



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0588-2024

Código: RC-471 – Vers.: 04 - vigente desde 15/12/2021

Página 1 / 46

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0588-2024

INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

PUENTE ANTIGUO SOBRE EL RÍO TEMPISQUE RUTA CANTONAL PARALELA A RUTA NACIONAL N.º 21



Preparado por:
Unidad de Puentes
Programa de Ingeniería Estructural



San José, Costa Rica
18 de abril de 2024



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0588-2024

Código: RC-471 – Vers.: 04 - vigente desde 15/12/2021

Página 2 / 46

Página intencionalmente dejada en blanco



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-0588-2024		2. Versión n.º 1
3. Título y subtítulo: INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL PUENTE ANTIGUO SOBRE EL RÍO TEMPISQUE RUTA CANTONAL PARALELA A RUTA NACIONAL N.º 21		4. Fecha del Informe 18 de abril de 2024
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		
6. Palabras clave Puentes red vial nacional, Informe de inspección especial, EIC-Lanamme-INF-0588-2024 Ruta nacional n.º 21, Puente patrimonial histórico arquitectónico río Tempisque, Patrimonio, Unidad de Puentes.		
7. Información general Este informe de <i>inspección especial</i> del puente antiguo sobre el río Tempisque en la ruta cantonal paralela a Ruta nacional n.º 21 es un producto de las inspecciones de puentes existentes que realiza la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR. Este informe se realiza, en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según se indica en el artículo 6 de la Ley n.º 8114. Esta inspección se desarrolló de acuerdo con el alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en www.eca.or.cr. Este informe de inspección de puentes tiene validez únicamente en su forma íntegra y original. No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del director del LanammeUCR. La firma n.º 11 no se encuentra dentro del proceso de acreditación.		
8. Inspección e informe por: Inspector nivel 2 - Unidad de Puentes	9. Inspección y revisión por: Inspector nivel 3 - Unidad de Puentes	10. Revisado y aprobado por: Coordinador Unidad de Puentes y del Programa de Ingeniería Estructural
11. Revisión legal por: Asesor Legal LanammeUCR		



Página intencionalmente dejada en blanco



RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta la inspección especial del puente antiguo sobre el río Tempisque, ubicado en la ruta cantonal paralela al kilómetro 18,008 de la Ruta nacional n.º 21.

Durante la inspección, se observaron deficiencias en condición de Falla inminente (6), ya que existe un riesgo alto de colapso de la estructura debido a deficiencias severas extendidas en varios elementos estructurales primarios del puente, así como daño irreversible que requiere al menos la sustitución de los elementos dañados. Entre las deficiencias encontradas, se destaca pandeo en elementos verticales de la cercha de la superestructura, corrosión en elementos principales de la superestructura y en las conexiones, filtraciones seberas en el tablero de la superestructura, y grietas, en conjunto con una posible inclinación, en el aletón del bastión n.º 1 (ver tablas 5.1 a la 5.5).

Con base en los resultados obtenidos de la inspección, se recomienda incluir la estructura en un programa de atención que incluya actividades de sustitución (ver tablas 8.1 a la 8.4).



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0588-2024

Código: RC-471 – Vers.: 04 - vigente desde 15/12/2021

Página 6 / 46

Página intencionalmente dejada en blanco



TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	OBJETIVOS	11
3.	ALCANCE DEL INFORME	12
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE	13
5.	PRINCIPALES OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN ESPECIAL	18
5.1.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: TABLERO, DEL COMPONENTE: SUPERESTRUCTURA [400].....	18
5.2.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: ELEMENTOS PRINCIPALES, DEL COMPONENTE: SUPERESTRUCTURA (CERCHA DE ACERO) [410].....	19
5.3.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: ELEMENTOS SECUNDARIOS, DEL COMPONENTE: SUPERESTRUCTURA (CERCHA DE ACERO) [410].....	23
5.4.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: ALETONES, DEL COMPONENTE: SUBESTRUCTURA [500].....	24
5.5.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: SISTEMAS DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA, DEL COMPONENTE: SISTEMAS DE PROTECCIÓN [600].....	25
6.	OBSERVACIONES RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DEL PUENTE.....	26
7.	CONCLUSIONES.....	27
8.	RECOMENDACIONES	29
8.1.	RECOMENDACIONES INMEDIATAS:.....	29
8.2.	EN EL CORTO PLAZO:.....	30
8.3.	EN EL MEDIANO PLAZO:.....	31
9.	REFERENCIAS	33
	ANEXO 1 GLOSARIO	35



ANEXO 2 CRITERIOS PARA CALIFICAR LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS EVALUADOS EN EL PUENTE.....	41
ANEXO 3 CRITERIO DE ANÁLISIS HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE LOS PUENTES SOBRE EL RIO TEMPISQUE, EN RUTA NACIONAL N°.21	45



1. INTRODUCCIÓN

Este informe de inspección especial del puente antiguo sobre el río Tempisque, en la ruta cantonal paralela a la Ruta nacional n.º 21, es un producto de las inspecciones de puentes en servicio que realiza la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) y se realiza en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según el artículo 6 de la Ley n.º 8114.

Con respecto a la facultad que posee el LanammeUCR para realizar evaluación de los puentes colocados en las vías nacionales, el inciso d) del artículo 6 de la Ley 8114 establece:

“Artículo 6º-Fiscalización para garantizar la calidad de la red vial nacional. Para lograr la eficiencia de la inversión pública, la Universidad de Costa Rica podrá celebrar convenios con el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) a fin de realizar, por intermedio de su Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, las siguientes tareas:

(...) c) Evaluación bienal de toda la red nacional pavimentada (...).”

A su vez, el artículo 6 del Reglamento específico al artículo 6 de la Ley 8114, Decreto Ejecutivo No. 37016, emitido por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), señala:

“Artículo 6.- Consideraciones para la auscultación y diagnóstico de puentes.

La evaluación de los puentes de la Red Vial Nacional Pavimentada responderá a una programación anual desarrollada por el LanammeUCR, de acuerdo con su capacidad instalada y tomando en consideración la lista de priorización que se generará en forma conjunta entre el LanammeUCR, CONAVI y MOPT a través de las Direcciones de Planificación Sectorial y de Puentes. La priorización se llevará a cabo con base en criterios técnicos sobre el tipo de estructura e importancia de las rutas, entre otros.”

En el caso de puentes que exhiben daños significativos y que ameriten una intervención inmediata, la Unidad de Puentes realiza una inspección especial con el fin de informar sobre



los daños observados que pongan en peligro la seguridad de los usuarios y la continuidad del servicio público.

La inspección especial se realizó con base en la norma técnica “Manual de Puentes de Costa Rica 2020 Tomo I (MP-2020)” que la Unidad utiliza con el fin de cumplir con las responsabilidades legales que le han sido encomendadas. En dicho Manual, en el punto “vi” de la sección 3.2, se define la Inspección Especial de la siguiente forma:

“Es una inspección no programada que se realiza a discreción de la Organización, para monitorear deficiencias conocidas, confirmar sospechas o notificaciones de daños, o para monitorear detalles especiales o características inusuales de un puente que no necesariamente tiene defectos. En algunas ocasiones se realiza porque personas ajenas a la Organización, notifican sobre alguna irregularidad observada en la estructura de puente. La Inspección especial es realizada por un(a) Inspector(a) Nivel III junto con otro(a) ya sea Inspector(a) Nivel I, Inspector(a) Nivel II o Inspector(a) Nivel III, o un(a) experto(a) en el uso de algún equipo o método en particular.”

La inspección especial del puente se llevó a cabo el día 22 de febrero del 2024, esto a raíz de una solicitud hacia el director del LanammeUCR por parte de la diputada Melina Ajoy Palma. Adicionalmente, la necesidad también surge producto de que el día 19 de febrero del 2024, mediante una publicación en redes sociales, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) anunció el inicio de los trabajos de rehabilitación en el puente La Amistad sobre el río Tempisque, ubicado en la ruta nacional n.º18. En dicha publicación se indica que el puente permanecerá cerrado del 1 de abril hasta el 24 de julio del 2024. Esta situación, implica que el tránsito vehicular que circula en el puente La Amistad tendrá que desviarse hacia rutas alternas y una de las principales rutas que tendrá que absorber dicho impacto vial corresponde precisamente a la ruta nacional n.º.21, la cual es paralela a la ruta cantonal en la cual se ubica el puente antiguo sobre el río Tempisque. En esta zona se ubican dos puentes sobre el río Tempisque, uno que brinda el paso principal y otro antiguo que contaba con una declaratoria de patrimonio histórico arquitectónico hasta el presente año. Este último, objeto del presente informe al haberse construido en 1926, no es apto para recibir el nivel de cargas de tránsito diarias que actualmente circulan en la zona, aunado a su avanzada condición de deterioro.



2. OBJETIVOS

El objetivo general es realizar una calificación de la condición de los elementos y componentes del puente considerando las principales deficiencias identificadas, con el fin de que este sea incluido en un programa de intervención.

Los objetivos específicos son:

- a) Describir de manera general el puente con base en la información de inventario disponible.
- b) Identificar, presentar y analizar las principales deficiencias, encontradas a partir de la visita al sitio, en distintos elementos del puente según se enlistan en el alcance de este informe.
- c) Realizar observaciones acerca de la gestión del puente.
- d) Proporcionar recomendaciones generales en el corto y mediano plazo, para la intervención de los elementos con deficiencias en el puente evaluado, con base en su calificación de la condición.



3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de *inspección especial* del puente antiguo sobre el río Tempisque, en la ruta cantonal paralela a la Ruta Nacional n.º 21, se realizó a partir de una inspección visual de todos los elementos accesibles del puente. La inspección especial realizada por la Unidad de Puentes se desarrolló de acuerdo con el alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en www.eca.or.cr. En el presente informe se presentan las principales deficiencias encontradas en los siguientes elementos:

- Elementos pertenecientes al componente Superestructura:
 - Tablero.
 - Elementos principales.
 - Elementos secundarios.
- Elementos pertenecientes al componente Subestructura:
 - Aletón.
- Elementos pertenecientes al componente Sistemas de protección:
 - Sistemas de protección hidráulica.

El informe contempla la revisión de información relevante incluida en los planos de rehabilitación del puente (MOPT, 1988). La validez de los planos fue verificada por medio de la comparación entre mediciones directas e indirectas realizadas en sitio de algunos elementos del puente y la dimensión reportada en planos de dichos elementos.

Se destaca que, de manera adicional a las labores realizadas de inspección, enfocadas a nivel estructural, en el presente informe se brinda un criterio técnico de la situación hidrológica e hidráulica actual del puente. Esto se debe a que la Unidad de Puentes del LanammeUCR tiene conocimiento de que el río Tempisque ha experimentado crecidas de caudal, las cuales han sido lo suficientemente grandes para rebalsar el nivel inferior de los elementos de la superestructura del puente antiguo y del puente de paso principal de la Ruta Nacional n.º 21. El criterio técnico que se brinda con respecto a la situación hidrológica e hidráulica del puente y las recomendaciones se incluyen en el Anexo 3 del presente informe, no se encuentran dentro del alcance de acreditación.



4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE

En esta sección se recopila la siguiente información del puente inspeccionado: características generales del puente y de la ruta en la que se ubica (Ver Tabla 4.1), ubicación geográfica (ver Figura 4.1), vista desde línea centro y vista lateral (ver Figura 4.2 y Figura 4.3 respectivamente) e identificación utilizada para elementos del puente en vista en planta y vista en elevación (ver Figura 4.4).

Tabla 4.1. Características generales del puente y de la ruta en la que se ubica
Adaptado de: SAEP (2023)*.

Ubicación	Provincia, Cantón, Distrito	Guanacaste, Liberia, Nacascolo
	Coordenadas (WGS84)	10°33'43.77" de latitud / 85°35'26.52"O de longitud
	Río que cruza	Río Tempisque
Ruta nacional en la que se ubica el puente	Número de ruta	Cantonal paralela a Ruta Nacional n.º 21
	Kilómetro de ubicación	18,008 (en Ruta nacional n.º 21)
	Tipo de ruta	Cantonal
	Sección de control	50082 (en Ruta nacional n.º 21)

*Nota: El puente antiguo se ubica de manera paralela al puente que brinda el paso principal en la Ruta Nacional n.º 21. Este último cuenta con registro del SAEP, por lo que se hace uso de esos datos para completar todos los datos de la tabla.



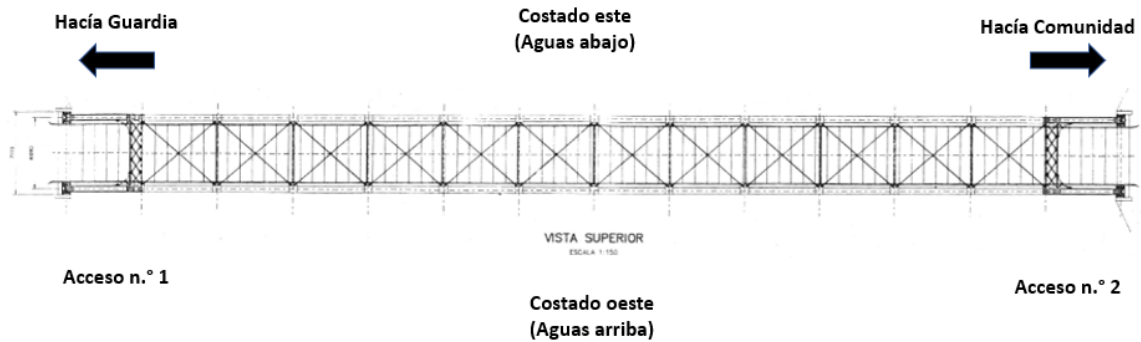
Figura 4.1. Ubicación geográfica del puente
Adaptado de: Open Street Maps, (2024)



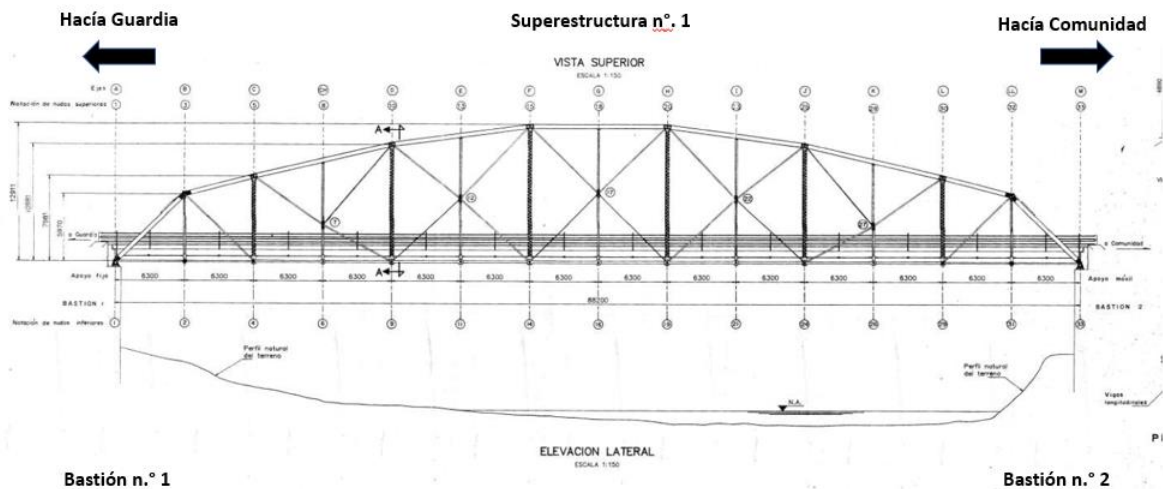
Figura 4.2. Vista a lo largo de la línea de centro del puente hacia Guardia



Figura 4.3. Vista lateral del costado aguas arriba del puente



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación

Figura 4.4. Identificación utilizada para el puente, la cual coincide con lo indicado en los planos de rehabilitación del puente

Adaptado de: MOPT (1988)



Tabla 4.2. Características generales del puente

Adaptado de: MOPT (1988).

Geometría	Tipo de estructura	Puente			
	Longitud total entre línea de centro de apoyos (m)	88,20			
	Ancho total (m)	6,09			
	Ancho de calzada (m)	4,90			
	Número de tramos	1			
	Alineación del puente	Recto			
	Número de carriles	1			
Superestructura	Número de superestructuras	1			
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura n°.1, tipo cercha de paso inferior con elementos principales de acero			
	Tipo de tablero	Concreto reforzado			
Subestructura	Número de bastiones y pilas	2 bastiones			
	Tipo de bastiones	Bastión n.º 1, tipo muro en voladizo de concreto reforzado Bastión n.º 2, tipo muro en voladizo de concreto reforzado			
	Tipo de pilas	No aplica			
	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión n.º 1: apoyo fijo Bastión n.º 2: apoyo móvil			
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica			
	Tipo de cimentación	No se tiene información			
Diseño y construcción	Planos disponibles	☒ Sí	☐ De diseño	☐ Completos ☐ Incompletos	☐ No
			☐ Como quedó construido ("As-Built")	☐ Completos ☐ Incompletos	
			☒ De rehabilitación (MOPT, 1988)	☐ Completos ☒ Incompletos	
	Año de diseño	No se tiene información			
	Año de construcción	1926			
	Especificación de diseño original	No se tiene información			
Carga viva de diseño original	No se tiene información				
Rehabilitación	Año de diseño de rehabilitación	1988			
	Año de ejecución de la rehabilitación	No se ha realizado			
	Especificación de diseño de la rehabilitación	Especificaciones estándar para diseño de puentes AASHTO 1983			
	Carga viva de rehabilitación	HS20-44			



5. PRINCIPALES OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN ESPECIAL

5.1. Deficiencias en el elemento: Tablero, del componente: Superestructura [400]

En la Tabla 5.1, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Tablero del componente: Superestructura.

Tabla 5.1 Deficiencias identificadas en el elemento: Tablero del componente: Superestructura.

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Tablero	Filtraciones	Deficiente (4)

Observaciones

En aproximadamente el 40 % del tablero de concreto reforzado de la superestructura, se observan filtraciones severas, con transporte activo de agua a través de las juntas entre paneles sucesivos de concreto. Adicionalmente, el concreto del elemento se observa degradado.

Estas deficiencias pueden llegar a afectar la capacidad de carga del puente, al generar corrosión en los elementos de acero que soportan el tablero.

Evidencia fotográfica





5.2. Deficiencias en el elemento: Elementos principales, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410]

En la Tabla 5.2, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Elementos principales, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410].

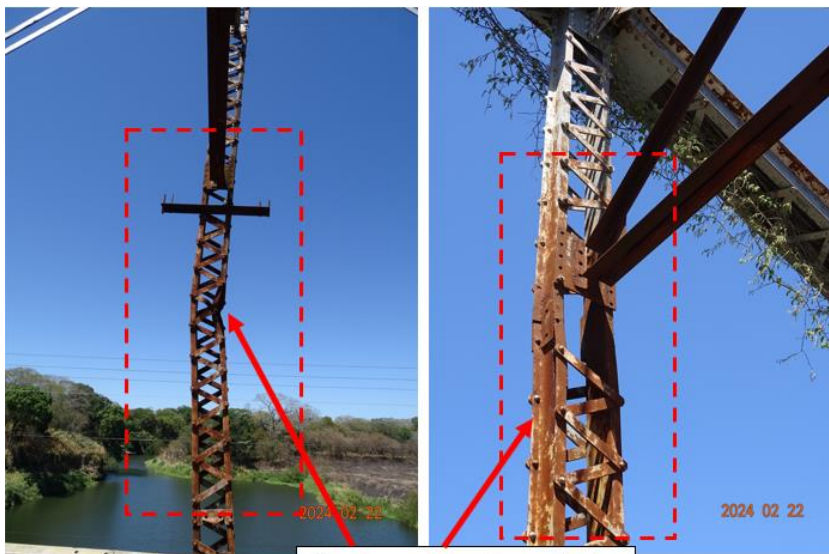
Tabla 5.2 Deficiencias identificadas en el elemento: Elementos principales, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410].

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Elementos principales (General)	Deformación	Falla inminente (6)

Observación n°.1

Aproximadamente el 40 % de la longitud de los elementos verticales de la superestructura se encuentran severamente deformados, lo cual amerita una evaluación estructural más detallada de la capacidad de los elementos afectados. La deficiencia observada se debe, posiblemente, a impactos en los elementos inferiores de las cerchas superiores de arrioste que tiran de los elementos verticales, generando así la deformación observada. Esta deficiencia puede llegar a afectar la capacidad de carga del puente, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, afectar la integridad estructural del mismo.

Evidencia fotográfica



Pandeo en elementos verticales de la cercha de la superestructura



Tabla 5.2 Deficiencias identificadas en el elemento: Elementos principales, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410] (Cont.)

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Elementos principales (General)	Corrosión	Alarmante (5)

Observación n°.2

En aproximadamente el 30 % de la longitud de los elementos de la cuerda superior, cuerda inferior, verticales y diagonales de la superestructura se observó pérdida de sección por corrosión, que no supera el 10 % del espesor de las secciones de los elementos.

Esta deficiencia puede llegar a afectar la durabilidad de los elementos, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, afectar la integridad estructural del puente.

Evidencia fotográfica

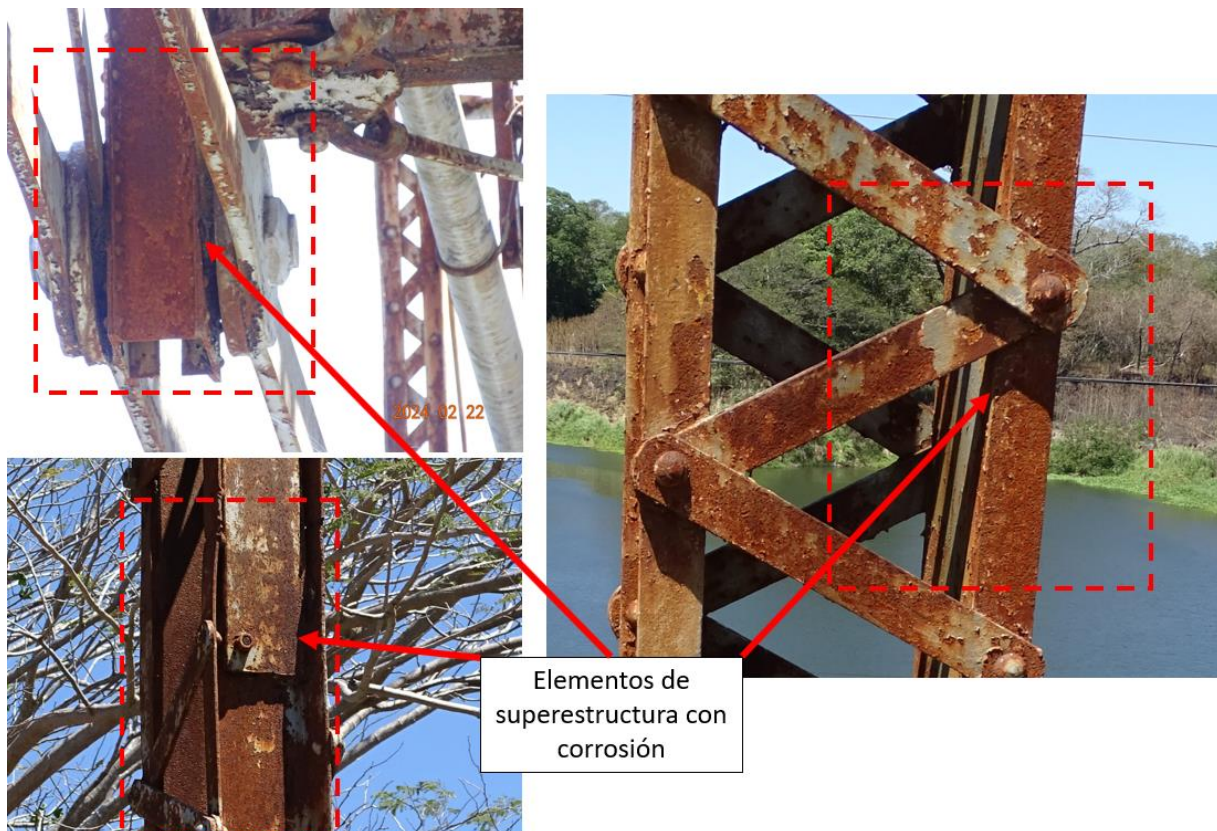




Tabla 5.2 Deficiencias identificadas en el elemento: Elementos principales, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410] (Cont.)

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Vigas de piso	Corrosión	Alarmante (5)

Observación n°.3

En aproximadamente el 30 % de la longitud de las vigas de piso de la superestructura, se observó pérdida de sección por corrosión, la cual es menor al 10% del espesor de la sección de los elementos.

Esta deficiencia puede llegar a afectar la durabilidad de los elementos, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, afectar la integridad estructural del puente.

Evidencia fotográfica

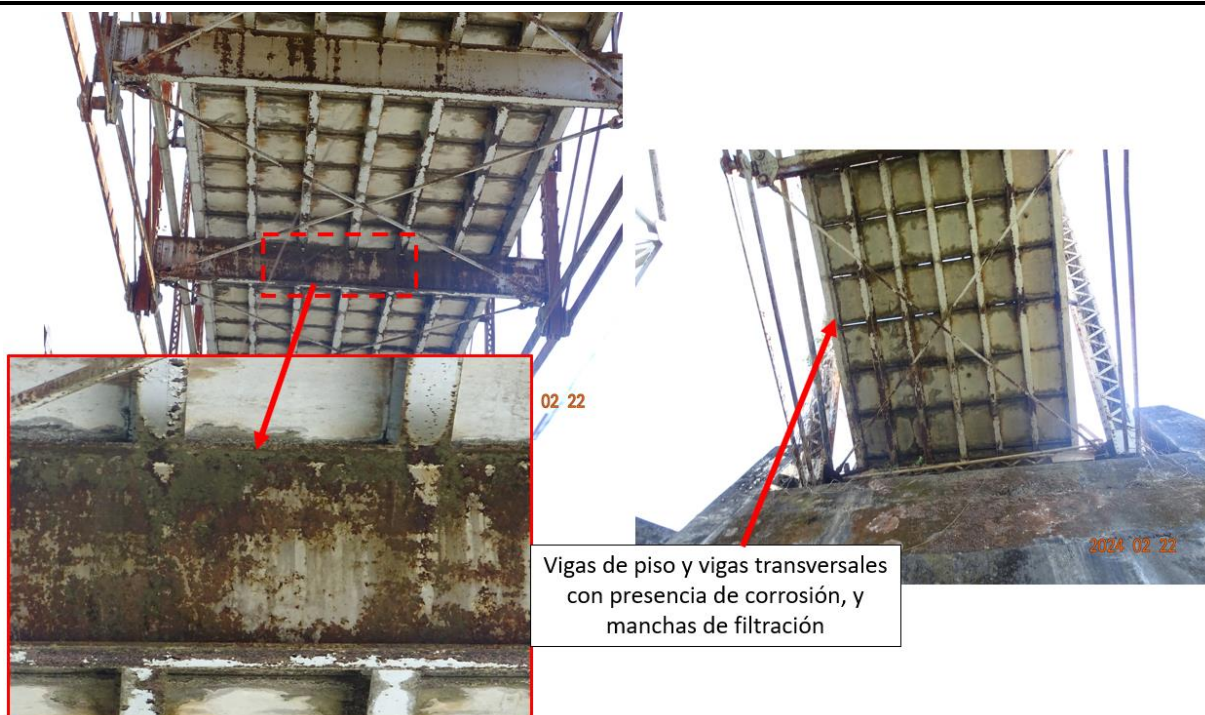




Tabla 5.2 Deficiencias identificadas en el elemento: Elementos principales, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410] (Cont.)

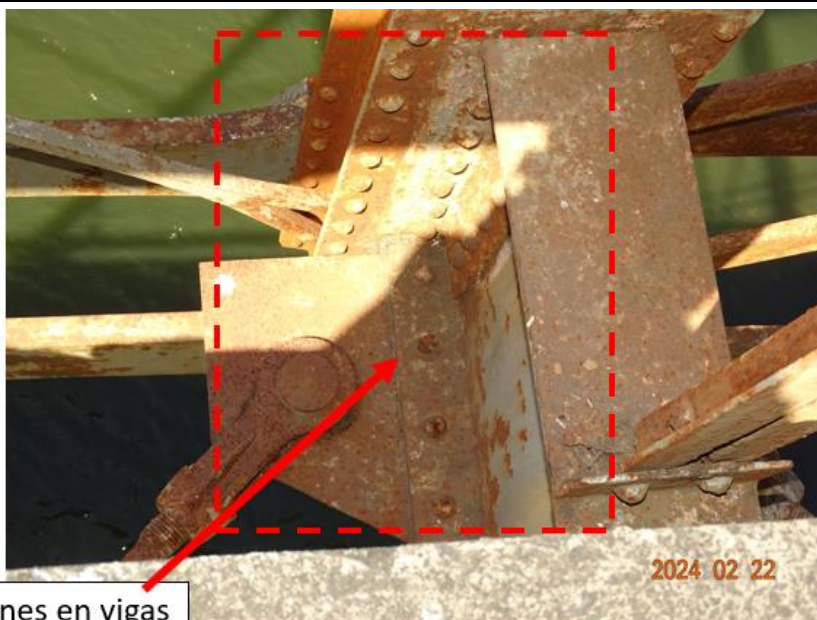
Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Vigas transversales	Corrosión	Alarmante (5)

Observación n°.4

En aproximadamente el 25 % de la longitud de las vigas transversales de la superestructura, las conexiones presentan corrosión severa, localizada principalmente en las conexiones con los elementos principales de la cercha.

Esta deficiencia puede llegar a afectar la capacidad de carga del puente, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, afectar la integridad estructural del puente.

Evidencia fotográfica



Conexiones en vigas transversales con corrosión



5.3. Deficiencias en el elemento: Elementos secundarios, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410]

En la Tabla 5.3, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Elementos secundarios, del componente: Superestructura (Cercha de acero) [410].

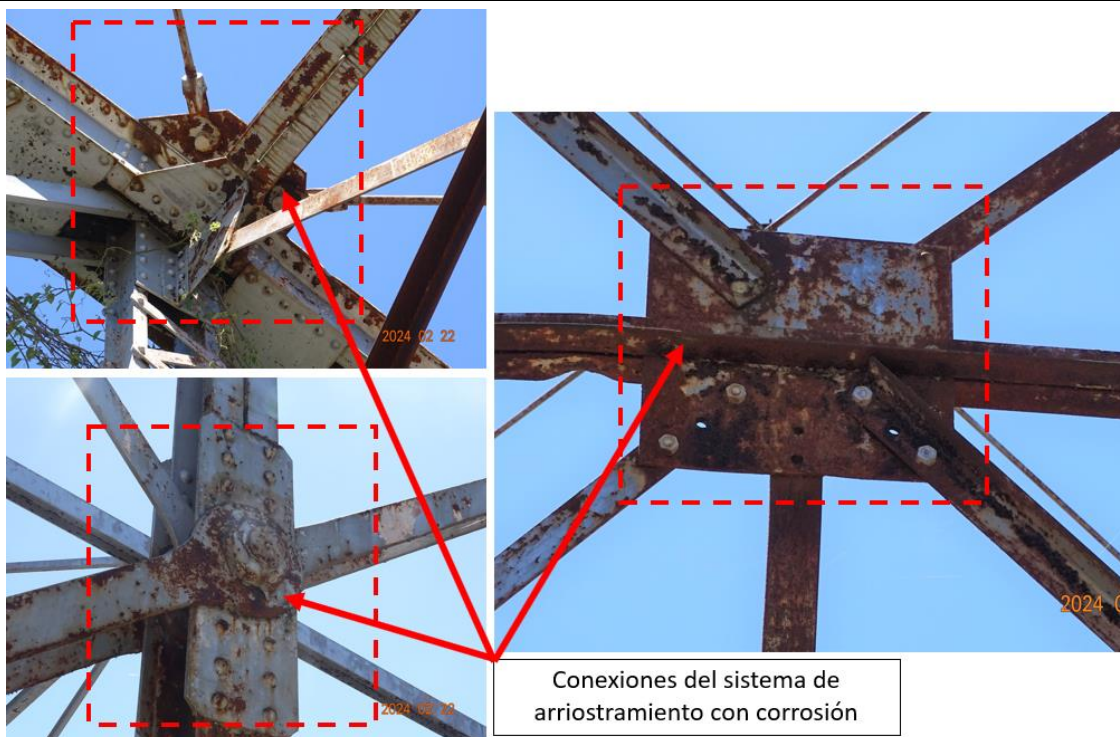
Tabla 5.5 Deficiencias identificadas en el elemento: Elementos secundarios, del componente: Superestructura (Cercha de acero).

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Sistema de arriostramiento	Corrosión	Alarmante (5)

Observaciones

En aproximadamente el 30 % de las conexiones del sistema de arriostramiento se observó corrosión, aunado a que se presentan tensoras flojas que ya no están cumpliendo su función. Esta deficiencia puede llegar a afectar la capacidad de carga del puente, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, afectar la integridad estructural del puente.

Evidencia fotográfica





5.4. Deficiencias en el elemento: Aletones, del componente: Subestructura [500]

En la Tabla 5.4, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Aletones, del componente: Subestructura.

Tabla 5.4 Deficiencias identificadas en el elemento: Aletones, del componente:
Subestructura.

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Aletones	Agrietamiento e inclinación	Alarmante (5)

Observaciones

En aproximadamente el 30 % del aletón del bastión n.º 1, se observaron grietas con un ancho mayor a 1,0 mm por posible inclinación del bastión.

Esta deficiencia puede llegar a afectar la durabilidad de los elementos, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, afectar la integridad estructural del puente.

Evidencia fotográfica





5.5. Deficiencias en el elemento: Sistemas de protección hidráulica, del componente: Sistemas de protección [600]

En la Tabla 5.6, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Sistemas de protección hidráulica, del componente: Sistemas de protección [600].

Tabla 5.6 Deficiencias identificadas en el elemento: Sistemas de protección hidráulica, del componente: Sistemas de protección [600].

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Sistemas de protección hidráulica	Desbordamiento	Deficiente (4)

Observaciones

Es de conocimiento de la Unidad de Puentes del LanammeUCR que el río Tempisque ha experimentado crecidas de caudal, las cuales han sido lo suficientemente grandes para rebalsar el nivel inferior de los elementos de la superestructura de los puentes (Ver Evidencia Fotográfica). A partir del análisis hidráulico e hidrológico, el cual se adjunta en el anexo 3 del presente informe, se determinó que esta deficiencia puede afectar la durabilidad de los elementos, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, afectar la integridad estructural del puente.

Evidencia fotográfica



Crecida del cuerpo de agua en el puente antiguo sobre el río Tempisque, en ruta nacional n°. 21

Adaptado de: Sociedad para la Cooperación Internacional Alemana (2020)



6. OBSERVACIONES RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DEL PUENTE

En la Tabla 6.1 se mencionan otros aspectos, distintos a las deficiencias identificadas a través de la inspección especial realizada, relacionados con la gestión del puente.

Tabla 6.1 Aspectos identificados relacionados con la gestión del puente desde su puesta en funcionamiento

Aspecto identificado de gestión n°.1
Operatividad actual del puente antiguo sobre el río Tempisque, en la ruta cantonal paralela a la ruta nacional n°.21
Observaciones
En la sección 3 del presente informe se hizo la anotación de que el puente antiguo cuenta con planos para la realización de trabajos de rehabilitación, elaborados en el año 1988. En los planos se indica que el puente, una vez realizados los trabajos, contaría con la capacidad de soportar cargas vehiculares HS 20-44. Esto se lograría a partir de la intervención de los elementos de acero de la cercha de la superestructura (reforzamiento de las tensoras, miembros verticales y arrostramientos), intervención de los apoyos, y la construcción de losetas de concreto para el tablero, siendo este último aspecto el único ejecutado que se logró observar en la visita de inspección. Adicionalmente, se destaca que para el caso del puente que brinda el paso principal sobre el río Tempisque, en ruta nacional n°. 21, existe un informe hidrológico e hidráulico elaborado por Oreamuno (2020), en el cual se recomienda aumentar el nivel inferior del puente 1,5 m para garantizar el borde libre. Dicha recomendación aplica de igual manera al puente antiguo puesto que su fin es el de mitigar la generación de nuevas deficiencias ante crecidas como la que se destacó en la sección 5.5 del presente informe, por lo cual esto debería considerarse como parte de los trabajos de rehabilitación que requiere actualmente el puente. En el año 1995, mediante el decreto ejecutivo número 24084-C, publicado en la Gaceta Número 54 del año 1995, se estableció la condición patrimonial del puente. A pesar del avanzado estado deterioro estructural del puente aunado a su condición patrimonial, al momento de la realización de la inspección especial no se observó la presencia de señales que indiquen una restricción de carga o altura para los vehículos que circulan sobre el puente. Tampoco se observó la presencia de obstáculos que restrinjan el paso vehicular. El hecho de que la estructura continúe en operación implica un riesgo alto de colapso en caso de que llegue a circular un vehículo con una carga que supere la capacidad estructural de los elementos del puente, máxime conociendo que este requiere de reforzamiento. Recientemente, el 18 de marzo del 2024, en el diario oficial La Gaceta (2024), se publicó la declaratoria de desafectación de la condición de patrimonio histórico y arquitectónico al puente antiguo.



7. CONCLUSIONES

En la Tabla 7.1, se enlistan las principales deficiencias por elemento que fueron identificadas a través de la inspección especial del puente antiguo sobre el río Tempisque, en la ruta cantonal paralela a la Ruta nacional n.º 21. Asimismo, se presenta la condición resultante del elemento (CE) debido a esas deficiencias.

Tabla 7.1. Elementos con deficiencias y condición resultante del elemento

Elemento	Deficiencias observadas	Calificación de la condición del elemento (CE)
Tablero [40001]	Presencia de filtraciones severas, las cuales han ayudado a acelerar el deterioro de los elementos por debajo de estas.	Deficiente (4)
Elementos principales [41001]	Se detecta una cantidad significativa de elementos verticales de la cercha severamente deformados, los cuales pueden reducir la capacidad del puente	Falla inminente (6)
	Deterioro general en elementos principales producto de la presencia de corrosión severa	Alarmante (5)
Elementos secundarios [41002]	Deterioro general en elementos secundarios producto de la presencia de corrosión severa	Alarmante (5)
Aletones [50007]	Se detectó una grieta de gran extensión y con un espesor mayor a 1,0 mm, provocada por una posible inclinación	Alarmante (5)
Sistemas de protección hidráulica [60005]	Desbordamiento que ha ocurrido en el puente hasta rebalsar el nivel inferior de los elementos estructurales	Deficiente (4)

A partir de las deficiencias observadas en el puente, se le otorga una calificación de la condición global de Falla inminente (6). Lo anterior, corresponde a que este presenta un riesgo alto de colapso de la estructura debido a deficiencias severas extendidas en varios elementos estructurales primarios del puente, como se resaltaron en la Tabla 7.1.

Mediante una revisión documental realizada previo a la inspección del puente se observó que existen planos de rehabilitación del puente, elaborados en 1988, que indican la necesidad de reforzamiento de varios elementos estructurales para que el puente sea seguro para las cargas vehiculares vigentes para dicha época.



En cuanto a la situación hidráulica e hidrológica, se determina que el afloramiento rocoso ubicado aguas abajo del puente puede contribuir a efectos de remanso en el sitio del puente. Adicionalmente, existe evidencia de contacto entre el puente y el cauce durante crecientes de manera frecuente. Cualquier contacto entre un puente y el cauce ejerce fuerzas laterales sobre la estructura que pueden poner en riesgo su integridad estructural. Un colapso del puente antiguo durante una creciente puede generar una afectación adversa al puente de paso principal sobre la ruta nacional n°.21, porque sus restos serían arrastrados en dirección aguas abajo, hacia donde se encuentra el puente de paso principal.

Ante la situación previamente mencionada, se destaca que actualmente existe un estudio hidráulico/hidrológico, elaborado por Oreamuno (2020), el cual fue elaborado para el caso del puente que actualmente brinda el paso principal sobre el río Tempisque, en ruta nacional n°. 21. En este estudio se recomienda aumentar el nivel inferior del puente 1,5 m para garantizar el borde libre, la cual es igualmente aplicable al puente viejo pues este se encuentra de manera paralela y en el mismo nivel que el puente que actualmente brinda el paso vehicular en la zona.



8. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los responsables de la atención del puente por parte del MOPT y CONAVI, realizar las acciones mencionadas posteriormente para evitar el avance de las principales deficiencias observadas. Las recomendaciones se dividen en acciones por realizar de forma inmediata, en el corto y el mediano plazo, por cada elemento evaluado, o se coloca “general” para recomendaciones que no están asociadas a un elemento del puente.

8.1. Recomendaciones inmediatas:

Las recomendaciones por realizar de forma inmediata se incluyen en la Tabla 8.1. El periodo inmediato se recomienda que sea aproximadamente dentro los primeros 3 meses después de recibido este informe.

Estas recomendaciones deben ser evaluadas por los profesionales que la Administración asigne como responsables del mantenimiento y rehabilitación de la estructura. En caso de ser requerido se recomienda procurar la asesoría profesional específica en los aspectos que se mencionaron en los puntos anteriores.

Tabla 8.1. Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente de forma inmediata

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
General	Gestión del puente: Valorar el cierre del puente antiguo o restringir el paso de vehículos pesados por medio de elementos físicos colocados en los accesos al puente. Adicionalmente, se recomienda decidir entre rehabilitar la estructura existente para mejorar la capacidad de carga o sustituirla.	No aplica
	Si se decide sustituir la estructura, se recomienda demolerla y colocar un puente temporal que permita abrir al menos un carril adicional de tránsito, mientras se mantenga el cierre del puente La Amistad en ruta nacional n.º 18, lo cual abarca el periodo del 1ro de abril al 24 de julio del 2024 (MOPT, 2024).	



Tabla 8.1. Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente de forma inmediata (Cont.)

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
Situación hidráulica/hidrológica del puente:		
Sistemas de protección hidráulica [60005]	Establecer un plan de atención integral para la rehabilitación o sustitución del puente antiguo, considerando que en los meses de setiembre y octubre es el periodo en que se presentan las crecidas que ponen en riesgo el tránsito por la zona. Considerar dentro de dicho plan el costo en que incurren los usuarios según se plantee un cierre parcial o total de la vía indicados en el Informe EIC-Lanamme-INF-0587-2024	Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica (SIECA, 2016).

8.2. En el corto plazo:

Las recomendaciones por realizar en el corto plazo se incluyen en la Tabla 8.2. El periodo de corto plazo se recomienda que sea aproximadamente entre 3 meses y 12 meses después de recibido este informe.

Tabla 8.2. Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente en el corto plazo

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
General	Si se decide sustituir el puente, valorar la factibilidad de iniciar el proceso de contratación para diseñar y construir un nuevo puente paralelo al puente de paso principal.	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO, 2020).



Tabla 8.2. Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente en el corto plazo (Cont.)

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
Elementos principales [41001]	Programa de conservación: Si se decide rehabilitar el puente, realizar una evaluación estructural, hidráulica/hidrológica y una inspección detallada que permita determinar la capacidad de carga actual de los elementos principales de la superestructura. En el caso de que se detecten daños o deterioros adicionales a los ya mencionados en el presente informe, definir las medidas adicionales de intervención del elemento a partir de dicha evaluación.	The Manual for Bridge Evaluation (AASHTO, 2018). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO, 2020). Manual MCV-2015 (MOPT, 2015) – Sección 615: Reparación de puentes de acero

8.3. En el mediano plazo:

Las recomendaciones por realizar en el mediano plazo se incluyen en la Tabla 8.3. El periodo de mediano plazo se recomienda que sea aproximadamente entre 12 y 24 meses después de recibido este informe

Tabla 8.3. Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente en el mediano plazo

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
Aletones [50007]	Programa de rehabilitación: Si se decide rehabilitar el puente existente, o si se decide mantener los bastiones para un puente temporal, valorar la factibilidad de sellar la grieta que actualmente presente el bastión, y diseñar y construir elementos que mitiguen la posible causa de la inclinación detectada. En caso contrario, realizar la sustitución del bastión.	ACI 224.1R-07 Causes, Evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures (ACI, 2007). Manual MCV-2015 (MOPT, 2015) – Sección 619: Reparación de muros de contención y/o refuerzo.



Tabla 8.3. Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente en el mediano plazo (Cont.)

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
Elementos principales [41001] y Elementos secundarios [41002]	Programa de rehabilitación: En caso de que se decida conservar la estructura, realizar la contratación de la ejecución de las labores de rehabilitación necesarias en el puente para resguardar la seguridad de los usuarios y de la estructura.	Manual MCV-2015 (MOPT, 2015) – Sección 615: Reparación de puentes de acero mediante reposición y adición de elementos de acero.



9. REFERENCIAS

1. AASHTO (2018). *The Manual for Bridge Evaluation. 3th Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. AASHTO (2020). *LRFD Bridge Design Specifications. 9th Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., U.S.A.
3. ACI (2007). *Causes, Evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures*. American Concrete Institute. Committee 224. Farmington Hills, U.S.A.
4. La gaceta. (1995). Decreto ejecutivo N° 24084-C. Obtenido de: https://www.muniliberia.go.cr/muni/files/documents/134_672_declaratoriadelpuentedeguardia.pdf
5. La gaceta. (2024). Alcance n° 57 a la gaceta n° 51. Proyecto de ley: desafectación del régimen del patrimonio histórico y arquitectónico puente de Guardia de Liberia, Expediente N.º 24.186 Obtenido de: https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2024/03/18/ALCA57_18_03_2024.pdf
6. MOPT (1988). Rehabilitación del puente sobre el río Tempisque (Guardia). Versión: Planos de diseño de rehabilitación. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
7. MOPT. (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes_MCV-2015*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/847/Manual%20MCV-2015%20Oficial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. MOPT. (2020). *Manual de Puentes de Costa Rica – 2020_MP-2020*. Documento no publicado. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
9. MOPT (2023). Puente sobre río Tempisque Nuevo. Reporte de inspección inventario [PDF]. Sistema de Administración de Puentes. Dirección General de Vialidad, Ministerio de



Obras Públicas y Transportes, Costa Rica. Disponible, accediendo como usuario invitado o con usuario y contraseña en: https://saep.conavi.go.cr/SAEP_CONAVI_Web/login.faces [Consulta del catorce de marzo del 2024].

10. MOPT (2024). Rehabilitación de puente La Amistad inicia este 26 de febrero y cierre se dará el primero de abril. Publicación de Facebook del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Enlace a comunicado: https://www.facebook.com/photo/?fbid=713685514270555&set=a.190432066595905&locale=es_LA
11. Oreamuno, R. (2020). Estudio hidrológico e hidráulico del puente sobre el río Tempisque en la Ruta Nacional 21. Diseños Hidráulicos de Centroamérica (dhica).
12. SIECA (2016). *Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica*. Primera Edición. Secretaría de Integración Económica Centroamericana.
13. Sociedad para la Cooperación Internacional Alemana. (2020). Evaluación de riesgo de la infraestructura ante el cambio climático. Puente sobre Río Tempisque, Ruta 21, Liberia, Guanacaste. San José, Costa Rica.



ANEXO 1

Glosario



- **Calificación de la condición:** Es un indicador de desempeño que se utiliza como una herramienta para comunicar a los responsables de la Administración, las partes interesadas y los demás tomadores de decisiones sobre el estado de los elementos y componentes de los puentes y de los puentes de forma global y sobre aquellas estructuras que representan un peligro a la seguridad de los usuarios o a la continuidad del servicio brindado. Está directamente relacionada con los programas de intervención que pueden ser necesarios en los elementos y componentes de los puentes y en los puentes de forma global.
- **Conservación de puentes:** Son las acciones o estrategias que previenen, retrasan o reducen el deterioro de los puentes o de los componentes de puentes, restablecen la función de puentes existentes, mantienen a los puentes en buena condición y extienden su vida útil. Acciones de conservación efectivas de puentes son necesarias para retrasar la necesidad de costosas rehabilitaciones o acciones de sustitución, por medio de la aplicación de estrategias de conservación en los puentes mientras estos están en una condición satisfactoria, regular o deficiente (ver tabla B-1) y antes del comienzo de deterioro serio. Conservación de puentes incluye actividades de mantenimiento preventivo tanto cíclico como basado en la condición (FHWA, 2018).
- **Evaluación:** Es la determinación de la condición del puente a partir de las observaciones realizadas durante la inspección rutinaria con el fin de brindar una calificación.
- **Inspección de inventario:** Tiene como propósito obtener un registro de las características de gestión básicas del puente, tales como las dimensiones y características de los elementos de la superestructura, subestructura, los accesos y accesorios, las características funcionales, el registro fotográfico, los planos y otros aspectos relacionados con la ubicación y la documentación relacionada con el puente. Se realiza una vez y se repite únicamente si el puente es rehabilitado o sustituido (MP-2020 Tomo I).
- **Inspección rutinaria:** Consiste en realizar observaciones y mediciones en elementos estructurales y no estructurales, accesorios, aspectos hidrológicos-hidráulicos, aspectos



de seguridad vial, aspectos geotécnicos, aspectos sísmicos, accesos, entre otros. Se realiza para determinar la condición estructural y funcional del puente, para identificar cualquier cambio con respecto a la condición inicial del puente, inmediatamente después de construido o con respecto a la condición registrada en inspecciones anteriores, para determinar si la estructura satisface los requisitos vigentes de servicio y para determinar las necesidades de conservación y mejoramiento para los distintos elementos y componentes del puente y para el puente de forma global. Se realiza regularmente cada 2 años, a menos que la Administración justifique otro intervalo de inspección (MP-2020 Tomo I).

- **Inspección detallada:** Es una inspección que se realiza a profundidad (“close-up” como se conoce en inglés) y al alcance de la mano de un inspector (“hands on” como se conoce en inglés), de alguno o de la totalidad de los elementos del puente, que tiene como objetivo identificar cualquier deficiencia no detectable a través de los procedimientos de Inspección rutinaria o donde se necesite ahondar más en detalle en lo observado. Se requiere de técnicas, equipo, métodos de acceso y análisis especializados para asegurar o profundizar en la existencia, el tipo, la extensión, la severidad o la causa de las deficiencias (MP-2020 Tomo I).
- **Inspección de urgencia:** Inspección que se efectúa tras el acontecimiento de un desastre natural, accidente, evento extraordinario o colapso. Por la naturaleza urgente de este tipo de inspecciones, se realiza una inspección general de la estructura, con el fin de detectar algún problema estructural que pueda poner en peligro el puente o el paso por el mismo y que permita emitir un criterio sobre la condición del puente (CONAVI, 2015).
- **Inspección especial:** Inspección no programada usada para monitorear una deficiencia en particular ya conocida o de la cual se sospecha. Esta también puede ser usada para monitorear detalles especiales o características inusuales de un puente que no necesariamente tenga defectos (AASHTO, 2018).
- **Mantenimiento preventivo:** Es la estrategia planificada de tratamientos costo-efectivos a los elementos de un puente existente para extender su vida útil de servicio. Estas



actividades retardan futuros deterioros y evitan grandes gastos en rehabilitación o sustitución de puentes. Mantenimiento preventivo incluye actividades cíclicas o programadas y actividades basadas en la condición (FHWA, 2018).

- **Mantenimiento cíclico:** Actividades realizadas en un intervalo preestablecido y que buscan preservar las condiciones existentes de los componentes de un puente. La condición de los componentes no siempre es directamente mejorada como resultado de estas actividades, pero se espera que el deterioro sea retrasado (FHWA, 2018).
- **Mantenimiento basado en la condición:** Actividades realizadas en los componentes de un puente según sea necesario e identificado por medio del proceso de inspección de puentes. Este tipo de acciones mejora la condición de esa porción específica de los elementos, pero podría o no resultar en un incremento en su estado de condición (FHWA, 2018).
- **Mejoramiento de puentes:** Acción de intervención como parte de la gestión de puentes correspondiente a las actividades de rehabilitación o sustitución de puentes (MP-2020 Tomo I).
- **Principales deficiencias:** Aquellas deficiencias que se considera que representan un riesgo para los usuarios del puente.
- **Rehabilitación:** Involucra trabajos mayores requeridos para restablecer la integridad estructural de un puente, así como los trabajos necesarios para corregir la mayoría de defectos de seguridad. La rehabilitación no es considerada una tarea de conservación de puentes, pero se pueden combinar actividades de conservación en varios elementos mientras se lleva a cabo una rehabilitación. Estos proyectos requieren recursos significativos de ingeniería para el diseño, un extenso cronograma de ejecución, y un costo considerable (FHWA, 2018).
- **Sustitución:** Es el reemplazo total de un puente estructural o funcionalmente obsoleto, por medio de una estructura construida en el mismo corredor vial. La estructura de reemplazo deberá cumplir los estándares más actuales de geometría, estructurales y



constructivos, requeridos para los tipos y volumen proyectado de tránsito en el puente para su vida de diseño. Al igual que la rehabilitación, la sustitución no es considerada una actividad de conservación de puentes, y requiere recursos de ingeniería para el diseño, un sustancial y complejo cronograma de ejecución, y considerables costos. Costos de ciclo de vida y otros factores económicos deberán usualmente ser considerados cuando se sopesen ambas alternativas de rehabilitación y sustitución (FHWA, 2018).



Página intencionalmente dejada en blanco



ANEXO 2

Criterios para calificar la condición de los elementos evaluados en el puente



La calificación de la condición de los elementos de puente se realiza a partir de la severidad y extensión de las deficiencias observadas, de acuerdo con la metodología definida en el capítulo 8 y el Apéndice F del Manual de Puentes de Costa Rica 2020, Tomo I (conocido como MP-2020 Tomo I), el cual, está en proceso de aprobación y oficialización por parte del MOPT. El proceso de evaluación se realiza para los elementos del puente que fueron objeto de evaluación en la inspección especial con el siguiente procedimiento, el cual, no se encuentra dentro del alcance acreditado para la inspección especial:

1. Recopilación de información de deficiencias: Se recopila información de las deficiencias en los elementos del puente que fueron objeto de evaluación en la inspección especial, registrando el tipo, la severidad y la extensión de cada deficiencia observada.
2. Clasificación de los elementos de acuerdo con su función: Los elementos que fueron evaluados se clasifican en una de cuatro categorías, de acuerdo con la función que tengan en el sistema del puente y las posibles consecuencias de una deficiencia severa en el elemento. Esta clasificación define la calificación de condición máxima a la que puede llegar el elemento. Las categorías en las que se clasifican los elementos son las siguientes:

Categoría del elemento	Importancia relativa	Calificación de condición máxima
1- Elemento funcional secundario	1 (menor)	4 – Deficiente.
2- Elemento funcional primario	2	5 – Alarmante.
3- Elemento estructural secundario	3	5 – Alarmante.
4- Elemento estructural primario	4 (mayor)	6 – Falla inminente.

3. Clasificación de las deficiencias de acuerdo con el nivel de afectación a los elementos del puente: Las deficiencias que se observan en cada elemento se clasifican de acuerdo con el efecto que producen en el elemento donde se encuentren. Esta clasificación también determina la calificación de condición máxima que puede llegar a tener un elemento. Las categorías en las que se clasifican las deficiencias son las siguientes:



Categoría de la deficiencia	Importancia relativa	Calificación de condición máxima
1- Deficiencias que afectan la durabilidad del elemento	1 (menor)	4 – Deficiente
2- Deficiencias que pueden afectar la capacidad estructural u operativa del elemento	2 (mayor)	6 – Falla inminente

4. Calificación de la condición de cada deficiencia (Cd): Se asigna una calificación de condición a cada conjunto compuesto por severidad y extensión, teniendo en cuenta las dos clasificaciones que se definieron en los puntos 2 y 3 (función del elemento y efecto de la deficiencia) y la acción de intervención más recomendable para cada grado de daño de la deficiencia que se observó en un elemento particular. La extensión se puede categorizar en rangos, para determinar la calificación de la condición. En la Tabla B-1 se describe cada calificación de la condición y la acción de intervención recomendada a la que está relacionada.
5. Calificación de la condición de los elementos (CE): Para obtener la calificación de la condición de un elemento en particular, se comparan las calificaciones de condición obtenidas para todas las deficiencias que afectan a ese elemento, y se selecciona la calificación mayor. Esto se realiza para cada uno de los elementos del puente que fueron evaluados en la inspección especial.

En el informe de inspección especial no se busca obtener la calificación de la condición global del puente, sino, solamente de los elementos evaluados. Lo anterior, debido a que no se evalúan todos los elementos que componen el puente.



Tabla A2.1. Descripción de los niveles de calificación de la condición para elementos y programa de trabajo recomendado para su intervención

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	PROGRAMA DE TRABAJO RECOMENDADO PARA LA INTERVENCIÓN
1 SATISFACTORIA	Elementos sin deficiencias o con deficiencias leves que afectan únicamente la durabilidad del elemento. La estabilidad estructural y la seguridad vial están aseguradas.	- Mantenimiento cíclico de aspectos preestablecidos para el puente.
2 ACEPTABLE	Elementos con deterioros ligeros. Se observan deficiencias leves en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias moderadas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	- Mantenimiento cíclico de aspectos preestablecidos para el puente. - Mantenimiento basado en la condición de elementos aplica si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican como aceptables.
3 REGULAR	Deficiencias importantes, pero los componentes del puente aún funcionan de forma adecuada. Se observan deficiencias moderadas en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias significativas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	- Mantenimiento basado en la condición de elementos.
4 DEFICIENTE	Deficiencias serias, pero, que no llegan a comprometer la estabilidad del puente. Se observan deficiencias moderadas en elementos estructurales primarios o deficiencias significativas en elementos estructurales secundarios o elementos funcionales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa. O bien, se observan deficiencias severas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	- Mantenimiento basado en la condición de elementos. - Rehabilitación de elementos aplica si se considera que las acciones de mantenimiento no son efectivas para mejorar la condición del elemento, si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican como deficientes.
5 ALARMANTE	La estabilidad del puente podría estar comprometida en el corto plazo debido a deficiencias significativas en uno o varios elementos estructurales primarios del puente, o a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales secundarios o elementos funcionales.	- Rehabilitación de elementos. - Sustitución de elementos aplica si se considera que las acciones de rehabilitación no son efectivas para mejorar la condición de los elementos.
6 FALLA INMINENTE	Inestabilidad estructural del puente o de sus componentes. Riesgo alto de colapso de la estructura debido a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales primarios del puente. Daño irreversible que posiblemente requiera la sustitución del puente o al menos la sustitución de los elementos dañados.	- Sustitución de elementos. - Sustitución del puente aplica solo si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican con falla inminente.



ANEXO 3

Criterio de análisis hidráulico e hidrológico de los puentes sobre el río Tempisque, en ruta nacional n°.21



El memorando en relación al criterio de análisis hidráulico e hidrológico de los puentes sobre el río Tempisque, en ruta nacional n°. 21, se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/tpBYd1YAtgApQdF>