



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

Informe final: EIC-Lanamme-INF-0458-2023

Informe de Auditoría Técnica

Estudios preliminares, prácticas constructivas y calidad de los materiales del proyecto: Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara



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

Junio, 2023





1. Informe final definitivo EIC-Lanamme-INF-0458-2023	2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Estudios preliminares, prácticas constructivas y calidad de los materiales del proyecto: Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara	4. Fecha del Informe Junio 2023
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440	
6. Notas complementarias N/A	
7. Resumen <p>El Informe de Auditoría Técnica EIC-Lanamme-INF-0458-2023 recopila hallazgos y observaciones sobre la auditoría externa realizada al proyecto para la Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara durante el periodo comprendido entre los meses de abril 2022 y diciembre 2022. Dentro del estudio ejecutado se abordaron temas relacionados con los estudios previos disponibles, así como la calidad de los materiales y los procesos constructivos.</p> <p>Sobre los estudios previos: Debido a las condiciones contractuales del proyecto, los estudios previos no forman parte de las responsabilidades del Contratista. La Administración indicó no tener disponible la totalidad de la información relacionada a la etapa de diseño, lo cual dificultó realizar una revisión apropiada. Sin embargo, se obtuvo acceso a los estudios previos en el área de geotecnia, y se determinó que el estudio llevado a cabo no contiene información suficiente para verificar el diseño de las cimentaciones de los puentes, elementos estructurales que requirieron ser rediseñados durante el proceso constructivo, obligando a la Administración a modificar la fecha de entrega y el precio de la obra contratada.</p> <p>Sobre la calidad de los materiales: De los informes de laboratorio de LanammeUCR se concluye que materiales como varilla corrugada, cemento, espesor del galvanizado en vigas y concreto cumplen con las especificaciones contractuales en los muestreos realizados. Los especímenes de agregado fino y agregado grueso no cumplen con la granulometría especificada en la normativa vigente y en el caso del agregado fino se detectó presencia de materia orgánica que podría afectar la resistencia del concreto al ser utilizado dentro de la mezcla. Se incluye el análisis de resultados de resistencia de concreto de informes de los laboratorios de verificación LGC y Castro y de la Torre.</p> <p>Sobre los procesos constructivos: Durante las visitas realizadas por el Equipo Auditor se evidenciaron algunas prácticas constructivas en las que se identificó oportunidades de mejora, tales como la colocación de elementos de acero en la formaleta de bastiones que no pueden ser removidos tras colocar el concreto, bordes filosos en elementos metálicos, así como de establecer mayor control en el torque aplicado a conexiones de la estructura metálica.</p>	



8. Valoración de los resultados

Hallazgos: Desde el orden legal asociado a un hecho de índole <i>contractual</i> .	Prioridad de atención
Hallazgo 1: El diseño de los puentes mostrado en planos fue realizado con una barrera que no considera el Manual SCV ni la normativa vigente	
Hallazgo 2: Existen incumplimientos en las especificaciones de agregados dentro de los muestreos realizados por el LanammeUCR.	
Hallazgo 3: Los resultados de resistencia a la compresión del concreto clase A, evidencian tendencia al cumplimiento del límite especificado. En el caso del asentamiento se observa alta dispersión de los resultados obtenidos.	
Hallazgo 5: Se observó deterioro por corrosión en las vigas principales de los puentes del proyecto.	
Observaciones: Desde el orden legal asociado a un hecho de índole <i>no contractual</i> pero que obedece a buenas prácticas de ingeniería	Prioridad de atención
Observación 1: Los estudios previos presentan deficiencias e información incompleta	
Observación 2: Se evidenció un aumento en el costo y el plazo de las obras debido a deficiencias en los estudios previos.	
Observación 3: Se evidenció deficiencias en la gestión desde la etapa de diseño que incidieron en la ejecución de las obras.	
Observación 4: Se identifican oportunidades de mejora en prácticas constructivas relacionadas con encofrado de bastiones, bordes filosos en piezas metálicas y torque en pernos de unión de vigas	

9. Palabras clave

Auditoría Técnica, prácticas constructivas, calidad de materiales, Garza-Nosara, puentes.

10. Nivel de seguridad:

Ninguno

11. Núm. de páginas

72



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Estudios preliminares, prácticas constructivas y calidad de los materiales del proyecto:
Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara

Departamento encargado del proyecto: Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI

Supervisión del proyecto: Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI

Laboratorio de verificación de calidad: Castro & De la Torre S.A (posterior al 1 de julio de 2022) y LGC Ingeniería de pavimentos S.A (previo al 1 de julio de 2022).

Empresa Contratista: Codocsa S.A.

Laboratorio de control de calidad: CACISA.

Monto original del contrato: ₡1.291.327.588,91

Monto adenda febrero 2022: ₡1.934.376.815,99

Plazo original de ejecución: 300 días naturales

Plazo adenda febrero 2022: 375 días naturales

Días compensables orden de servicio 13-20: 119 días naturales

Fecha de inicio de la construcción: 13 de noviembre del 2019

Longitud del proyecto: 905 m

Proyecto: Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara

Director General LanammeUCR:

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.

Asesoría Legal LanammeUCR:

Lic. Giovanni Sancho Sanz

Lic. Nidia Segura Jiménez

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Equipo Auditor:

Ing. Fiorella Murillo Contreras, Auditora Técnica Líder

Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA, Auditor Técnico Adjunto

Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Auditor Técnico Adjunto

Ing. Luis Paulino Rodríguez Solano, Auditor Técnico Adjunto



TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	9
2. Objetivo general de las auditorías técnicas.....	9
3. Objetivos específicos de la auditoría técnica.....	10
4. Alcance del informe	10
5. Antecedentes	11
6. Metodología	12
7. Descripción del proyecto.....	14
8. Audiencia a la parte auditada para análisis del informe en su versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0458-2023.	15
9. Resultados de la auditoría técnica	16
Sobre los estudios previos del proyecto	16
Observación 1. Los estudios previos presentan deficiencias e información incompleta.	16
Observación 2. Se evidenció un aumento en el costo y el plazo de las obras debido a deficiencias en los estudios previos.....	18
Observación 3. Se evidenció deficiencias en la gestión desde la etapa de diseño que incidieron en la ejecución de las obras	26
Sobre la seguridad vial del proyecto.....	28
Hallazgo 1. El diseño de los puentes mostrado en planos fue realizado con una barrera que no considera el Manual SCV ni la normativa vigente	28
Sobre la calidad de los materiales	30
Hallazgo 2. Existen incumplimientos en las especificaciones de agregados dentro de los muestreos realizados por el LanammeUCR	30
Hallazgo 3. Los resultados de resistencia a la compresión del concreto clase a evidencian tendencia al cumplimiento del límite especificado. En el caso del asentamiento se observa alta dispersión de los resultados obtenidos	35
Hallazgo 4. Los ensayos de varillas de acero y cemento presentan resultados dentro de los límites de las especificaciones.....	41
Hallazgo 5. Se observó deterioro por corrosión en las vigas principales de los puentes del proyecto.	43
Hallazgo 6. Los espesores del sistema de galvanizado medidos por LanammeUCR cumplen en su mayoría con las especificaciones del proyecto.....	44



Sobre Las Prácticas Constructivas	46
Observación 4. Se identifican oportunidades de mejora en prácticas constructivas relacionadas con encofrado de bastiones, bordes filosos en piezas metálicas y torque en pernos de unión de vigas.....	46
10. Conclusiones	51
Sobre los estudios previos del proyecto	51
Sobre la seguridad vial del proyecto.....	51
Sobre la calidad de los materiales	51
Sobre las prácticas y procedimientos constructivos	52
11. Recomendaciones.....	53
Sobre los estudios previos del proyecto	53
Sobre la seguridad vial del proyecto.....	53
Sobre la calidad de los materiales	53
Sobre las prácticas y procedimientos constructivos	54
12. Referencias	55
13. Anexos	57



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN RN No. 160	14
FIGURA 2. DESGLOSE DE AUMENTO SOLICITADO EN PUENTE REMPUJO DE ORDEN DE MODIFICACIÓN UNO	23
FIGURA 3. DESGLOSE DE AUMENTO SOLICITADO EN PUENTE ESPERANZA DE ORDEN DE MODIFICACIÓN UNO ...	23
FIGURA 4. DESGLOSE DE AUMENTO SOLICITADO EN PUENTE SUBE Y BAJA DE ORDEN DE MODIFICACIÓN UNO .	24
FIGURA 5. RESUMEN DE MONTOS APROBADOS EN ADENDA UNO DEL CONTRATO DE OBRA	25
FIGURA 6. DIAGRAMA DE ETAPAS DEL PROYECTO	26
FIGURA 7. LÍNEA DE TIEMPO DEL PROYECTO.....	27
FIGURA 8. ALTURA DE BARANDA FLEXIBLE, PUENTE SOBRE EL RÍO ESPERANZA. FECHA 15 DE NOVIEMBRE DE 2022.....	28
FIGURA 9. CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADO FINO MUESTREADO POR LANAMMEUCR	32
FIGURA 10. CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO GRUESO A PARTIR DE MUESTRAS OBTENIDAS POR EL LANAMMEUCR	34
FIGURA 11. RESISTENCIAS DE CONCRETO CLASE A EN ENSAYOS REALIZADOS POR LANAMMEUCR.....	38
FIGURA 12. ASENTAMIENTO DE CONCRETO CLASE A EN ENSAYOS REALIZADOS POR LANAMMEUCR	38
FIGURA 13. RESISTENCIAS DE CONCRETO CLASE A EN ENSAYOS REALIZADOS POR LA ADMINISTRACIÓN	39
FIGURA 14. ASENTAMIENTO DE CONCRETO CLASE A EN ENSAYOS REALIZADOS POR LA ADMINISTRACIÓN.....	40
FIGURA 15. FOTOGRAFÍA DEL ESTADO DE LOS PERFILES DE ACERO PARA EL PUENTE SOBRE QUEBRADA SUBE Y BAJA, PLANTEL DE CODOCSA EL DÍA 6 DE SEPTIEMBRE DE 2022.....	44
FIGURA 16. DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN PUENTE SOBRE EL RÍO REMPUJO..	45
FIGURA 17. DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN PUENTE SOBRE EL RÍO ESPERANZA Y PUENTE SOBRE QUEBRADA SUBE Y BAJA.....	45
FIGURA 18. COLOCACIÓN DE TUBO DE PVC PARA PODER RECUPERAR VARILLAS EN EL PUENTE SOBRE QUEBRADA SUBE Y BAJA. FECHA 17 DE AGOSTO DE 2022.....	47
FIGURA 19. FORMA DE BORDES EN PIEZAS METÁLICAS.....	48
FIGURA 20. ELEMENTOS DE UNIÓN DE VIGA CON BORDES FILOSOS PARA PUENTE SOBRE RÍO ESPERANZA. FECHA 17 DE AGOSTO DE 2022	49
FIGURA 21. CONEXIÓN CON PERNOS EN VIGA METÁLICA. FECHA 17 DE AGOSTO DE 2022.....	50



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA	11
TABLA 2. PARTICIPANTES AUDIENCIA DEL INFORME PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0458-2023	15
TABLA 3. RESUMEN DE ÓRDENES DE SERVICIO, ÓRDENES DE MODIFICACIÓN Y ADENDA DEL PROYECTO	19
TABLA 4. RESUMEN DE AUMENTO DE PRECIOS DE OBRA	24
TABLA 5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO MUESTREADO POR EL LANAMMEUCR.....	31
TABLA 6. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ENSAYOS REALIZADOS POR LANAMMEUCR A AGREGADO GRUESO.	33
TABLA 7. RESUMEN DE ENSAYOS DE CONCRETO CLASE A REALIZADOS POR EL LANAMMEUCR	36
TABLA 8. RESUMEN DE RESULTADOS DE VARILLA CORRUGADA	42
TABLA 9. RESUMEN DE RESULTADOS DE CORRUGACIÓN EN EL ACERO DE REFUERZO	42



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.

Estudios preliminares, prácticas constructivas y calidad de los materiales del proyecto: Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara

1. 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)

2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

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

Para este informe en particular se busca de forma general evaluar la calidad de los estudios preliminares, así como los procesos constructivos de la estructura de puentes, losas de aproximación, y otras estructuras consideradas dentro del proyecto comprendido en el contrato de **“Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara”** con el fin de fiscalizar la eficiencia en la gestión, ejecución, desempeño y durabilidad requerida por las obras de acuerdo con las especificaciones establecidas para el proyecto, así como con las mejores prácticas de la ingeniería de carreteras.



3. OBJETIVOS ESPECIFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

- Evaluar la calidad de los estudios preliminares en el área de geotecnia.
- Evaluar los dispositivos de seguridad vial en los puentes.
- Verificar si las prácticas constructivas se ajustan y cumplen tanto con la normativa vigente como con las mejores prácticas de la ingeniería mediante diferentes visitas al proyecto en el periodo de ejecución de esta Auditoría.
- Evaluar la gestión de la Administración en el proceso de ejecución del proyecto según las disposiciones cartelarias y las buenas prácticas de ingeniería.
- Evaluar la calidad de materiales tales como agregados, concreto, acero y galvanizado.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio que desarrolla esta Auditoría Técnica consistió en recopilar todos los hallazgos y observaciones que se evidenciaron durante el periodo de ejecución de la Auditoría relacionadas los estudios preliminares, con las prácticas y procedimientos constructivos, así como la calidad de los materiales utilizados en puentes y otras estructuras consideradas dentro del proyecto.

El análisis de los estudios previos se limitó al área de geotecnia debido a que es la única área de esta etapa del proyecto de la que se aportó información documental al Equipo Auditor. El diseño estructural no fue recibido hasta el 24 de noviembre de 2022, pese a que fue solicitado mediante el oficio EIC-Lanamme-674-2022 del 16 agosto de 2022, diseño que durante la construcción de la obra sufrió modificaciones, por lo que la Administración trabajó en actualizar los planos de obra para contar al final del proyecto con una versión que refleje todos los cambios realizados, así indicado por la Administración en su oficio GCTI-15-22-0906 (0736) del 17 de noviembre de 2022. Dada esta condición y que la memoria de cálculo se recibió de forma tardía, este insumo no pudo formar parte de la revisión realizada a los estudios previos. No se recibió información relacionada a estudios de topografía, hidráulica e hidrología, seguridad vial, pavimentos, u otro estudio preliminar.

Se analizan afectaciones que ocasionaron al proyecto costos adicionales y modificaciones en fechas de entrega, producto de deficiencias en los estudios preliminares. Se incluye un apartado relacionado a seguridad vial, con observaciones sobre las barreras colocadas en los puentes.

La evaluación de los procesos constructivos se realizó mediante visitas técnicas puntuales y aleatorias y se valoró de conformidad con la normativa vigente en el contrato del proyecto y sus órdenes de modificación, así como con las mejores prácticas de la ingeniería. El periodo de análisis de este informe de Auditoría contempla los meses de mayo a diciembre de 2022, durante la etapa constructiva del proyecto. Los hallazgos y observaciones consideraron todas las evidencias recopiladas por el Equipo Auditor mediante las diferentes visitas de campo, así como la revisión de los planos y documentos del diseño de las distintas obras que componen el proyecto.



Finalmente se destaca 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.

5. ANTECEDENTES

El proyecto auditado corresponde a la **“Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara”** la cual se encuentra a cargo de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Para este proyecto se facultó oficialmente al CONAVI a formalizar el contrato con la empresa Codocsa S.A., como la empresa designada para la ejecución de las obras. Se debe destacar que, el contrato de acuerdo con SICOP, fue elaborado el 14 de junio de 2019 y suscrito por las partes el día 23 de octubre de 2019. Para este proyecto en específico, el diseño fue elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes (CONAVI), sin embargo, el proyecto es administrado y supervisado por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).

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 o notas informe, en los cuales se trataron temas relacionados con el contenido de este documento y cuyo fin era evidenciar situaciones relevantes, identificadas por el Equipo Auditor durante la etapa de ejecución de la Auditoría, e informar oportunamente a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, previo a la emisión de este informe en versión final. En la Tabla 1, se muestran las notas informe que han sido enviadas durante la ejecución de la auditoría y que tienen relación con este proyecto.

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

Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
EIC-Lanamme-611-2022	8/8/2022	Observaciones sobre estudios de suelos, estudios previos y diseño	GCTI-15-22-0604 (0736)
EIC-Lanamme-620-2022	25/8/2022	Remisión de informes de ensayo de materiales del proyecto	No requiere respuesta
EIC-Lanamme-720-2022	12/9/2022	Observaciones gira del 17 de agosto de 2022	GCTI-15-22-0734 (0736)
EIC-Lanamme-891-2022	17/10/2022	Consulta sobre planos vigentes del proyecto	GCTI-15-22-0857 (0736)
EIC-Lanamme-893-2022	17/10/2022	Resultados espesor de pintura seca en superficies metálicas	No requiere respuesta
EIC-Lanamme-755-2022	18/10/2022	Remisión de informes de ensayo de materiales del proyecto	No requiere respuesta
EIC-Lanamme-951-2022	9/11/2022	Remisión de informes de ensayo de materiales del proyecto	GCTI-15-22-0906 (0736)



Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
EIC-Lanamme-996-2022	17/11/2022	Remisión de informe de ensayo de material y solicitud de información del proyecto	GCTI-32-22-0924 (0736)
EIC-Lanamme-1016-2022	28/11/2022	Barandas y lastre utilizado en el proyecto	GCTI-15-22-0934 (0736)
EIC-Lanamme-1058-2022	9/12/2022	Remisión de informes de ensayo de materiales del proyecto	No requiere respuesta
EIC-Lanamme-1095-2022	15/12/2022	Remisión de informes de ensayo de materiales del proyecto	GCTI-15-23-0010 (0736)
EIC-Lanamme-0015-2023	10/01/2023	Nota Informe. Observaciones de la gira del 19 de diciembre 2022	GCTI-15-23-0010 (0736)
EIC-Lanamme-0048-2023	30/01/2023	Remisión de informes de ensayo de materiales del proyecto	GCTI-15-23-0202 (0736)
EIC-Lanamme-0115-2023	17/02/2023	Remisión de informes de ensayo de materiales del proyecto	GCTI-15-23-0163 (0736)
EIC-Lanamme-0159-2023	09/03/2023	Solicitud de información sobre multas, avance, órdenes de servicio y modificación, días compensables y finalización	GCTI-15-23-0201 (0736)
EIC-Lanamme-0256-2023	14/04/2023	Remisión Informe Preliminar	GCTI-15-23-0341 (0736)

6. 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, los cuales se detallan más adelante.

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó a la Unidad Ejecutora por medio del oficio EIC-Lanamme-342-2022 del 28 de abril del 2022, mediante el cual, se convocó a las partes involucradas a una reunión el 13 de mayo de 2022, donde 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 siguiente listado de documentos, el cual se encuentra establecida de la misma forma en el Cartel de Licitación.

EIC-Lanamme-INF-0458-2023	Mayo, 2023	Página 12 de 72
---------------------------	------------	-----------------



- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010). Cualquier mención de este manual en el presente documento se entiende como última versión vigente.
- Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes (MCV-2015).
- Manual de materiales, normas, diseño y especificaciones, Disposición MN-02-2001. Renglones de pago, Conservación Vial.
- Manual de construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (MC-2002).
- Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial.
- Código de cimentaciones de Costa Rica (CCCR).
- Código sísmico de Costa Rica 2010 (CSCR).
- Ley No. 7600. Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad.
- Las normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras.
- Decreto Ejecutivo No. 31363-Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) del 02 de junio de 2003 (Reglamento de circulación de por carreteras con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga) modificado mediante Decreto N° 35208-MOPT-J-MEIC de 23 de setiembre de 2003.
- Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA).
- Especificaciones de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA).
- Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación y ejecución de las obras públicas pertinentes, contratadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y por el Estado costarricense (Decreto Ejecutivo No. 37347-MOPT).
- Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Universidad de Costa Rica. Valverde G. (2011).
- Planos o esquemas en caso de existir y demás disposiciones contractuales.

Finalmente, se destaca que, cuando el Equipo Auditor identificó una evidencia que se consideraba necesario alertar oportunamente a la Administración previo a la emisión de este informe final, se emitieron notas informes donde se indicaron las situaciones observadas. 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.

Aunado a lo anterior, se destaca que durante el presente proceso de Auditoría, se han realizado 18 visitas técnicas al proyecto, se han emitido 15 oficios o notas informes y se han realizado 44 muestreos de diferentes materiales tales como acero, concreto, cemento, materiales granulares, agregados para concreto y sistema de galvanizado.



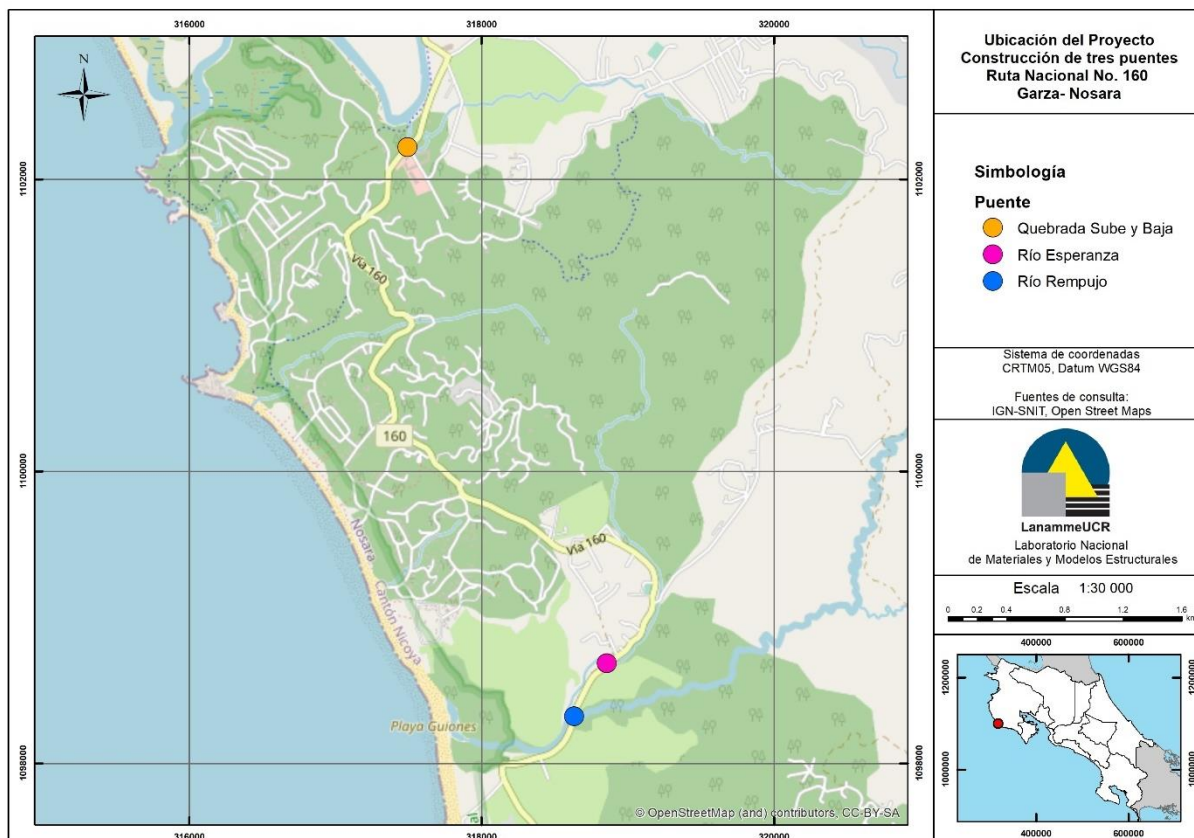
7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del contrato es la construcción de tres Puentes sobre: la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo y sus accesos, en la Ruta Nacional No. 160, Sección Garza-Nosara. El proyecto tiene una longitud de 905 m e incluye las siguientes actividades:

- Puente en quebrada sube y baja: 24 m de longitud de puente, acceso norte 126 m y acceso sur 80 m.
- Puente en río Esperanza: 18 m de longitud de puente, acceso norte 121 m y acceso sur 200 m.
- Puente en río Rempujo: 24 m de longitud de puente, acceso norte 207 m y acceso sur 105 m.

Las obras fueron desarrolladas a partir de las actividades y procesos constructivos que fueron auditados (por el LanammeUCR) tales como: movimiento de tierras, muros de gaviones, elementos estructurales, obras de protección geotécnicas, topografía, obras de drenaje, losas de aproximación, y elementos de seguridad vial.

Figura 1. Localización del proyecto en RN No. 160





8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0458-2023.

Como parte de los procedimientos de Auditoría Técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-0256-2023 del 14 de abril de 2023, se envió el presente informe en versión preliminar, identificado como EIC-Lanamme-INF-0458-2023, a la parte auditada para su análisis y, en caso de requerirse, se procediera a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría; para tales efectos se otorgó un plazo de 15 días hábiles posteriores al recibo de dicho informe, es decir con plazo al 5 de mayo del 2023.

El día martes 25 de abril de 2023, a las 14:00, se realizó con el auditado la presentación oral de los resultados del informe preliminar por medio de una plataforma virtual con el fin de comentar aspectos relacionados con su contenido. En esta actividad participaron las personas que se enlistan en la Tabla 2.

Tabla 2. Participantes audiencia del informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0458-2023

Participante	Institución
Pablo Josué Camacho Salazar	Conavi
Jesús Emilio Zamora Hidalgo	Conavi
José Rafael Mena Carmona	Conavi
Maykel González Lazo	Conavi
Julián Esteban Rueda Segura	Conavi
Berny Quirós Vargas	Conavi
José Joaquín Vargas Guerrero	MOPT
Antonio Guasch	MOPT
Luisa Montero	MOPT
Wendy Sequeira Rojas	Coord. Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR
Fiorella Murillo Contreras	Auditor técnico LanammeUCR
Francisco Fonseca Chaves	Auditor técnico LanammeUCR
Sergio Guerrero Aguilera	Auditor técnico LanammeUCR
Luis Paulino Rodríguez	Auditor técnico LanammeUCR

El día 4 de mayo de 2023, se recibe el oficio GCTI-15-23-0341 suscrito por el Ing. José Rafael Mena Carmona, el Ing. Jesús Emilio Zamora Hidalgo y el Ing. Pablo Camacho Salazar, como descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0458-2023. Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en cuestión (ver Anexo B) y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe **EIC-Lanamme-INF-0458-2023** en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la Ley No. 8114 y sus reformas.



9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Los hallazgos y observaciones emitidas 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 son necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las mejores prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, se destaca que una observación tiene la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deberían ser valoradas 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 LOS ESTUDIOS PREVIOS DEL PROYECTO

OBSERVACIÓN 1. LOS ESTUDIOS PREVIOS PRESENTAN DEFICIENCIAS E INFORMACIÓN INCOMPLETA.

Sobre estudios previos y diseño del proyecto de la parte geotécnica

Con el apoyo del Programa de Ingeniería Geotécnica (PIG) del LanammeUCR, se procedió a revisar la calidad de los estudios geotécnicos desarrollados para el proyecto: “Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza - Nosara”. Esta revisión consistió en determinar si los siguientes estudios geotécnicos contaban con la información suficiente y clara para diseñar las cimentaciones de los puentes y si los parámetros obtenidos tenían fundamento técnico que lo respaldara.

- Documento DVP-20-2022-0269, Informe adjunto número: 08-OTS-0164-1231
- Documento DVP-20-2022-0287, Informe adjunto número: 08-OTS-0150-1231

Los resultados de esta revisión fueron comunicados a la Administración en el Informe EIC-Lanamme-INF-0835-2022 del 5 de julio de 2022: Informe de revisión de estudios previos y diseño del proyecto: “Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza – Nosara”. A continuación, se detalla un resumen de lo que se analizó en dicho informe.



- Documento DVP-20-2022-0269

En este documento se describen 2 ensayos de penetración estándar SPT, documento a partir del cual se realizaron las siguientes observaciones. Se solicitó proporcionar las coordenadas indicadas para la localización de las perforaciones P1 y P2 en Sistema CRTM05, puesto que los valores reportados por Vieto & Asociados S.A no corresponden con una localización válida para el Sistema CRTM05, siendo este el sistema oficial de Costa Rica. No se evidencia claridad en el origen de las muestras ensayadas para Límites de Atterberg y se encuentra que únicamente hay información del ensayo de corte directo para la perforación 1. Es por esta razón que se solicitó una aclaración respecto de donde provienen las muestras M1 y M3.

De acuerdo con lo indicado en la sección de resultados, la perforación 2 abarca únicamente 24 m de profundidad, lo cual no concuerda con lo mencionado en el resumen de sondeos de la Tabla 1 mostrada en el informe EIC-Lanamme-INF-0835-2022, en donde se indica una profundidad de 27,6 m. No se encontró información de otros ensayos necesarios para la clasificación de los suelos, por ejemplo, el análisis granulométrico.

De acuerdo con la información presentada, la descripción de los estratos de la perforación 2 corresponde a una caracterización física de los suelos, esto no conforma un modelo geotécnico completo con información suficiente, como insumo para el diseño de cimentaciones de las estructuras propuestas. Con base en estas observaciones, el PIG consideró que la información aportada en el informe geotécnico en cuestión no era suficiente para realizar la clasificación de los suelos que se mostró y tampoco para construir un modelo geotécnico adecuado de sitio. Por esta razón, se considera que la información disponible no fue suficiente para generar los insumos adecuados del diseño de cimentaciones del proyecto. El PIG además indicó que la recomendación de cimentación con pilotes puede ser la alternativa idónea, sin embargo, al no contar con la memoria de cálculo respectiva, no fue posible verificar la capacidad de soporte de los estratos de suelo. Asimismo, no fue posible verificar la procedencia de parámetros como peso unitario húmedo ni coeficientes de empuje pasivo y activo.

Ante lo cual, esta auditoría solicitó aclarar la metodología para estimar los parámetros que respaldan las recomendaciones emitidas. Además, se consultó si se realizó una perforación adicional aguas abajo del puente y si se ejecutó un ensayo de refracción sísmica para completar el perfil estratigráfico.

- Documento DVP-20-2022-0287

Respecto a este informe el PIG señaló de forma similar al primer documento analizado, que es necesario proporcionar la ubicación de las perforaciones en coordenadas CRTM05, e indicó que el estudio data de 2008 y es necesario actualizar las normas vigentes para cada ensayo realizado.



También se realizó una consulta a cerca de la ejecución de una perforación aguas abajo del puente y el ensayo de refracción sísmica. Se solicitó aclarar el cálculo de soporte del suelo y una revisión de la profundidad de cimentación recomendada.

Adicionalmente, con base en los resultados de los ensayos realizados, el PIG determinó que no hay certeza del origen de las muestras ensayadas, pues estas poseen solo una breve descripción del material ensayado. El PIG consideró de relevancia establecer la correspondencia de la perforación y profundidad de donde provienen las muestras respectivas. Dado que no se presentó en los estudios una memoria de cálculo explícita, ni se detalló la metodología para determinar coeficientes de empuje recomendados, no fue posible comprobar la idoneidad del cálculo de parámetros como capacidad de soporte del suelo ni de la profundidad de cimentación.

- Conclusiones informe elaborado por el PIG

Se concluye en dicho informe que, se debe complementar la información proporcionada con una perforación aguas abajo en cada uno de los puentes y realizar un perfil de refracción sísmica. Además, se concluyó, que no se presentó un modelo geotécnico del sitio, no se incluyeron estudios de socavación ni licuación del terreno. También faltó aclarar la metodología de cálculo de la capacidad soportante y coeficientes de empuje recomendados. En síntesis, es criterio del PIG que los documentos aportados no cuentan con la información clara, ni suficiente para realizar un adecuado diseño de la cimentación de los puentes del proyecto.

Haciendo referencia a esta información, la Administración indicó en su oficio GCTI-15-22-0604 (0736) del 18 de agosto de 2022, que la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes no tuvo participación alguna en el desarrollo de los estudios previos, por lo tanto, indicaron respetuosamente que quedaron enterados sobre la información contenida en los documentos en referencia, mas no se referirían al tema.

OBSERVACIÓN 2. SE EVIDENCIÓ UN AUMENTO EN EL COSTO Y EL PLAZO DE LAS OBRAS DEBIDO A DEFICIENCIAS EN LOS ESTUDIOS PREVIOS

Entre las afectaciones que se presentaron producto de las deficiencias en estudios previos, surgió el requerimiento de modificar las características de las cimentaciones de los puentes, la necesidad de una obra de contención del relleno de aproximación en el puente sobre el río Esperanza, e inclusive un reajuste de cantidades en los tres puentes del proyecto, provocando modificaciones al costo y plazo de entrega final de la obra. Se describe a continuación el detalle de los atrasos y costos que se asocian a estos hechos.

Durante el proceso de auditoría se registraron 20 órdenes de servicio (ver resumen en Tabla 3), que en total acumularon 728 días de obra suspendida (no se incluyen en esta suma los 10

EIC-Lanamme-INF-0458-2023	Mayo, 2023	Página 18 de 72
---------------------------	------------	-----------------



días compensables por vacaciones colectivas en la OS 18), tres órdenes de modificación y una adenda al contrato principal.

Con el propósito de enmarcar esta observación, seguidamente se describe brevemente el objeto que motiva la emisión de doce órdenes de servicio; directamente relacionadas con deficiencias en los estudios previos.

La orden de servicio número dos se produjo debido al informe de hincado de pilotes de prueba, documento que indica que el Contratista requirió esperar, producto del cierre de oficinas de Conavi en diciembre, que la Administración definiera la profundidad de hincado final de estos elementos, esta orden de servicio suspendió la obra por 16 días.

Tabla 3. Resumen de órdenes de servicio, órdenes de modificación y adenda del proyecto

Documento	Fecha de acción	Detalle	Días disponibles	Días de obra suspendida	Observaciones
OS1	13 de noviembre de 2019	Orden de inicio	300	0	
OS2	21 de diciembre de 2019	Suspensión	262	16	Pruebas de hincado de pilotes
OS3	6 de enero de 2020	Se reanudan obras	262	0	
OS4	1 de abril de 2020	Suspensión	176	92	Ajuste de cantidades en el proyecto
OS5	2 de julio de 2020	Se reanudan obras	176	0	
OS6	3 de julio de 2020	Suspensión parcial	175	0	Diseño de obra de contención para los rellenos del puente sobre el río Esperanza
OS7	3 de julio de 2020	Diseño estructura de confinamiento de rellenos de aproximación	175	159	
OS8	8 de diciembre de 2020	Suspensión	175	365	Diseño de cimentaciones, la obra de contención en el río Esperanza y el reajuste de cantidades
OS9	7 de diciembre de 2021	Suspensión	175	96	
OS10	8 de junio de 2021	Suspensión	175	0	
OM1	14 de febrero de 2022	Orden de modificación 1	-	-	



Documento	Fecha de acción	Detalle	Días disponibles	Días de obra suspendida	Observaciones
Adenda 1	23 de febrero de 2022	Aprobación interna de Adenda 1	-	-	Fecha indicada es la de aprobación
OS11	14 de marzo de 2022	Se reanudan obras	250	0	75 días extra de adenda
OS12	14 de marzo de 2022	Reacondicionar proyecto a condiciones originales	250	0	
OS13	25 de mayo de 2022	Por eventos compensables se extiende plazo	196	0	Se añaden 18 días por eventos compensables
OM2	6 de julio de 2022	Orden de modificación 2	-	-	Fecha indicada es la de aprobación
OS14	30 de agosto de 2022	Por eventos compensables se extiende plazo (lluvias y crecida del río)	110	0	Se añaden 11 días por eventos compensables (ruta crítica)
OS15	28 de octubre de 2022	Cargar piezas sobrantes de pilotes HP12x53	51	0	Al contratista: ₡2 059 758,86
OS16	16 de noviembre de 2022	Por eventos compensables se extiende plazo (lluvias, crecida del río y disponibilidad de materia prima)	114	0	Se añaden 82 días por eventos compensables (ruta crítica)
OS17	24 de diciembre de 2022	Suspensión total de obras el 24 de diciembre de 2022	76	10	Vacaciones colectivas
OS18	3 de enero de 2022	Se reanudan obras el 3 de enero de 2023	76	0	
OS19	2 de febrero de 2023	Movilizar puente tipo Bailey en río Esperanza	46	0	Al contratista ₡9 520 325.97
OS20	14 de febrero de 2023	Por eventos compensables se extiende plazo (ducto de fibra óptica del ICE)	34	0	Se añaden 8 días por eventos compensables (ruta crítica)
OM3	16 de febrero de 2023	Orden de modificación 3 (reacomodo de cantidades)	32	0	No modifica plazo ni monto

Fuentes: Conavi, 2019; Conavi, 2020; Conavi 2021; Conavi, 2022 y Conavi, 2023.



La orden de servicio número cuatro se generó a raíz de la necesidad de realizar un ajuste en las cantidades de materiales requeridos, que según se indica en este documento fue necesaria debido a los resultados de pruebas de hinca pilotes, variaciones en la topografía esperada y deficiencias encontradas en los estudios previos del proyecto, obligando a la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes a aumentar las cantidades del proyecto y plantear una orden de modificación. Esta orden de servicio suspendió la obra por 92 días.

Mediante el documento DVP-20-2020-0164 del 5 de mayo de 2020, en la orden de servicio número cinco, la Administración indica al Contratista que debido a la presencia de suelos blandos se recomienda realizar cimentaciones profundas, del orden de 20 m de profundidad. La orden de servicio número seis realizó una suspensión parcial de obra, documento que se complementa con la orden de servicio siete en la que se solicitó al Contratista diseñar la obra de contención de los rellenos de aproximación del puente sobre el río Esperanza, ya que, debido a las condiciones reales de sitio, y la topografía del terreno, el diseño original extendería el relleno fuera del derecho de vía y afectaría las propiedades colindantes al puente. Esta orden de servicio generó una suspensión de 159 días. Posteriormente, la orden de servicio ocho realiza una suspensión total de obra, para encontrar una solución a los problemas ocasionados por deficiencias en los estudios previos, orden de servicio que suspendió la obra por 365 días y que mediante la orden de servicio número nueve, se presentó una prórroga de suspensión que duró 96 días hasta que las obras fueron reanudadas mediante la orden de servicio número 11.

A través de la adenda al contrato de obra original, se otorgó al Contratista 75 días extra del plazo de ejecución, producto de los trabajos adicionales que generaron las modificaciones en el diseño de los puentes, plazo que también generó modificaciones a la fecha de entrega del proyecto. El tiempo de espera para la aprobación de la adenda al contrato se incluye en las órdenes de servicio descritas anteriormente, por lo que consecuentemente extendió el plazo de finalización del proyecto.

Mediante la orden de servicio número 12 se solicitó el reacondicionamiento de la obra a sus condiciones originales (previas al largo periodo de suspensión), ya que, durante este tiempo, los procesos climáticos y de depósito de materiales en las excavaciones generaron altos niveles de suciedad y corrosión en los pilotes hincados, se perdieron los bordes de la excavación y se depositó material dentro de las mismas rellenando entre 1 y 2 m, cuya excavación implicó mucha labor manual, debido a la presencia de pilotes hincados. Además, se requirieron empalmes soldados para continuar con la hinca de pilotes, para lo que fue necesario limpiar las zonas de empalme.

Finalmente, la orden de servicio trece realizó una modificación en el plazo de obra por eventos compensables, añadiendo 18 días naturales a la ruta crítica del proyecto, se destaca que el documento señala un plazo de la misma cantidad de días en los que no se realizó trabajo



efectivo producto del reacondicionamiento descrito en la orden de servicio número 12. Por su parte las órdenes de servicio de la 14 a la 20 no se encuentran relacionadas a deficiencias en los estudios previos.

En síntesis, la suspensión de obra mediante órdenes de servicio (728 días sin incluir la OS17), el plazo extra otorgado en la adenda al contrato (75 días), y los eventos compensables por reacondicionamiento del proyecto tras la suspensión (18 días), **augmentaron la entrega final del proyecto en 821 días naturales respecto a la fecha de entrega original**, siendo en gran medida atribuibles a deficiencias en los estudios previos del proyecto y la necesidad de reacondicionar la zona de trabajo tras largas suspensiones a la espera de la subsanación y aprobación de la adenda al contrato de obra. Estas modificaciones evidencian una planificación inadecuada del proyecto, las debilidades en los estudios previos obligaron a realizar cambios en la fecha de entrega de la obra.

Adicionalmente, como se puede apreciar en la Tabla 3, el proyecto cuenta con tres órdenes de modificación y una adenda al contrato de obra original, que contiene los cambios solicitados por la orden de modificación uno, esta orden surge producto de las pruebas de hinca pilotes realizadas, la topografía encontrada por el Contratista en sitio y las deficiencias detectadas en los estudios previos del proyecto, que obligaron a realizar un reajuste en las cantidades de materiales requeridos y actividades por realizar que no fueron contempladas inicialmente.

En términos de costos la prueba de hinca pilotes obligó al rediseño de las fundaciones del proyecto, al revelar que en los documentos de la licitación se especificó una capacidad de carga requerida que no se obtuvo en la profundidad esperada, obteniendo en las pruebas profundidades de 22,1 m en los bastiones del puente sobre el río Rempujo, de 22,5 m en el puente sobre la Quebrada Sube Baja, y de 22,1 m en el puente sobre el río Esperanza, cuando originalmente los pilotes considerados eran de 12 m.

De acuerdo con la adenda uno del contrato de obra, se realizaron cambios en la cimentación, utilizando empalmes en los pilotes hincados, con el objetivo de aumentar la profundidad de estos elementos, actividad que implica la conexión entre estos perfiles de acero. Además, se modificó la longitud total de cimentación.

En el caso del puente sobre el río Rempujo, la adenda indica que surgió la necesidad de 80 unidades adicionales, y un aumento de 975,6 m en pilotes. Para el puente sobre el Río Esperanza el Contratista solicitó 80 unidades adicionales, y un aumento de 170 m de pilotes. Así mismo, para el puente sobre la quebrada Sube y Baja se solicitó 64 unidades adicionales y un aumento de 608 m de pilotes.

El reajuste de cantidades afectó los rubros de enrocado, concreto, acero de refuerzo, base y sub-base granular, capa de concreto asfáltico, emulsión asfáltica, material de secado, riego de liga, señalización, excavación, limpieza y desmonte, remoción de estructura y obstáculos,



pintura de estructuras metálicas y rellenos de aproximación, siendo la mayoría de estos ítems modificados en más de un puente del proyecto (ver Figura 2, Figura 3 y Figura 4).

En el caso del puente del río Esperanza, la obra de contención requerida implicó un nuevo ítem de gaviones revestidos con PVC, con una cantidad estimada de 600 m³, cambio en la tabla de pagos que es consecuencia de las deficiencias durante la etapa de estudios previos, que tal y como indica la adenda al contrato de obra, no tomó en cuenta las situaciones que podrían generarse alrededor del puente, como es la afectación a propiedades privadas cercanas y al cauce del río, siendo que en esta etapa previa a la construcción del proyecto es donde corresponde definir las estructuras necesarias para garantizar la integridad y seguridad de las obras.

Las modificaciones realizadas en la adenda al contrato de obra, ascienden a un monto total de ₡643.049.227,07, y corresponden a la sumatoria de los ítems mostrados en la Figura 2, Figura 3 y Figura 4. A continuación, se analizarán los montos asociados a cimentaciones y los costos asociados al reajuste de cantidades en el proyecto.

Figura 2. Desglose de aumento solicitado en puente Rempujo de orden de modificación uno

ITEM		UD	PREC. UNIT. (€)	CANTIDAD AUTORIZADA	ORDEN DE MODIFICACIÓN No. 1		PROYECCIÓN TOTAL	
No.	DESCRIPCION				CANTIDAD SOLICITADA	MONTO SOLICITADO (€)	CANTIDAD TOTAL	MONTO TOTAL (€)
CR.251.01(a)	Enrocado (escollera de piedra ligada) colocado concreto clase"C", f _c =140 kg/cm ²	m ³	95 634,72	152,00	108,00	10 328 549,76	260,00	24 865 027,20
CR.552.02 (a)	Concreto estructural clase A (225 kg/cm ²), para puentes	m ³	229 716,12	220,00	40,00	9 188 644,80	260,00	59 726 191,20
CR.552.02 (b)	Concreto estructural clase B (280 kg/cm ²), para puentes	m ³	294 768,61	65,00	41,00	12 085 513,01	106,00	31 245 472,66
CR.554.01	Acero de refuerzo grado 60, f _y =4200 kg/cm ²	kg	1 215,40	9 919,00	22 059,00	26 810 508,60	31 978,00	38 866 061,20
CR.555.02(a)	Acero ASTM A36 suplido, fabricado y erigido	kg	3 362,31	10 474,00	6 773,00	22 772 925,63	17 247,00	57 989 760,57
CR.301.02	Base granular	m ³	24 598,12	575,00	156,95	3 860 674,93	731,95	18 004 593,93
CR.301.01	Sub-Base granular	m ³	24 598,12	675,00	334,24	8 221 675,63	1 009,24	24 825 406,63
CR.405.04	Capa de concreto asfáltico preparado en planta central (clase mezcla a definir) diseñado por la metodología Marshall	m ³	261 468,91	200,00	12,53	3 276 205,44	212,53	55 569 987,44
CR.411.06	Emulsión asfáltica (Capa de imprimación, tipo a definir)	L	653,19	2 475,00	155,06	101 282,82	2 630,06	1 717 928,07
CR.413.03	Material de secado	m ³	35 088,22	25,00	4,00	140 352,88	29,00	1 017 558,38
CR.414.01	Riego de liga (emulsión asfáltica, tipo y grado a definir)	L	653,19	1 125,00	153,90	100 525,94	1 278,90	835 364,69
CR.634.04	Señalización tipo A	km	1 469 321,74	0,67	0,67	990 322,85	1,34	1 974 768,42
CR.551.06	Empalme pilote 12x53	Unidad	548 329,93	0,00	80,00	43 866 394,40	80,00	43 866 394,40
CR.551.01	Pilote hincado de acero estructural (asumiendo prof. De 10 m)	m	32 505,53	800,00	975,60	31 712 395,07	1 775,60	57 716 819,07
CR.551.09 (a)	Pilote suministrado (por el MOPT) HP 12x53 de 12 m (Asumiendo Prof. De 10 m)	Unidad	39 364,68	78,00	80,00	3 149 174,40	158,00	6 219 619,44
CR.563.02	Pintura de estructuras metálicas	m ²	39 421,87	0,00	600,00	23 653 122,00	600,00	23 653 122,00
TOTAL AUMENTO SOLICITADO PUENTE REMPUJO						€ 200 258 268,17		€ 448 094 075,31

Fuente: Conavi, 2022

Figura 3. Desglose de aumento solicitado en puente Esperanza de orden de modificación uno

ITEM		UD	PREC. UNIT. (€)	CANTIDAD AUTORIZADA	ORDEN DE MODIFICACIÓN No. 1		PROYECCIÓN TOTAL	
No.	DESCRIPCION				CANTIDAD SOLICITADA	MONTO SOLICITADO (€)	CANTIDAD TOTAL	MONTO TOTAL (€)
CR.208.01(a)	Excavación para estructuras mayores	m ³	9 468,47	690,00	410,00	3 882 072,70	1 100,00	10 415 317,00
CR.251.01(a)	Enrocado (escollera de piedra ligada) colocado concreto clase"C", f _c =140 kg/cm ²	m ³	96 293,54	123,00	699,00	67 309 184,46	822,00	79 153 289,88
CR.551.01	Pilote hincado de acero estructural (asumiendo prof. De 20 m)	m	30 065,28	1 600,00	170,00	5 111 097,60	1 770,00	53 215 545,60
CR.552.02 (a)	Concreto estructural clase A (225 kg/cm ²), para puentes	m ³	231 677,91	196,00	20,00	4 633 558,20	216,00	50 042 428,56
CR.552.02 (b)	Concreto estructural clase B (280 kg/cm ²), para puentes	m ³	296 799,27	46,00	39,00	11 575 171,53	85,00	25 227 937,95
CR.554.01	Acero de refuerzo grado 60, f _y =4200 kg/cm ²	kg	1 223,78	9 360,00	17 618,00	21 560 556,04	26 978,00	33 015 136,84
CR.555.02(a)	Acero ASTM A36 suplido, fabricado y erigido	kg	3 400,85	3 394,00	2 717,00	9 239 566,05	6 111,00	20 781 373,15
CR.301.02	Base granular	m ³	24 767,58	600,00	83,22	2 061 158,01	683,22	16 821 706,01
CR.301.01	Sub-Base granular	m ³	24 767,58	700,00	243,03	6 019 264,97	943,03	23 356 570,97
CR.413.03	Material de secado	m ³	35 329,94	25,00	1,70	60 060,90	26,70	943 309,40
CR.414.01	Riego de liga (emulsión asfáltica, tipo y grado a definir)	L	657,69	1 175,00	26,05	17 132,82	1 201,05	789 918,57
CR.634.04	Señalización tipo A	km	1 479 443,89	0,68	0,68	1 006 021,85	1,36	2 012 043,68
CR.551.06	Empalme pilote 12x53	Unidad	548 329,93	0,00	80,00	43 866 394,40	80,00	43 866 394,40
CR.563.02	Pintura de estructuras metálicas	m ²	39 693,16	0,00	270,00	10 717 153,20	270,00	10 717 153,20
CR.253.04	Gaviones, revestidos con PVC	m ³	108 308,91	0,00	600,00	64 985 346,00	600,00	64 985 346,00
TOTAL AUMENTO SOLICITADO PUENTE ESPERANZA						€ 252 043 738,72		€ 435 443 470,22

Fuente: Conavi, 2022



Figura 4. Desglose de aumento solicitado en puente Sube y Baja de orden de modificación uno

No.	ITEM DESCRIPCION	UD	PREC. UNIT. (₡)	CANTIDAD AUTORIZADA	ORDEN DE MODIFICACIÓN No. 1		PROYECCIÓN TOTAL	
					CANTIDAD SOLICITADA	MONTO SOLICITADO (₡)	CANTIDAD TOTAL	MONTO TOTAL (₡)
CR.251.01(a)	Enrocado (escollera de piedra ligada) colocado concreto clase C', f _c =140 kg/cm ²	m ³	95 672,30	78,00	442,00	42 287 156,60	520,00	49 749 596,00
CR.551.01	Pilote hincado de acero estructural	m	30 536,98	768,00	608,00	18 566 483,84	1 376,00	42 018 884,48
CR.551.09 (a)	Pilote suministrado (HP 12x53 de 12 m)	Unidad	37 157,08	62,00	64,00	2 378 053,12	126,00	4 681 792,08
CR.301.02	Base granular	m ³	24 607,79	400,00	168,93	4 156 993,96	568,93	14 000 109,96
CR.301.01	Sub-Base granular	m ³	24 607,79	475,00	389,81	9 592 382,62	864,81	21 281 062,87
CR.405.04	Capa de concreto asfáltico preparado en planta central (clase mezcla a definir) diseñado por	m ³	261 571,68	125,00	28,09	7 347 548,49	153,09	40 044 008,49
CR.411.06	Emulsión asfáltica (Capa de imprimación, tipo a definir)	L	853,44	1 700,00	190,00	124 153,60	1 890,00	1 235 001,68
CR.414.01	Riego de liga (emulsión asfáltica, tipo y grado a definir)	L	853,44	775,00	75,50	49 334,72	850,50	555 750,72
CR.834.04	Señalización tipo A	km	1 469 899,22	0,69	0,21	308 678,84	0,90	1 322 909,30
CR.551.06	Empalme pilote 12x53	Unidad	548 329,93	0,00	64,00	35 093 115,52	64,00	35 093 115,52
CR.203.05	Remoción de estructura y obstáculos	Global	637 108,84	0,00	1,00	637 108,84	1,00	637 108,84
CR.208.03(a)	Relleno para estructuras mayores (aproximación)	m ³	27 092,81	0,00	1 610,00	43 619 424,10	1 610,00	43 619 424,10
CR.201.02	Limpieza y desmonte	Global	2 923 069,93	0,00	1,00	2 923 069,93	1,00	2 923 069,93
CR.563.02	Pintura de estructuras metálicas	m ²	39 439,56	0,00	600,00	23 663 736,00	600,00	23 663 736,00
TOTAL AUMENTO SOLICITADO PUENTE SUBE Y BAJA						₡ 190 747 220,18		₡ 280 825 569,89

Fuente: Conavi, 2022

La Tabla 4, resume el contenido de las figuras anteriores, y de esta se concluye que, las deficiencias en estudios preliminares en el área de geotecnia no contemplaron un diseño apropiado para las cimentaciones, y el rediseño aumentó el precio en ₡183.743.108,35. Tal y como indica la Administración en el oficio de descargo GCTI-15-23-0341 (0736), recibido el 4 de mayo de 2023, la inclusión de este monto responde a la realidad del proyecto y las fundaciones requeridas para el desarrollo del mismo, sin embargo, es criterio del Equipo Auditor que corresponde a la etapa de estudios preliminares el adecuado diseño de las cimentaciones, ya que, tal y como sucedió en esta ocasión las deficiencias y necesidad de rediseño en la etapa constructiva, genera suspensiones de obra y costos indirectos relacionados a estos periodos de tiempo. Además, un diseño adecuado a las necesidades del proyecto, habría reflejado el costo real en el alcance inicial de la obra.

Los costos por reajuste de cantidades en los diferentes puentes fueron, en el río Rempujo de ₡121.530.304,3 en el río Sube y Baja de ₡134.709.567,7, y en el río Esperanza, el reajuste fue de ₡203.066.246,73 para un subtotal de ₡459 306 118.72.

Tabla 4. Resumen de ajuste de precios de obra

Puente	Ajuste cantidades en otros ítems	Ajuste de cantidades cimentaciones	Total
Puente Rempujo	₡121 530 304.29	₡78 727 963.87	₡200 258 268.16
Puente Esperanza	₡203 066 246.73	₡48 977 492.00	₡252 043 738.73
Puente Sube y Baja	₡134 709 567.70	₡56 037 652.48	₡190 747 220.18
Total	₡459 306 118.72	₡183 743 108.35	₡643 049 227.07

Fuente: Conavi, 2022

Como puede observarse, los montos presentados en la Tabla 4, coinciden con los valores mostrados en la adenda uno del contrato de obra, con excepción del puente Esperanza en el que se asignó el monto de empalmes de pilotes al reajuste de cantidades, mientras que en este resumen se reasignó al ajuste en cimentaciones, ya que, es el ítem al que realmente corresponde.



La sumatoria de costos brinda exactamente el mismo monto total que fue aprobado por la Administración, en la adenda del contrato de obra según se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Resumen de montos aprobados en Adenda uno del contrato de obra

EVENTOS IMPREVISIBLES				
Puente	Monto	Porcentaje del contrato	Porcentaje de la OM	Descripción
Puente Rempujo	₡ 78 727 963,87	6,10%	12,24%	El resultado de la hinca de prueba produjo necesidad de crear empalme de pilotes y aumentar cantidades de hinca de pilotes
Puente Esperanza	₡ 5 111 097,60	0,40%	0,79%	El resultado de la hinca de prueba produjo necesidad de aumentar cantidades de hinca de pilotes
Puente Sube y Baja	₡ 56 037 652,48	4,34%	8,71%	El resultado de la hinca de prueba produjo necesidad de crear empalme de pilotes y aumentar cantidades de hinca de pilotes
Total Eventos imprevisibles:	₡ 139 876 713,95	10,83%	21,75%	
EVENTOS NO IMPREVISIBLES				
Puente	Monto	Porcentaje del contrato	Porcentaje de la OM	Descripción
Puente Rempujo	₡ 121 530 304,30	9,41%	18,90%	Falta cantidad en: enrocados, concretos, aceros de refuerzo, acero estructural, estructura de pavimento, señalización, pintura de estructuras de acero
Puente Esperanza	₡ 246 932 641,12	19,12%	38,40%	Falta cantidad en: Muros de gaviones, excavación, rellenos, enrocados, concretos, aceros de refuerzo y estructural, estructura de pavimento, señalización, pintura de estructuras de acero y empalmes de pilotes.
Puente Sube y Baja	₡ 134 709 567,70	10,43%	20,95%	Faltan cantidades en: Enrocados, acero estructural, estructura de pavimento, señalización, remoción de obstáculos, rellenos, limpieza, pintura de estructuras de acero
Total Eventos No imprevisibles:	₡ 503 172 513,13	38,97%	78,25%	

Fuente: Conavi, 2022

Otros costos asociados a modificaciones debido a deficiencias en los estudios previos, corresponden a los indicados en la orden de servicio siete, monto de ₡7.766.997,00 para el diseño de la obra de contención del relleno de aproximación en el puente sobre el río Esperanza, y lo indicado en la orden de servicio 12, monto de ₡45.639.544,54 asociado al reacondicionamiento del proyecto que tal y como se mencionó anteriormente fue requerido debido al periodo prolongado de suspensión generado por las órdenes de servicio.

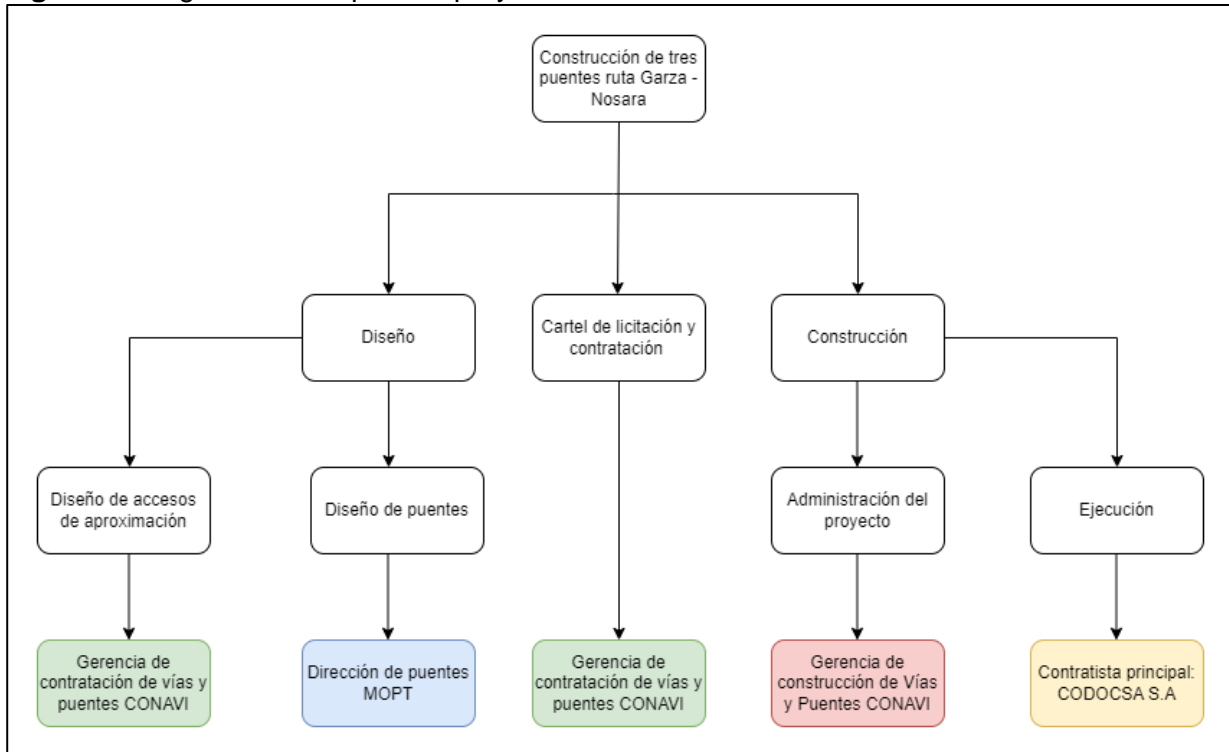
Por lo tanto, es criterio del Equipo Auditor que en términos económicos las deficiencias en los estudios previos, provocaron la modificación del monto total de obra, costos ligados a deficiencias en los estudios geotécnicos, diferencias en la topografía del sitio, entre otros, que generaron suspensiones y costos adicionales para el diseño y reacondicionamiento del proyecto, además de modificaciones en la fecha de entrega de las obras contratadas.



OBSERVACIÓN 3. SE EVIDENCIÓ DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DESDE LA ETAPA DE DISEÑO QUE INCIDIERON EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El proyecto para la construcción de tres puentes sobre la Ruta Nacional N°160, ha visto involucrados diferentes actores en cada una de sus etapas, separando a los encargados de la etapa de diseño de los encargados del proceso de construcción (ver Figura 6). El diseño de los puentes estuvo a cargo de la Dirección de Puentes del MOPT, mientras que, la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes de CONAVI fue la encargada del diseño de los accesos de aproximación, así como de la licitación pública del proyecto. El proceso de licitación adjudicó como Contratista a la empresa Codocsa S.A, constructora que suscribió el contrato definitivo en SICOP. Adicionalmente, se debe mencionar que el proyecto es administrado por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes de CONAVI.

Figura 6. Diagrama de etapas del proyecto



Cronológicamente se tiene registro de que los estudios de suelos de los puentes Rempujo y Esperanza fueron elaborados en 2008, y corresponden a los documentos analizados por el PIG en el área de geotecnia, motivo por el cuál, el periodo de estudios preliminares ya se encontraba en ejecución para esta fecha. Pese a ello, no fue hasta abril de 2018 que el cartel de licitación fue elaborado, lo que sumado corresponde a un periodo de 10 años entre el inicio de la elaboración del diseño y la decisión de licitar la construcción del proyecto.



En noviembre de 2019 se emite la orden de inicio para el proceso constructivo, que como se detalló en la segunda observación, fue objeto de múltiples suspensiones de obra en diferentes ocasiones; reanudándose hasta marzo de 2022. Los eventos descritos en este párrafo se pueden observar en la Figura 7. Por lo tanto, para el año 2018, fecha en que se realizó el cartel de licitación, el proyecto ya contaba con planos oficiales de obra, y por lo tanto la totalidad de los estudios previos y memorias de cálculo debieron estar finalizadas.

Figura 7. Línea de tiempo del proyecto.



Durante el proceso de la auditoría externa a cargo de LanammeUCR, se solicitó en diferentes ocasiones la información correspondiente a los estudios preliminares del proyecto, sin embargo, la Administración indicó mediante el oficio GCTI-32-22-0446 (0736), del 28 de junio de 2022, que en lo que respecta al expediente de las etapas de diseño y contratación recomendaban consultar a la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes, Proveeduría Institucional y a la Dirección de Puentes del MOPT, ya que, la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes no contaba con esa información, marcando una separación importante entre los encargados de diseño y los encargados de la construcción, así como del acceso a la información del proyecto.

De las diferentes áreas y diseño formal de la obra, esta Auditoría únicamente tuvo acceso a los estudios de suelos descritos en la primera observación de este informe, y tal y como se describe en el alcance de este informe, la memoria de cálculo estructural que se recibió hasta noviembre de 2022, dejando por fuera estudios relacionados a topografía, hidráulica e hidrología, seguridad vial, pavimentos, entre otros; siendo esta situación, evidencia de una gestión deficiente del proyecto, ya que no hay trazabilidad de los documentos al no existir un expediente disponible para que los encargados de la ejecución y construcción puedan utilizarla como insumo de consulta y respaldo del diseño de obra.

Es criterio del Equipo Auditor que, dadas las deficiencias encontradas en estudios previos y los atrasos y costos asociados que evidenciaron en esta obra, es necesario en aquellos casos en los que el diseño no se encuentre dentro del contrato de obra principal, manejar un expediente completo y debidamente identificado, que posea una revisión detallada de los estudios previos, antes de la ejecución del proyecto, con el objetivo de contar con toda la información de diseño, y que se verifique que la información presentada en los estudios preliminares sea completa y contenga el grado de información necesaria para la ejecución de la obra.



SOBRE LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

HALLAZGO 1. EL DISEÑO DE LOS PUENTES MOSTRADO EN PLANOS FUE REALIZADO CON UNA BARRERA QUE NO CONSIDERA EL MANUAL SCV NI LA NORMATIVA VIGENTE

Sobre las barreras de puentes indicadas en planos y colocadas en obra

De acuerdo con los planos oficiales de obra, los puentes deben incluir como parte del proceso constructivo una barrera en el borde externo del espacio entre el bordillo y el final de la losa de concreto, indicado con el término baranda flexible en los planos. Esta barrera se extiende a lo largo de la estructura, cuya función principal es la de protección a los usuarios como elemento de borde del puente. Tal y como se observa en la Figura 8, la barrera colocada en el puente sobre el río Esperanza tiene aproximadamente 71 cm de altura (medida desde el nivel de la losa hasta su parte más alta), y está compuesta por postes de perfil tipo “H”, que por medio de pernos se encuentran anclados al tablero principal. Como complemento se solicita en planos un pasamanos tipo “flex beam” que desempeña la función de barrera como elemento horizontal. Se aclara que el término “flex beam” se reconoce como una marca, no como un tipo de sistema de contención vehicular (SCV), por lo que el término se encuentra mal empleado en el plano. El diseño mostrado en planos se ajusta correctamente a lo observado en campo, por lo que se concluye que el Contratista cumplió con las especificaciones de los documentos contractuales referentes a la barrera de borde, lo anterior según los elementos instalados sobre el puente del río Esperanza.

Figura 8. Altura de baranda flexible, puente sobre el río Esperanza. Fecha 15 de noviembre de 2022



Para el análisis de estos elementos se consultó el criterio experto de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes (USVT) de LanammeUCR, cabe mencionar que el cartel de licitación establece como normativa de acatamiento obligatorio el Manual SCV Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011); el Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación



y ejecución de las obras públicas pertinentes, contratadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y por el Estado costarricense (Decreto Ejecutivo No. 37347-MOPT); y la Ley No. 7600, Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad. La normativa citada contiene especificaciones para el diseño del proyecto.

El Manual SCV indica el procedimiento a considerar para determinar el nivel de contención de un SCV. La Tabla III-9 *Criterios técnicos para la identificación de peligros* indica que en el caso de puentes y obras de paso sobre cuerpos de agua (E12), se debe colocar un sistema de contención vehicular, en este caso debe colocarse una barrera de seguridad tipo "pretil de puente", diseñada y ensayada especialmente para este tipo de aplicación. (Valverde, 2011, p. 59).

Con el objetivo de conocer la justificación técnica de las características de la barrera el Equipo Auditor solicitó la ficha técnica, el manual de instalación, la memoria de cálculo y el certificado del proveedor de la barrera. Sin embargo, mediante el oficio GCTI-15-22-0934 (0736) del 30 de noviembre de 2022 la Administración indicó que específicamente en el caso del proyecto en referencia, no conoce la justificación técnica que se aplicó en la fase de elaboración de los diseños, tanto de las estructuras de los puentes, como de sus accesos de aproximación, por lo que lamentablemente se encuentran imposibilitados de suministrar los documentos solicitados, resaltando nuevamente la separación entre diseñadores y ejecutores de la obra, lo que no es esperable ni adecuado para el proyecto.

Debido a lo anterior no hay evidencia de una memoria de cálculo de un diseño elaborada de acuerdo con el Manual SCV, ni el acatamiento de la Tabla III-9 de este documento, en que se solicita la instalación de un pretil de puente, y define los requisitos para obtener un nivel de contención adecuado de la barrera seleccionada. Tampoco se aportó documentación que avale que el SCV se encuentre adecuadamente instalado y, por ende, no hay certeza de que este responderá adecuadamente ante un posible evento vial, ya que, no se aportó la ficha técnica del SCV, el certificado de ensayo a escala natural, ni el manual de instalación.

Adicionalmente, de acuerdo con el criterio experto de la USVT los puentes no cuentan con facilidades para los usuarios vulnerables tales como peatones, ciclistas y personas con discapacidad, ante la ausencia de información de la etapa de diseño, no hay evidencia de estudios de movilidad, ni otros criterios técnicos para justificar el no requerimiento de infraestructura para peatones, ciclistas y personas con discapacidad, bajo una visión de diseño universal e inclusivo, por lo que no se tiene certeza que el puente construido cumpla con lo dispuesto por el decreto Ejecutivo 37347-MOPT y la Ley 7600.

Es criterio del Equipo Auditor, que la Administración debe contar con la memoria de cálculo, la ficha técnica del SCV, su manual de instalación y certificado del proveedor, para garantizar que este brinde una protección adecuada a peatones, ciclistas y usuarios de vehículos automotores, ya que, ante la ausencia de información de la etapa de diseño, no se tiene certeza de que la solución instalada cuente con los requerimientos necesarios en sitio, ni la evidencia



de la aplicación correcta de los documentos indicados en los términos de referencia del cartel de licitación.

El oficio GCTI-15-23-0341 (0736), documento de descargo, informó que la Gerencia implementó mejoras a la seguridad vial del proyecto, solicitando al Contratista elementos tales como aceras con baldosas guía, en algunos sectores de los accesos de aproximación de los tres puentes. Además, de acuerdo con la orden de modificación cuatro, se incluye un ítem de baranda peatonal y un ítem barrera “New Jersey” en un tramo de los muros de gaviones del puente sobre el río Esperanza, lo anterior en procura de satisfacer el interés público. Es criterio del Equipo Auditor que existió un esfuerzo de mejora por parte de la Administración, y que las medidas son positivas, pero se aclara que no modifican lo evidenciado en este hallazgo respecto a la barrera de los puentes.

SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

HALLAZGO 2. EXISTEN INCUMPLIMIENTOS EN LAS ESPECIFICACIONES DE AGREGADOS DENTRO DE LOS MUESTREOS REALIZADOS POR EL LANAMMEUCR

El presente hallazgo se fundamenta en los ensayos realizados a agregados del proyecto, donde se evidenciaron incumplimientos en la granulometría y contenido de material orgánico. Lo anterior en función de las especificaciones del CR-2010, documento que forma parte de la normativa de acatamiento obligatorio según lo dispuesto por el cartel de licitación.

El primer muestreo fue realizado el día 16 de junio de 2022 y sus resultados fueron comunicados a la Administración mediante la nota informe EIC-Lanamme-755-2022 del 18 de octubre de 2022 (resultados de informe EIC-Lanamme-INF-0956-2022), el segundo muestreo fue realizado el 3 de noviembre de 2022 y sus resultados fueron comunicados a la Administración mediante las notas informes EIC-Lanamme-1058-2022 del 9 de diciembre de 2022 y EIC-Lanamme-1095-2022 del 15 de diciembre de 2022 (resultados de informes EIC-Lanamme-INF-1710-2022 y EIC-Lanamme-INF-1723-2022). Se realizó un tercer muestreo el 16 de diciembre de 2022 y sus resultados fueron comunicados a la Administración mediante las notas informes EIC-Lanamme-0048-2023 del 30 de enero de 2023 y EIC-Lanamme-0115-2023 del 20 de febrero de 2023 (resultados de informes EIC-Lanamme-INF-0054-2023 y EIC-Lanamme-INF-0178-2023). Cabe destacar que los primeros dos muestreos fueron realizados a agregados utilizados por el Contratista para fabricar concreto en sitio, y posteriormente contrató los servicios de concreto premezclado de la empresa CEMEX, utilizando la planta ubicada en Nosara.

El tercer muestreo corresponde a los agregados usados por CEMEX. El agregado fino muestreado corresponde a arena de río, por lo que se utilizó la Tabla 703-1 de las especificaciones del CR-2010 para verificar su composición. Al analizar los datos de granulometría se identifican incumplimientos tanto en la graduación de las mallas superiores como en las inferiores. La Tabla 5 resume los resultados obtenidos.





Tabla 5. Análisis granulométrico de agregado fino muestreado por el LanammeUCR.

Tamiz	Porcentaje pasando			
	M-0949-2022 EIC-Lanamme-INF- 0956-2022	M-1831-2022 EIC-Lanamme-INF- 1710-2022	M-2036-2022 EIC- Lanamme-INF- 0054-2023	CR-2010 Tabla 703-1
3/8"	94,6	94,0	99,0	100
N°4	86,6	85,0	95,0	95-100
N°8	77,5	73,0	76,0	80-100
N°16	63,5	59,0	58,0	50-85
N°30	38,6	38,0	37,0	25-60
N°50	15,6	19,0	19,0	10-30
N°100	7,4	11,0	10,0	2-10
N°200	5,7	7,3	7,6	0-3

Fuentes: MOPT, 2017 y LanammeUCR, 2022.

En cuanto al informe EIC-Lanamme-INF-0956-2022, la muestra M-0949-2022 incumple el porcentaje pasando la malla de 9,5 mm de la especificación (100%) ya que el resultado obtenido es 94,6%. Para la malla N° 4, el CR-2010 indica que el rango del porcentaje pasando debe ser de 95% - 100% y lo obtenido en el ensayo es 86,6%.

En la malla N° 8 la solicitud es del 80% - 100% pasando, y el resultado es 77,5%. Finalmente se tiene que en la malla N° 200 se especifica que el porcentaje pasando sea de 0% - 3%, mientras que el resultado es 5,7%.

La muestra M-1831-2022 del informe EIC-Lanamme-INF-1710-2022, de forma similar al primer muestreo, incumple el porcentaje pasando la malla de 9,5 mm de la especificación (100%) ya que el resultado obtenido es 94%. En consecuencia, se incumple con las mallas superiores a esta, revelando en el informe, material con tamaño de hasta 50 mm. Los resultados de porcentaje de material pasando la malla N°4 y N°8 también son inferiores a lo establecido por las especificaciones, obteniendo un valor de 73 % en la malla N°8, incumpliendo con el mínimo de 80 %. Los resultados de las mallas N°100 y N°200 indican un porcentaje de material por encima del máximo establecido, con un porcentaje pasando la malla N°200 de 7,3 %, valor superior al límite de 3 % indicado por el CR-2010. El módulo de finura de la muestra tiene una magnitud de 3,22, resultado que se encuentra por encima del rango de las especificaciones con magnitudes entre 2,3 y 3,1.

Finalmente, se tienen los resultados de la muestra M-2036-2022 del informe EIC-Lanamme-INF-0054-2023 (muestreo realizado en el plantel de CEMEX), en los que no se cumple la granulometría de la Tabla 703-1, ya que, el porcentaje pasando la malla N°8 es de 76 %, valor por debajo del mínimo establecido (80 %). De forma similar, a las muestras previas se presenta un incumplimiento en el porcentaje pasando la malla N°200, con un porcentaje pasando de 7,6 %, valor superior al límite de 3 % indicado por el CR-2010. El módulo de finura de la muestra

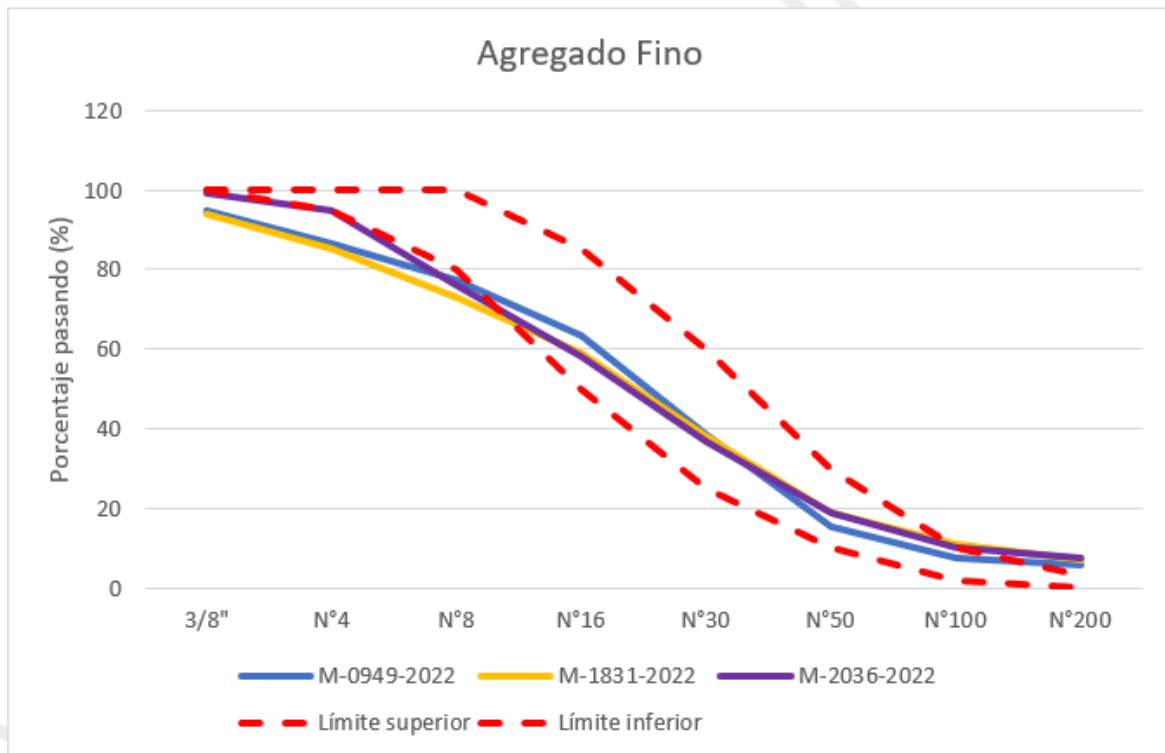


tiene una magnitud de 3,1, resultado que se encuentra en el límite del rango de las especificaciones (MF entre 2,3 y 3,1).

De tal forma, se concluye que las muestras incumplen con los máximos y mínimos establecidos por la normativa, ya que, un porcentaje de su material es de gran tamaño y un porcentaje supera la cantidad de finos permitida. La granulometría de los agregados tiene efectos directos en el concreto, ya que, el agregado grueso requiere de mayor espacio para acomodar todas las partículas, mientras que el agregado fino puede introducirse entre las más grandes dejando menos espacios entre estas.

Esta es la razón por la que una buena graduación elimina los vacíos, y disminuye los requerimientos de pasta al hacer concreto, lo cual resulta beneficioso ya que disminuye el costo de la mezcla. Además, la granulometría de los agregados puede afectar el desempeño final de la mezcla, el exceso de finos y el material que pasa la malla número 200 reducen la adherencia de los agregados con la pasta (cemento más agua), y con ello perjudican la durabilidad, la resistencia y trabajabilidad de la mezcla. La Figura 9 ilustra los incumplimientos descritos en la curva granulométrica del agregado fino.

Figura 9. Curva granulométrica de agregado fino muestreado por LanammeUCR



Además de los incumplimientos en granulometría, se identificó en los primeros dos muestreos de agregado fino un contenido de materia orgánica que puede generar problemas por baja resistencia al realizar concreto. El informe EIC-Lanamme-INF-0956-2022 alerta que “el



resultado de la observación sugiere que la muestra ensayada contiene una cantidad perjudicial de impurezas orgánicas que pueden afectar la resistencia de morteros o mezclas de concreto al ser empleado como agregado.” Por lo que la muestra M-0949-2022 incumple con este parámetro, siendo un potencial causante de baja resistencia en concreto.

De forma similar el informe EIC-Lanamme-INF-1723-2022 advierte que la muestra M-1831-2022 tiene una cantidad perjudicial de impurezas orgánicas que pueden afectar la resistencia del concreto al ser utilizado como agregado. Adicionalmente, las muestras M-1831-2022 y M-2036-2022 incumplen en el valor de arena equivalente, al obtener resultados de 64 % y 69 % respectivamente, valores por debajo del mínimo de 70 % de la especificación.

En lo que respecta a agregado grueso se identificó un incumplimiento en la granulometría de las muestras M-0950-2022, M-1832-2022 y M-2035-2022 de los informes EIC-Lanamme-INF-0956-2022, EIC-Lanamme-INF-1710-2022 y EIC-Lanamme-INF-0054-2023, revisión realizada de acuerdo con la Tabla 703-3 del CR-2010 “Granulometría para agregados gruesos”.

El agregado grueso, de acuerdo con el diseño de mezcla recibido por el Equipo Auditor mediante el informe CR-LAB-LIM-2022-3510, y la granulometría mostrada en este documento, tiene un agregado con tamaño máximo nominal de 19 mm, condición que se confirmó con los ensayos realizados. Dada esta característica el agregado grueso debe cumplir con la especificación de la tabla 703-3 del CR-2010 con “número del tamaño (size number)” 6 o 67.

El diseño de mezcla no especifica la granulometría utilizada por el diseñador, ya que, asignó la granulometría 56 como parámetro de revisión, sin embargo, esta granulometría es utilizada para agregado con tamaño máximo nominal de 25 mm, lo que es incorrecto debido a que no corresponde a la granulometría del material utilizado en la obra. Debido a lo anterior se realiza a continuación la comparación de los resultados obtenidos con las especificaciones para agregado con tamaño máximo nominal de 19 mm especificación con número del tamaño 67 (ver Tabla 6).

Tabla 6. Análisis granulométrico de ensayos realizados por LanammeUCR a agregado grueso.

Tamiz	Porcentaje pasando			
	M-0950-2022 EIC-Lanamme- INF-0956-2022	M-1832-2022 EIC-Lanamme- INF-1710-2022	M-2035-2022 EIC-Lanamme- 2035-2022	CR-2010 Tabla 703.03
1"	100	100	100	100
3/4"	76	76,9	76	90-100
3/8"	5	4,2	1	20-55
N°4	3	2,5	1	0-10
N°8	2	1,8	1	0-5
N°200	0,7	0,7	0,6	0-1

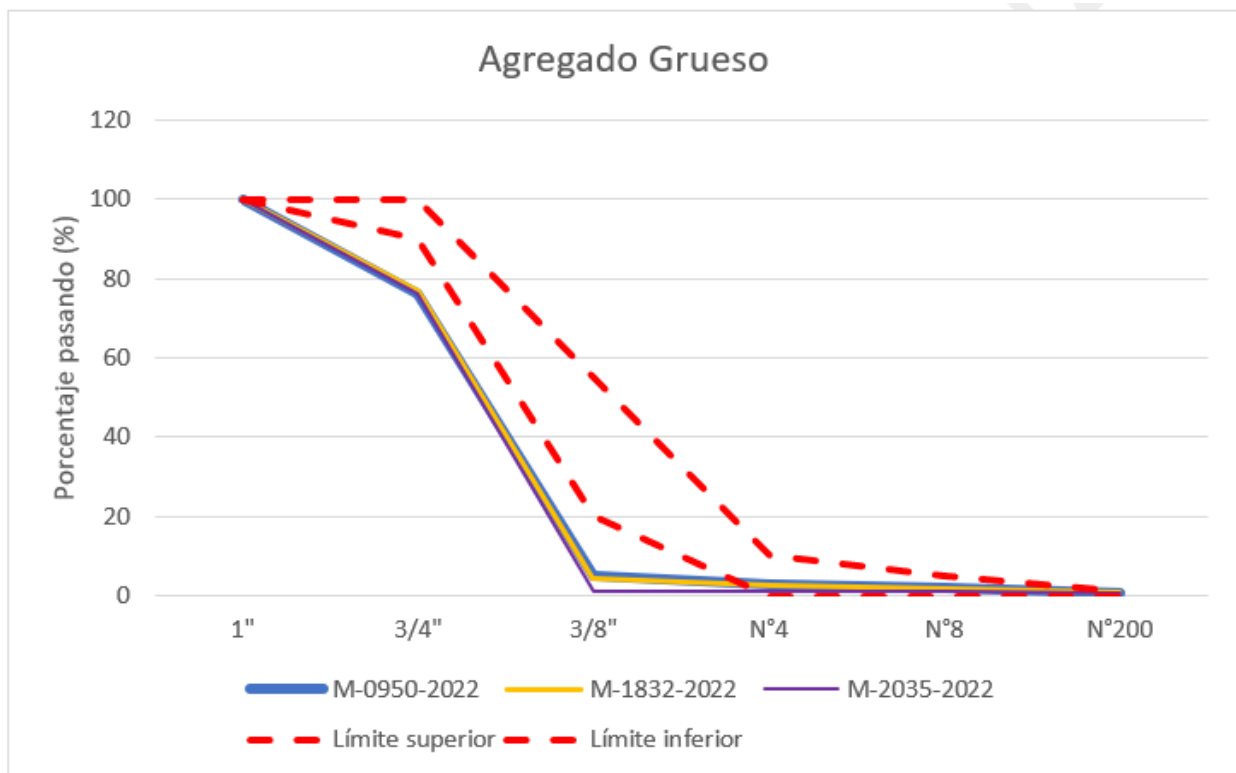
Fuentes: MOPT, 2017 y LanammeUCR, 2022.



De acuerdo con los resultados las tres muestras ensayadas incumplen con el porcentaje pasando la malla 3/4", al obtener valores entre 76 % y 77 %, valor por debajo del mínimo de 90 %. De forma similar el agregado grueso de las tres muestras no estaría cumpliendo con las especificaciones para la malla de 1/2" (12,5 mm) o la malla 3/8" (9,5 mm) dependiendo de si el agregado corresponde al número de tamaño 6 o 67 de la especificación. La Tabla 6 muestra a modo de ejemplo el incumplimiento con la malla 3/8" de la granulometría con número de tamaño 67.

La Figura 10 muestra la curva granulométrica de las muestras M-0950-2022, M-1832-2022 y M-2035-2022, utilizando la especificación de la granulometría con número de tamaño 67 para verificar su cumplimiento con los límites establecidos. Un resultado similar se obtendría al utilizar la granulometría con número de tamaño 6, ya que se incumple en ambos casos.

Figura 10. Curva granulométrica agregado grueso a partir de muestras obtenidas por el LanammeUCR



Mediante el oficio GCTI-15-23-0010 del 11 de enero de 2023 la Administración indicó que el Contratista se encontraba revisando el número de tamaño de la granulometría en el diseño de mezcla para realizar las correcciones pertinentes, sin embargo, a la fecha de cierre de este informe, no se obtuvo más información al respecto.



HALLAZGO 3. LOS RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CLASE A EVIDENCIAN TENDENCIA AL CUMPLIMIENTO DEL LÍMITE ESPECIFICADO. EN EL CASO DEL ASENTAMIENTO SE OBSERVA ALTA DISPERSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se presentan los resultados de concreto obtenidos a partir de la revisión de los informes de verificación de la calidad y los resultados obtenidos por el laboratorio del LanammeUCR, material que ha sido colocado a lo largo de la ejecución del proyecto. Las especificaciones encontradas en planos solicitan para concreto clase “A” en la lámina 4/8 un valor mínimo $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Los resultados de verificación de la calidad se obtuvieron de los informes realizados por los laboratorios LGC y Castro y de la Torre (CyT) que fueron remitidos a esta Unidad de Auditoría Técnica. El laboratorio LGC cumplió con la labor de verificación en la primera etapa del proyecto, realizando el último muestreo el día 1 de julio de 2022, por su parte, el laboratorio Castro y de la Torre cumplió con la labor de verificación posterior a esta fecha, realizando su primer muestreo en el proyecto el día 18 de julio de 2022.

La Tabla 7 resume los resultados de cada uno de los muestreos realizados por parte del LanammeUCR, y se puede concluir que con excepción de la muestra del informe EIC-Lanamme-INF-1550-2022, se supera la resistencia mínima satisfactoriamente (ver Figura 11).

Haciendo referencia al resultado reportado en el informe EIC-Lanamme-INF-1550 la Administración brindó respuesta mediante el documento GCTI-15-22-0906 (0736) oficio del 17 de noviembre de 2022, indicando que el valor obtenido representa el 95 % de la capacidad de diseño, y utilizando como referencia lo estipulado por la sección 552.19 del CR-2010 en el que se indica que se removerá el concreto que tenga menos del 90 % del esfuerzo a compresión requerido, el resultado de LanammeUCR puede ser aceptado según la normativa vigente. Es criterio del Equipo Auditor que la respuesta es de recibo.

A pesar de que la muestra tomada el día 2 de noviembre de 2022 obtuvo resultados que cumplen con la resistencia mínima establecida, la primera colada de la losa del puente sobre la quebrada Sube y Baja fue demolida, producto del control interno del Contratista y Supervisión, ya que, en los ensayos se obtuvieron resistencias por debajo de los límites establecidos. La resistencia obtenida por LanammeUCR fue comunicada por medio del informe EIC-Lanamme-INF-1710-2022, cabe destacar que, este informe fue emitido una vez se realizó la falla de la muestra a los 28 días de edad, fecha para la cual el proceso de demolición ya había sido confirmado por el Contratista a partir de las proyecciones de los resultados de laboratorio de control interno.

Tras el proceso de demolición, la losa del puente sobre la quebrada Sube y Baja fue colada por segunda ocasión el día 16 de diciembre de 2022, en esta ocasión se utilizó por primera vez en el proyecto concreto premezclado del proveedor CEMEX, utilizando la planta dosificadora ubicada en Nosara, los resultados obtenidos superan ampliamente el mínimo de 280 kg/cm^2 , obteniendo resultados por encima de los 400 kg/cm^2 .



Tabla 7. Resumen de ensayos de concreto clase A realizados por el LanammeUCR

Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Resistencia Esperada (kg/cm ²)	Temperatura (°C)	Asentamiento (mm)	Resistencia a la compresión a 28 días (kg/cm ²)
EIC-Lanamme-INF-0801-2022	M-0840-2022	Concreto de fundación en bastión 2 (Viaje #5) Puente río Esperanza	30/5/2022	280	28	180	429
EIC-Lanamme-INF-0801-2022	M-0841-2022	Concreto de fundación en bastión 2 (Viaje #7) Puente río Esperanza	30/5/2022	280	29	180	404
EIC-Lanamme-INF-0954-2022	M-0937-2022	Pantalla y aletones Bastión 2 (Viaje #2) Puente río Rempujo	20/6/2022	280	25,5	190	388
EIC-Lanamme-INF-0954-2022	M-0938-2022	Pantalla y aletones Bastión 2 (Viaje #2) Puente río Rempujo	20/6/2022	280	27,5	130	379
EIC-Lanamme-INF-1131-2022	M-1201-2022	Parapeto Puente sobre el río Rempujo (Viaje #1)	21/7/2022	280	29	120	340
EIC-Lanamme-INF-1131-2022	M-1202-2022	Viga puente sobre el río rempujo (Viaje # 1)	21/7/2022	280	29,5	45	417
EIC-Lanamme-INF-1131-2022	M-1203-2022	Viga puente sobre el río rempujo (Viaje # 1)	21/7/2022	280	29,5	190	373
EIC-Lanamme-INF-1240-2022	M-1456-2022	Prelosas-losetas (Viaje #1)	1/9/2022	280	26,0	180	578
EIC-Lanamme-INF-1426-2022	M-1308-2022	Viga de asiento Bastion # 1 río Esperanza (Viaje # 1)	5/8/2022	280	30,5	210	298



Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Resistencia Esperada (kg/cm ²)	Temperatura (°C)	Asentamiento (mm)	Resistencia a la compresión a 28 días (kg/cm ²)
EIC-Lanamme-INF-1426-2022	M-1309-2022	Viga de asiento Bastion # 1 río Esperanza (Viaje # 2)	5/8/2022	280	31,5	140	299
EIC-Lanamme-INF-1550-2022	M-1646-2022	Losa centro puente río Rempujo	22/9/2022	280	27,5	155	267
EIC-Lanamme-INF-1496-2022	M-1681-2022	Losa puente río Esperanza	5/10/2022	280	29,0	180	308
EIC-Lanamme-INF-1496-2022	M-1682-2022	Losa puente río Esperanza	5/10/2022	280	28,0	140	366
EIC-Lanamme-INF-1710-2022	M-1830-2022	Losa puente quebrada Sube y Baja	2/11/2022	280	-	100	297
EIC-Lanamme-INF-0054-2023	M-2037-2022	Losa puentes Sube y Baja (viaje #2)	16/12/2022	280	30	205	437
EIC-Lanamme-INF-0054-2023	M-2038-2022	Losa puentes Sube y Baja (viaje #3)	16/12/2022	280	30	220	457

En cuanto a los resultados de asentamiento de los muestreos al concreto fabricado por el Contratista, se puede observar una gran variabilidad que oscila entre los 45 mm y los 210 mm (ver Figura 12), incumpliendo el asentamiento máximo únicamente en el informe EIC-Lanamme-INF-1426-2022.

El asentamiento observado en los ensayos de laboratorio del concreto preparado por CEMEX (16 de diciembre 2022), no se incluye dentro del análisis de asentamientos, ya que, no se cuenta con información del diseño de mezcla utilizado.

Mediante las notas informe EIC-Lanamme-996-2022 del 17 de noviembre de 2022, EIC-Lanamme-951-2022 del 9 de noviembre de 2022 y EIC-Lanamme-755-2022 del 18 de octubre de 2022, se recomendó a la Administración en diferentes ocasiones aumentar los controles de calidad, considerando que se trata de una misma resistencia de diseño, y en varios de los informes el mismo elemento a colar, se esperaba se aplique la misma dosificación en la elaboración de concreto, y de esta forma garantizar el cumplimiento con las especificaciones del diseño de mezcla.



El asentamiento influye directamente en la trabajabilidad de la mezcla, en aquellos casos con valores de baja magnitud, hace difícil su colocación, lo que puede generar vacíos y un periodo de tiempo prolongando de manipulación. Por el contrario, una mezcla con un asentamiento de alta magnitud podría tener problemas de segregación.

Figura 11. Resistencias de concreto clase A en ensayos realizados por LanammeUCR

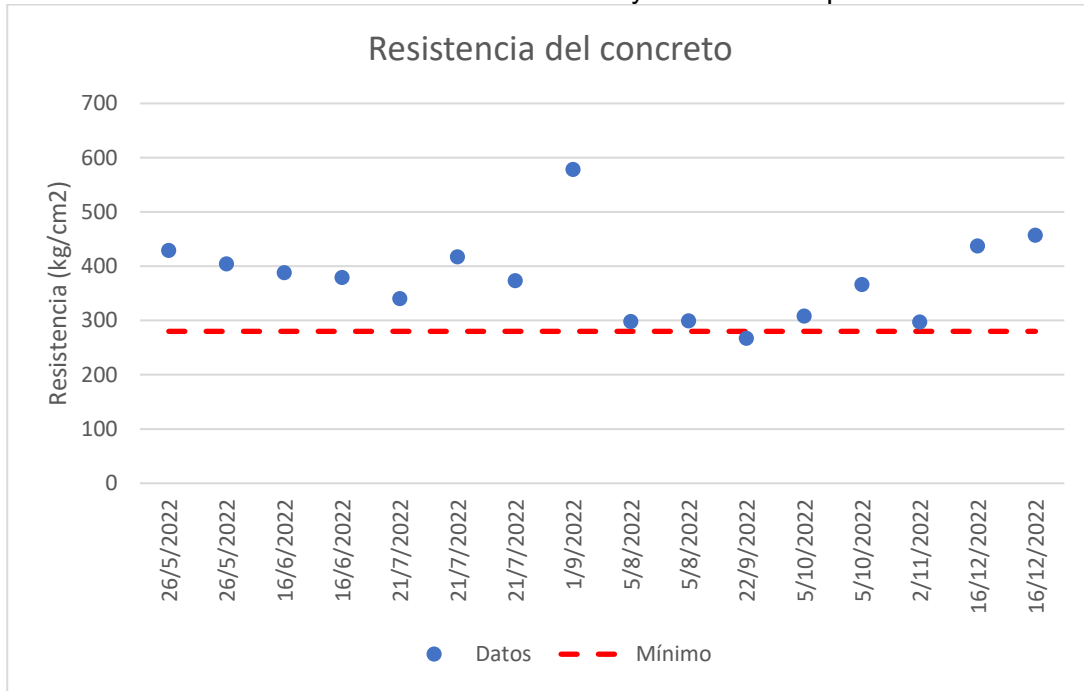
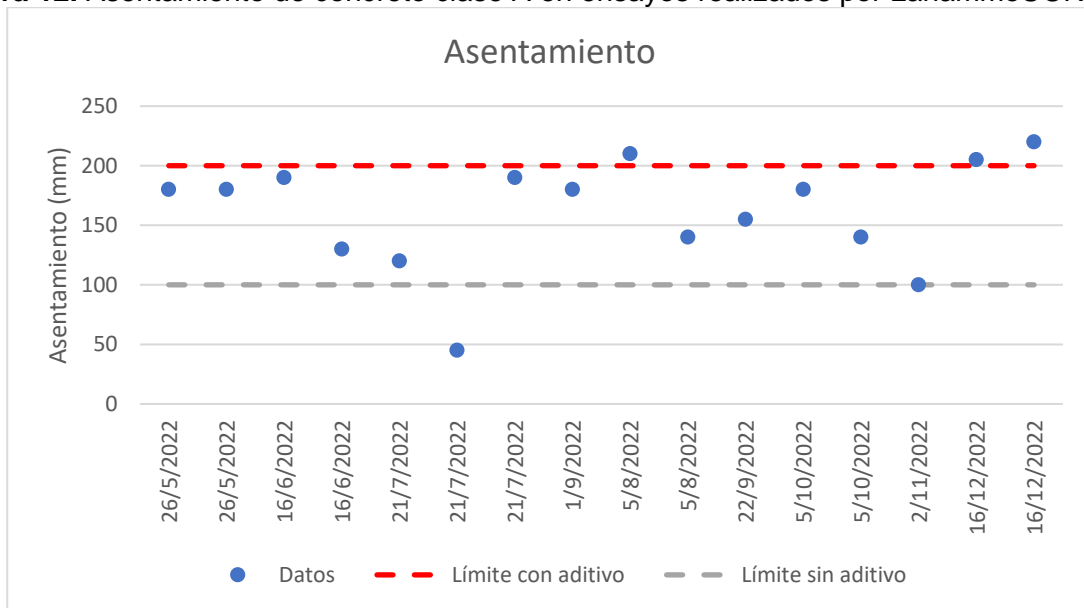


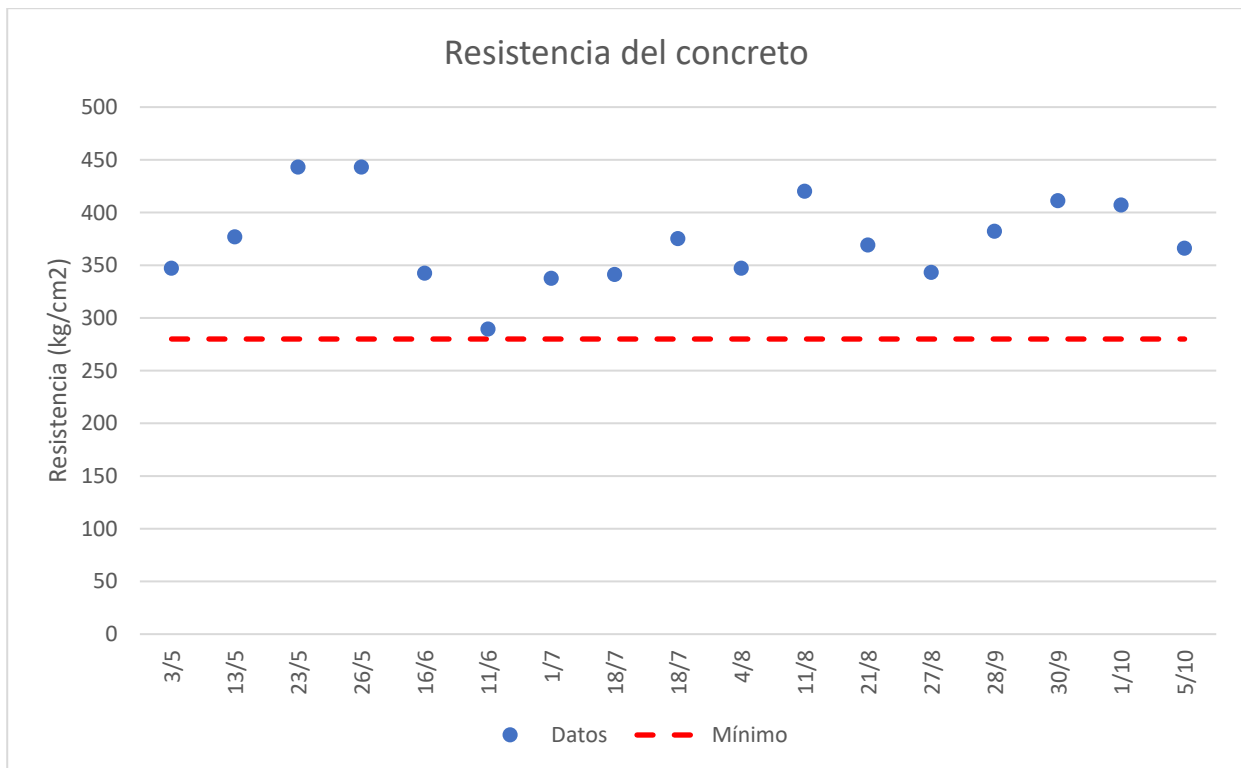
Figura 12. Asentamiento de concreto clase A en ensayos realizados por LanammeUCR





Adicionalmente, se verificaron los resultados obtenidos en ensayos de concreto realizados por la Administración, informes de laboratorio que fueron enviados al Equipo Auditor en forma de anexo a través de los oficios GCTI-15-22-0619 (0736) del 23 de agosto de 2022, GCTI-15-22-0734 (0736) del 27 de septiembre de 2022 y GCTI-32-22-0924 (0736) del 28 de noviembre de 2022. De forma similar a los ensayos del LanammeUCR, existe cumplimiento en la totalidad de los resultados de resistencia (Figura 13). Se hace la aclaración de que a la fecha de emisión de este informe, no se recibió el resultado para el elemento que fue demolido, motivo por el cual no se incluye. A su vez, se confirma la alta variabilidad observada en los resultados de asentamiento (ver Figura 14).

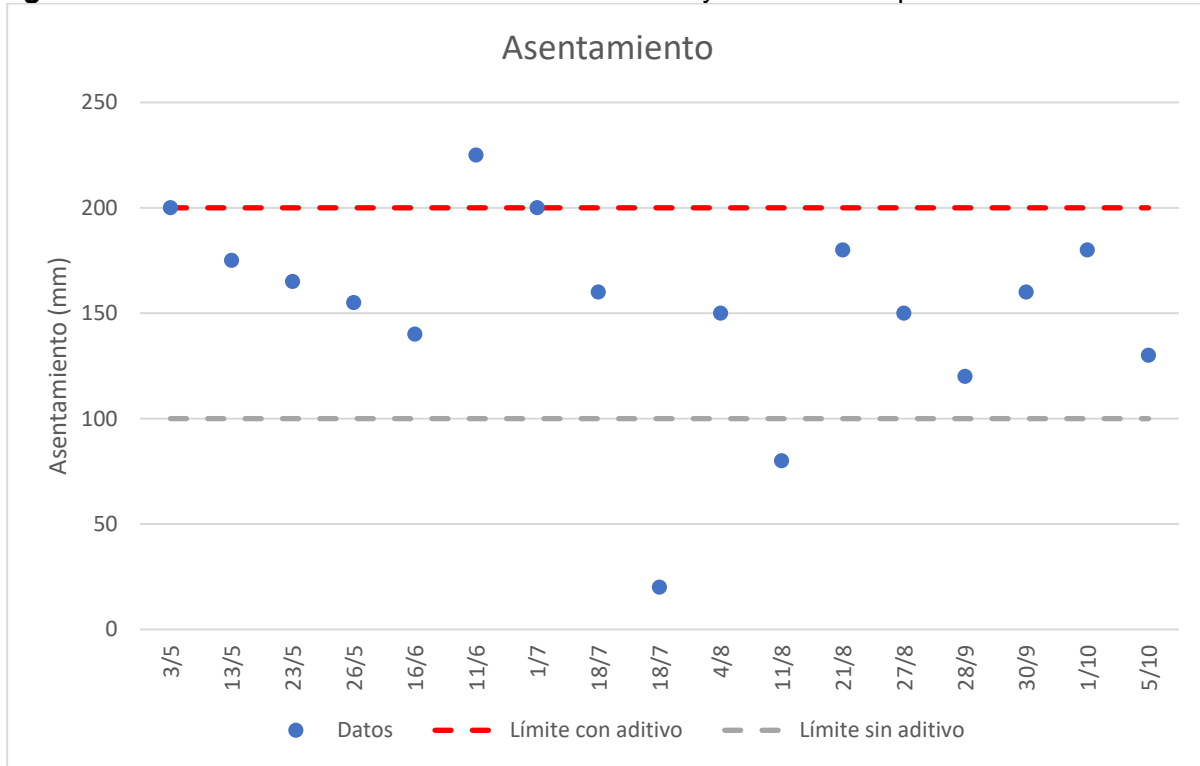
Figura 13. Resistencias de concreto clase A en ensayos realizados por la Administración



Fuentes: CyT, 2022 y LGC, 2022.



Figura 14. Asentamiento de concreto clase A en ensayos realizados por la Administración



Fuentes: CyT, 2022 y LGC, 2022.



HALLAZGO 4. LOS ENSAYOS DE VARILLAS DE ACERO Y CEMENTO PRESENTAN RESULTADOS DENTRO DE LOS LÍMITES DE LAS ESPECIFICACIONES.

El presente hallazgo se fundamenta en los ensayos realizados a muestras de cemento y varillas de acero corrugado, materiales que fueron obtenidos en la obra y que han sido empleados a lo largo del proyecto.

Mediante el oficio EIC-Lanamme-620-2022 del 25 de agosto de 2022 se comunicó que de acuerdo con el informe EIC-Lanamme-INF-0974-2022, el cemento CEMEX hidráulico industrial según su ficha técnica, es un cemento tipo MP/A-AR, según RTCR 479:2015. Así, de acuerdo con la norma INTE C147:2021 cumple con el contenido de sulfatos (como SO₃) y contenido de magnesio.

De forma similar mediante el oficio EIC-Lanamme-755-2022 del 18 de octubre de 2022 se comunicó que de acuerdo con el informe EIC-Lanamme-INF-0955-2022, la muestra de cemento cumple la resistencia promedio a 3 días, de acuerdo con la norma INTE C147 2021.

La misma norma indica que en cuanto al autoclave, el cambio de longitud máximo es de 0,8% y el resultado del ensayo es 0,056%, de forma que la muestra cumple. El tiempo de fragua inicial y final del ensayo, cumple con lo estipulado en la norma, se obtuvo un tiempo de fragua inicial de 141 minutos, lo que es mayor a los 45 minutos mínimos que indica la norma; y el tiempo de fragua final es 250 minutos, lo cual es menor a los 420 minutos máximos estipulados en la norma. El contenido de aire del mortero del ensayo es 11%, lo cual cumple con el 12% máximo que especifica la INTE C147 2021. Para la expansión en barras de mortero según el método de ensayo INTE C166, se especifica un porcentaje máximo de 0,02% y el resultado del ensayo es en promedio 0,005% efectivo de expansión, lo que determina el cumplimiento de la muestra.

En lo que respecta a varillas de acero corrugado el oficio EIC-Lanamme-620-2022 del 25 de agosto de 2022 comunicó mediante el informe EIC-Lanamme-INF-0839- 2022 del 7 de julio de 2022, que las muestras de varillas cumplen con la medición de masa obtenida (MO)/masa nominal (MN), esfuerzo de fluencia, esfuerzo máximo y elongación. Únicamente en dos varillas no fue posible determinar el cumplimiento. La muestra cumple con el espaciamiento promedio, altura de corrugación, ancho máximo individual de separación de corrugación, ancho total de separación de corrugación y ángulo de inclinación.

La Tabla 8 contiene los resultados de esfuerzo de fluencia y esfuerzo máximo, todos ellos cumplen satisfactoriamente con la normativa establecida para varillas grado 60, varillas que corresponden a las utilizadas en el proyecto. La Tabla 9 contiene características de la corrugación de los especímenes muestreados, todos ellos se encuentran dentro de lo permitido por la normativa.



Tabla 8. Resumen de resultados de varilla corrugada

Muestra	Varilla	Especificación	Grado	Designación	Masa Nominal (kg/m)	Masa Obtenida (kg/m)	MO/MN (%)	Esfuerzo fluencia (Mpa)	Esfuerzo máximo (Mpa)
M-0951-2022	1	W	60	4	0,99	0,97	98	491	629
M-0951-2022	2	W	60	4	0,99	0,97	97	491	633
M-0951-2022	3	W	60	4	0,99	0,97	97	483	622
M-0952-2022	1	W	60	5	1,55	1,49	96	473	616
M-0952-2022	2	W	60	5	1,55	1,49	96	466	610
M-0952-2022	3	W	60	5	1,55	1,48	96	471	613
M-0953-2022	1	W	60	6	2,24	2,12	95	470	608
M-0953-2022	2	W	60	6	2,24	2,13	95	469	607
M-0953-2022	3	W	60	6	2,24	2,12	95	469	607
M-0954-2022	1	W	60	8	3,97	3,79	95	508	644
M-0954-2022	2	W	60	8	3,97	3,79	95	505	644
M-0954-2022	3	W	60	8	3,97	3,79	95	509	645
M-0955-2022	1	W	60	10	6,40	6,10	95	507	659
M-0955-2022	2	W	60	10	6,40	6,20	97	517	671
M-0955-2022	3	W	60	10	6,40	6,20	97	514	668

Tabla 9. Resumen de resultados de corrugación en el acero de refuerzo

Muestra	Varilla	Espaciamiento promedio de corrugación (mm)	Altura de corrugación (mm)	Ancho max individual de separación de corrugación (mm)	Ancho total separación de corrugación (mm)	Ángulo de inclinación (°)	Diámetro de rodillo (mm)	Ángulo de doblez (°)
M-0951-2022	1	8,4	0,77	3,2	6,1	63	37,9	180
M-0951-2022	2	8,3	0,72	3,2	6,1	63	37,9	180
M-0951-2022	3	8,3	0,64	3,9	7,4	62	37,9	180
M-0952-2022	1	10,5	0,92	2,4	4,8	65	46,2	180
M-0952-2022	2	10,5	0,98	2,7	5,0	65	46,2	180
M-0952-2022	3	10,5	1,02	2,5	4,6	64	46,2	180
M-0953-2022	1	12,8	1,35	2,0	3,9	63	78,1	180
M-0953-2022	2	12,6	1,28	2,0	3,9	64	78,1	180
M-0953-2022	3	12,6	1,29	2,0	3,9	64	78,1	180
M-0954-2022	1	17,0	1,79	6,7	10,3	65	98,5	180
M-0954-2022	2	17,1	1,68	4,2	7,7	66	98,5	180
M-0954-2022	3	17,1	1,74	4,6	8,7	63	98,5	180
M-0955-2022	1	21,4	2,24	5,0	9,1	66	-	-
M-0955-2022	2	22,0	2,42	5,2	10,3	66	-	-
M-0955-2022	3	21,4	2,32	4,9	9,8	65	-	-



HALLAZGO 5. SE OBSERVÓ DETERIORO POR CORROSIÓN EN LAS VIGAS PRINCIPALES DE LOS PUENTES DEL PROYECTO.

Mediante una inspección visual del Equipo Auditor, se pudo evidenciar que las vigas utilizadas presentan un deterioro considerable producto de la acción de corrosión, este fenómeno ocurrió durante el tiempo en que estuvieron almacenadas posterior a su compra por parte de la Administración, debido a exposición al ambiente sin una protección apropiada. Ante esta situación, el Contratista aplicó un proceso de sandblasting y galvanizado adicional a lo solicitado en planos, posterior al proceso de deterioro detectado.

El sistema de galvanizado fue solicitado por la Administración con el objetivo de alargar la vida útil de las vigas y se encuentra dentro de los cambios aprobados en la Orden de Modificación 1 del 14 de febrero de 2022, y la Adenda al contrato de obra del 23 de febrero de 2022, modificación que representó un aumento en el costo de ₡23 653 122.00 en el puente sobre el río Rempujo, ₡10 717 153.20 en el puente sobre el río Esperanza y ₡23 663 736.00 en el puente sobre la quebrada Sube y Baja, la medida tomada es una buena práctica y brinda protección ante la corrosión a estos elementos, sin embargo, esta medida representó un sobrecosto total de **₡58 034 011.20** debido al tratamiento requerido.

La corrosión observada de acuerdo con Krayser et al (1989), cumple con las características de corrosión de picadura (ver Figura 15), en la que se pierde material de la superficie en puntos localizados. Este tipo de corrosión puede generar concentración de esfuerzos y excentricidades, llevando el elemento estructural a una condición más exigente que para la que fue diseñado. La pérdida de sección debido a corrosión, modifica las propiedades geométricas del elemento, tales como radio de giro y momento de inercia, generando cambios en su capacidad a flexión, cortante, tensión, compresión y torsión. La capacidad de carga se ve afectada de forma no lineal, ya que algunas propiedades geométricas están relacionadas con exponentes cuadrados y cúbicos durante el diseño estructural.

Es criterio del Equipo Auditor que el grado de deterioro observado en vigas, cuyo ancho de sección fue medido en uno de los especímenes almacenados en el plantel de Codocsa S.A utilizando micrómetro, y cuyos valores se reportan en el documento EIC-Lanamme-INF-1453-2022 (documento enviado con la nota informe EIC-Lanamme-893-2022 del 17 de octubre de 2022), no evidencia un porcentaje de pérdida que comprometa la función de las vigas de acero dentro de la estructura, y con la aplicación del tratamiento adecuado, su uso no debería representar un riesgo para la obra. Sin embargo, se recomienda a la Administración en futuros proyectos evaluar apropiadamente si es conveniente el uso de este tipo de materiales, ya que, al tratarse de una obra nueva se puede delegar su compra al Contratista y exigir el uso de perfiles de acero en óptimas condiciones.



HALLAZGO 6. LOS ESPESORES DEL SISTEMA DE GALVANIZADO MEDIDOS POR LANAMMEUCR CUMPLEN EN SU MAYORÍA CON LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

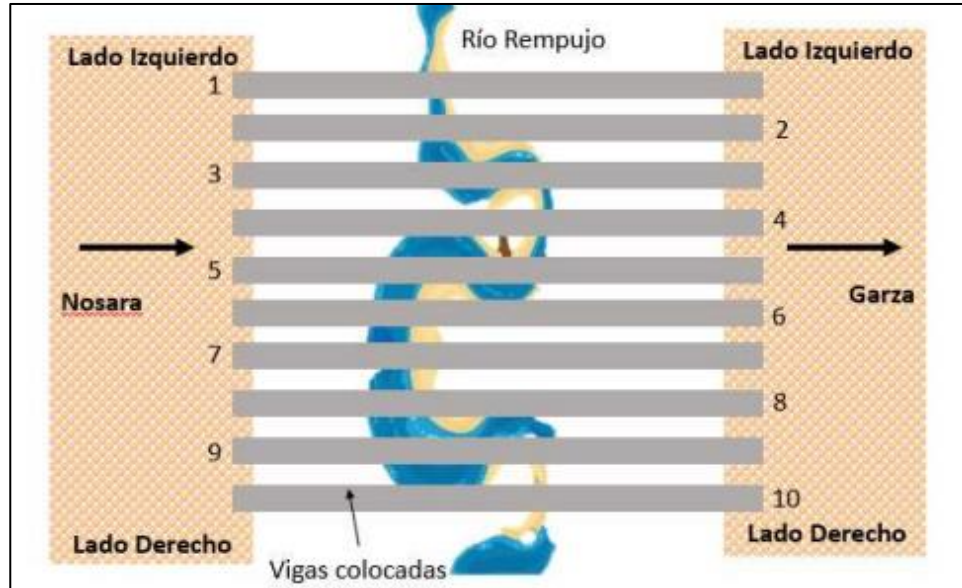
Durante el proceso constructivo se emitieron tres informes de laboratorio relacionados con la medición de espesor del sistema de galvanización por película de marca ZINGA en las vigas utilizadas en los puentes del proyecto, denominados EIC-Lanamme-INF-1091-2022, EIC-Lanamme-INF-1126-2022 y EIC-Lanamme-INF-1453-2022, cuyos resultados fueron comunicados mediante el oficio EIC-Lanamme-893-2022 del 17 de octubre de 2022.

Figura 15. Fotografía del estado de los perfiles de acero para el puente sobre la Quebrada Sube y Baja, plantel de Codocsa el día 6 de septiembre de 2022.



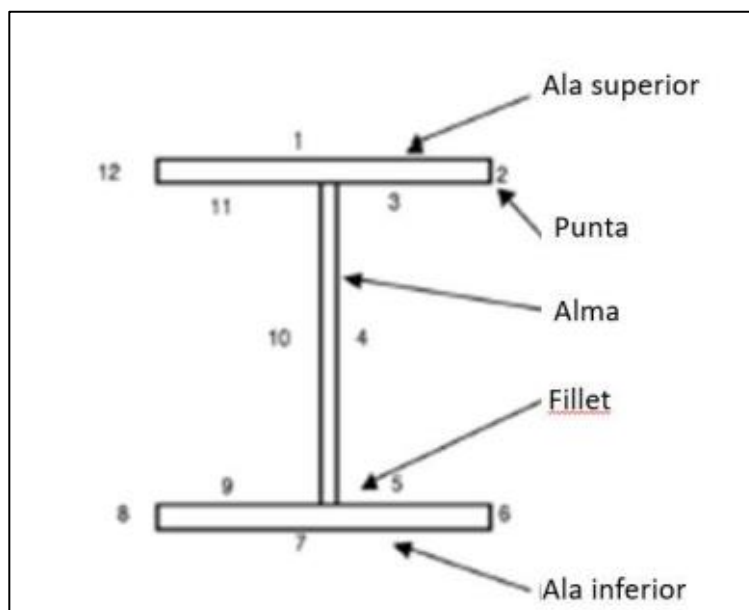
El informe EIC-Lanamme-INF-1091-2022 contempló mediciones en obra, para materiales utilizados en los puentes sobre el río Rempujo y el río Esperanza. Las mediciones sobre el río Rempujo consideraron tres sublotes a cada lado de las 10 vigas del puente (20 promedios en total). En los resultados se reporta el cumplimiento en 19 lotes y un incumplimiento en el promedio del lado izquierdo de la viga 3 (ver Figura 16), cuyo resultado fue de 79,24 μm , valor por debajo de los 120 μm de las especificaciones en planos.

Figura 16. Diagrama de ubicación de las mediciones realizadas en puente sobre el río Rempujo.



Para las mediciones realizadas en las vigas del puente sobre el río Esperanza, se seleccionaron dos vigas para realizar el ensayo, ofreciendo resultados que cumplen con el espesor de galvanizado mínimo en todos los casos, con excepción del punto 12 de la viga A (ver Figura 17) cuyo resultado fue de 96 μm .

Figura 17. Diagrama de ubicación de las mediciones realizadas en puente sobre el río Esperanza y puente sobre quebrada Sube y Baja.





Posteriormente, se realizaron mediciones en el plantel de Codocsa en Santo Domingo de Heredia, que dieron origen a los informes EIC-Lanamme-INF-1126-2022 y EIC-Lanamme-INF-1453-2022, en elementos por utilizar en el puente sobre la quebrada Sube y Baja. El informe EIC-Lanamme-INF-1126-2022 contiene resultados de un muestreo realizado en una viga previo al tratamiento final del perfil de acero, pese a ello la totalidad de los resultados en el elemento medido cumplen con el espesor de galvanizado requerido. En una segunda visita se realizó el muestreo a tres vigas diferentes (informe EIC-Lanamme-INF-1453-2022), elementos que para la fecha de la visita ya habían recibido la totalidad del tratamiento, siendo esta la condición final para su uso en el proyecto. En este informe los resultados en general son satisfactorios con excepción de los sectores 1 y 7 de la viga 1, con valores promedio de 56,9 μm y 55,11 μm respectivamente.

Es criterio del Equipo Auditor que el hecho de que los resultados obtenidos se encuentren en su mayoría por encima de la especificación contractual es un aspecto positivo del trabajo realizado, al ajustarse al espesor de galvanizado solicitado en planos.

Sin embargo, se hace la observación de que se deben realizar mediciones continuamente con el objetivo de detectar casos aislados en los que no se cumpla con el espesor requerido, tal y como el caso de dos de los puntos de la viga 1 del informe EIC-Lanamme-INF-1453-2022, el punto 12 de la viga A, colocada sobre el río Esperanza y el promedio del lado izquierdo de la viga tres utilizada sobre el río Rempujo, según el informe INF-1091-2022, y así garantizar una adecuada protección contra la corrosión en los elementos de acero de los puentes, respetando lo solicitado por las especificaciones de los planos constructivos.

Cabe destacar que, mediante el oficio GCTI-15-23-0341 (0736), documento de descargo, la Administración indicó que: *se revisará que el Contratista realice las correspondientes correcciones puntuales de recubrimiento debido a que durante la colocación de las vigas y los elementos que componen el sistema de erigido, se produjeron inevitablemente leves defectos que debe ser reparados*. La medida adoptada por la Administración se considera una buena práctica constructiva para el control de calidad de obra.

SOBRE LAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS

OBSERVACIÓN 4. SE IDENTIFICAN OPORTUNIDADES DE MEJORA EN PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS RELACIONADAS CON ENCOFRADO DE BASTIONES, BORDES FILOSOS EN PIEZAS METÁLICAS Y TORQUE EN PERNOS DE UNIÓN DE VIGAS

Este hallazgo surge como resultado de la nota informe EIC-Lanamme-720-2022 del 12 de septiembre de 2022, con observaciones realizadas tras la visita del 17 de agosto de 2022.

Sobre las prácticas de encofrado de bastiones

Se observó en uno de los bastiones del puente sobre la quebrada Sube y Baja que las varillas utilizadas para fijar la formaleta fueron cubiertas con mortero y se dejaron en la estructura. Debido a que son un potencial foco de corrosión el Equipo Auditor recomendó introducir la

EIC-Lanamme-INF-0458-2023	Mayo, 2023	Página 46 de 72
---------------------------	------------	-----------------



varilla de acero dentro de un tubo de PVC, ya que, al final de la colada se puede retirar la varilla. También se observó seguir este tipo de prácticas en algunos puntos (Figura 18). Mediante el oficio GCTI-15-22-0734 (0736) del 27 de septiembre de 2022, la Administración informó al Equipo Auditor que, ante esta situación lo que se realiza en sitio es quebrar los extremos salientes a nivel de la superficie del concreto y colocarles un sello compuesto por un aditivo adherente y mortero, para impedir que la influencia de la intemperie cause daños que provoquen expansión de la corrosión que pueda dañar la estructura.

De acuerdo con el Manual para Supervisar Obras de Concreto ACI 311-07 (2007) del Instituto Americano del Concreto (ACI), sección 8.6.1 el refuerzo es embebido a una distancia mínima (espacio libre) de la superficie del concreto para evitar pandeo bajo ciertas condiciones de carga, oxidación cuando se está expuesto a humedad, o pérdida de resistencia cuando se está expuesto al fuego, existiendo requisitos de recubrimiento mínimo para concreto expuesto a ambiente marino.

El proyecto se encuentra expuesto a un ambiente marino, lluvia, viento y la corriente del río, por lo que es susceptible a oxidación, siendo necesario acatar las recomendaciones del ACI en cuanto a recubrimiento y exposición de elementos de acero. El mortero colocado no es equivalente al recubrimiento ofrecido por el espacio de concreto solicitado en planos, por lo que es criterio del Equipo Auditor que es una mejor práctica constructiva el uso de tubos de PVC para retirar la varilla.

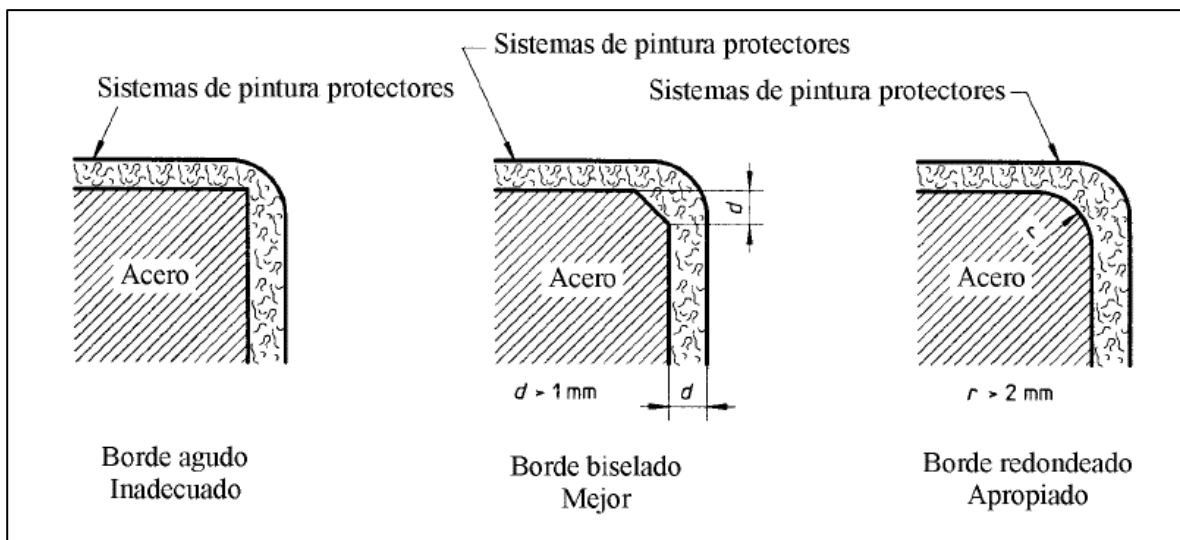
Figura 18. Colocación de tubo de PVC para poder recuperar varillas en el puente sobre quebrada Sube y Baja. Fecha 17 de agosto de 2022



Sobre bordes filosos en piezas metálicas

La Norma INTE/ISO 12944:2016 - Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores en su apartado 5 titulado “Criterios básicos de Diseño para la prevención de la corrosión” inciso 5.4. Bordes indica que: Los bordes redondeados son deseables, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr un espesor de película adecuado sobre bordes agudos. Las capas protectoras en los bordes agudos son también más susceptibles al deterioro (ver Figura 19). Por consiguiente, todos los bordes agudos deberían redondearse o biselarse desde el proceso de fabricación y las rebabas en torno a orificios y a lo largo de otros bordes cortantes deberían eliminarse.

Figura 19. Forma de bordes en piezas metálicas



Fuente: INTECO, 2016

Es importante mencionar que esta norma no forma parte de los documentos contractuales del proyecto auditado, pero si es una buena práctica constructiva que puede mejorar la vida útil de los elementos del proyecto. En la visita realizada al proyecto se encontraron piezas con bordes filosos, tal y como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Elementos de unión de viga con bordes filosos para puente sobre río Esperanza.
Fecha 17 de agosto de 2022



Mediante el oficio GCTI-15-22-0734 (0736) del 27 de septiembre de 2022 la Administración informó al Equipo Auditor que dado que no se encuentra en contrato realizar bordes redondeados en las piezas metálicas no fue ejecutado, pero se tomará nota para futuros proyectos. Dado que utilizar bordes redondeados representa una buena práctica de ingeniería la observación se mantiene.

Sobre el proceso de torque de los pernos en unión de vigas

Durante la gira del 17 de agosto de 2022 se informó al Equipo Auditor que no se mantiene en obra un registro del torque de los pernos utilizados en conexiones metálicas. El torque de los pernos es indispensable para poder asegurar que la conexión funcione como fue diseñada, por lo cual el Equipo Auditor considera adecuado que se lleve algún registro de esta actividad, en el cual se indique la fecha de realización de procedimiento, la ubicación del mismo dentro de la estructura, y el torque alcanzado.



Figura 21. Conexión con pernos en viga metálica. Fecha 17 de agosto de 2022



La Administración brindó respuesta a esta observación a través del oficio GCTI-15-22-0734 (0736) del 27 de septiembre de 2022 indicando que, de acuerdo con lo informado por la inspección, se cuenta con el procedimiento de realizar marcas a los pernos para identificar aquellos que han sido ajustados hasta llegar al torque indicado por el equipo utilizado por el contratista, el cual informa que se garantiza el torque adecuado de conformidad con las normas. Aclarando que no se cuenta con un registro de tornillos torqueados, aparte, de manera individual tomarían nota de lo recomendado por el Equipo Auditor y se procedería a implementar el registro con la información indicada. Como documentos adjuntos al descargo GCTI-15-23-0341 (0736) del 4 de mayo de 2023 la Administración envió dichos registros al Equipo Auditor, demostrando haber aplicado la recomendación. Modificar esta práctica constructiva brinda a la Administración la posibilidad de conocer el trabajo realizado en conexiones, y tener mayor seguridad de la calidad del producto final que será recibido.



10. CONCLUSIONES

A partir de los resultados evidenciados durante la ejecución de la auditoría, se emiten las siguientes conclusiones, con el propósito de aportar elementos técnicos a los procesos de mejora continua:

SOBRE LOS ESTUDIOS PREVIOS DEL PROYECTO

- Los estudios geotécnicos preliminares entregados al Equipo Auditor no cuentan con información clara y suficiente para realizar un diseño adecuado de la cimentación de los puentes del proyecto.
- No se presentó un modelo geotécnico del sitio, no se incluyeron estudios de socavación ni licuación del terreno.
- Las deficiencias en estudios preliminares del proyecto ocasionaron que se modificara la fecha de entrega final (821 días naturales según órdenes de servicio relacionadas a este tema), a través de suspensiones de obra, días compensables y aumento en el plazo según la adenda realizada al contrato original. Además, se modificó el costo final de obra (₡643 049 227.07 según adenda al contrato de obra), aumentando el monto originalmente contratado, y el diseño original de la obra, lo que obligó a la Administración a incurrir en mayores gastos.
- Se identificó deficiencias en la gestión del proyecto que evidencia una desvinculación de los encargados del diseño, con los funcionarios encargados de la ejecución de la obra, limitando el acceso al respaldo técnico que valida la seguridad y desempeño de los diferentes elementos que componen los tres puentes construidos, que además impidió consultar memorias de cálculo y estudios preliminares.

SOBRE LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

- No fue posible recibir información que valide el diseño y desempeño apropiado de la barrera que fue instalada en los puentes, por lo que no hay evidencia de su cumplimiento con el Manual SCV y normativa vigente. Cabe destacar que los elementos instalados cumplen con las características indicadas en planos, pero existe desconocimiento del nivel de contención que proporcionan, además, según lo observado en campo la barrera no cumple con la normativa del cartel de licitación.

SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

- Se ha identificado incumplimientos en la granulometría del agregado fino (arena de río) y el agregado grueso utilizado en el proyecto, lo anterior tomando como normativa lo estipulado por el CR-2010.
- El agregado fino evidencia un contenido de materia orgánica que puede provocar resultados de baja resistencia al preparar concreto.
- Los ensayos de resistencia a compresión para el concreto clase A de los muestreos de LanammeUCR, tienen en general resultados superiores al valor esperado, con



excepción del resultado obtenido en el informe EIC-Lanamme-INF-1550-2022 cuyo resultado obtenido fue el 95 % de la resistencia de diseño.

- El asentamiento obtenido en los ensayos de concreto clase A únicamente superó en una ocasión el valor máximo especificado en el diseño de mezcla, con un valor de 210 mm. Sin embargo, se revela una alta variabilidad en el valor de asentamiento, pese a que se cuenta con un diseño de mezcla establecido.
- Los resultados de resistencia obtenidos por LanammeUCR, de la primera colada en el puente sobre la quebrada Sube y Baja obtuvieron resultados de acuerdo con la especificación, pese a ello este elemento fue demolido previo a conocer los resultados a 28 días.
- Los ensayos realizados al cemento y varillas corrugadas cumplen con la normativa vigente.
- Debido al largo tiempo de exposición y la condiciones en que las vigas del proyecto fueron almacenadas se evidencia corrosión por picadura en estos elementos, haciendo necesario tomar medidas adicionales de tratamiento para elementos de acero en el puente, medidas que representan un sobre costo total de ₡58 034 011.20.
- Las mediciones de espesor de galvanizado realizadas por LanammeUCR en elementos de viga, que fueron realizadas tanto en obra como en el plantel de Codocsa, tienen en general resultados positivos, con excepción de puntos específicos en algunas de las vigas muestreadas.

SOBRE LAS PRÁCTICAS Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

- Se identificaron elementos metálicos en el proceso constructivo de bastiones que podrían generar focos de corrosión de no ser removidos. La Administración indicó que se brindaron instrucciones de quebrar estos elementos y colocar un sello compuesto por aditivo y mortero, el Equipo Auditor considera que se deben aplicar otras prácticas, como introducir la varilla de acero dentro de un tubo de PVC, para que sea retirada al final de la colada, ya que, al utilizar únicamente mortero no se puede asegurar que se cumple con el recubrimiento necesario que se especifica para el acero.
- Existe una oportunidad de mejora en el uso de elementos metálicos con bordes filosos, que de acuerdo con la Norma INTE/ISO 12944:2016, el uso de bordes redondeados previene deterioros y permite aplicar de forma uniforme capas protectoras de corrosión.
- Al momento de la visita realizada el 17 de agosto, se detectó que, no se mantuvo en obra, registro del torque alcanzado en las conexiones con pernos de la estructura metálica, lo que impide a la Administración un respaldo del trabajo realizado en estos elementos. Sin embargo, según la información recibida en el documento de descargo, se informó que se implementó por parte de la Administración del proyecto, un registro del torque en las conexiones con pernos a partir del 14 de octubre de 2022.



11. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan las recomendaciones del informe para que sean consideradas por la Administración, con el propósito de que puedan definirse e implementarse acciones integrales para este proyecto en específico y para futuros proyectos de infraestructura vial.

SOBRE LOS ESTUDIOS PREVIOS DEL PROYECTO

A la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del CONAVI y la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI.

- Es una oportunidad de mejora mantener la información de diseño del proyecto durante la etapa de construcción, de forma que sea posible consultar el respaldo técnico de la obra en ejecución. En aquellos casos en los que el diseño no se encuentre dentro del contrato de obra principal, se recomienda manejar un expediente completo y una revisión detallada de los estudios previos, antes de la ejecución del proyecto, con el objetivo de verificar y contar con toda la información de diseño correspondiente a la obra por realizar.
- Verificar que los documentos aportados como parte de los estudios previos de los proyectos cuenten con información clara y suficiente para realizar un adecuado diseño de la cimentación y diseño de la totalidad de las obras.
- En futuros proyectos exigir la presentación de un modelo geotécnico adecuado para el área por intervenir, incluyendo estudios de socavación y licuación del terreno según corresponda.

A la dirección de puentes del MOPT y la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI.

- Verificar que la información de los estudios previos del proyecto sea completa y cumpla con los requerimientos del proyecto.

SOBRE LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

A la dirección de puentes del MOPT

- Se recomienda mantener dentro del expediente de estudios preliminares la ficha técnica de las barreras, su guía de instalación, certificado del proveedor y diseño formal, y así garantizar un nivel de contención apropiado para su función dentro de la obra de acuerdo con las especificaciones de la normativa vigente.

SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

A la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del CONAVI

- Se recomienda un mayor control de obra en la granulometría y calidad de los agregados que son utilizados en el proyecto, además de prevenir el uso de material con alto contenido de impurezas orgánicas, evitando así resultados de baja resistencia en el



concreto, pese a que únicamente se tiene registro de un evento de baja resistencia. De ser necesario se debe valorar opciones de proveedores que ofrezcan agregados que cumplan con la normativa.

- Se recomienda mayor rigurosidad en la preparación del concreto, apearse al diseño de mezcla de obra para evitar la alta variabilidad detectada en el asentamiento, un apropiado control y seguimiento del diseño de mezcla es una práctica que previene problemas en la resistencia del concreto. Además, esta variable afecta directamente la trabajabilidad, dificultando la colocación de concreto en aquellos casos con un asentamiento de baja magnitud, lo que podría generar vacíos en la estructura por dificultad de acomodo de partículas en el elemento de la colada.
- En relación con el espesor de galvanizado de la estructura metálica se recomienda realizar mediciones continuamente, con el objetivo de detectar casos aislados en los que no se cumpla con el espesor requerido, tal y como el caso de dos de los puntos de la viga 1 del informe de laboratorio EIC-Lanamme-INF-1453-2022, el punto 12 de la viga A colocada sobre el río Esperanza, y el promedio del lado izquierdo de la viga tres colocada sobre el río Rempujo del informe de laboratorio EIC-Lanamme-INF-1091-2022, y así garantizar una adecuada protección contra la corrosión en los elementos de acero de los puentes.

A la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI

- Se recomienda a la Administración evaluar si el acero estructural disponible para futuros proyectos se encuentra en buenas condiciones para ser utilizado. Además de evaluar si económicamente se justifica la compra de gran cantidad de elementos de acero que potencialmente podrían perderse por deterioro y corrosión durante su almacenaje. Es una mejor alternativa que contractualmente sea una de las obligaciones del Contratista suplir estos materiales, y así poder exigir perfiles de acero en óptimas condiciones para obras nuevas.
- Además, en aquellos proyectos en los que por motivos de fuerza mayor deban utilizarse perfiles afectados por corrosión, se recomienda evaluar de forma completa el porcentaje de área que pueda haberse perdido en los elementos de acero, y que esta evaluación forme parte del expediente de estudios previos del proyecto, para verificar que no hayan modificado sus propiedades geométricas.
- Se recomienda a la Administración implementar ensayos de medición de espesores de galvanizado como parte de los ensayos de verificación.

SOBRE LAS PRÁCTICAS Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes del CONAVI

- Se recomienda el uso de un tubo de PVC en la colocación de elementos metálicos en la formaleta, para que puedan ser removidos de forma completa. Esta práctica



constructiva fue observada en algunos puntos de los bastiones, sin embargo, fue aplicada en casos puntuales y no la totalidad del elemento.

- Se recomienda el uso de bordes redondeados en los elementos metálicos con bordes filosos, lo que brindará a la Administración mejor acabado y protección contra corrosión en estos elementos al aplicar de forma uniforme las capas protectoras.
- La Administración inició un registro del torque alcanzado en pernos a raíz de las recomendaciones realizadas por el Equipo Auditor, se recomienda seguir esta práctica constructiva en las conexiones apernadas, como medida de seguimiento a la calidad del trabajo, así como aplicar esta medida a futuros proyectos.

12. REFERENCIAS

ACI. (2007). Manual para Supervisar Obras de Concreto ACI 311-07. Ciudad de México: IMCYC.

INTECO. (2016). Norma INTE/ISO 12944:2016 - Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. San José: INTECO.

Kayser, J. R., & Nowak, A. S. (1989). Capacity loss due to corrosion in steel-girder bridges. Journal of Structural Engineering.

MOPT. (2010). *Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010*. San José.

Valverde, G. (2011). Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de márgenes de carreteras. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.csv.go.cr/documents/20126/117370/Manual+SCV+%28Gu%C3%ADa+para+el+an%C3%A1lisis+y+dise%C3%B1o+de+seguridad+vial.pdf/ffb2d49f-bcd4-65ce-3be1-0a3d47b09dea?t=1559256817880>.



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Luis Paulino Rodríguez Solano Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Francisco Fonseca Chaves Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Técnico
Revisado por: Ing. Fiorella Murillo Contreras Auditor Técnico	Revisión Legal: Lic. Giovanni Sancho Sanz Coordinador de Asesoría Legal, LanammeUCR	
Revisado y aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica		Aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D. Director General LanammeUCR



13. ANEXOS

Anexo A. Oficio GCTI-1523-0341 (0736) del 2/5/2023, descargo al Informe Preliminar EIC-Lanamme-INF-0458-2023



Gerencia de Construcción de Vías y Puentes
gerencia.construccion@conavi.go.cr

02 de mayo de 2023
GCTI-15-23-0341 (0736)
Página 1 de 5

Señora
Wendy Sequeira Rojas
Coordinadora, Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR

Señor
Alejandro Navas Carro
Director
LanammeUCR

REFERENCIA: Respuesta a oficio EIC-Lanamme-256-2023, Informe Preliminar. Proyecto: Licitación Pública 2018LN-000002-0006000001, Construcción de tres puentes sobre: la Quebrada Sube y Baja, Río Esperanza y Río Rempujo, Ruta nacional N°180, sección Garza-Nosara.

Estimado (a) señor (a),

En atención a su oficio EIC-Lanamme-256-2023, de fecha 14 de abril de 2023, mediante el cual se hace remisión del informe preliminar de Auditoría Técnica EIC-Lanamme-INF-0458-2023, nos permitimos referirnos a algunos aspectos del mismo a continuación. Es importante mencionar que lo indicado por parte de esta Gerencia hace referencia exclusivamente a las competencias de la misma, que comprenden los trabajos dentro de la fase de construcción del proyecto, el cual se realizó con base en documentos contractuales aprobados previamente por otras dependencias.

Observación 2. Se evidenció un aumento en el costo y el plazo de las obras debido a deficiencias en los estudios previos.

En el informe se menciona textualmente:

"La Tabla 3, resume el contenido de las figuras anteriores, y de esta se concluye que, las deficiencias en estudios preliminares en el área de geotecnia no contemplaron un diseño apropiado para las cimentaciones y tras el rediseño de estas, el precio aumentó en ₡183.743.108,35. Los costos por reajuste de cantidades en el río Rempujo fueron de ₡121.530.304,3 mientras que en el río Sube y Baja de ₡134.709.567,7. En el río Esperanza, el costo fue de ₡203.066.246,73 para un subtotal de ₡459 306 118.72."





02 de mayo de 2023
GCTI-15-23-0341 (0736)
Página 2 de 5

Esta gerencia aclara que, si bien es cierto se tramitó un aumento considerable del contrato mediante orden de modificación con base en lo que se estimó en principio a nivel de diseño, es importante indicar que el aumento expresado en el ajuste de cantidades de cimentaciones de la *Tabla 3 Resumen de aumento de precios de obra* del informe preliminar, realmente no es un aumento de cantidades desde el punto de vista de la realidad del proyecto, ya que se está reflejando la cantidad real existente en sitio que pudo ser considerada desde un principio en la etapa de los diseños y debió ser tomada en cuenta en el sumario de cantidades y por ende en el precio real del contrato.

Es decir, desde el punto de vista administrativo y contractual, se trata de un aumento del precio original como si fuese un tema nuevo, pero desde el punto de vista de la realidad del proyecto, no es un tema nuevo, más bien constituye lo que verdaderamente debió haberse contemplado para poder trasladarlo a la Gerencia de Construcción y realizar la correspondiente ejecución en condiciones reales.

Hallazgo 1. El diseño de los puentes mostrado en planos fue realizado con una barrera que no considera el manual SCV ni la normativa vigente.

En el informe se indica textualmente:

"Adicionalmente, de acuerdo con el criterio experto de la USVT los puentes no cuentan con facilidades para los usuarios vulnerables tales como peatones, ciclistas y personas con discapacidad, ante la ausencia de información de la etapa de diseño, no hay evidencia de estudios de movilidad ni otros criterios técnicos para justificar el no requerimiento de infraestructura para peatones, ciclistas y personas con discapacidad, bajo una visión de diseño universal e inclusivo, por lo que no se tiene certeza que el puente construido cumpla con lo dispuesto por el decreto Ejecutivo 37347-MOPT y la Ley 7600."

Se aclara que esta Gerencia ha observado la condición real de los sitios de los puentes a lo largo de su construcción con relación al crecimiento del sector construcción en la zona, el resultado de la apertura de la presencialidad en los centros educativos, comercios y en otras áreas en general, que ha significado una gran transitabilidad de vehículos y peatones, constituyéndose así en una razón para estudiar detalladamente el proyecto con el fin de elaborar la orden de modificación No.4, con cuya



02 de mayo de 2023
GCTI-15-23-0341 (0736)
Página 3 de 5

aprobación fuera posible iniciar la construcción de aceras con baldosas guía en los accesos de aproximación de los tres puentes, entre otras cosas. De esta manera se aportó una mejora al proyecto en procura de satisfacer el interés público.

Hallazgo 2. Existen incumplimientos en las especificaciones de agregados dentro de los muestreos realizados por el LanammeUCR.

Con relación a las especificaciones de los agregados, se complementan en el presente oficio algunos documentos con los cuales se da la explicación correspondiente y las correcciones realizadas según lo informó el contratista, en atención a lo indicado en el informe preliminar, que menciona textualmente:

"Mediante el oficio GCTI-15-23-0010 del 11 de enero de 2023 la Administración indicó que el Contratista se encontraba revisando el número de tamaño de la granulometría en el diseño de mezcla para realizar las correcciones pertinentes, sin embargo, a la fecha de cierre de este informe, no se obtuvo más información al respecto."

Como respuesta al oficio EIC-Lanamme-1095-2022, esta gerencia remitió el oficio GCTI-15-23-0010 (0736) el 11 de enero 2023, y en adición al mismo, se adjunta al presente oficio la nota CODO-OF-129-2022 de fecha 23 de diciembre 2022 en la cual el contratista realiza comentarios sobre los resultados obtenidos, los hechos que provocaron incumplimientos y las acciones tomadas.

Por otro lado, como respuesta al oficio EIC-Lanamme-48-2023, esta gerencia emitió el oficio GCTI-15-23-0202 (0736) el 13 marzo 2023, y como complemento, se adjunta al presente oficio la nota CODO-OF-150-2022 del 15 de marzo 2023 y el informe "Reporte de resultados, Resistencia a Compresión" elaborado por la empresa Cementos Progreso, proveedor del contratista, en los cuales se realizan los comentarios al respecto y un análisis integral de los resultados obtenidos por el LanammeUCR.

Hallazgo 6. Los espesores de pintura medidos por LanammeUCR cumplen en su mayoría con las especificaciones del proyecto.





Gerencia de Construcción de Vías y Puentes

gerencia.construccion@conavi.go.cr

02 de mayo de 2023
GCTI-15-23-0341 (0736)
Página 4 de 5

Con respecto a este tema, se aclara que, no se trata únicamente de pintura lo que se aplicó en las vigas, sino que se implementó un recubrimiento metálico de zing mediante un sistema de galvanizado de película que se desempeña como ánodo de sacrificio en protección activa y como pintura como protección pasiva, lo que constituye una protección superior a las pinturas convencionales.

En los informes de calidad adjuntos al presente oficio se brinda amplio detalle sobre el proceso aplicado en las vigas, suministrado por el contratista, así como la ficha técnica del producto utilizado.

Se aclara que, como parte de la recepción de la obra en su momento, se revisará que el contratista realice las correspondientes correcciones puntuales de recubrimiento debido a que durante la colocación de las vigas y los elementos que componen el sistema de erigido, se produjeron inevitablemente leves defectos que debe ser reparados.

Sobre las prácticas constructivas

Observación 4. Se identifican oportunidades de mejora en prácticas constructivas relacionadas con encofrado de bastiones, bordes filosos en piezas metálicas y torque en pernos de unión de vigas.

Sobre las prácticas de encofrado de bastiones

Con respecto al procedimiento que siguió el contratista para realizar el trabajo de los encofrados, éste manifestó que siguió el procedimiento recomendado por el fabricante del sistema de formaleta que utilizaron, mismo que se adjunta en el presente oficio.

En el documento adjunto *Sistema de encofrado* se puede apreciar que lo utilizado por el contratista corresponde al elemento "Standar Tie", como parte del proceso constructivo que se constató en sitio.

Sobre el proceso de torque de los pernos en unión de vigas

Sobre este apartado, se aclara que esta Gerencia cuenta con los registros correspondientes mediante reportes del torque de los pernos brindados por el contratista, para los puentes de Rempujo, Esperanza y Sube y Baja. Asimismo, como parte de las recomendaciones realizadas por el Equipo



EIC-Lanamme-INF-0458-2023	Mayo, 2023	Página 60 de 72
---------------------------	------------	-----------------





02 de mayo de 2023
GCTI-15-23-0341 (0736)
Página 5 de 5

Auditor del LanammeUCR, se implementó por parte de la inspección del proyecto, el control del torque de las vigas y diafragmas en el puente Sube y Baja, el cual se puede apreciar mediante informe adjunto "Informe Puente Sube y Baja 14 al 18 octubre 2022".

Finalmente, este Gerencia queda agradecida con la labor realizada por todo el equipo del LanammeUCR que sin duda alguna constituyó un gran apoyo a la correcta ejecución de la presente contratación, y a la vez le solicita al Equipo Auditor tomar en cuenta las consideraciones planteadas en el presente oficio para efectos de realizar el informe final.

Cordialmente,

JOSE RAFAEL MENA
CARMONA (FIRMA)

Firmado digitalmente por JOSE
RAFAEL MENA CARMONA (FIRMA)
Fecha: 2023.05.02 10:13:04 -06'00'

Ing. José Mena Carmona
Ingeniero de proyecto
GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE VÍAS Y PUENTES

JESUS EMILIO ZAMORA
HIDALGO (FIRMA)

Firmado digitalmente por JESUS
EMILIO ZAMORA HIDALGO
(FIRMA)
Fecha: 2023.05.02 09:42:19 -06'00'

Ing. Jesús Zamora Hidalgo
Jefe Departamento de Verificación de Calidad
GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE VÍAS Y PUENTES

PABLO JOSUE
CAMACHO
SALAZAR (FIRMA)

Firmado digitalmente por
PABLO JOSUE CAMACHO
SALAZAR (FIRMA)
Fecha: 2023.05.03 12:27:08
-06'00'

Ing. Pablo Camacho Salazar
Gerente
GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE VÍAS Y PUENTES

JMC-JZH-PCV

C. Dirección Ejecutiva, Conavi
Unidad de Auditoría Técnica
Comisión de Auditorías
Ing. Maykel González Lazo
Ing. Julián Rueda Segura
Wendy Salas Araya
Expediente del proyecto
Archivo

- LanammeUCR
- Conavi
- Gerencia de Construcción de Vías y Puentes
- Gerencia de Construcción de Vías y Puentes
- Dirección Ejecutiva


ADJUNTOS:

- 01.CODO-OF-129-2022 Respuesta oficio Lanamme 1095-2022
- 02.CODO-OF-150-2023 - Respuesta Granulometría Lanamme
- 03. Reporte de resultados, Resistencia a Compresión, Cempro
- 04. Especificación ZINGA
- 05. 8F59, RPT-22-2022-009 Avance 1 - Rempujo
- 06. 8F59, RPT-22-2022-010 Avance 2 - Rempujo
- 07. 8F59, RPT-22-2022-011 Avance 1 - Esperanza
- 08. 8F59, RPT-22-2022-012 Avance 2 - Esperanza
- 09. 8F59, RPT-22-2022-013 Avance 1 - Sube y Baja
- 10. 8F59, RPT-22-2022-014 Avance 2 - Sube y Baja
- 11.Sistema de encofrado
- 12.Informe de torquesado Rempujo
- 13.Informe de torquesado Esperanza
- 14.Informe de torquesado Sube y Baja
- 15.Informe Puente Sube y Baja 14 al 18 Octubre 2022





Anexo B. Análisis de descargo al Informe Preliminar EIC-Lanamme-INF-0458-2023.

 <p>LanammeUCR LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales</p>	<p>Referencia: ANEXO 21</p>
	<p>Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo</p>	<p>Versión: 1</p>
	<p>Consecutivo:</p>	<p>Página: 1/9</p>

1. Nombre Informe

EIC-Lanamme-INF-0458-2023: Informe de Auditoría Técnica: Estudios preliminares, prácticas constructivas y calidad de los materiales del proyecto: Construcción de 3 puentes sobre la quebrada Sube y Baja, río Esperanza y río Rempujo, Ruta Nacional No. 160, sección Garza-Nosara

2. Descargo

Una vez presentado el informe preliminar **EIC-Lanamme-INF-0458-2023** se recibió el oficio GCTI-15-23-0341 (0736) fechado el día 2 de mayo de 2023, y recibido por esta Auditoría técnica externa el día 4 de mayo de 2023. En este documento se adjunta el contenido que se desglosa a continuación:


Tabla 1. Documentos anexos en oficio GCTI-15-23-0341 (0736)

Fecha	Documento
1/6/2022	RPT-22-2022-009, TecnoSagot, Avance 1, Informe de preparación de superficies vigas para puente sobre río Rempujo
6/2022	RPT-22-2022-010, TecnoSagot, Avance 2, Informe de preparación de superficies vigas para puente sobre río Rempujo
6/2022	RPT-22-2022-011, TecnoSagot, Avance 1, Informe de preparación de superficies vigas para puente sobre río Esperanza
7/2022	RPT-22-2022-012, TecnoSagot, Avance 2, Informe de preparación de superficies vigas para puente sobre río Esperanza
30/9/2022	RPT-22-2022-013, TecnoSagot, Avance 1, Informe de preparación de superficies vigas para puente sobre quebrada Sube y Baja
10/2022	RPT-22-2022-014, TecnoSagot, Avance 2, Informe de preparación de superficies vigas para puente sobre quebrada Sube y Baja
10/2022	Conavi, Informe de Inspección Puente Quebrada Sube y Baja (Del 14 al 18 de octubre de 2022)
23/12/2022	CODO-OF-129-2022-Respuesta oficio Lanamme 1095-2022
15/2/2023	Reporte de Resultados Resistencias a Compresión, Cementos Progreso
15/3/2023	CODO-OF-150-2022 Playa Garza Nosara - Respuesta Oficio Lanamme, Granulometría concreto
28/3/2023	Orden de modificación N°4
Sin fecha	Codocsa, Reporte torque de pernos puente sobre Río Rempujo
Sin fecha	Codocsa, Reporte torque de pernos puente sobre Río Esperanza
Sin fecha	Codocsa, Reporte torque de pernos puente sobre Quebrada sube y baja

Fuente: LanammeUCR, 2023

Adicionalmente a los documentos listado en la Tabla 1, se adjunta la ficha técnica denominada ZM-RE-PRO-04-B (02/09/14) Technical data Sheet Zinga, con las especificaciones técnicas del producto de recubrimiento y protección aplicado a las vigas de acero del proyecto. Además, se adjuntan las láminas de la uno a la tres del proveedor de formaleta Aluma Systems A Brandsafway Company, elaboradas para el proyecto 20-700258 con detalles y notas generales del sistema de encofrado de bastiones.



 LABORATORIO NACIONAL MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 2/9	

3. Análisis del descargo

A continuación, se desglosa el análisis del oficio GCTI-15-23-0341 (0736) realizado por esta Auditoría Técnica.

A. SOBRE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES DEL PROYECTO

Observación 1: Los estudios previos presentan deficiencias e información incompleta

Respuesta: Sin comentarios en el descargo recibido.

Criterio UAT

Se mantiene la naturaleza de la observación y no se modifica el contenido de esta.

Observación 2: Se evidenció un aumento en el costo y el plazo de las obras debido a deficiencias en los estudios previos.

Respuesta US: Esta gerencia aclara que, si bien es cierto se tramitó un aumento considerable del contrato mediante orden de modificación con base en lo que se estimó en principio a nivel de diseño, es importante indicar que el aumento expresado en el ajuste de cantidades de cimentaciones de la Tabla 3 Resumen de aumento de precios de obra del informe preliminar, realmente no es un aumento de cantidades desde el punto de vista de la realidad del proyecto, ya que se está reflejando la cantidad real existente en sitio que pudo ser considerada desde un principio en la etapa de los diseños y debió ser tomada en cuenta en el sumario de cantidades y por ende en el precio real del contrato.

Es decir, desde el punto de vista administrativo y contractual, se trata de un aumento del precio original como si fuese un tema nuevo, pero desde el punto de vista de la realidad del proyecto, no es un tema nuevo, más bien constituye lo que verdaderamente debió haberse contemplado para poder trasladarlo a la Gerencia de Construcción y realizar la correspondiente ejecución en condiciones reales.

Criterio UAT

La respuesta es de recibo, el aumento en el costo de cimentaciones constituye lo que verdaderamente debió haberse contemplado en el diseño original. Se mantiene la observación, aclarando en el informe que el cambio en el rubro de cimentaciones debió haber sido contemplado desde la etapa de diseño, y que el costo debió reflejarse en el alcance inicial de la obra como corresponde a la realidad del proyecto, ya que no se contempló en las especificaciones y diseño de los estudios preliminares las obras necesarias para satisfacer las necesidades del proyecto. Esta omisión, incidió en la etapa constructiva y el presupuesto real de obra.

Los comentarios emitidos en el descargo GCTI-15-23-0341 (0736) no modifican la naturaleza del hallazgo, sin embargo, se cambia la palabra "aumento" por la palabra "ajuste" en el título de la tabla resumen del informe preliminar, y se agrega el siguiente párrafo para aclarar el enfoque del hallazgo.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Referencia: ANEXO 21
	Consecutivo:	Versión: 1
Página: 3/9		

"... Tal y como indica la Administración en el oficio de descargo GCTI-15-23-0341 (0736), recibido el 4 de mayo de 2023, la inclusión de este monto responde a la realidad del proyecto y las fundaciones requeridas para el desarrollo del mismo, sin embargo, es criterio del Equipo Auditor que corresponde a la etapa de estudios preliminares el adecuado diseño de las cimentaciones, ya que, tal y como sucedió en esta ocasión las deficiencias y necesidad de rediseño en la etapa constructiva, genera suspensiones de obra y costos indirectos relacionados a estos periodos de tiempo. Además, un diseño adecuado a las necesidades del proyecto, habría reflejado el costo real en el alcance inicial de la obra".

Observación 3: Se evidenció deficiencias en la gestión desde la etapa de diseño que incidieron en la ejecución de las obras.

Respuesta: Sin comentarios en el descargo recibido.

Criterio UAT

Se mantiene la naturaleza de la observación y no se modifica el contenido de la misma.

B. SOBRE LA SEGURIDAD VIAL DEL PROYECTO

Hallazgo 1: El diseño de los puentes mostrado en planos fue realizado con una barrera que no considera el Manual SCV ni la normativa vigente


Respuesta: Se aclara que esta Gerencia ha observado la condición real de los sitios de los puentes a lo largo de su construcción con relación al crecimiento del sector construcción en la zona, el resultado de la apertura de la presencialidad en los centros educativos, comercios y en otras áreas en general, que ha significado una gran transitabilidad de vehículos y peatones, constituyéndose así en una razón para estudiar detalladamente el proyecto con el fin de elaborar la orden de modificación No.4, con cuya aprobación fuera posible iniciar la construcción de aceras con baldosas guía en los accesos de aproximación de los tres puentes, entre otras cosas. De esta manera se aportó una mejora al proyecto en procura de satisfacer el interés público.

Criterio UAT

Los comentarios emitidos en el descargo GCTI-15-23-0341 (0736) y sus documentos anexos no modifican la naturaleza del hallazgo, ya que, no justifican el diseño de las barreras utilizadas en los puentes. Sin embargo, dado que la Administración ejecutó medidas de mejora, se amplía el contenido del informe preliminar indicando las medidas tomadas por la Administración en busca de la mejora del proyecto agregando el siguiente párrafo:

"... El oficio GCTI-15-23-0341 (0736), documento de descargo, informó que la Gerencia implementó mejoras a la seguridad vial del proyecto, solicitando al Contratista elementos tales como aceras con baldosas guía en algunos sectores de los accesos de aproximación de los tres puentes. Además, de acuerdo con la orden de modificación cuatro, se incluye un ítem de baranda peatonal y un ítem barrera "New Jersey" en un tramo de los muros de gaviones del puente sobre el río Esperanza, lo anterior en procura de satisfacer el interés público. Es criterio del Equipo Auditor que existió un esfuerzo de mejora por parte de la Administración, y que las medidas son positivas, pero se aclara que no modifican lo evidenciado en este hallazgo respecto a la barrera de los puentes".



 <p>LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales</p>	<p>Referencia: ANEXO 21</p>
	<p>Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo</p>	<p>Versión: 1</p>
<p>Consecutivo:</p>		<p>Página: 4/9</p>

C. SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

Hallazgo 2: Existen incumplimientos en las especificaciones de agregados dentro de los muestreos realizados por el LanammeUCR

Respuesta: Con relación a las especificaciones de los agregados, se complementan en el presente oficio algunos documentos con los cuales se da la explicación correspondiente y las correcciones realizadas según lo informó el contratista, en atención a lo indicado en el informe preliminar, que menciona textualmente:

"Mediante el oficio GCTI-15-23-0010 del 11 de enero de 2023 la Administración indicó que el Contratista se encontraba revisando el número de tamaño de la granulometría en el diseño de mezcla para realizar las correcciones pertinentes, sin embargo, a la fecha de cierre de este informe, no se obtuvo más información al respecto."

Como respuesta al oficio EIC-Lanamme-1095-2022, esta gerencia remitió el oficio GCTI-15-23-0010 (0736) el 11 de enero 2023, y en adición al mismo, se adjunta al presente oficio la nota CODO-OF-129-2022 de fecha 23 de diciembre 2022 en la cual el contratista realiza comentarios sobre los resultados obtenidos, los hechos que provocaron incumplimientos y las acciones tomadas.


Por otro lado, como respuesta al oficio EIC-Lanamme-48-2023, esta gerencia emitió el oficio GCTI-15-23-0202 (0736) el 13 marzo 2023, y como complemento, se adjunta al presente oficio la nota CODO-OF-150-2022 del 15 de marzo 2023 y el informe "Reporte de resultados, Resistencia a Compresión" elaborado por la empresa Cementos Progreso, proveedor del contratista, en los cuales se realizan los comentarios al respecto y un análisis integral de los resultados obtenidos por el LanammeUCR.

Criterio UAT

El Equipo Auditor revisó la documentación adjunta en este apartado, el primero de ellos corresponde al oficio CODO-OF-129-2022 del 23 de diciembre de 2022, en el que el Contratista principal Codocsa S.A., especifica que se realizaron ensayos de control sobre la arena utilizada, detectando que no se cumplía con varios parámetros. El Contratista reemplazó el material con arena nueva, además indica que la contaminación pudo deberse a las lluvias en la zona del stock de arena. Además, el oficio indica que tras obtener proyecciones de resistencia de concreto que no alcanzarían el mínimo de las especificaciones se removió el concreto colocado el 2 de noviembre de 2022. Finalmente, el contratista indicó que revisaría con el proveedor el tema del agregado grueso para realizar las correcciones que se podrían requerir, haciendo la observación de que la resistencia del concreto siempre ha obtenido buenos resultados, cumpliendo así con el rendimiento de mezcla.

La nota CODO-OF-150-2022, indica que si bien es cierto hay desviaciones en la granulometría respecto a lo especificado en el "Manual de Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, CR-2010", estas no fueron determinantes en los resultados obtenidos en cilindros fallados a compresión a los 28 días, siendo este el criterio de aceptación y pago para concreto estructural. De forma similar el reporte de resultados de resistencias a compresión elaborado por Cementos Progreso S.A. indica que las muestras de concreto tomadas en sitio cumplen con creces la resistencia de diseño, por lo que el empaquetamiento y partículas de la granulometría no afectaron negativamente el material colocado.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
Consecutivo:		Página: 5/9	

Es criterio del Equipo Auditor, que tal y como especifica el Contratista y Cementos Progreso S.A, los resultados de resistencia a compresión obtenidos en el proyecto cumplen con las especificaciones de los planos de obra, así especificado en el hallazgo 3, sin embargo, el análisis individual de los agregados en los muestreos realizados por LanammeUCR no cumple con las especificaciones del CR-2010 subsecciones 703.01 Agregados finos y 703.02 Agregados Gruesos, normativa de acatamiento obligatorio según el cartel de licitación.

Por lo tanto, los comentarios emitidos en el descargo GCTI-15-23-0341 (0736) no modifican la naturaleza y contenido del hallazgo.

Hallazgo 3: Los resultados de resistencia a la compresión del concreto clase A evidencian tendencia al cumplimiento del límite especificado. En el caso del asentamiento se observa alta dispersión de los resultados obtenidos.

Respuesta: Sin comentarios en el descargo recibido.

Criterio UAT

Se mantiene la naturaleza de la observación y no se modifica el contenido de esta.

Hallazgo 4: Los ensayos de varillas de acero y cemento presentan resultados dentro de los límites de las especificaciones

Respuesta: Sin comentarios en el descargo recibido.

Criterio UAT

Se mantiene la naturaleza de la observación y no se modifica el contenido de esta.

Hallazgo 5: Se observó deterioro por corrosión en las vigas principales de los puentes del proyecto.

Respuesta: Sin comentarios en el descargo recibido.

Criterio UAT


Se mantiene la naturaleza de la observación y no se modifica el contenido de esta.

Hallazgo 6: Los espesores de pintura medidos por LanammeUCR cumplen en su mayoría con las especificaciones del proyecto.

Respuesta: Con respecto a este tema, se aclara que, no se trata únicamente de pintura lo que se aplicó en las vigas, sino que se implementó un recubrimiento metálico de zing mediante un sistema de galvanizado de película que se desempeña como ánodo de sacrificio en protección activa y como pintura como protección pasiva, lo que constituye una protección superior a las pinturas convencionales.

En los informes de calidad adjuntos al presente oficio se brinda amplio detalle sobre el proceso aplicado en las vigas, suministrado por el contratista, así como la ficha técnica del producto utilizado. Se aclara que, como parte de la recepción de la obra en su momento, se revisará que el contratista realice las correspondientes correcciones puntuales de recubrimiento debido a que durante la



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 6/9	

colocación de las vigas y los elementos que componen el sistema de erigido, se produjeron inevitablemente leves defectos que debe ser reparados.

Criterio UAT

El hallazgo dentro del informe señala un cumplimiento apropiado del producto utilizado, sin embargo, se añade al hallazgo la aclaración realizada por la Administración en el descargo, acerca de las propiedades del recubrimiento aplicado, y que este no se trata de un producto de pintura convencional, cambiando dentro del informe la palabra "pintura" por "sistema de galvanizado" y añadiendo el siguiente párrafo:

"...Cabe destacar que mediante el oficio GCTI-15-23-0341 (0738) la Administración indicó que: se revisará que el contratista realice las correspondientes correcciones puntuales de recubrimiento debido a que durante la colocación de las vigas y los elementos que componen el sistema de erigido, se produjeron inevitablemente leves defectos que debe ser reparados. La medida adoptada por la Administración se considera una buena práctica constructiva para el control de calidad de obra".

Se mantiene la naturaleza del hallazgo añadiendo el párrafo indicado.

D. SOBRE LAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS

Observación 4: Se identifican oportunidades de mejora en prácticas constructivas relacionadas con encofrado de bastiones, bordes filosos en piezas metálicas y torque en pernos de unión de vigas

Respuesta:

Sobre las prácticas de encofrado de bastiones

Con respecto al procedimiento que siguió el contratista para realizar el trabajo de los encofrados, éste manifestó que siguió el procedimiento recomendado por el fabricante del sistema de formaleta que utilizaron, mismo que se adjunta en el presente oficio.

En el documento adjunto Sistema de encofrado se puede apreciar que lo utilizado por el contratista corresponde al elemento "Standar Tie", como parte del proceso constructivo que se constató en sitio.


Sobre el proceso de torque de los pernos en unión de vigas

Sobre este apartado, se aclara que esta Gerencia cuenta con los registros correspondientes mediante reportes del torque de los pernos brindados por el contratista, para los puentes de Rempujo, Esperanza y Sube y Baja. Asimismo, como parte de las recomendaciones realizadas por el Equipo Auditor del LanammeUCR, se implementó por parte de la inspección del proyecto, el control del torque de las vigas y diafragmas en el puente Sube y Baja, el cual se puede apreciar mediante informe adjunto "Informe Puente Sube y Baja 14 al 18 octubre 2022".

Criterio UAT

Las láminas del proveedor Aluma Systems, aportadas como documentos adjuntos en el oficio GCTI-15-23-0341 (0738), contienen detalles y notas generales del sistema de encofrado utilizado, en los que se especifica el uso de elementos "Standar Tie" como parte del sistema constructivo. El Equipo Auditor constató que los planos del proveedor especifican el uso de "Ties" para fijar la formaleta. Los planos recibidos no brindan información del procedimiento de desmolde ni del método recomendado




 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
Consecutivo:		Página: 7/9	

por el proveedor para retirar estos elementos que terminan anclados a la estructura. Es criterio del Equipo Auditor que en función de cumplir con las recomendaciones del ACI en cuanto a recubrimiento de acero, y con el objetivo de proteger la estructura contra potenciales focos de corrosión, es una mejor práctica constructiva el uso de tubería de PVC para retirar los Ties de forma completa, por lo que la naturaleza de la observación se mantiene.

En relación con el registro de torque alcanzado en conexiones apemadas, el Equipo Auditor constató que, dentro de lo documentos aportados en el descargo, se cuenta con un registro de inspecciones realizadas posteriores a la recomendación realizada por esta Auditoría Técnica Externa, motivo por el que se conserva la naturaleza de la observación, indicando en el informe final que la Administración aplicó apropiadamente al proyecto la recomendación realizada mediante el siguiente párrafo:

"...Como documentos adjuntos al descargo GCTI-15-23-0341 (0736) del 4 de mayo de 2023 la Administración envió dichos registros al Equipo Auditor, demostrando haber aplicado la recomendación. Modificar esta práctica constructiva brinda a la Administración la posibilidad de conocer el trabajo realizado en conexiones, y tener mayor seguridad de la calidad del producto final que será recibido".



 LABORATORIO NACIONAL MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
	Consecutivo:	Página: 8/9	

Aspecto	No	Hallazgo/Observación	Criterio
Estudios preliminares	Observación 1	Los estudios previos presentan deficiencias e información incompleta	Se mantiene la observación, sin cambios.
	Observación 2	Se evidenció un aumento en el costo y el plazo de las obras debido a deficiencias en los estudios previos.	Se mantiene la observación, con aclaración.
	Observación 3	Se evidenció deficiencias en la gestión desde la etapa de diseño que incidieron en la ejecución de las obras.	Se mantiene la observación, sin cambios.
Seguridad vial del proyecto	Hallazgo 1	El diseño de los puentes mostrado en planos fue realizado con una barrera que no considera el Manual SCV ni la normativa vigente	Se mantiene el hallazgo, detallando mejoras realizadas por la Administración.
Calidad de los materiales	Hallazgo 2	Existen incumplimientos en las especificaciones de agregados dentro de los muestreos realizados por el LanammeUCR.	Se mantiene el hallazgo sin cambios.
	Hallazgo 3	Los resultados de resistencia a la compresión del concreto clase A evidencian tendencia al cumplimiento del límite especificado. En el caso del asentamiento se observa alta dispersión de los resultados obtenidos.	Se mantiene el hallazgo sin cambios.
	Hallazgo 4	Los ensayos de varillas de acero y cemento presentan resultados dentro de los límites de las especificaciones.	Se mantiene el hallazgo sin cambios.
	Hallazgo 5	Se observó deterioro por corrosión en las vigas principales de los puentes del proyecto.	Se mantiene el hallazgo sin cambios.
	Hallazgo 6	Los espesores de pintura medidos por LanammeUCR cumplen en su mayoría con las especificaciones del proyecto.	Se mantiene el hallazgo, modificando la referencia al producto aplicado.
Prácticas constructivas	Observación 4	Se identifican oportunidades de mejora en prácticas constructivas relacionadas con encofrado de bastiones, bordes filosos en piezas metálicas y torque en pernos de unión de vigas	Se mantiene la observación, indicando que se inició registro de torque en pernos tras recomendación.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
Consecutivo:		Página: 9/9	

	Nombre y Puesto	Firma	Fecha
Preparó:	Ing. Luis Paulino Rodríguez Solano Auditor adjunto	Firmado digitalmente por LUIS PAULINO RODRIGUEZ SOLANO (FIRMA) Fecha: 2023.05.25 12:09:03 -06'00'	8/5/2023
Revisó:	Ing. Fiorella Murillo Contreras Auditora Líder	Firmado digitalmente por FIORELLA MURILLO CONTRERAS (FIRMA) Fecha: 2023.05.31 13:41:36 -06'00'	10/05/2023
	Ing. Francisco Fonseca Chaves Auditor adjunto	FRANCISCO FONSECA CHAVES (FIRMA) Firmado digitalmente por FRANCISCO FONSECA CHAVES (FIRMA) Fecha: 2023.05.30 09:43:18 -06'00'	8/05/2023
	Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor adjunto	Firmado digitalmente por SERGIO ANDRES GUERRERO AGUILERA (FIRMA) Fecha: 2023.05.31 15:00:37 -06'00'	11/05/2023
Aprobó:	Ing. Wendy Sequeira Rojas, M.Sc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Firmado digitalmente por WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Fecha: 2023.05.30 09:06:13 -06'00'	15/05/2023



Anexo C. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

Hallazgo/observación	Cumplimiento Contractual	Impacto	Urgencia	Promedio
Observación 1: Los estudios previos presentan deficiencias e información incompleta	1.2	5	1.4	2.5
Observación 2: Se evidenció un aumento en el costo y el plazo de las obras debido a deficiencias en los estudios previos.	1.8	5	1.4	2.7
Observación 3: Se evidenció deficiencias en la gestión desde la etapa de diseño que incidieron en la ejecución de las obras.	1.6	4.4	2.4	2.8
Hallazgo 1: El diseño de los puentes mostrado en planos fue realizado con una barrera que no considera el Manual SCV ni la normativa vigente	4	3.2	3.8	3.7
Hallazgo 2: Existen incumplimientos en las especificaciones de agregados dentro de los muestreos realizados por el LanammeUCR.	3.6	1.8	1	2.1
Hallazgo 3: Los resultados de resistencia a la compresión del concreto clase A evidencian tendencia al cumplimiento del límite especificado. En el caso del asentamiento se observa alta dispersión de los resultados obtenidos.	1.6	1.2	1	1.3
Hallazgo 5: Se observó deterioro por corrosión en las vigas principales de los puentes del proyecto.	2.2	2.4	1	1.9
Observación 4: Se identifican oportunidades de mejora en prácticas constructivas relacionadas con encofrado de bastiones, bordes filosos en piezas metálicas y torque en pernos de unión de vigas	1	2	2.6	1.9