



# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0311-2022

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

PUENTE SOBRE RUTA DE TRAVESÍA N.º 10109  
RUTA DE TRAVESÍA N.º 10112



Preparado por:  
Unidad de Puentes  
Programa de Ingeniería Estructural



San José, Costa Rica  
08 de marzo, 2022



Página intencionalmente dejada en blanco



<b>1. Informe:</b> EIC-Lanamme-INF-0311-2022		<b>2. Versión n.º 1</b>
<b>3. Título y subtítulo:</b> INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL PUENTE SOBRE RUTA DE TRAVESÍA N.º 10109, RUTA DE TRAVESÍA N.º 10112		<b>4. Fecha del Informe</b> 08 de marzo de 2022
<b>5. Organización y dirección</b> 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		
<b>6. Palabras clave</b> 2022, Puentes red vial nacional, Informe de inspección especial, EIC-Lanamme-INF-0311-2022 Ruta de Travesía n.º 10112, Puente sobre Ruta de Travesía n.º 10109, Unidad de Puentes.		
<b>7. Información general</b> Este informe de inspección especial del puente sobre Ruta de Travesía n.º 10109 en la Ruta de Travesía n.º 10112, 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 al alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en <a href="http://www.eca.or.cr">www.eca.or.cr</a> . 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.		
<b>8. Inspección e informe por:</b> Inspector nivel I - Unidad de Puentes	<b>9. Inspección y revisión por:</b> Inspector nivel III - Unidad de Puentes	<b>10. Revisado y aprobado por:</b> Coordinador Unidad de Puentes y del Programa de Ingeniería Estructural
<b>11. Revisión legal por:</b> Asesor Legal LanammeUCR		



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0311-2022

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

Página 4 / 35

Página intencionalmente dejada en blanco



## RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta la *inspección especial* del puente sobre Ruta de Travesía n.º 10109, ubicado en el kilómetro 0,68 de la Ruta de Travesía n.º 10112.

En la Tabla R.1 se presenta la siguiente información: principales deficiencias identificadas en los elementos, la calificación de condición resultante del elemento y recomendaciones generales de intervención.

**Tabla R.1.** Principales deficiencias por elemento, *Calificación de la condición* del elemento (CE) y recomendaciones generales de intervención

Elemento	Deficiencia/s observadas	CE	Recomendación
Seguridad vial: Señalización de altura [30006]	Señalización de altura máxima inadecuada que puede propiciar la ocurrencia de accidentes por impacto a las superestructuras del puente.	4	Mantenimiento basado en la condición
Superestructura n.º 1b de vigas I de acero: Tablero [40001]	Agrietamiento en una dirección, delaminaciones y acero expuesto que pueden afectar la durabilidad del tablero de concreto.	3	Mantenimiento basado en la condición
Superestructura n.º 1ª de vigas de concreto reforzado: Vigas principales [40101]	Pérdida de recubrimiento y fractura del acero de refuerzo transversal por impacto, que puede afectar la durabilidad de los elementos de la superestructura y la integridad estructural del puente.	5	Rehabilitación



**Tabla R.1.** Principales deficiencias por elemento, *Calificación de la condición* del elemento (CE) y recomendaciones generales de intervención (cont.)

Elemento	Deficiencia/s observadas	CE	Recomendación
Superestructura n.º 1b de vigas I de acero: Vigas principales [40301]	Distorsión grave por impacto y conexiones falladas que pueden afectar la capacidad de carga y la durabilidad de las aceras del puente y puede aumentar riesgo de ocurrencia de un accidente de tránsito en la parte inferior del puente.	6	Sustitución



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	OBJETIVOS .....	10
3.	ALCANCE DEL INFORME .....	11
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE .....	12
5.	PRINCIPALES OBSERVACIONES .....	16
5.1.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: SEÑALIZACIÓN DE ALTURA, DEL COMPONENTE: SEGURIDAD VIAL.....	16
5.2.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: TABLERO, DEL COMPONENTE: SUPERESTRUCTURA N.º 1B DE VIGAS I DE ACERO .....	18
5.3.	DEFICIENCIAS EN LOS ELEMENTOS: VIGAS PRINCIPALES, DEL COMPONENTE: SUPERESTRUCTURA N.º 1A DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADO.....	19
5.4.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: VIGAS PRINCIPALES, DEL COMPONENTE: SUPERESTRUCTURA N.º 1B DE VIGAS I DE ACERO. ....	20
6.	CONCLUSIONES.....	22
7.	RECOMENDACIONES .....	23
7.1.	EN EL CORTO PLAZO:.....	23
7.2.	EN EL MEDIANO PLAZO:.....	24
8.	REFERENCIAS.....	26
	ANEXO 1 GLOSARIO .....	28
	ANEXO 2 CRITERIOS PARA CALIFICAR LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS EVALUADOS EN EL PUENTE.....	32



Página intencionalmente dejada en blanco





## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de *inspección especial* de puente sobre Ruta de Travesía n.º 10109 en la Ruta de travesía n.º 10112, 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.

La *inspección especial* corresponde a una inspección no programada para monitorear una deficiencia ya conocida o que se sospecha que se ha presentado en alguno de los elementos o componentes del puente (AASHTO, 2018). Esta también puede ser usada para monitorear detalles especiales o características inusuales de un puente que no necesariamente presenten deficiencias.

La *inspección especial* del puente se llevó a cabo el día 3 de febrero de 2022, a raíz de un accidente reportado en los medios de comunicación donde se informaba sobre el impacto de un vehículo a las vigas principales de la superestructura del puente.

A lo largo del documento, se presentan términos en *itálica* que están definidos en el Glosario incluido en el Anexo 1 de este informe.



## 2. OBJETIVOS

El objetivo general es efectuar una *inspección especial* para evaluar y presentar las deficiencias observadas en varios elementos estructurales y no estructurales del puente sobre Ruta de Travesía n.º 10109 en la Ruta de Travesía n.º 10112.

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 deficiencias, encontradas a partir de la visita al sitio, en distintos elementos del puente según se enlistan en el alcance de este informe.
- c) Proporcionar recomendaciones generales en el corto y mediano plazo, para la intervención de los elementos que presentan deficiencias en el puente evaluado, con base en su calificación de la condición.



### 3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de *inspección especial* en el Puente sobre Ruta de Travesía n.º 10109 en la Ruta de Travesía n.º 10112 se realizó a raíz de la afectación evidente que existe en las vigas principales de acero como resultado de una colisión vehicular, lo cual puede perjudicar la seguridad de los usuarios o inclusive la integridad estructural del puente.

En sitio, se realizó una inspección visual de todos los elementos accesibles del puente, sin embargo, el presente informe se limitó a reportar las principales deficiencias identificadas en los siguientes elementos:

- Elementos pertenecientes al componente Seguridad Vial [300]:
  - Señalización de altura [30006].
- Elementos pertenecientes al componente Superestructura n.º 1b (Tablero) [400]:
  - Tablero [40001].
- Elementos pertenecientes al componente Superestructura n.º 1a (Vigas de concreto reforzado) [401]:
  - Vigas principales [40101].
- Elementos pertenecientes al componente Superestructura n.º 1b (Vigas I de acero) [403]:
  - Vigas principales [40301].

El informe no contempla la revisión de información relevante incluida en los planos de diseño y construcción del puente, ya que dicha documentación no estaba disponible. Tampoco se dispuso de los formularios de inspección de inventario o inspección rutinaria del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes ya que este puente no ha sido inspeccionado.

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](http://www.eca.or.cr).



#### 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

<b>Ubicación</b>	Provincia, Cantón, Distrito	San José, San José, Carmen
	Coordenadas (WGS84)	-84°04'25"N de latitud / 09°56'07"O de longitud
	Vía que cruza	Ruta de Travesía n.º 10109 (Calle 11)
<b>Ruta Nacional en la que se ubica el puente</b>	Número de ruta	Ruta de Travesía n.º 10112 (Avenida 3)
	Kilómetro de ubicación	0.680
	Tipo de ruta	De travesía
	Sección de control	1-1
<b>Características básicas del puente</b>	Longitud (m)	8.8 m
	Tipo/s de superestructura/s	Superestructura n.º 1a de vigas de concreto Superestructura n.º 1b y 1c de vigas I de acero
	Número de tramos	1
	Año de construcción	1890-1910
	Cantidad de bastiones y pilas	2 bastiones
	Tipo de bastiones	Bastión n.º 1, tipo voladizo de concreto. Bastión n.º 2, tipo voladizo de concreto.
	Tipo de pilas	No posee
	Tipo de apoyos en bastiones	Bastión n.º 1: apoyo integral Bastión n.º 2: apoyo integral
	Tipo de apoyos en pilas	No posee
	Tipo de cimentación en bastiones y pilas	No disponible

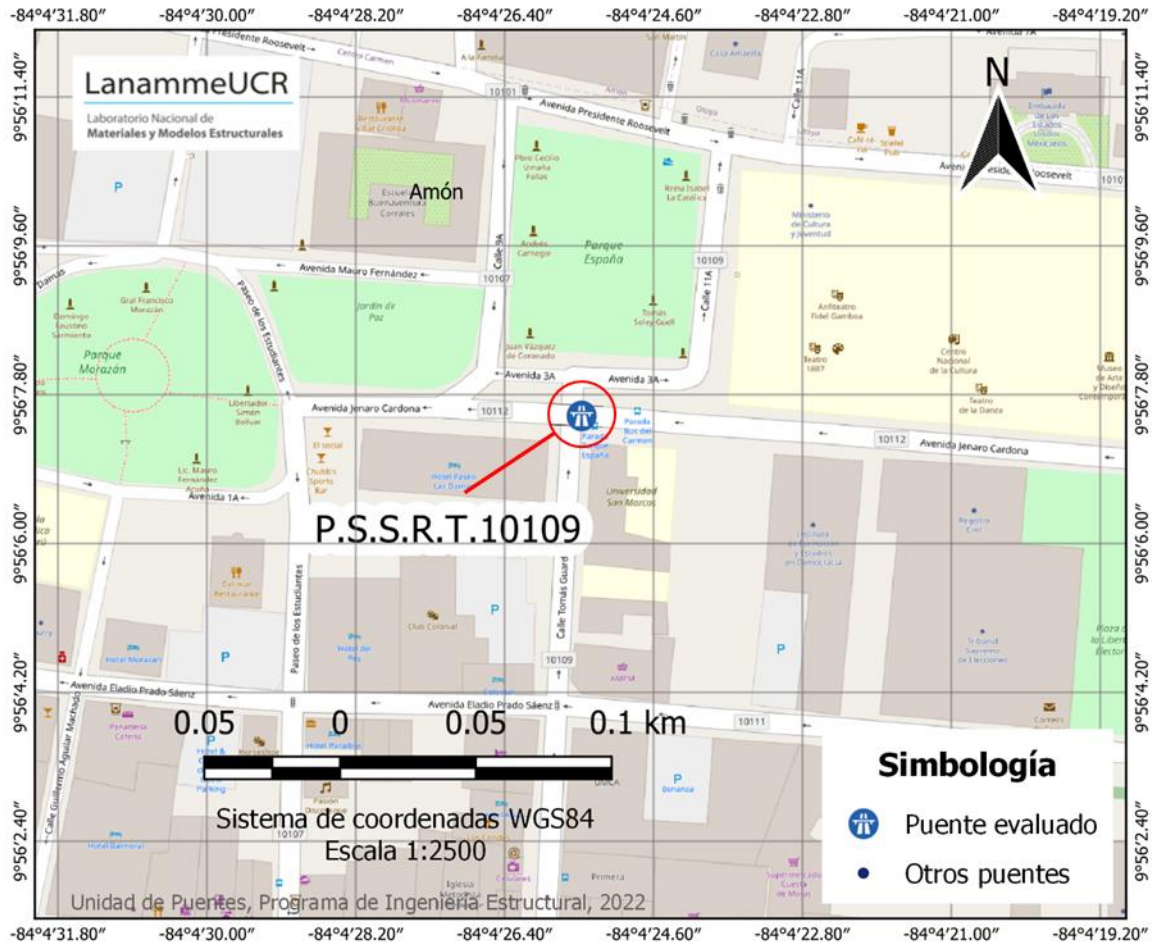


Figura 4.1. Ubicación geográfica del puente (Adaptado de Open Street Maps, 2022)

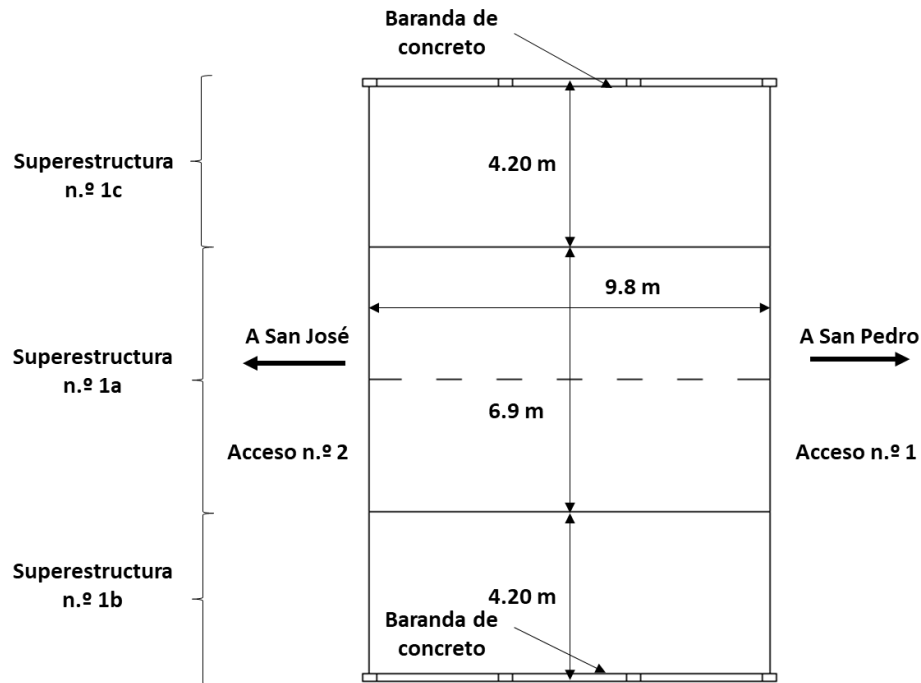




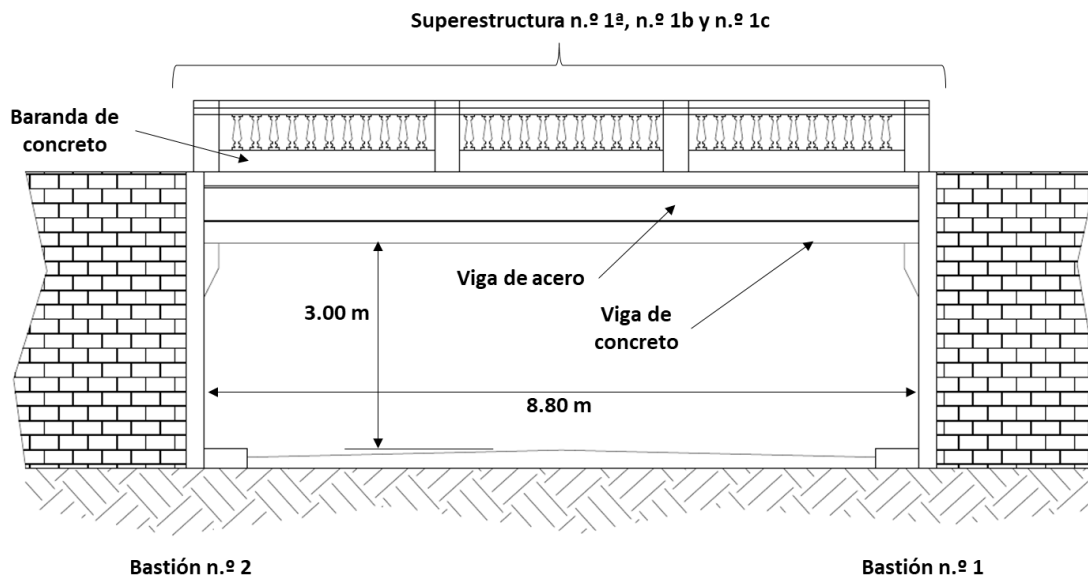
**Figura 4.2.** Vista a lo largo de la línea de centro del puente hacia San José



**Figura 4.3.** Vista lateral del costado sur del puente



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación

**Figura 4.4.** Identificación utilizada para el puente, la cual fue asignada en sitio por no poseer planos o inspecciones previas.



## 5. PRINCIPALES OBSERVACIONES

### 5.1. Deficiencias en el elemento: Señalización de altura, del componente: Seguridad vial

En la Tabla 5.1, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Señalización de altura, del componente: Seguridad vial

**Tabla 5.1** Deficiencias identificadas en el elemento: Señalización de altura, del componente: Seguridad vial

Elemento/s	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Señalización de altura	Señalización de altura máxima	Deficiente (4)

#### Observaciones

En el acceso sur del puente se observan elementos impactados (ver fotografías de esta tabla), lo que es evidencia de que la altura libre es insuficiente para el tipo de vehículo que transita en la zona y que la señalización existente de altura máxima no es adecuada. La altura libre medida en sitio es de 3,0 m, lo que es menor a lo recomendado, de 5,5 m (SIECA, 2011).

Es importante tomar en cuenta que el puente sí posee señalización en buen estado de altura máxima al lado derecho e izquierdo de la ruta de paso inferior (ver fotografías de esta tabla), sin embargo, esta señalización se encuentra ubicada a una distancia aproximada de 60 m del puente, lo que no es acorde con lo indicado en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, donde se indica que en toda estructura cuya altura libre sea menor a 3.80 m se debe colocar una señal de restricción de dimensiones en el punto donde inicia la restricción de altura (SIECA, 2014). En el caso del puente en cuestión, la señalización ubicada en el punto donde inicia la restricción de altura es ilegible (ver fotografías de esta tabla).

De no colocarse una señalización de altura adecuada, pueden seguir ocurriendo accidentes como el descrito en este informe.





### Evidencia fotográfica





## 5.2. Deficiencias en el elemento: Tablero, del componente: Superestructura n.º 1b de vigas I de acero

En la Tabla 5.2, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Tablero, del componente: Superestructura n.º 1b de vigas I de acero

**Tabla 5.2** Deficiencias identificadas en el elemento: Tablero, del componente: superestructura n.º 1b de vigas I de acero

Elemento/s	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Tablero	Agrietamiento en una dirección, delaminaciones, acero expuesto	Regular (3)

### Observaciones

En aproximadamente un 30 % del tablero se observa agrietamiento en una dirección de ancho moderado (entre 0,3 mm y 1,0 mm) sin sellar, lo que ha provocado delaminaciones en aproximadamente 5 % del tablero de la superestructura n.º 1b, que son aproximadamente menores a 25 mm de profundidad y 150 mm de ancho. A raíz de las delaminaciones, en aproximadamente 5 % del área del tablero de la superestructura n.º 1b se observa acero de refuerzo expuesto y oxidado, pero sin pérdida de sección medible.

Las deficiencias descritas en esta tabla no se considera que estén asociadas al aparente impacto vehicular expuesto en el inciso 5.4 del presente informe. Aun así, de no atenderse oportunamente, el deterioro puede aumentar y producir pérdidas de sección del área de acero de refuerzo expuesto, lo que afectaría la durabilidad del tablero.

### Evidencia fotográfica







### 5.3. Deficiencias en los elementos: Vigas Principales, del componente: Superestructura n.º 1a de vigas de concreto reforzado

En la Tabla 5.3, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Vigas principales, del componente: Superestructura n.º 1a de vigas de concreto reforzado.

**Tabla 5.3** Deficiencias identificadas en el elemento: vigas principales, del componente: superestructura n.º 1a de vigas de concreto reforzado

Elemento/s	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Vigas principales	Impacto, corrosión	Alarmante (5)

#### Observaciones

En aproximadamente el 65% de las vigas principales de concreto (compuestas con perfiles de acero) se observa pérdida de recubrimiento por impacto, y en aproximadamente el 5% el deterioro por impacto ha afectado el acero de refuerzo, donde inclusive se observaron aros de refuerzo de acero fracturados (ver fotografía izquierda de esta tabla).

Sumado a lo anterior, se observó corrosión en los perfiles de acero embebidos en la sección de concreto, que se encuentran expuestos y con pérdida de sección medible (ver fotografía derecha de esta tabla).

Estas deficiencias pueden afectar la durabilidad de los elementos de la superestructura, e inclusive, si no llegan a atenderse oportunamente, podría verse afectada la integridad estructural del puente.

#### Evidencia fotográfica





#### 5.4. Deficiencias en el elemento: Vigas Principales, del componente: Superestructura n.º 1b de vigas I de acero.

En la Tabla 5.4, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: Vigas Principales del componente: Superestructura n.º 1b de vigas I de acero.

**Tabla 5.4** Deficiencias identificadas en el elemento: Vigas principales, del componente: superestructura n.º 1b de vigas I de acero

Elemento/s	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Vigas principales	Impacto, conexiones	Falla inminente (6)

#### Observaciones

En aproximadamente el 50% de las vigas de acero se observa distorsión grave por impacto. Esto es evidente por la inclinación que presentan las vigas de acero de la superestructura n.º 1b (ver fotografías). Sumado a lo anterior, en el 50% de los elementos principales se observa que las conexiones al cabezal del bastión han fallado o la falla es inminente, posiblemente debido al aparente impacto mencionado. Esta situación provocó que se cerrara el paso vehicular bajo la estructura (Calle 11), pero se mantiene abierto al paso peatonal

En los registros fotográficos consultados de 1910 (Cartín, 2016), tomada desde el costado norte del puente, no se observó que existiera la superestructura n.º 1c, por lo que es posible que haya sido añadida al puente durante la ampliación de aceras realizada al Paseo de Las Damas (nombre coloquial de la Ruta de Travesía n.º 10112), en el año 2008 (Aguilar, 2008) y posiblemente lo mismo sucedió con la superestructura n.º 1b. De ser así, las vigas I de acero de las superestructuras n.º 1b y 1c darían soporte a la zona del puente correspondiente únicamente a las aceras, lo cual pudo evidenciarse in situ por las vibraciones sensibles con el tránsito peatonal solo en la acera de la zona afectada.

Estas deficiencias pueden afectar la capacidad de carga y la durabilidad de las aceras del puente y puede aumentar riesgo de ocurrencia de un accidente vial en la parte inferior del puente.



### Evidencia fotográfica





## 6. CONCLUSIONES

En la Tabla 6.1 se enlistan las distintas deficiencias por elemento que fueron identificadas a través de la *inspección especial* del puente sobre la Ruta de Travesía n.º 10109 en la Ruta de Travesía n.º 10112. Asimismo, se presenta la condición resultante del elemento (CE) debido a esas deficiencias.

**Tabla 6.1.** Deficiencias y calificación de la condición resultante de los elementos

Elemento	Deficiencia/s observadas	Calificación de la condición del elemento (CE)
Seguridad vial: Señalización de altura [30006]	Señalización de altura máxima inadecuada que puede propiciar la ocurrencia de accidentes por impacto a las superestructuras del puente.	<b>Deficiente (4)</b>
Superestructura n.º 1b de vigas I de acero: Tablero [40001]	Agrietamiento en una dirección, delaminaciones y acero expuesto que pueden afectar la durabilidad del tablero de concreto.	<b>Regular (3)</b>
Superestructura n.º 1ª de vigas de concreto reforzado: Vigas principales [40101]	Pérdida de recubrimiento y fractura de acero de refuerzo transversal por impacto que puede afectar la durabilidad de los elementos de la superestructura y la integridad estructural del puente.	<b>Alarmante (5)</b>
Superestructura n.º 1b de vigas I de acero: Vigas principales [40301]	Distorsión grave por impacto y conexiones falladas que pueden afectar la capacidad de carga y la durabilidad de las aceras del puente y puede aumentar riesgo de ocurrencia de un accidente vial en la parte inferior del puente.	<b>Falla inminente (6)</b>





## 7. RECOMENDACIONES

Teniendo en consideración las principales observaciones que son presentadas en el informe, se recomienda a los responsables de la atención del puente en el MOPT y CONAVI, realizar las siguientes acciones para evitar el avance de las deficiencias observadas. Las recomendaciones se dividen en acciones por realizar en el corto y mediano plazo, por cada elemento evaluado en este informe o se coloca “general” para recomendaciones que no están asociadas a un elemento del puente.

### 7.1. En el corto plazo:

Las recomendaciones por realizar en el corto plazo se incluyen en la Tabla 7.1.

**Tabla 7.1.** Recomendaciones en el corto plazo y publicaciones sugeridas

Elemento	Recomendación	Publicación sugerida
	<b>Programa de conservación:</b>	
Seguridad vial	<p>Por seguridad de los usuarios, cerrar parcial o totalmente la zona del tablero de la superestructura n.º 1b que da soporte a la acera superior y fue afectada por aparente impacto, mientras se realizan las recomendaciones enlistadas en la Tabla 7.2 de este informe.</p> <p>Asimismo, se recomienda continuar con el cierre observado en la calle 11 (Ruta de travesía 10109), en los accesos inferiores del puente. Valorar si se requiere incluir en el cierre las aceras, debido a la inestabilidad observada en sitio por la condición de las conexiones de las vigas I de acero al cabezal de los bastiones.</p>	No aplica



**Tabla 7.1.** Recomendaciones en el corto plazo y publicaciones sugeridas

<b>Programa de conservación:</b>		
Seguridad vial: Señalización de altura [30006]	Señalizar adecuadamente el puente para evitar accidentes futuros por colisión de vehículos con las superestructuras del puente, en ambos accesos.  De ser necesario, se puede considerar incluir antes del puente un dispositivo que permita restringir vehículos de altura superior a la permitida por el paso inferior del puente.	Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA, 2014).

## 7.2. En el mediano plazo:

Las recomendaciones por realizar en el mediano plazo se incluyen en la Tabla 7.2.

**Tabla 7.2.** Recomendaciones en el mediano plazo y publicaciones sugeridas

<b>Elemento</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Publicación sugerida</b>
Superestructura n.º 1b de vigas I de acero: Vigas principales. [40301]	<b>Evaluación estructural:</b>  Realizar una evaluación estructural del puente, enfocándose en la zona afectada por impacto de las vigas I de acero superestructura n.º 1b, para sustituir estos elementos.	The Manual for Bridge Evaluation (AASHTO, 2018) – Sección 6 relacionada con las evaluaciones de capacidad de carga.
	<b>Programa de mejoramiento:</b>  Diseñar e implementar la solución requerida producto de la evaluación estructural para la sustitución de las vigas I de acero de la superestructura n.º 1b. Esta mejora debe incluir las de las conexiones de los nuevos elementos a la viga cabezal del bastión.	Manual MCV-2015 (MOPT, 2015) – Sección 615 relacionada con reparación de puentes de acero mediante reposición y adición de elementos de acero





**Tabla 7.2.** Recomendaciones en el mediano plazo y publicaciones sugeridas (cont.)

Elemento	Recomendación	Publicación sugerida
Superestructura n.º 1b de vigas I de acero: Tablero [40001]	<b>Programa de conservación:</b> Reparar el agrietamiento en el tablero de concreto, especialmente en zonas donde el acero de refuerzo se encuentra expuesto a la intemperie.	Manual MCV-2015 (MOPT, 2015) – Sección 606 relacionada con limpieza y sellado de grietas en elementos de concreto en puentes.
Superestructura n.º 1a de vigas de concreto reforzado: Vigas principales [40101]	<b>Programa de conservación:</b> Reparar las vigas de concreto reforzado en las zonas donde se ha perdido el recubrimiento del acero de refuerzo y de los perfiles embebidos de concreto. Se podría considerar el encamisado con concreto como una de las opciones de reparación.	Manual MCV-2015 (MOPT, 2015) – Secciones 607 relacionada con reparación superficial de elementos de concreto en puentes y 608 relacionada con reparación de concreto con corrosión en acero de refuerzo de puentes.

Estas recomendaciones se asumen que serán 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.



## 8. REFERENCIAS

1. AASHTO (2018). *The Manual for Bridge Evaluation. 3th Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. Aguilar, Y. (2008). *Se inicia ampliación en Paseo Los Damas*. Periódico Al Día. Disponible en: [http://www.aldia.cr/ad\\_ee/2008/julio/25/nacionales1634813.html](http://www.aldia.cr/ad_ee/2008/julio/25/nacionales1634813.html).
3. Cartín, M (2016). *Paseo Avenida las Damas, 1851-1900, San José (Avenida Tercera)*. *Mi Costa Rica de antaño*. Disponible en: <https://micostaricadeantano.com/2016/07/30/paseo-las-damas/>.
4. CONAVI (2015). *Actualización del Inventario técnico de los puentes de la Red Vial Nacional por medio del Sistema de Administración de Estructuras de Puente (SAEP)*. Consejo Nacional de Vialidad, San José, Costa Rica.
5. 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: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/232>.
6. MOPT. (2020b). *Manual de Puentes de Costa Rica – 2020\_MP-2020*. Documento no publicado. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
7. SIECA. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana.
8. SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial*. Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana.



Página intencionalmente dejada en blanco



# 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).
- **Rehabilitación:** Involucra trabajos mayores requeridos para restablecer la integridad estructural de un puente, así como los trabajos necesarios para corregir la mayoría de los 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).



## 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento cíclico de aspectos preestablecidos para el puente.</li> </ul>
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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento cíclico de aspectos preestablecidos para el puente.</li> <li>- 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.</li> </ul>
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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento basado en la condición de elementos.</li> </ul>
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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento basado en la condición de elementos.</li> <li>- 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.</li> </ul>
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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rehabilitación de elementos.</li> <li>- Sustitución de elementos aplica si se considera que las acciones de rehabilitación no son efectivas para mejorar la condición de los elementos.</li> </ul>
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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución de elementos.</li> <li>- 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.</li> </ul>