de 280 kg/cm²) para las Obras de Ampliación río Ciruelas, Conector Barreal – Castella, Obras de Ampliación río Segundo, Obras de Ampliación Paso a desnivel Firestone y Obras de Ampliación río Alajuela, para el período de agosto 2020 y noviembre 2021, la Figura 14 evidencia que todas las muestras cumplen con la especificación establecida contractualmente para el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros (porcentaje total fuera del límite de especificación del 0%), este comportamiento se mantiene tanto para las muestras de Verificación como las muestras de LanammeUCR. .



Figura 14. Gráfico sobre la resistencia para concreto de 280 kg/cm² utilizado en la construcción losa, muro de bastiones, pilotes y otros elementos del Lote 1 de las OBIS

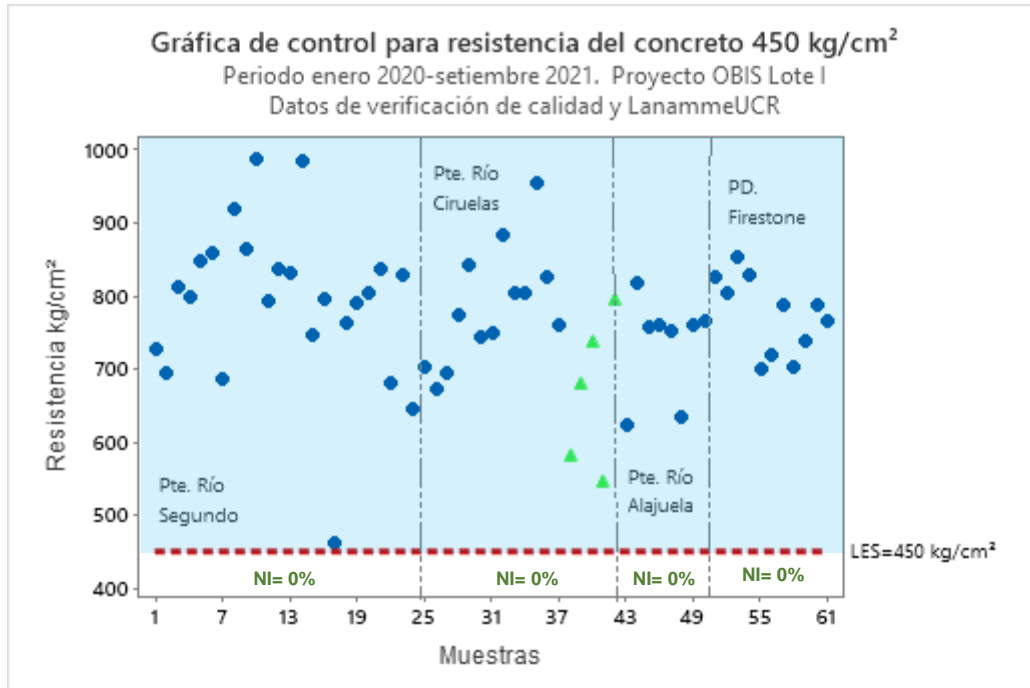


Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad, triángulos verdes corresponden a muestras de LanammeUCR y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior.
2. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación. 3. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 4. NI: Nivel de incumplimiento

Del análisis realizado al concreto utilizado en la producción de vigas prefabricadas (concreto estructural clase 450 kg/cm²), para las Obras de Ampliación de río Ciruelas, Obras de Ampliación Río Segundo, Obras de Ampliación Paso a desnivel Firestone y Obras de Ampliación Río Alajuela, se logra evidenciar según la gráfica de la Figura 15, que todas las muestras cumplen con la especificación establecida contractualmente para el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros, según la evaluación estadística realizada determinándose un porcentaje total fuera del límite de especificación del 0% este comportamiento se mantiene tanto para las muestras de verificación, como las muestras de LanammeUCR.



Figura 15. Gráfico sobre resistencia para concreto de 450 kg/cm² utilizado en la producción de vigas prefabricadas del Lote 1 de las OBIS



Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad, triángulos verdes corresponden a muestras de LanammeUCR y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior. 2. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación. 3. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 4. NI: Nivel de incumplimiento

HALLAZGO 5. SE IDENTIFICARON ALGUNOS INCUMPLIMIENTOS RELACIONADOS CON EL PARÁMETRO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CONCRETO COLOCADOS EN EL PROYECTO.

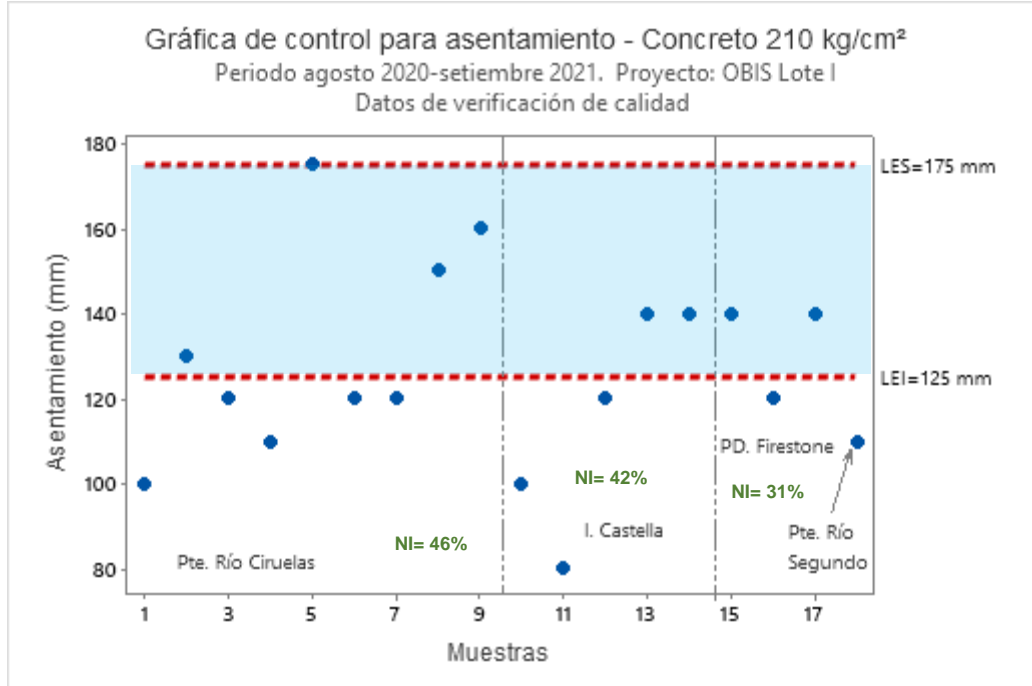
El análisis estadístico de los resultados de verificación del ensayo de asentamiento para el concreto tipo 210 kg/cm², demuestra que este parámetro ha mostrado una variabilidad notable a lo largo de la ejecución del proyecto. Para el período analizado (agosto 2020 a setiembre 2021) se infiere que el 48% de los valores de asentamiento reportados por el material se encuentran fuera del límite inferior de especificación. En la Figura 16 se representa con la zona sombreada que el 49,8% (100%- 50,2%) de los datos se encuentran dentro de la especificación contractual.

Según las especificaciones de evaluación estadística del CR2010 el máximo porcentaje de valores fuera de los límites permitido para un tamaño de muestras de n= 18, para que el material -a pesar de su variabilidad- se considere aún aceptable es de 35,292%, por lo que el valor de la variación en los resultados de asentamiento para este material, se considera significativa.

Para este tipo de concreto se logra evidenciar que 10 de los 18 datos, se localizan por debajo del límite de especificación inferior.



Figura 16. Gráfico de resultados para ensayo de asentamiento para concreto de 210 kg/cm²

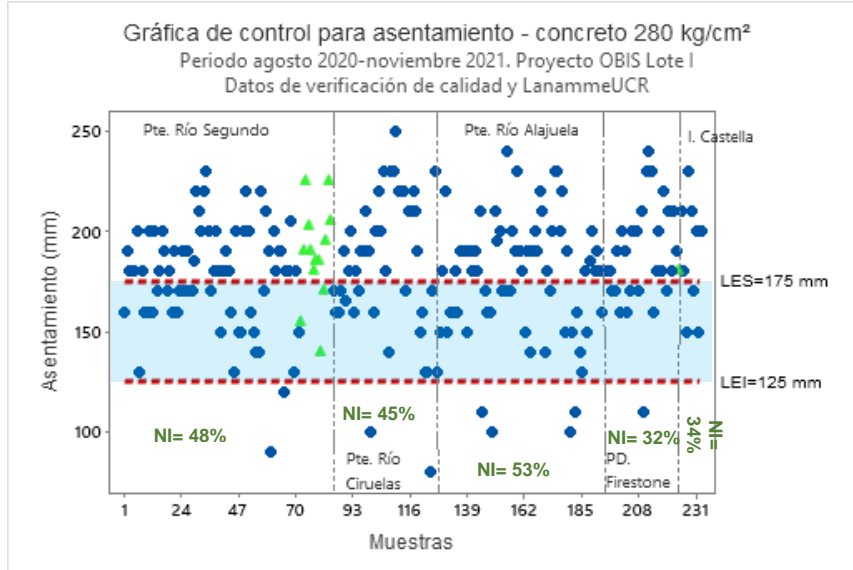


Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad, triángulos verdes corresponden a muestras de LanammeUCR y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior. 2. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación. 3. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 4. NI: Nivel de incumplimiento

De la misma forma se analizan los resultados reportados por el laboratorio de Verificación para el ensayo de asentamiento del concreto con resistencia de 280 kg/cm² para el período de agosto 2020 a noviembre 2021, evidenciándose una inferencia estadística del 43% de que los datos del material se encuentran fuera del límite superior de especificación, tal como se observa en la Figura 17 donde las áreas sombreadas representan datos que se encuentran dentro de la especificación contractual.

La variabilidad total es del 46%, para considerar el material como aceptable. Cabe destacar que las muestras tomadas por el LanammeUCR en el Puente de Río Segundo y Paso a desnivel Firestone vienen a reafirmar el comportamiento de los resultados del laboratorio de verificación de calidad del proyecto, con un porcentaje estimado del 29% de que el material incumpla el límite de especificación superior.

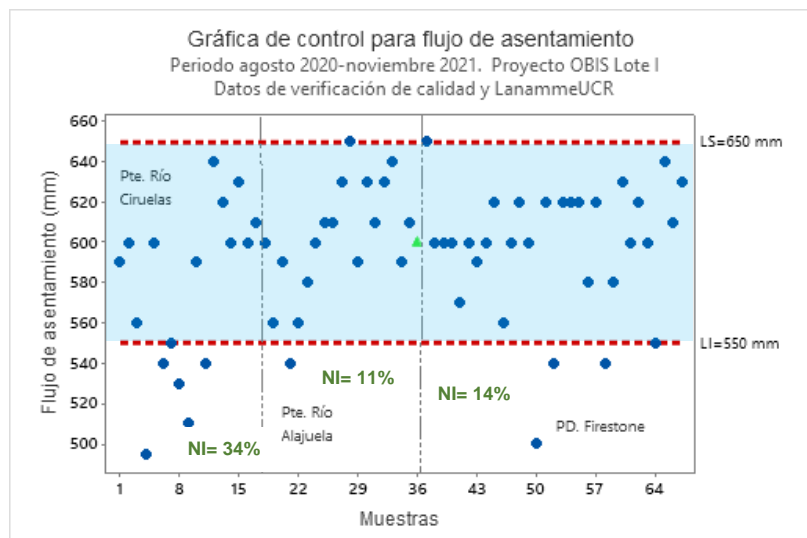
Figura 17. Gráfico de resultados para ensayo de asentamiento para concreto de 280 kg/cm²



Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad, triángulos verdes corresponden a muestras de LanammeUCR y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior. 2. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación. 3. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 4. NI: Nivel de incumplimiento

En lo relacionado con la determinación del flujo de asentamiento del concreto autocompactante, se identifican 11 puntos fuera del límite inferior de especificación para el concreto 280 kg/cm², como se puede observar en la **Figura 18**, en el cuál según el análisis estadístico se infiere una probabilidad de que el 17% de los resultados incumplan los límites de especificación contractual. Individualizando el análisis por unidades constructivas, se logra determinar que el material que mayor variabilidad reportó fue el utilizado en el Puente sobre el Río Ciruelas, donde se obtuvieron la mayor cantidad de valores que incumplen, mostrando que el 34% de estos están por debajo del límite inferior.

Figura 18. Gráfico de resultados para ensayo flujo de asentamiento para concreto de 280 kg/cm²

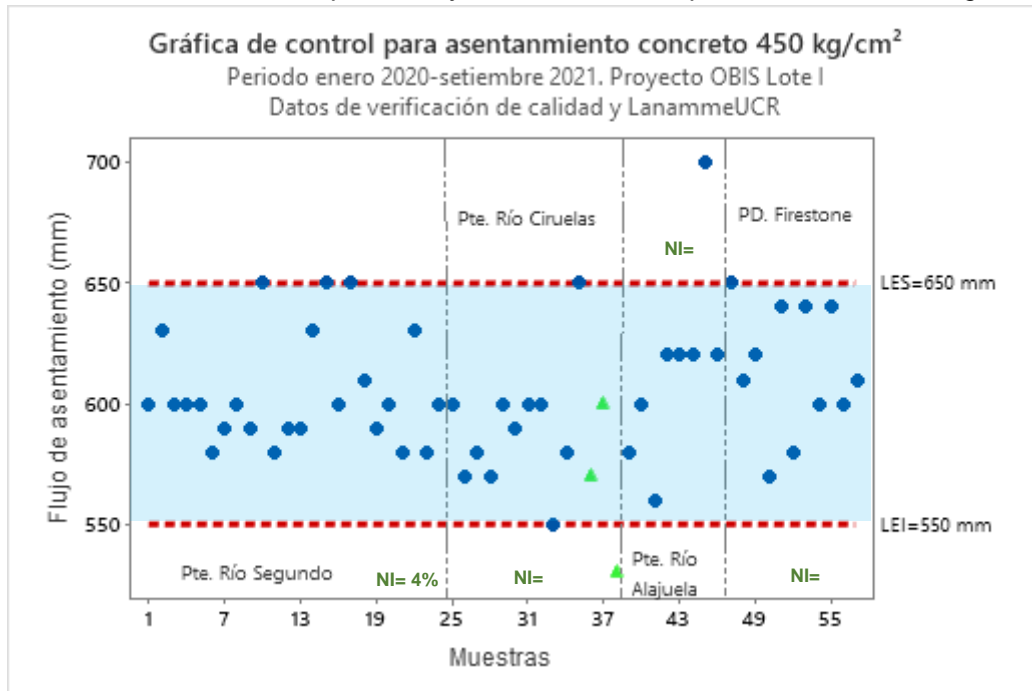




Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad, triángulos verdes corresponden a muestras de LanammeUCR y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior. 2. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación. 3. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 4. NI: Nivel de incumplimiento

Para el periodo enero 2020 a setiembre 2021 se analizan los resultados del flujo de asentamiento del concreto autocompactante con una resistencia de 450 kg/cm², tanto para muestras de Verificación como del LanammeUCR, para el cuál según análisis estadístico se determina una probabilidad del 10% de que los resultados de asentamiento no cumplan con alguno de los límites de especificación.

Figura 19. Gráfico de resultados para ensayo de asentamiento para concreto de 450 kg/cm²



Nota: 1. Los puntos azules pertenecen a muestras del laboratorio encargado de verificación de calidad, triángulos verdes corresponden a muestras de LanammeUCR y la línea punteada roja a los límites de especificación de calidad inferior y superior. 2. Área sombreada en azul pertenece a la zona de cumplimiento de la especificación. 3. Fuente de datos: Laboratorio Castro y de la Torre y LanammeUCR. 4. NI: Nivel de incumplimiento

En relación con la aceptación del trabajo según la sección 552.19 Aceptación, de las Normas de diseño y especificaciones técnica en la cual se indica:

El revenimiento de la mezcla de concreto hidráulico, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. (Pág. 198) (Subrayado no es del original)

Según el apartado 107.04 Conformidad determinada o ensayada, de las Normas de diseño y especificaciones técnicas indica lo siguiente:





Los resultados de la inspección o ensayos deberán mostrar valores dentro de los límites de tolerancia especificados. Cuando no se indique ningún valor de tolerancia en el Contrato, el trabajo será aceptado con base en lo estipulado en la manufactura de materiales y en las tolerancias de la construcción. (Pág. 198) (Subrayado no es del original)

Según el apartado 107.02 Inspección visual, de las Normas de diseño y especificaciones técnicas indica lo siguiente:

La aceptación de la obra se complementará con una inspección visual del trabajo, realizada para efectos de evidenciar en sitio el cumplimiento de las normas del Contrato y las prevalecientes en la industria. Se deberá presentar un informe con fotografías referenciadas y copia de bitácora que evidencien la inspección visual. (pág. 36) (Subrayado no es del original)

Si bien es cierto los parámetros de asentamiento y flujo de asentamiento son de control y no de aceptación, estos deben de ser evaluados de acuerdo con la sección 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada, como lo indica la sección 552.19 Aceptación, de las Normas de diseño y especificaciones técnicas.

Mantener bajo control este parámetro es de suma importancia debido a que un asentamiento muy bajo dificulta la trabajabilidad del concreto, su acomodo y su consolidación, disminuyendo la calidad final del concreto, pues favorece la aparición de nidos de piedra. En contraparte, un asentamiento muy alto genera un concreto susceptible a la segregación, afectando de igual manera la calidad y resistencia del concreto. (Picado M., 2020)



CONCLUSIONES

Sobre la base estabilizada

1. Se comprobó que la empresa IDOM-DEHC adjudicataria del Contrato SP No. PIT-90-SBCC-CF-201 omitió la inclusión de la Tabla 302-3 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos de la actualización del CR2010, vigente desde el 2017, dentro de las Normas Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto en incumplimiento de las obligaciones y responsabilidades establecidas en el contrato. Esta tabla se considera necesaria para la aclaración de la aplicación de la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago en la evaluación de la calidad de la base estabilizada.
2. Se evidenció que la empresa IDOM adjudicataria de la contratación 0062019244300008 y la misma UAP no identificaron la omisión de la Tabla 302-3 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos de la actualización del CR2010 dentro de la normativa del proyecto en incumplimiento del alcance y funciones asignadas de la contratación 0062019244300008.
3. Se evidenció la negativa de la Supervisión y la UAP a aplicar la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago de los trabajos de base estabilizada. Esto a pesar de los múltiples incumplimientos identificados por la misma Supervisión durante la etapa de ejecución del proyecto, argumentando justificaciones de ambigüedad y falencias de la especificación Sección 302.) BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO de las Normas Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto, que no fueron identificadas por estos entes en las etapas previas del proyecto.
4. Se gestionó el pago completo, de paños de base estabilizada que evidenciaron claros incumplimientos de resistencia a la compresión según lo dispuesto en el cartel de licitación del proyecto y en la normativa vigente y del cual existe un potencial riesgo que presente deterioros prematuros durante su vida en servicio.
5. Las justificaciones y criterios presentados por la UAP y la Supervisión en el oficio UAP-GI-2021-03-82 sobre la no aplicación de la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago en la evaluación de la calidad de la base estabilizada y la afirmación de que “sí se realizó una evaluación de la calidad de la base estabilizada” no fueron de recibo para esta auditoría, al carecer de evidencia técnica y sustento contractual.
6. Respecto a los hallazgos y observaciones desarrolladas por el Equipo Auditor en relación con la gestión del pago de la base estabilizada, el criterio técnico de la UESR en el oficio UESR-07-2022-525 (716) concluye que existe conformidad y concordancia con el dictamen realizado por el LanammeUCR en relación con este tema.
7. Se determinó que doce de los lotes analizados (agosto y noviembre 2020; enero febrero, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre 2021 y diciembre 2021), para la resistencia del material de base estabilizada con cemento se ubican en el segmento de rechazo. Para el mes de octubre 2020 se determinó un factor de pago reducido, y un pago total para los meses de febrero y marzo 2022.



8. Del análisis general de los resultados de verificación de calidad se infirió estadísticamente que el 70,66% de las muestras de base estabilizada con cemento tienen una resistencia mayor de los límites permitidos, de las cuales el 62% se ubican por encima del límite de especificación superior.
9. Se evidenció que el 83% (5 de 6) de las muestras de base estabilizada con cemento tomadas por LanammeUCR, tienen una resistencia por encima del límite de especificación superior establecido para el proyecto.
10. Se evidencia una marcada tendencia del material de base estabilizada a encontrarse por encima de límite de especificación superior.

Sobre la emulsión asfáltica

11. Los resultados de los ensayos de la emulsión asfáltica muestreada en sitio por el LanammeUCR -previo a su aplicación- evidencian una clara variación de las condiciones físicas de la emulsión con respecto a lo que indica el certificado de calidad de RECOPE que fueron suministrados por la UAP.
12. Se determinó que, de las 8 muestras de emulsión asfáltica analizadas por el LanammeUCR; 7 muestras incumplieron para el parámetro de porcentaje de viscosidad situándose por debajo del límite de especificación inferior de 20 SFs, incumplimiento en 6 muestras de estabilidad al almacenamiento a 24 horas las cuales estuvieron por encima del límite superior del 1%, 4 muestras incumplieron en el tamaño de partícula de la malla N°20 por encima del límite superior establecido del 0,10%, y en 8 de las muestras se evidenció un valor de contenido de asfalto menor que el límite inferior de especificación del 60%.
13. Se evidenciaron prácticas constructivas deficientes en la aplicación de la emulsión asfáltica como riegos de liga sin cobertura o poco uniformes, que aunado a los bajos contenidos de asfalto residual propician condiciones críticas para la aparición de deterioros prematuros.
14. Los altos valores de incumplimiento de los límites para la estabilidad al almacenamiento en 24 horas y del asfalto residual por destilación, además del alto contenido de agua observado en las muestras, pueden ser inducidos por consecuencia del proceso de rompimiento de la emulsión y, por ende, en la disminución de su efectividad para brindar adherencia entre capas.
15. Se evidenció que el rompimiento de la emulsión asfáltica CRS-1 colocada como riego de liga en el proceso constructivo de bacheo en las Obras de Ampliación río Ciruelas, el 21 de junio de 2021, alcanzó tiempos superiores a las 2 horas y 3 horas para alcanzar su rompimiento, contrario a lo esperado en una emulsión de rompimiento rápido.
16. Se constató que la emulsión asfáltica colocada como riego de liga en las Obras de Ampliación del río Ciruelas y Obras de Ampliación del río Alajuela durante los meses de junio y julio de 2021 estuvo almacenada por un periodo extenso (entre 2 y 4 meses) lo cual pudo incidir en la variación de las propiedades físicas de calidad del material, ya que se determinaron valores diferentes al certificado de producción presentado por la Supervisión del proyecto.
17. Se evidenció que la gestión de la UAP y la Supervisión en relación con la calidad de la emulsión asfáltica del proyecto se limitó a la revisión de certificados de producción de RECOPE, esto a pesar de las múltiples evidencias que presentó el LanammeUCR donde se establecen incumplimientos en parámetros de calidad del material.



18. Se identificó que ni la Supervisión del Proyecto, ni la UAP compararon los certificados de producción de la fecha de producción y la fecha de aplicación del material, lo cual desencadenó en la aprobación, colocación y pago de un material que incumplió con las propiedades especificadas en la sección Emulsión asfáltica 702.03 de las normas y especificaciones del proyecto y que el cuál podría incidir en la durabilidad y desempeño de la estructura de pavimentos construida en ellos proyectos del lote 1 de las OBIS.

Sobre el concreto

19. Se evidenció una alta variabilidad en los resultados de asentamiento del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto.
20. Los valores de temperatura de las muestras de concreto analizadas tienen una tendencia a mantenerse dentro de los límites establecidos en el CR-2010.
21. Los resultados de resistencia de las muestras de concreto analizadas se encuentran por encima de la resistencia a la compresión mínima requerida a los 28 días, para los diferentes concretos tipo 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 450 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Sobre la Base Estabilizada

1. Se recomienda a la Unidad Ejecutora San José-San Ramón del CONAVI o al Ministerio de Obras Públicas y Transportes establecer las responsabilidades de la empresa IDOM-DEHC por la omisión en colocar dentro de Normas Diseño y Especificaciones Técnicas del proyecto la Tabla 302-3 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos de la actualización del CR2010 en incumplimiento a las disposiciones del Contrato SP No. PIT-90-SBCC-CF-201.
2. Se recomienda a la Unidad Administradora del Proyecto establecer las responsabilidades de la empresa IDOM al no verificar que la normativa del proyecto presentara *ambigüedades o inconsistencias* en incumplimiento de las obligaciones y funciones de la contratación 0062019244300008.
3. Se recomienda a la Unidad Ejecutora San José-San Ramón del CONAVI instruir al Fideicomiso Ruta Uno para que realice las gestiones para aplicación de la metodología estipulada en la normativa nacional para la evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago en la evaluación de la calidad de la base estabilizada del proyecto, a fin de recuperar el dinero pagado de más, en los materiales que incumplieron con la especificación del parámetro de resistencia a la compresión del material .
4. Se recomienda a la Supervisión del proyecto la gestión de la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago para la evaluación de materiales de forma periódica de manera que a partir de dicha evaluación se determinen oportunidades de mejora a los procesos constructivos y de producción de materiales y que no se generen inconvenientes en la gestión de la calidad y pago hasta que la mayoría de los trabajos ya hayan finalizado.
5. Se recomienda a la UESR valorar la no aceptación de los trabajos de base estabilizada hasta que la UAP gestione el pago en función de la calidad de la actividad de base estabilizada ejecutada en el proyecto.



6. Para futuros proyectos, se recomienda implementar y elaborar análisis estadísticos desde el inicio de la producción del material de base estabilizada y desde el inicio de colocación del material en el proyecto, utilizando diferentes técnicas estadísticas de control de calidad (graficas de control, índices de calidad, entre otras) utilizadas en la industria de la producción que permitan identificar las causas de variación que se deben investigar, de manera que se puedan instaurar acciones correctivas para ajustar el proceso de producción al requerimiento contractual, así como detectar tendencias o variaciones en el material que podrían establecer criterios de rechazo antes de que el material sea incorporado en el proyecto.

Sobre la Emulsión Asfáltica

7. A la UAP y la Supervisión garantizar el cumplimiento de las propiedades de calidad solicitadas en la sección Emulsión Asfáltica 702.03 de las normas y especificaciones del proyecto en el momento de la colocación o aplicación del producto.
8. A la UAP y la Supervisión contrastar las fechas de los certificados de producción, el periodo de almacenamiento (y condiciones) y la fecha de aplicación de la emulsión asfáltica con el fin de verificar que el periodo de almacenamiento no haya excedido los periodos de almacenamiento recomendados por RECOPE, en caso de exceder solicitar los ensayos de calidad que hagan constar que el material se ajusta a las especificaciones solicitadas.
9. A la UAP incluir dentro de las especificaciones del proyecto los lineamientos sugeridos por RECOPE el Manual de Producto de RECOPE (2021), de manera que se garantice vida útil del material, así como un adecuado almacenamiento y manipulación de este.
10. A la Supervisión realizar un control riguroso de la actividad del riego de liga con el fin de garantizar una cobertura y uniformidad adecuada de la emulsión asfáltica sobre la superficie sobre la cual se colocará la sobrecapa asfáltica.

Sobre el concreto

11. Establecer mecanismos para reducir la variabilidad del asentamiento del concreto y garantizar que este parámetro se encuentra dentro de un rango aceptable, de manera que no se afecte la trabajabilidad del concreto ni su acabado.



REFERENCIAS

Gregory E. Halsted, Wayne S. Adaska, William T. McConnell (2008), Guide to Cement-Modified Soil (CMS), Portland Cement Association, Skokie, Illinois. USA

MOPT. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

MOPT. (2015). *Manual de especificaciones generales para la conservación de caminos carreteras y puentes*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

MOPT. (2016). *Manual de auscultación visual de pavimentos de Costa Rica*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Portland Cement Association, National Concrete Pavement Technology Center, Iowa State University, Cement .Stabilized Subgrade Soils, Portland Cement Association, Skokie, Illinois. USA

Picado M. Mauricio, Acosta H. Erick (2019). Informe final de Auditoría Técnica LM-AT-097-2019 Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera Documentos de Licitación PIT-5-LPI-0-2016. LanammeUCR.

RECOPE (2021), Manual de productos 2021. Costa Rica



EQUIPO AUDITOR			
Preparado por: Ing. Rose Mary Cabalceta Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Francisco Fonseca Chaves Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Victor Cervantes Calvo Auditor Técnico
Revisión legal por: Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesor Legal LanammeUCR	Aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, M.Sc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D. Director LanammeUCR	



ANEXOS

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

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/1cYSubNv6C5Ytfz>

ANEXO A2. ANÁLISIS DEL DESCARGO DE INFORME PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-1581-2022

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/O7MqXYh8O9K7esZ>