



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe Final: EIC-Lanamme-INF-1408-2024

AUDITORÍA DEL ALCANCE, GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO: DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN E INTERVENCIÓN (CONSTRUCCIÓN) DEL PUENTE SOBRE EL RÍO TEMPISQUE “LA AMISTAD DE TAIWÁN”, RUTA NACIONAL NO. 18



Informe final
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
Diciembre, 2024

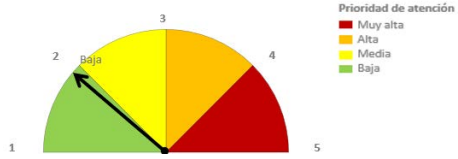
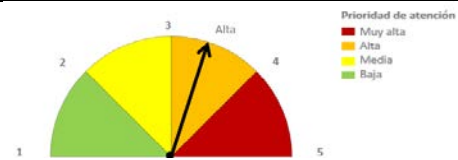
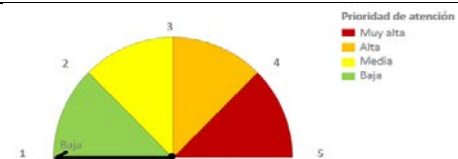




Informe EIC-Lanamme-INF-1408-24	diciembre , 2024	Página 2 de 35
---------------------------------	------------------	----------------



8. Valoración de resultados

Observación 1 Se evidencian oportunidades de mejora en los planos constructivos y las especificaciones técnicas del proyecto	
Hallazgo 1 Se evidenció la exclusión de actividades necesarias para la seguridad y mantenimiento del puente sobre el río Tempisque en el alcance de la contratación	
Hallazgo 2 Se evidenció el cumplimiento de especificaciones técnicas para concreto, mortero y pintura	

10. Palabras clave auditoría técnica, calidad de materiales, concreto, procesos constructivos	11. Nivel de seguridad Ninguno	12. Núm. de páginas 35
---	--	----------------------------------



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Auditoría del alcance, gestión de la calidad de los materiales y del proceso constructivo en el proyecto: Diseño de la Intervención e Intervención (Construcción) del Puente sobre el río Tempisque “La Amistad De Taiwán”, Ruta Nacional No. 18.

Departamento encargado del proyecto: Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI
Dirección de Contratación de Vías y Puentes, CONAVI
Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI

Laboratorio de verificación de calidad: Castro y de La Torre

Empresa contratista: Estrumet Metalmecánica S.A.
Laboratorio de control de calidad: IMNSA

Montos originales de los contratos:

\$ 1.769.134,78 - Un millón, setecientos sesenta y nueve mil ciento treinta y cuatro dólares con setenta y ocho céntimos de dólar (Monto original del contrato)

\$ 2.592.037,31 Dos millones quinientos noventa y dos mil treinta y siete dólares con treinta y un céntimos de dólar (Addendum No 1)

Plazo original de ejecución: 518 días naturales, siendo que para la etapa I y II son 245 días y para la etapa III son 273 días. (dato indicado en el contrato original)

Director General LanammeUCR:
Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD

Coordinadora de Auditoría Técnica:
Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Auditores:
Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo, PhD (Auditora Líder)
Ing. Francisco Fonseca Chaves MBA (Auditor adjunto)
Ing. Luis Paulino Rodríguez (Auditor adjunto)

Expertos Técnicos
Unidad de Seguridad Vial y Transportes (USVT), LanammeUCR
Programa de Ingeniería Estructural (PIE), LanammeUCR

Asesoría Legal:
Lic. Giovanni Sancho Sanz

Alcance del informe: El objeto de esta Auditoría Técnica consiste en analizar el alcance de la contratación, evaluar la calidad de los materiales utilizados y colocados en el proyecto, así como las prácticas y los procedimientos constructivos en el mismo y la evaluación del desempeño del proyecto, entre los meses de marzo a septiembre 2024.



TABLA DE CONTENIDO

1. FUNDAMENTACIÓN	7
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	7
3. OBJETIVOS DEL INFORME	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. ALCANCE DEL INFORME	8
5. ANTECEDENTES.....	9
6. METODOLOGÍA.....	10
7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	13
8. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	16
Observación 1: Se evidencian oportunidades de mejora en los planos constructivos y las especificaciones técnicas del proyecto.....	18
Hallazgo 1: Se evidenció la exclusión de actividades necesarias para la seguridad y mantenimiento del puente sobre el río Tempisque en el alcance de la contratación .	20
Hallazgo 2: Se evidenció el cumplimiento de especificaciones técnicas para concreto, mortero y pintura.....	24
9. CONCLUSIONES	28
10. RECOMENDACIONES	29
11. REFERENCIAS.....	31



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de correspondencia enviada y recibida del proyecto	11
Tabla 2. Giras técnicas realizadas al proyecto en el periodo de estudio	12
Tabla 3. Resumen de actividades incluidas en la licitación	15
Tabla 4. Valores de resistencia a la compresión para el mortero de concreto, resultados del ensayo realizado por el LanammeUCR	25
Tabla 5. Valores de resistencia a la compresión de concreto, resultados del ensayo realizado por el LanammeUCR	25
Tabla 6. Resultado de medición de espesores de pintura promedio	26
Tabla 7. Resultados de resistencia a la compresión para el mortero de concreto, obtenidos por el laboratorio de verificación	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puente sobre el río Tempisque “Puente de la Amistad”. Ruta Nacional No. 18	14
Figura 2. Diagrama de ubicación de los anclajes medidos sobre el Puente La Amistad..	26



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.

Auditoría del alcance, gestión de la calidad de los materiales y del proceso constructivo en el proyecto: Diseño de la Intervención e Intervención (Construcción) del Puente sobre el río Tempisque “La Amistad De Taiwán”, Ruta Nacional No. 18.

1. FUNDAMENTACIÓN

La Auditoría Técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial en todo el territorio nacional, 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, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR). 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 evaluar el alcance y diseño de la intervención realizada, la gestión de la calidad del concreto, además de las prácticas y los procedimientos constructivos del proyecto en cuestión, con el fin de fiscalizar la eficiencia en la gestión y ejecución del mismo, así como el control de los riesgos potenciales de atraso en los plazos de conclusión, gastos adicionales por aspectos previsibles, desempeño y durabilidad requerida por las obras de acuerdo con las especificaciones establecidas para el proyecto, así como, las mejores prácticas de la ingeniería de carreteras.



3. OBJETIVOS DEL INFORME

OBJETIVO GENERAL

Auditar el alcance de la intervención en el proyecto, la calidad de los materiales utilizados y los procesos constructivos, esto en correspondencia con los documentos contractuales y las buenas prácticas de la ingeniería en el proyecto: *“Inspección, Diseño de la Intervención e Intervención (Construcción) del Puente sobre el río Tempisque “La Amistad De Taiwán”, Ruta Nacional No. 18”*, con el fin de fiscalizar la eficiencia en la ejecución del proyecto y el control de los riesgos potenciales de atraso en los plazos de conclusión y durabilidad requerida por las obras de acuerdo con las especificaciones establecidas y buenas prácticas de la ingeniería de carreteras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Auditar el alcance de la intervención indicado en la contratación de acuerdo con las necesidades del proyecto en colaboración con el Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR (PIE).
- Realizar una revisión del informe de avance 3, para evaluar el cumplimiento de los requisitos contractuales y las normas y especificaciones.
- Evaluar las prácticas constructivas del proyecto a partir de visitas periódicas al proyecto de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la Ingeniería.
- Evaluar el cumplimiento de las especificaciones de los materiales a partir de muestreos puntuales realizados, de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Evaluar y analizar los resultados de ensayos de calidad del proyecto mediante estadística para determinar su conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Informar oportunamente a la Administración sobre los resultados de los análisis realizados y de las observaciones del proceso constructivo que se consideren importantes, mediante el envío de notas-informe.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio que desarrolla esta Unidad de Auditoría Técnica (UAT) consistió en recopilar todos los hallazgos y observaciones que se evidenciaron durante el periodo de ejecución del proceso de la auditoría relacionadas con la calidad del alcance de la intervención de la obra contratada, los procesos constructivos y la calidad de los materiales utilizados en el proyecto.

Se incluye una revisión documental de contrato, especificaciones, planos y memoria de cálculo estructural. La conformidad de las prácticas, procedimientos constructivos y calidad de materiales se evaluará con la normativa especificada en el Cartel de Licitación del proyecto y sus Enmiendas, el Manual de especificaciones Generales para la Construcción



de Caminos Carreteras y Puentes (CR-2010), los planos del proyecto, otros documentos del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería. El periodo de ejecución de esta auditoría técnica es el comprendido entre los meses de marzo a septiembre 2024, durante la etapa constructiva del proyecto.

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

5. ANTECEDENTES

El 08 de octubre de 2020 la Contraloría General de la República otorgó la autorización al CONAVI para realizar una contratación directa concursada, destinada a atender las necesidades del puente del Tempisque. En febrero de 2021, la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes publicó el documento de requerimientos para la contratación, titulado "Inspección, diseño de la intervención e intervención (construcción) del puente sobre el río Tempisque "La Amistad de Taiwán", Ruta Nacional No.18", el cual fue enmendado en abril de 2021. La empresa adjudicada fue Estrumet Metalmecánica EM S.A, cuya oferta de servicios fue firmada el 23 de mayo de 2021.

El 03 de octubre de 2023, el Consejo de Administración autorizó a la Administración para realizar una ampliación al contrato debido a observaciones realizadas por el Contratista sobre obras indispensables para el correcto funcionamiento estructural del puente, que requerían la importación de materiales adicionales. El 15 de diciembre de 2023, el Contratista presentó el Informe de avance No.3, que incluía los resultados de la inspección y estudio estructural, así como la justificación de las soluciones propuestas.

Tras la entrega del Informe de Avance y las revisiones realizadas por la Dirección de Diseño de Vías y Puentes, la Dirección de Costos de Vías y Puentes y la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes y sus respectivas correcciones por parte del Contratista, el 23 de febrero de 2024 se emitió la Orden de Modificación No.1. Esta modificó las condiciones contractuales para permitir que las labores constructivas de la Etapa III (Construcción) se llevaran a cabo en paralelo con las Etapas I y II (Diseño), sin cambiar el objeto, plazo, ni monto contractual. La orden fue impulsada por la Gerencia de Construcción, que determinó que la fase III constructiva podía iniciarse mientras el contrato seguía en la fase de diseño, dadas las características de las actividades por realizar.

Producto de la Orden de Modificación anterior, el 24 de febrero de 2024 se emitió la Orden de Servicio No.1, que ordenó el inicio de labores de la Etapa III. El 18 de marzo de 2024, la Dirección de Diseño de Vías y Puentes emitió la aprobación del informe No.3 y, el 02 de abril de 2024 la aprobación del informe No.4. El 22 de abril de 2024 se comunicó un aumento del 46,51% sobre el monto original autorizado del contrato, mediante la Orden de Modificación No.2. Este incremento se debió a la creación de nuevos ítems para la



incorporación de apoyos, limpieza, reparación de pilas deterioradas y la incorporación de una llave de cortante, así como la eliminación de ítems que fueron sustituidos por algunos de los mencionados. También se añadió el ítem CR.110.06 para atender actividades imprevistas. Fue necesario realizar un addendum al contrato, el cual fue firmado por el director ejecutivo del CONAVI el 14 de mayo de 2024.

El 14 de junio de 2024 se presentó la Orden de Servicio No.2 para la pintura de estructuras metálicas, como parte de los trabajos adicionales requeridos para el avance del proyecto. El costo adicional de esta actividad se estimó en \$60.635,57 (IVA incluido), amparado en el artículo 110.06. Esta orden se justificó debido a la oxidación de elementos de acero internos que no podían inspeccionarse antes de la demolición de otros componentes del puente.

6. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un período 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 (UAT) del LanammeUCR, mediante la solicitud y revisión de la documentación del proyecto, así como mediante distintas visitas a los frentes de trabajo durante el proceso constructivo.

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó al Consejo Nacional de Vialidad, Conavi, por medio del oficio EIC-Lanamme-153-2024 del 15 de febrero del 2024, donde se convocó a las partes involucradas a una reunión que se efectuó el 28 de febrero del 2024. En esta se expuso el alcance, los criterios de evaluación del estudio y se solicitó acceso a la información del proyecto durante la fase constructiva.

Las actividades que posteriormente 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 de los materiales y analizar los resultados de los ensayos desarrollados a lo largo de la ejecución del proyecto, para una corroboración (con los requisitos contractuales) de la calidad de los materiales y de las prácticas constructivas.

Adicionalmente, como parte de la auditoría técnica que el LanammeUCR realiza al proyecto y en aras de contribuir al mejoramiento continuo de la gestión de la Administración, durante el desarrollo de este proceso se emitieron varios oficios y notas informe, en los cuales se trataron temas contenidos en este informe y cuyo fin era evidenciar situaciones relevantes identificadas por el equipo auditor durante la etapa de ejecución de la auditoría e informarlos oportunamente a la Administración previo a la emisión de este informe preliminar. En la Tabla 1, se muestran los oficios y las notas informe que han sido enviados durante la ejecución de la auditoría.



Tabla 1. Resumen de correspondencia enviada y recibida del proyecto

Oficio enviado por LanammeUCR	Fecha	Asunto	Respuesta de Administración
EIC-Lanamme-153-2024	15/2/2024	Inicio de Auditoría, solicitud de información	GCRT-33-2024-0596 (08/03/2024)
EIC-Lanamme-333-2024	01/04/2024	Solicitud de información adicional, Informe No 3	GCRT-15-2024-1026 (06/04/2024)
EIC-Lanamme-418-2024	24/04/2024	Solicitud de aclaración sobre alcance de la contratación	GCTR-15-2024-1164 (06/04/2024)
EIC-Lanamme-419-2024	24/04/2024	Observaciones del PIE, Informe de avance 3	GCTR-15-2024-1251 (13/05/2024)
EIC-Lanamme-502-2024	17/05/2024	Observaciones del PIE, Informe de avance 3 y alcance de la contratación	GCTR-15-2024-1525 (05/06/2024)
EIC-Lanamme-820-2024	26/07/2024	Informes de ensayo de pintura y mortero	*
EIC-Lanamme-878-2024	14/08/2024	Solicitud de información de calidad	GCTR-15-2024-2364 (16/08/2024)
EIC-Lanamme-1023-2024	20/09/2024	Solicitud información. Planos as built	GCTR-15-2024-2707 (01/10/2024)
EIC-Lanamme-12074-2024	15/11/2024	Remisión informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-1408-2024	GCTR-15-2024-3313 (0713) (25/11/2024) Descargo

Nota: * No Aplica

En general, se han tratado los siguientes temas mediante la correspondencia:

- Solicitudes de información básica del proyecto incluyendo cartel de licitación, contratos, organigramas, planos e informes de diseño actualizados, entre otros.
- Solicitudes de envío periódico de información sobre órdenes de servicio, órdenes de modificación, informes mensuales de la Supervisión, estimaciones de pago, programa de trabajo, informes de control y verificación de la calidad y avance físico y financiero.
- Revisión de los documentos contractuales en aspectos topográficos.
- Verificación de la implementación del Plan de Manejo de Tránsito y otros aspectos de seguridad vial.
- Revisión de los diseños de mezcla del concreto.
- Ensayos de calidad de materiales.
- Consultas sobre el avance físico del proyecto.
- Resultados de los ensayos de seguimiento

En cada nota informe emitida, se brindó un periodo de 10 días hábiles, para que la Administración, en caso de ser requerido, se refiriera al contenido de esta. Una vez sistematizadas las respuestas de la Administración, se procedió a su correspondiente análisis, réplica de ser requerida y finalmente a la confección de este informe.



A continuación, se presenta una tabla que resume las giras técnicas realizadas durante el proceso de auditoría.

Tabla 2. *Giras técnicas realizadas al proyecto en el periodo de estudio*

Mes y Año	No	Actividad realizada	Día de visita
Marzo 2024	1	Estado general de avance del proyecto	13
Abril 2024	2	Estado general de avance del proyecto	09 y 18
Mayo 2024	2	Estado general de avance del proyecto	09 y 24
Junio 2024	4	Estado general de avance del proyecto	06, 12, 20 y 27
Julio 2024	2	Estado general de avance del proyecto	09 y 19
Agosto 2024	1	Estado general de avance del proyecto	22

Nota: Tomado del archivo de la Unidad de Auditoría Técnica



DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

En relación con los criterios utilizados en la ejecución del estudio, estos corresponden con la normativa técnica especificada en los siguientes documentos:

- Ley de Contratación Administrativa (Ley No. 7494 del 02 de mayo de 1995) y sus reformas y su respectivo Reglamento (Decreto Ejecutivo número 33411-H del 27 de setiembre del 2006) y sus reformas.
- El cartel de licitación, incluyendo las Especificaciones Especiales, sus aclaraciones y sus enmiendas.
- La oferta adjudicataria.
- Los contratos, ofertas y sus respectivos documentos.
- Los planos constructivos y otros tomos del proyecto como Condiciones Especiales.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes (CR-2010) y su actualización.
- Buenas prácticas de la ingeniería de carreteras.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

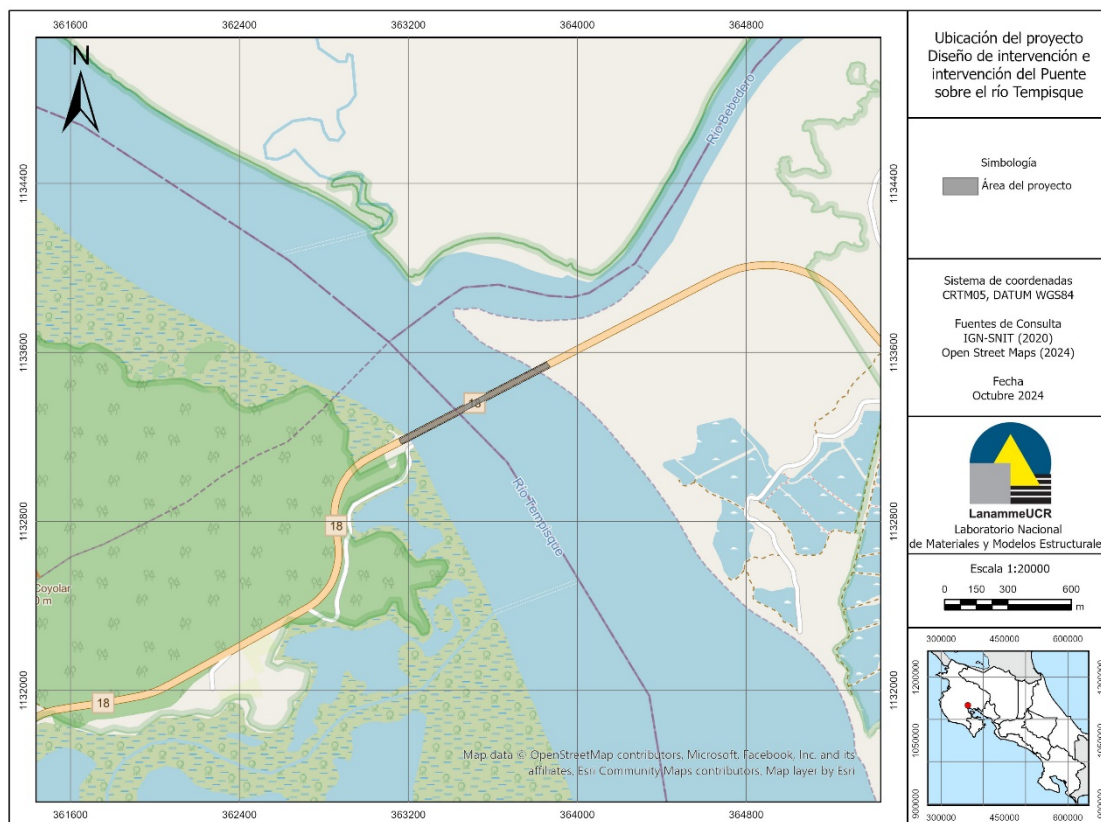
El proyecto consistió en llevar a cabo una inspección detallada, propuesta y diseño de la intervención y ejecución de las obras de intervención del Puente sobre el río Tempisque, Ruta Nacional No. 18, de conformidad con los términos contractuales.

La evaluación y diagnóstico inicial se realizó a la estructura existente, la cual consiste en un puente con superestructura híbrida, la parte más extensa consiste en una viga continua tipo cajón, de 520 (quinientos veinte) metros, apoyada en ocho pilas de concreto. La porción restante, se soporta por cables tensores de acero (puente atirantado), de 260 (doscientos sesenta) metros, compuesto por dos tramos, uno de 170 (ciento setenta) metros y el otro de 90 (noventa) metros de largo, apoyados en una torre de concreto de 80 (ochenta) metros de altura. La longitud total del puente es de 780 (setecientos ochenta) metros. El puente fue construido durante los años 2000 y 2003, como una donación del Gobierno de Taiwán.

El puente intervenido se ubica en la Ruta Nacional No.18, en los distritos 04 Quebrada Honda y 05 Porozal, cantones 02 Nicoya y 06 Cañas, provincia 05 Guanacaste.



Figura 1. Puente sobre el río Tempisque “Puente de la Amistad”. Ruta Nacional No. 18



Nota: Fuentes: IGN-SNIT (2020) y Atlas TEC (2014).

El proyecto contempló el diagnóstico de la condición y la definición de las intervenciones necesarias en el puente. Esto incluyó inspecciones detalladas de la superestructura, subestructura y un análisis estructural del puente.

El trabajo se dividió en tres etapas:

1. Etapa I: Inspección y diagnóstico de la condición actual (Informe de Avance No. 1).
2. Etapa II: Propuesta y diseño de las obras de intervención (Informes de Avance Nos. 2, 3, y 4).
3. Etapa III: Ejecución de la intervención.

La Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI supervisó la ejecución del proyecto. Durante las etapas I y II, se entregaron cuatro informes que deben ser aprobados antes de continuar con el proyecto.



Las actividades mostradas en la siguiente tabla son las que se realizaron al puente utilizando la presente contratación y sus modificaciones, de acuerdo con el informe 3 de enero del 2024 a cargo de la empresa contratista Estrumet Metalmecánica S.A.

Tabla 3. Resumen de actividades incluidas en la licitación

Actividad	Actividad por realizar
Superestructura	
Obra civil en Pila 09	Lavado de superficie, remover material suelto, resanar la superficie e impermeabilizar
Bastión A1	Se cambian apoyos en ese bastión
Pila P4	Se debe cambiar los apoyos
	Se deben cambiar los apoyos del lado atirantado y el puente de acceso.
Pila P8	Se debe incluir una llave de cortante para tomar las cartas transversales de la estructura
Estructuras complementarias	
Cambio de juntas de expansión en pila 08	Se cambian las juntas de expansión
Cambio de juntas de expansión en pila 04	Se cambian las juntas de expansión
Aceras	Reparaciones menores en la zona de las juntas de expansión
Baranda	Las barandas se encuentran en buen estado. Requiere cambios de elementos menores
Iluminación	Se propone cambio a luminarias con fuentes de energía solar

Fuente: Informe de avance No 3, Estrumet Metalmecánica S.A.



8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-1408-2024

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-1274-2024 del 15 de noviembre del 2024, se envió el informe final en versión preliminar, identificado como EIC-Lanamme-INF-1408-2024, 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. Dicho plazo finalizó el 03 de diciembre del 2024.

El día 26 de noviembre de 2024, a las 14:30, se realizó la presentación oral de los resultados del informe preliminar con el fin de comentar aspectos relacionados con su contenido. A esta actividad asistieron los siguientes participantes:

Wendy Sequeira, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Francisco Fonseca, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Ana Elena Hidalgo, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Luis Paulino Solano, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Mariali Jiménez, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Joe Mena, Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, Conavi

Berny Quirós, Auditoría Interna, Conavi

Nohelia Segura, Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, Conavi

Adriana Monge, Dirección de Diseño de Vías y Puentes, Conavi

Mediante el oficio GCTR-15-2024-3313 (0713) del 25 de noviembre del 2024, la Administración presentó el descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-1408-2024 el cual fue recibido y analizado por el equipo auditor.

En cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en cuestión (ver Anexo A) y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe **EIC-Lanamme-INF-1408-2024** 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

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

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

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

Por lo tanto, las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que prevengan el riesgo potencial de incumplimiento en proyectos futuros, como parte de un proceso integral de mejora continua.

En el presente informe se describen dos hallazgos, el primero está relacionado con la gestión de la contratación y el segundo con la calidad de los materiales utilizados en el proyecto. También se describe una observación relacionada con el tema de la gestión de la contratación. A continuación, se describen los dos hallazgos y la observación evidenciadas por el equipo auditor durante el periodo de análisis de esta auditoría técnica.



SOBRE LA EVALUACION DEL ALCANCE DE LA INTERVENCIÓN

En el marco de la revisión técnica y documental del proyecto de intervención del puente sobre el río Tempisque, ubicado en la Ruta Nacional n.º 18, se llevaron a cabo evaluaciones en conjunto con el Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR (PIE). Estas evaluaciones, fueron comunicadas a la Administración a través de oficios. Los resultados revelaron oportunidades de mejora en los planos constructivos y especificaciones técnicas del proyecto.

Los principales aspectos señalados por el PIE destacan incumplimientos en cuanto a los requerimientos establecidos en el cartel de licitación y la normativa aplicable, los cuales podrían afectar tanto la calidad de la obra como la seguridad estructural del puente. En el siguiente hallazgo y observación, se detallan las principales conclusiones derivadas del análisis realizado, así como las recomendaciones emitidas a la Administración para subsanar las carencias detectadas y asegurar la correcta ejecución de las obras.

En cuanto a las oportunidades de mejora, se centran en la falta de información técnica en los documentos revisados, la ausencia de firmas de los responsables del diseño, y la insuficiente especificación y cuantificación de materiales, aspectos que requieren atención prioritaria antes de avanzar con el proceso constructivo.

OBSERVACIÓN 1: SE EVIDENCIAN OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS Y LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.

A partir de la evaluación y análisis presentados en el informe del Programa de Ingeniería Estructural (PIE) del LanammeUCR se evidencia deficiencias en los planos constructivos y las especificaciones técnicas, así como incumplimientos en relación con los requerimientos del cartel de licitación y normativas internacionales. El PIE utilizó como base normativa los lineamientos del cartel de licitación (CONAVI, 2021), la normativa CR-2010, y guías de los departamentos de transporte de California, Minnesota y Texas. Estas últimas no forman parte del cartel de licitación, pero sirvieron como referencia para asegurar el cumplimiento de las mejores prácticas en construcción. A continuación, se detallan las deficiencias y oportunidades de mejora encontradas.

Deficiencias Identificadas:

- Falta de firmas de responsables de diseño: Los planos no incluyen las firmas de los profesionales a cargo, lo que compromete la validación y trazabilidad del diseño.
- Ausencia de normativas de referencia: No se mencionan claramente las normativas usadas en el diseño y construcción, lo que genera incertidumbre sobre los estándares aplicados.
- Especificación incompleta del acero de refuerzo: No se detallan las características del acero a utilizar, lo que puede comprometer la seguridad estructural.
- Falta de cuantificación de materiales: No se presenta una cuantificación precisa de los materiales, lo que afecta la planificación y control de costos.



- Geometría no clara del refuerzo: La falta de detalle en la disposición del refuerzo genera riesgo de errores durante la ejecución.
- Especificaciones incompletas del concreto estructural: La información sobre el concreto es insuficiente, lo que podría afectar su rendimiento en la obra.
- Riesgo potencial en la seguridad al no haber sido intervenido el sistema de contención vehicular: No queda claro si este sistema será intervenido, lo que podría comprometer la seguridad vial.
- Falta de especificación de longitudes de asiento: No se detallan en los planos las longitudes de asiento, lo que pone en duda el cumplimiento de las normativas de diseño.
- Especificaciones técnicas insuficientes: Las especificaciones no cumplen con los requisitos mínimos, lo que podría generar interpretaciones incorrectas y afectar los costos.

Oportunidades de Mejora:

- Incorporar firmas y documentación formal en todos los planos y documentos para garantizar la trazabilidad.
- Especificar normativas aplicables como AASHTO LRFD y el Manual MCV-2015, asegurando que los trabajos sigan los estándares correctos.
- Detallar el acero de refuerzo con características completas, para garantizar su correcta instalación y uso.
- Incluir la cuantificación completa de materiales, especialmente del acero, para una mejor planificación y control de costos.
- Clarificar la geometría del refuerzo para evitar errores de ejecución.
- Especificar adecuadamente el concreto estructural, incluyendo sus características y resistencias.
- Incluir longitudes de asiento en los planos y verificar su cumplimiento normativo.

La Administración respondió que la ausencia de firmas en los planos se debe a que el trámite ante el CFIA se realizó de manera digital, incluyendo las firmas electrónicas. Se explicó que el trabajo realizado no fue un diseño nuevo, sino una revisión del diseño original, por lo que se considera una remodelación. Indicó que la cuantificación de materiales, especialmente del acero, no es posible antes de realizar las demoliciones necesarias. También señaló que las especificaciones del concreto están definidas en las notas generales de los planos y confirmaron que no habrá intervención en el sistema de contención vehicular, ya que corresponde al CONAVI. Finalmente, se comprometió a revisar los planos para evitar duplicidades o confusiones en las referencias.

En el análisis realizado por el PIE se indicó que existen deficiencias importantes en los planos y especificaciones técnicas del proyecto, las cuales comprometen la claridad y calidad del proceso constructivo. Si bien la Administración justificó algunos aspectos, como el uso de firmas digitales y la necesidad de realizar demoliciones antes de cuantificar materiales como el acero, aún persisten áreas que requieren corrección, especialmente en la inclusión de información normativa, el detalle del acero de refuerzo y la precisión en los planos.



Es criterio del equipo auditor que estas omisiones generan incertidumbre en el proceso constructivo, ya que no se garantiza que los planos y las especificaciones técnicas proporcionen la información necesaria para llevar a cabo la intervención con la calidad requerida. Esto podría afectar los costos de un proyecto y la correcta ejecución de los trabajos.

Por lo que se insta a la Administración a solicitar al encargado del proyecto la actualización de los planos y especificaciones técnicas, incorporando la información faltante y garantizando que cumplan con los requerimientos contractuales. Además, se sugirió que en futuros carteles de licitación se incluyan guías normativas, como las de los departamentos de transporte de California, Minnesota y Texas, para asegurar la calidad y completitud de los planos constructivos.

Por último, para proyectos futuros, se recomienda que las versiones preliminares de los planos indiquen claramente su estado y que se incluyan las especificaciones relevantes de normativas como AASHTO LRFD en la versión final de los planos "as-built".

HALLAZGO 1: SE EVIDENCIÓ LA EXCLUSIÓN DE ACTIVIDADES NECESARIAS PARA LA SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO TEMPISQUE EN EL ALCANCE DE LA CONTRATACIÓN

Durante la revisión de los documentos contractuales, en el informe n.º 3 preparado por el contratista y de inspecciones rutinarias realizadas por el PIE LanammeUCR, se identificó que ciertas actividades necesarias para la seguridad y mantenimiento del puente sobre el río Tempisque no fueron incluidas en la contratación.

El análisis sobre el alcance de la contratación del proyecto de intervención en el puente sobre el río Tempisque reveló varios hallazgos importantes. En respuesta a las consultas iniciales, la Administración detalló las actividades que se incluirían en la contratación, como la intervención de apoyos y pilas, pero excluyó tareas adicionales recomendadas por el contratista, como la colocación de una carpeta asfáltica y la pintura de estructuras metálicas. La causa de estas exclusiones se atribuye principalmente a limitaciones financieras y técnicas, ya que algunas actividades requerían estudios adicionales o superaban el presupuesto disponible.

El criterio del equipo auditor y del PIE LanammeUCR, expuesto en varias comunicaciones, EIC-Lanamme-333-2024 (15/02/2024), EIC-Lanamme-418-2024 (24/04/2024) y EIC-Lanamme-502-2024 (17/05/2024); y como respuestas de la Administración GCTR-15-2024-1026 (17/04/2024), GCTR-15-2024-1164 (06/04/2024) y GCTR-15-2024-1525 (13/07/2024), apuntó la necesidad de considerar reparaciones no incluidas en la contratación, tales como el tratamiento de problemas de oxidación y deficiencias en juntas de expansión detectadas en inspecciones previas. Por lo que se sugirió realizar reparaciones puntuales en el sistema de pintura y verificar otros aspectos estructurales del



puede, como las deflexiones, conforme a las especificaciones normativas de AASHTO y ASTM.

El PIE también llevó a cabo una revisión técnica de los informes emitidos por la Administración y el contratista. Esta revisión identificó que algunas recomendaciones, como la verificación de resistencias del concreto y el desplazamiento longitudinal del puente. A continuación, se explican y desarrollan estos puntos:

El PIE realizó inspecciones al proyecto en dos fechas: el 24 de mayo de 2024 y el 9 de julio de 2024. En estas visitas, se verificó el progreso de la intervención y se constató que las actividades realizadas correspondían con los planos constructivos y seguían las buenas prácticas de construcción. Los elementos inspeccionados incluyeron:

- **Apoyos:** Se observó la remoción y sustitución de los apoyos originales del puente, tanto en el bastión n.º 1 como en las pilas n.º 4 y 8. También se revisaron los componentes de los nuevos apoyos antes de su instalación.
- **Juntas de expansión:** Durante ambas visitas se verificaron las actividades relacionadas con la remoción y sustitución de juntas de expansión en las pilas n.º 4 y n.º 8, así como la preparación del tablero del puente para la instalación de nuevas juntas.
- **Sistemas de protección sísmica:** Se revisaron los componentes de la llave de corte en la pila n.º 8, garantizando que se cumplieran con los requisitos antes de su instalación.
- **Superficie de desgaste del puente:** En la visita del 9 de julio, se comprobó el estado de la superficie de desgaste colada sobre el puente, lo que asegura la integridad y durabilidad del pavimento.
- **Anclajes de tirantes:** También se inspeccionaron las reparaciones de la pintura en los anclajes de los tirantes del puente, un aspecto crucial para evitar la corrosión.
- En general, el PIE determinó que los trabajos inspeccionados cumplieran con los estándares establecidos y se ejecutaban de manera adecuada.

A pesar de los avances en la intervención, el PIE y el equipo auditor identificaron varios aspectos que no fueron considerados en la contratación original, los cuales son importantes para garantizar la seguridad y funcionalidad del puente a largo plazo:

Colocación de carpeta asfáltica y señalización: Aunque no fueron incluidas en el contrato original, estas actividades se consideraron necesarias debido al deterioro de la carpeta existente y su impacto en la seguridad vial. La Administración indicó que se gestionó la ejecución de estas actividades a través de la Gerencia de Conservación Vial de CONAVI.

Pintura de estructuras metálicas: Se excluyó esta actividad debido a la gran extensión de área que debe ser cubierta (29,900 m²), lo que superaba las capacidades financieras de la contratación actual. El deterioro progresivo del sistema de pintura, ya observado por Lanamme en una inspección de 2021, podría comprometer la integridad de los elementos metálicos del puente, favoreciendo la oxidación y corrosión. El PIE recomendó que la



Administración evaluara la posibilidad de aplicar un recubrimiento en las áreas más críticas, pero no fue posible aplicar esta recomendación debido a las limitaciones presupuestarias.

Reparación de algunas pilas y bastiones: Aunque el contratista recomendó incluir estas reparaciones tras los análisis realizados, no fueron incluidas en la contratación. Las pilas y bastiones no intervenidos podrían experimentar un deterioro acelerado, afectando la estabilidad estructural del puente en el mediano plazo.

Socavación en estructuras: Esta actividad fue excluida debido a que no se contaba con un renglón de pago específico y a que la magnitud del problema requiere estudios hidrológicos e hidráulicos complejos, considerando el tamaño del río Tempisque y su proximidad al mar. La falta de intervención en las áreas socavadas aumenta el riesgo de erosión y daños estructurales por el flujo de agua, especialmente en épocas de crecidas. Esta condición podría exponer las bases del puente a largo plazo si no se atiende adecuadamente.

El Programa de Ingeniería Estructural, PIE LanammeUCR emitió recomendaciones técnicas adicionales a lo largo del proceso:

- **Verificación de deflexiones en puentes atirantados:** Se sugirió verificar que el puente cumpliera con un límite de deflexión de $1/1000$ veces la longitud del claro libre, basado en las especificaciones de AASHTO LRFD. Aunque este límite no es obligatorio, se recomendó su verificación para asegurar la estabilidad de la estructura. La Administración indicó que esta verificación ya había sido aprobada y revisada por la Administración en enero de 2024.
- **Resistencia del concreto:** El contratista realizó pruebas con esclerómetro para evaluar la resistencia del concreto endurecido. Sin embargo, Lanamme recomendó complementar estos ensayos con la extracción de núcleos, conforme a la norma ASTM C42, para confirmar los resultados. La Administración indicó que ya se realizaron tanto las pruebas con esclerómetro como la extracción de núcleos, aunque mencionó dificultades en ciertos puntos del puente por la accesibilidad.
- **Desplazamiento longitudinal:** En el informe n.º 3, se observó que el valor del desplazamiento longitudinal del puente (200 mm) se basaba en el criterio del diseñador, pero no se explicaba claramente cómo se obtuvo este valor. Se recomendó solicitar una memoria de cálculo detallada, lo cual la Administración presentó en los anexos del informe correspondiente.

La Administración, en su respuesta, reconoció las limitaciones presupuestarias para cubrir algunas actividades recomendadas, como la pintura total del puente, y presentó informes que respaldaban las decisiones técnicas adoptadas. Sin embargo, en varios aspectos, como la memoria de cálculo del desplazamiento longitudinal, fue necesario proporcionar documentación adicional para aclarar las observaciones.

Las inspecciones del PIE confirmaron que los trabajos realizados en el proyecto se ejecutaron conforme a los planos y buenas prácticas, pero los aspectos excluidos en la contratación representan un riesgo para la durabilidad y seguridad del puente a futuro. Los



problemas de pintura, las reparaciones estructurales pendientes y las deficiencias en la carpeta asfáltica y señalización requieren atención para evitar un deterioro mayor. Asimismo, es fundamental que la Administración realice las verificaciones técnicas sugeridas para asegurar la integridad del puente a largo plazo.

Es criterio del equipo auditor que, aunque el proceso de intervención avanzó conforme a lo planificado en muchos aspectos, quedaron áreas críticas que no fueron cubiertas por la contratación, lo que podría afectar el desempeño futuro del puente. Se recomienda que la Administración continúe con las gestiones necesarias para llevar a cabo las actividades excluidas. Además, es fundamental continuar con las evaluaciones técnicas necesarias para asegurar la estabilidad y funcionalidad del puente a largo plazo.

Cabe recalcar que es de conocimiento de esta Auditoría Técnica que la colocación de la carpeta asfáltica y la demarcación del proyecto se realizaron a través de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI.



SOBRE LA EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

Como parte del análisis de calidad de los materiales del proyecto “Inspección, Diseño de la Intervención e Intervención (Construcción) del Puente sobre el río Tempisque “La Amistad de Taiwán”, Ruta Nacional No. 18”, se realizó una revisión a los resultados de las muestras tomadas por el laboratorio de verificación de calidad Castro de la Torre Ingenieros Consultores. También se analizaron los resultados obtenidos por el LanammeUCR en muestreos realizados en el proyecto. El plazo del análisis para resultados de ambos laboratorios abarcó los meses comprendidos entre junio y agosto del 2024.

Para la mezcla de concreto se analizaron los parámetros: resistencia a la compresión simple a los 28 días, módulo de ruptura y flujo. Los límites de la especificación se tomaron de los documentos contractuales del proyecto y la ficha técnica del producto. En el caso del mortero se evaluó resistencia a la compresión simple a 1, 7 y 28 días. Por otro lado, se revisaron los espesores de pintura para algunos elementos metálicos del puente por parte del laboratorio del LanammeUCR.

HALLAZGO 2: SE EVIDENCIÓ EL CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONCRETO, MORTERO Y PINTURA

Las pruebas realizadas en el concreto y mortero mostraron que ambos materiales cumplen con las especificaciones de resistencia establecidas en los planos del proyecto. La resistencia a la compresión del mortero superó los valores esperados a 1, 7 y 28 días. Además, los espesores de pintura aplicados a los elementos metálicos del puente excedieron los mínimos requeridos, asegurando una adecuada protección contra la corrosión.

- **Análisis de resultados del LanammeUCR**

A continuación, se presentan los resultados de concreto obtenidos a partir de informes de laboratorio de LanammeUCR. En total se realizó un muestreo de concreto con resistencia esperada de 280 kg/cm² y un muestreo de mortero. Adicionalmente, se midió el espesor de pintura en varios anclajes. En cada anclaje se midieron siete puntos, seis sobre el brazo de cada anclaje y el séptimo punto en la base del elemento.

Sobre la mezcla de concreto y el mortero: En el informe EIC-Lanamme-0858-2024, se resume los resultados de la muestra M-0946-2024 de mortero marca *Mapei Mapegrout Colabile*. Como se puede observar en la Tabla 4, las resistencias a la comprensión del mortero ensayadas por el LanammeUCR cumplen tanto con los valores establecidos en la ficha técnica como en los documentos contractuales.



Tabla 4. Valores de resistencia a la compresión para el mortero de concreto, resultados del ensayo realizado por el LanammeUCR

Edad de falla	Resistencia a la compresión	Valor especificado en planos	Valor de ficha técnica	Cumplimiento
1 día	58,4 MPa	-	30 MPa	sí
7 días	75,2 MPa	-	60 MPa	sí
28 días	85,1 MPa	28 MPa	75 MPa	sí

- No se indica en planos

Fuente: EIC-Lanamme-INF-0858-2024

En la información de la ficha técnica del mortero de concreto, entregada por la Administración vía correo electrónico, se indica que la resistencia a la compresión presenta la especificación que se detalla en la Tabla 4. Para la muestra analizada por el LanammeUCR se cumple con los valores indicados en la ficha técnica.

Tabla 5. Valores de resistencia a la compresión de concreto, resultados del ensayo realizado por el LanammeUCR

Edad de falla	Valor especificado en planos	Resistencia a la compresión	Cumplimiento
1 día	-	22,4 MPa	-
7 días	-	46,5 MPa	-
28 días	28 MPa	58,0 MPa	sí

- No se indica en planos

Fuente: EIC-Lanamme-INF-1045-2024

En cuanto a la resistencia de la mezcla de concreto, en el informe EIC-Lanamme-1045-2024, se presenta los resultados a 1, 7 y 28 días. La resistencia a la compresión de la mezcla ensayada por el LanammeUCR presentó valores de resistencia promedio a la compresión mayores que los solicitados en planos para los 28 días de 280 kg/cm² aproximadamente 28 MPa. El módulo de ruptura de la muestra ensayada por el LanammeUCR reporta un valor de 7,35MPa a los 28 días.

Es importante mencionar que es de conocimiento de esta Auditoría Técnica que en los documentos contractuales (planos del proyecto) la resistencia a compresión especificada es de 28MPa, por lo que la muestra analizada se encuentra dentro del límite especificado. Ambos resultados se comunicaron a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-820-2024 (01/08/2024).

Sobre la medición de espesores de pintura: Se midió el espesor de pintura en varios anclajes de torones en el tramo atirantado del Puente La Amistad. En el informe EIC-Lanamme-INF-1156-2024, se resumen los resultados de los espesores de pintura obtenidos. Los resultados superan los mínimos requeridos en las fichas técnicas del sistema de pintura aportado a esta auditoría. Esto fue comunicado a la Administración en el oficio EIC-Lanamme-820-2024 (01/08/2024).

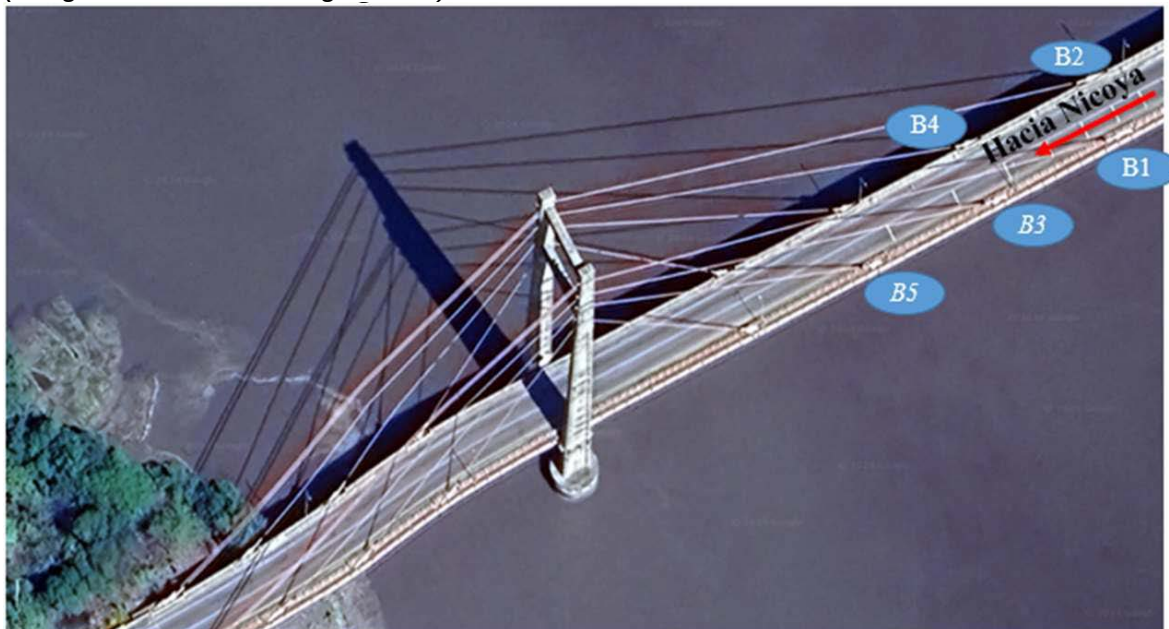


En la Tabla 5 se resume la información de espesor promedio de pintura en el brazo y en el anclaje para los puntos analizados. En la Figura 2, se detalla la ubicación de los elementos medidos.

Tabla 6. Resultado de medición de espesores de pintura promedio

Lote	Espesor (mils)			
	Promedio	Desviación	Mínimo	Máximo
B1- Anclaje	19,76	3,03	11,5	25,3
B2- Anclaje	20,35	4,01	13,4	28,6
B3- Anclaje	20,49	5,17	12,6	30,1
B4- Anclaje	21,70	2,54	16,6	27,8
B5- Anclaje	20,41	4,00	15,4	27,0

Figura 2. Diagrama de ubicación de los anclajes medidos sobre el Puente La Amistad. (Imagen tomada de Google Earth)



- **Análisis de resultados del laboratorio de verificación de calidad**

A continuación, se presentan los resultados de concreto obtenidos a partir de informes del laboratorio de verificación de calidad Castro y de la Torre. El laboratorio realizó muestreos de concreto y de mortero (ver Tabla 7).



Tabla 7. Resultados de resistencia a la compresión para el mortero de concreto, obtenidos por el laboratorio de verificación

Informe	Material	Resistencia a la compresión MPa	Valor especificado en planos MPa
2024-08-8426 (27/07/2024)	Mortero	42,3	28
2024-07-7918 (21/06/2024)	Concreto apoyo de puente, pila 4	70,8	28

Tal y como se puede observar, para la muestra de concreto se alcanzó la resistencia solicitada en los documentos contractuales del proyecto (planos constructivos).

Es criterio del equipo auditor que las prácticas de calidad y especificaciones seguidas en el proyecto cumplen con las normas internacionales, como las establecidas por el American Concrete Institute (ACI) para concreto y para recubrimientos, así como con los valores requeridos en los documentos contractuales y especificaciones del proyecto.

Se recomendó a la Administración mantener el enfoque en el control de calidad y los procedimientos estandarizados de aplicación para asegurar que las especificaciones continúen cumpliéndose en otros proyectos similares. Documentar y difundir estas prácticas exitosas puede servir de modelo para asegurar la calidad en otras obras de infraestructura.



10. CONCLUSIONES

En el siguiente apartado se resumen las conclusiones del presente informe de Auditoría Técnica, es importante recalcar el hecho de que de manera oportuna a lo largo del proceso de auditoría se ha comunicado a la Administración todas las conclusiones descritas a continuación, mediante oficios o notas-informe.

El informe del Programa de Ingeniería Estructural (PIE) del LanammeUCR reveló deficiencias e incumplimientos en los planos constructivos y las especificaciones técnicas del proyecto del puente sobre el río Tempisque.

El alcance de la contratación original omitió actividades para la seguridad y el mantenimiento del puente la reparación de pilas y bastiones. Estas omisiones se debieron a limitaciones presupuestarias y técnicas, lo que puede afectar la durabilidad y funcionalidad del puente a largo plazo.

Los ensayos de calidad de los materiales realizadas tanto por el laboratorio de verificación de calidad como por el LanammeUCR demostraron que el concreto y el mortero utilizado cumplen con las especificaciones técnicas del proyecto. Los espesores de pintura aplicados superaron los mínimos requeridos, dando una adecuada protección contra la corrosión.



11. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes y la Dirección de Ingeniería del CONAVI con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales en los proyectos que ejecuta esta Unidad.

Se recomendó para el proyecto ejecutado actualizar los planos y las especificaciones técnicas, asegurando que incluyan toda la información necesaria, como firmas de los responsables, normativas aplicables y detalles completos de los materiales (acero de refuerzo, concreto, etc.) y la normativa de referencia internacional. Y realizar una verificación exhaustiva de los planos para eliminar cualquier ambigüedad, especialmente en lo referente a la geometría del refuerzo y las longitudes de asiento.

Es importante que la Administración desarrolle las herramientas que aseguren que en la etapa de diseño todos los planos y documentos técnicos cuenten con los requisitos técnicos solicitados en los términos de referencia y con la documentación completa desde las versiones preliminares.

Se recomendó a la Administración incluir actividades adicionales necesarias, como el mantenimiento del sistema de pintura, para evitar el deterioro futuro del puente. Planificar intervenciones específicas para las estructuras de apoyo (pilas y bastiones) no incluidas inicialmente en la contratación, para garantizar la estabilidad estructural a largo plazo.

Es recomendable que, para futuros proyectos, la Administración asegure que estos cuenten con estudios previos completos y análisis financieros que incluyan todas las actividades críticas, incluso aquellas que podrían requerir intervenciones a largo plazo. Se recomendó el monitoreo de los espesores de pintura, asegurando que cumplan con los requerimientos establecidos y evitando la corrosión en áreas críticas.

A continuación, se presentan los riesgos o impactos asociados a las recomendaciones:

- Falta de precisión en planos y especificaciones técnicas: Sin una actualización y verificación exhaustiva de los planos y especificaciones, el proyecto corre el riesgo de errores de ejecución y sobrecostos debido a interpretaciones erróneas durante la construcción, lo que puede comprometer la durabilidad y seguridad de la estructura.
- Ambigüedades y errores en los diseños: La ausencia de herramientas para validar que los documentos técnicos cumplen con los requisitos puede llevar a omisiones de criterios técnicos fundamentales, lo que resultará en una estructura que no cumple con las normativas y tendrá una menor vida útil.
- Deterioro acelerado por falta de mantenimiento preventivo: Si no se incluyen actividades de mantenimiento esenciales, la estructura se desgastará más rápidamente, lo que requerirá intervenciones futuras más costosas y frecuentes para mantener la seguridad y operatividad del puente.



- Estabilidad estructural en riesgo: Las estructuras de apoyo, esenciales para la seguridad a largo plazo, necesitan intervenciones específicas que no estaban contempladas originalmente; sin estas, el puente puede sufrir asentamientos, desplazamientos o deformaciones que afecten su integridad, sobre todo en caso de eventos sísmicos.
- Corrosión en áreas metálicas críticas: La falta de monitoreo de los espesores de pintura en las áreas metálicas del puente permite la corrosión y, en consecuencia, debilita la estructura, reduciendo su vida útil y aumentando los riesgos de colapso de elementos clave.
- Deterioro acelerado y costos inesperados a largo plazo: Al no prever y financiar adecuadamente las intervenciones críticas desde el inicio, el proyecto se vuelve vulnerable a un deterioro prematuro, lo que obligará a realizar reparaciones no planificadas y aumentará el presupuesto requerido para su conservación en el futuro.

Estos puntos resaltan la importancia de atender las recomendaciones para asegurar la estabilidad, durabilidad y seguridad del puente a largo plazo.



12. REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2023). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (10th ed.). Washington, DC: AASHTO.
- American Concrete Institute (ACI). (2019). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
- ASTM International. (2023). ASTM Standards. Recuperado de <https://www.astm.org/standard/>
- INTE-ISO/IEC 17025 (2017). *Requisitos generales para la competencia de los 'Laboratorios de ensayo y calibración*. INTECO
- LanammeUCR (2024). *Informe de revisión documental de planos constructivos y especificaciones técnicas del proyecto de intervención del puente sobre el río Tempisque en Ruta Nacional n.º 18*. Programa de Ingeniería Estructural (PIE), Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica.
- LanammeUCR (2024). *Memorando EIC-Lanamme-371-2024: Respuesta a oficio GCTR-15-2024-1164 (0713) del proyecto de rehabilitación del puente sobre el río Tempisque en ruta nacional n.º 18*. Programa de Ingeniería Estructural (PIE), Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica.
- LanammeUCR (2024). *Memorando EIC-Lanamme-394-2024: Revisión de documento GCTR-15-2024-1251 (0713), de respuesta a oficio EIC-Lanamme-419-2024 sobre la revisión documental de planos y especificaciones del proyecto de intervención del puente sobre el río Tempisque en Ruta Nacional n.º 18*. Programa de Ingeniería Estructural (PIE), Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica.
- LanammeUCR (2024). *Memorando EIC-Lanamme-599-2024: Resumen de visitas realizadas a proyecto de intervención del puente sobre el río Tempisque (La Amistad) en ruta nacional n.º 18*. Programa de Ingeniería Estructural (PIE), Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica.
- Ley 8279 "Sistema nacional para la calidad", Artículo 34. Servicio a las Entidades Públicas. Asamblea Legislativa.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). (2017). Manual de Diseño y Mantenimiento de Puentes. San José, Costa Rica: MOPT.
- MOPT. (2010). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.
- MOPT. (2017). *Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010*. San José.



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo, PhD. Auditora Técnica	Revisado por: Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Luis Paulino Rodríguez Auditor Técnico
Revisión Legal: Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesor Legal LanammeUCR	Revisado y aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Guillermo González Beltrán, PhD. Director a.i. LanammeUCR



13. ANEXO A

En el siguiente enlace se adjuntan los documentos

- Oficio GCTR-15-2024-3313 (0713), firmado el 25 de noviembre del 2024, descargo al Informe preliminar EIC-Lanamme-INF-1408-2024.
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/BPRCMLKS69PJLqh>
- Análisis del descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-1408-2024, elaborado por la Unidad de Auditoría Técnica.
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/JME3Z0faeYRBGuM>



14. ANEXO B

Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Los resultados de la auditoría positivos no se incluyen en esta valoración ya que no requieren atención inmediata por parte de la Administración ni de las instituciones establecidas en el Artículo 6 de la Ley 8114 y sus reformas. En la Tabla B.3, se muestra la valoración de los resultados de la auditoría de este informe. También se muestra la prioridad de atención sugerida, según la escala de colores mostrada en la Tabla B.2.

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

Aspecto	No	Hallazgo/Observación	Cumplimiento Contractual	Impacto	Urgencia	Promedio
Gestión de la Intervención	Observación 1	Se evidencian oportunidades de mejora en los planos constructivos y las especificaciones técnicas del proyecto.	3,0	1,8	1,0	1,9
	Hallazgo 1	Se evidencian oportunidades de mejora en los planos constructivos y las especificaciones técnicas del proyecto.	4,0	3,5	2,8	3,4
Evaluación de los materiales	Hallazgo 2	Se evidencio el cumplimiento de especificaciones técnicas para concreto, mortero y pintura.	1,0	1,0	1,0	1,0