



## Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0246-2021

### INFORME DE INSPECCIÓN RUTINARIA

### PUENTE SOBRE EL RÍO SEGUNDO RUTA NACIONAL N.º 27



Preparado por:  
Unidad de Puentes  
Programa de Ingeniería Estructural



San José, Costa Rica  
17 de diciembre, 2021



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0246-2021

Código: RC-444 – Vers.: 12 - vigente desde 15/12/2021

Página 2 / 57

Página intencionalmente dejada en blanco



<b>1. Informe:</b> EIC-Lanamme-INF-0246-2021		<b>2. Versión n.º</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> INFORME DE INSPECCIÓN RUTINARIA DEL PUENTE SOBRE EL RÍO SEGUNDO EN RUTA NACIONAL N.º 27		<b>4. Fecha del Informe</b> 17 de diciembre 2021
<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> 2021, Puentes red vial en concesión, Informe de inspección, EIC-Lanamme-INF-0246-2021, Río Segundo, Ruta Nacional n.º 27, Unidad de Puentes.		
<b>7. Información general</b> Este informe de inspección rutinaria del puente sobre el río Segundo en la Ruta Nacional n.º 27, 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 8114. Esta inspección se desarrolló de acuerdo con el 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 parcial de este documento sin la autorización del director del LanammeUCR. La firma n.º 12 no se encuentra dentro del proceso de acreditación.		
<b>9. Inspección e informe por:</b> Ing. Andrés González León Inspector nivel 2 - Unidad de Puentes	<b>10. Inspección y revisión por:</b> Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Inspector nivel 3 - Unidad de Puentes	<b>11. Revisado y aprobado por:</b> Ing. Rolando Castillo Barahona Coordinador Unidad de Puentes y del Programa de Ingeniería Estructural
<b>12. Revisión legal por:</b> Licda. Nidia Segura Jiménez Asesor Legal LanammeUCR		



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0246-2021

Código: RC-444 – Vers.: 12 - vigente desde 15/12/2021

Página 4 / 57

Página intencionalmente dejada en blanco



## RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta la *inspección rutinaria* del puente sobre el Río Segundo, ubicado en el kilómetro 18,280 de la Ruta Nacional n.º 27.

En la Tabla R.1 se muestran la siguiente información: deficiencias principales encontradas, *calificación de la condición* de los elementos (CE), *calificación de la condición* de los componentes (CC), calificación de la condición global del puente y recomendaciones del programa de intervención o de evaluaciones adicionales para la atención del puente y sus distintos elementos.

**Tabla R.1.** *Calificación de la condición global del puente, componentes, elementos y principales recomendaciones de intervención.*

CP				Recomendación programa de intervención por condición global del puente	
Regular (3)				Mantenimiento basado en la condición	
Componente	CC	Elemento	CE	Deficiencias	Recomendación programa de intervención o evaluación
Accesorios [100]	2	Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	2	• Condición del sistema de drenaje del tablero (salida)	Mantenimiento basado en la condición
Accesos [200]	2	Rellenos de aproximación [20003]	2	• Transición entre acceso y puente	Mantenimiento basado en la condición
Subestructura [500]	3	Cuerpo de bastiones [50004]	3	• Erosión de taludes • Corrosión • Descascaramiento • Efectividad de la protección	Mantenimiento basado en la condición
Sistema de protección [600]	3	Sistemas de protección hidráulica [60005]	3	• Sistemas de protección contra la socavación	Mantenimiento basado en la condición



Página intencionalmente dejada en blanco



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	OBJETIVOS .....	10
3.	ALCANCE DEL INFORME .....	10
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE .....	11
5.	EVALUACIÓN DEL GRADO DE DAÑO DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE DE ACUERDO CON EL MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DEL MOPT ....	16
6.	CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS Y COMPONENTES DEL PUENTE DE ACUERDO CON EL MP-2020.....	16
7.	CONCLUSIONES.....	23
8.	RECOMENDACIONES .....	24
9.	REFERENCIAS.....	28
	APÉNDICE A FORMULARIOS DE <i>INSPECCIÓN RUTINARIA</i> SEGÚN MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DEL MOPT (2007) .....	30
	APÉNDICE B FORMULARIOS DE <i>INSPECCIÓN RUTINARIA</i> SEGÚN EL MANUAL DE PUENTES MP-2020 .....	37
	ANEXO 1 GLOSARIO .....	49
	ANEXO 2 CRITERIOS PARA CALIFICAR LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS Y COMPONENTES DEL PUENTE Y DEL PUENTE DE FORMA GLOBAL.....	53



Página intencionalmente dejada en blanco





## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación del puente sobre el río Segundo en la Ruta Nacional n.º 27, es un producto del programa de inspecciones de puentes en servicio de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR y se realiza en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según se indica en el artículo 6 de la Ley 8114.

Este programa tiene como objetivo evaluar el grado de daño de los elementos de los puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional a partir de su inspección rutinaria, utilizando criterios definidos en el Manual de Puentes de Costa Rica 2020 Tomo I (en proceso de aprobación y oficialización por parte del MOPT), el Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) y su actualización (MOPT, 2014). Adicionalmente, en este informe se brinda una calificación de la condición estructural y funcional de los puentes, según los procedimientos establecidos en el Manual de Puentes de Costa Rica MP-2020 Tomo I. Con esta información se hace la recomendación de un programa de conservación o a un programa de mejoramiento para incluir los puentes, además se puede priorizar la intervención de los puentes dentro de estos programas y realizar una estimación preliminar de los costos de intervención en cada programa.

La inspección rutinaria del puente se realizó el día 27 de octubre de 2021.



## 2. OBJETIVOS

- a) Efectuar una inspección rutinaria de todos los componentes y elementos, estructurales y no estructurales del puente para determinar el grado de daño correspondiente de acuerdo con los criterios del Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) y su actualización (MOPT, 2014).
- b) Calificar la condición global del puente, de los componentes y los elementos estructurales, no estructurales y de seguridad vial, según los procedimientos establecidos en el Manual de Puentes de Costa Rica MP-2020, Tomo I (el cual, está en proceso de oficialización por parte del Ministerio de Obras Públicas y transportes [MOPT])
- c) Recomendar programas de trabajo para realizar acciones de intervención para elementos y componentes del puente evaluado y para el puente de forma global, con base en su calificación de la condición.

## 3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de inspección rutinaria, presenta los resultados de la evaluación del grado de daño basado en una inspección visual en sitio, utilizando los criterios establecidos en el en el del Manual de Puentes de Costa Rica 2020 Tomo I (denominado de aquí en adelante como MP-2020 Tomo I), Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) y su actualización (MOPT, 2014). La inspección realizada se encuentra dentro del alcance de la acreditación n.º OI-045, alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr).

En este informe no se incluyen los formularios de inspección de inventario del puente evaluado, debido a que ya se encuentran incluidos en la herramienta informática del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).

Adicionalmente, se incluyen los datos recopilados en la inspección rutinaria según la metodología del Apéndice B del MP-2020 Tomo I. Estos datos permiten obtener la calificación de la condición de los componentes y los elementos del puente (ver sección 6 de este informe),



utilizando la metodología descrita en el Anexo 2 de este informe, la cual está basada en el Capítulo 8 y el Apéndice F del MP-2020 Tomo I, que resulta también en la calificación de la condición global del puente.

Con la calificación de la condición, es posible recomendar programas de trabajo que se pueden realizar dentro de un sistema de gestión de puentes, para realizar acciones de intervención que puedan mantener o mejorar la condición de conservación de forma puntual para los elementos o de forma global para el puente.

Si se considera necesario, se utilizan los planos del puente (si es que están disponibles) como referencia para complementar las dimensiones y otros datos para la inspección de inventario de los puentes, ya que en muchas ocasiones el inspector no tiene acceso físico y/o visual a algunos componentes del puente. La información de planos es una guía para el proceso de inspección rutinaria, pero no es determinante para establecer el grado de daño y la calificación de condición de cada puente, pues estos solo pueden establecerse a partir de la información que se recolecta y verifica en el sitio.

#### 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE

En esta sección se realiza una descripción general del puente evaluado al mostrar los principales datos de inventario, obtenidos en su mayoría de la herramienta informática SAEP del MOPT / CONAVI.

**Tabla 4.1.** Características básicas de ubicación del puente y de la ruta a la que pertenece.

<b>Ubicación</b>	Provincia, Cantón, Distrito	Alajuela, Alajuela, San Rafael
	Coordenadas (DMS.s) WGS84	9°57'34,92" N de latitud / 84°14'50,14" O de longitud
	Río que cruza	Río Segundo
<b>Ruta Nacional en la que se ubica el puente</b>	Número de ruta	27
	Kilómetro de ubicación	18,280
	Tipo de ruta	Primaria
	Sección de control	21430



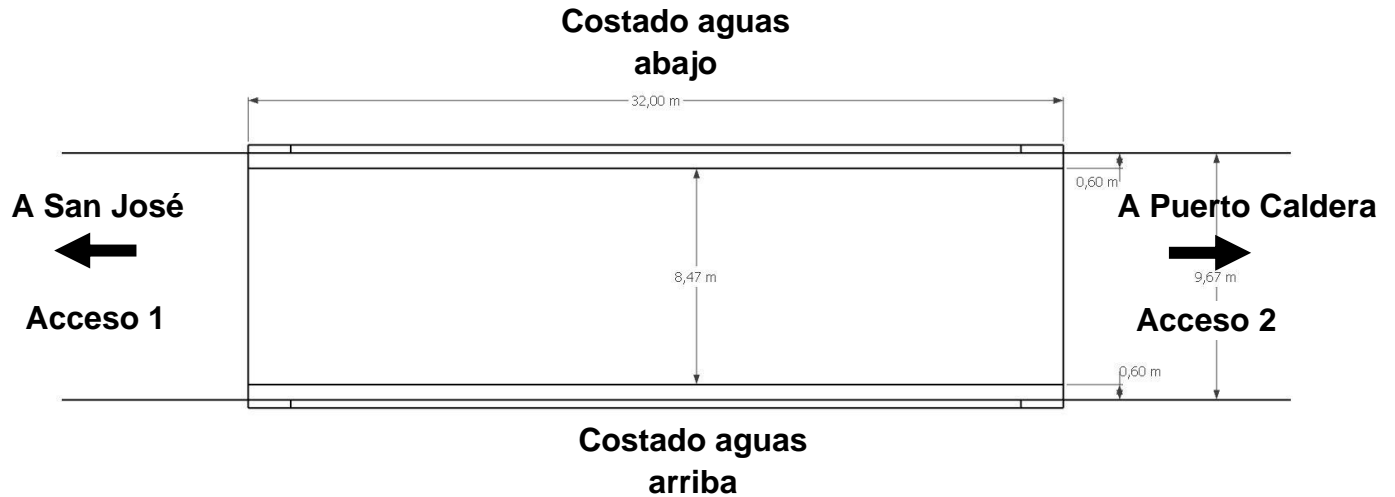
**Figura 4.1.** Ubicación geográfica del puente.  
(Adaptado de Open Street Maps, 2021).



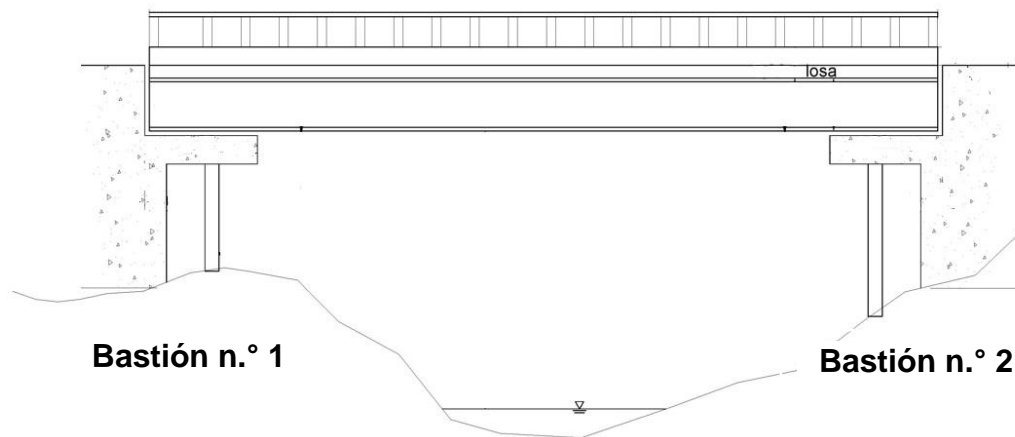
**Figura 4.2.** Vista a lo largo de la línea de centro (Vista hacia Puerto Caldera).



**Figura 4.3.** Vista lateral (costado aguas abajo)



(a) Vista en planta



(b) Elevación

**Figura 4.4.** Identificación utilizada para el puente sobre el río Segundo, la cual coincide con la que se utiliza en la herramienta informática SAEP del MOPT / CONAVI (Modificado de CONAVI, 2017).



**Tabla 4.2.** Características básicas del puente.

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente		
	Longitud total (m)	33,50		
	Ancho total (m)	10,26		
	Ancho de calzada (m)	8,50		
	Número de tramos	1		
	Alineación del puente	Recto		
	Número de carriles	2		
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	1		
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura n.º1, tipo viga con elementos principales tipo I de acero autopatinable		
	Tipo de tablero	Losas de concreto reforzado		
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión n.º1: apoyo elastomérico fijo Bastión n.º2: apoyo elastomérico fijo		
	Número de elementos	2		
<b>Subestructura</b>	Tipo de bastiones	Bastión n.º 1, tipo cabezal sobre pilotes de acero Bastión n.º 2, tipo cabezal sobre pilotes de acero		
	Tipo de cimentación	Bastión n.º1: profunda Bastión n.º2: profunda		
	Planos disponibles	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> De diseño <input type="checkbox"/> Como quedó construido ("As-Built") <input type="checkbox"/> De rehabilitación / reforzamiento / ampliación	<input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos <input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos <input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos
<b>Diseño y construcción</b>	Año de diseño	No se tiene información		
	Año de construcción	No se tiene información		
	Especificación de diseño original	No se tiene información		
	Carga viva de diseño original	No se tiene información		
	Año de reforzamiento/rehabilitación	2010		
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información		
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	HS20-44+25%		



## 5. EVALUACIÓN DEL GRADO DE DAÑO DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE DE ACUERDO CON EL MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DEL MOPT

La información de la inspección rutinaria, se utiliza para evaluar el grado de daño de los elementos del puente inspeccionado y así actualizar la información de la inspección rutinaria del puente en la herramienta informática SAEP.

La evaluación del grado de daño se realiza en los formularios de inspección rutinaria del Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007), los cuales se pueden encontrar en el Apéndice A de este informe.

## 6. CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS Y COMPONENTES DEL PUENTE DE ACUERDO CON EL MP-2020

La *calificación de la condición* se presenta para 7 componentes (CC): [100] Accesorios, [200] Accesos, [300] Seguridad vial, [400] Superestructura: Tablero, [401] a [412] Superestructura (los códigos de la superestructura varían de acuerdo con el tipo de superestructura), [500] Subestructura y [600] Elementos de protección sísmica e hidráulica.

La *calificación de la condición* de los componentes (CC) se obtiene a partir de la *calificación de la condición* de los elementos (CE) del puente. La *calificación de la condición* de los elementos (CE) está asociada a las deficiencias principales observadas.

En la tabla 6.1 se muestra la *calificación de la condición* de los elementos (CE), la *calificación de la condición* de los componentes (CC) y el programa de intervención recomendado para cada elemento, que se asigna de acuerdo con su *calificación de la condición* (CE).

Las fotografías de inspección se pueden encontrar en los formularios de *inspección rutinaria* del Apéndice A, realizados de acuerdo con la metodología del Manual de Inspección de puentes del MOPT (2007) y su actualización (MOPT, 2014). La numeración de fotografías a la que se hace referencia en el texto de esta sección del informe es la misma que aparece en los formularios respectivos del Apéndice A.

Si se requieren mayores detalles relacionados con la severidad y extensión de las deficiencias, se recomienda consultar los formularios de *inspección rutinaria* del Apéndice B de este informe, y que son realizados de acuerdo con el Apéndice B del MP-2020 Tomo I.





**Tabla 6.1.** Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre el río Segundo

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Accesorios [100]	2	Juntas de expansión [10001]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta juntas entre la superestructura y la subestructura ya que el puente posee uniones semirrígidas.	No aplica
		Sistema de drenaje del tablero (entrada) [10002]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	Condición del sistema de drenaje del tablero (salida)	2	El 100 % de los bajantes se observaron con una extensión aproximadamente menor de 100 mm por debajo de los elementos de la superestructura (ver fotografía n.º 7).	Mantenimiento basado en la condición
		Superficie de desgaste del puente [10004]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
Accesos [200]	2	Losa de aproximación [20001]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no fue accesible y no hay planos que evidencien que exista.	No aplica
		Superficie de ruedo (accesos) [20002]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Rellenos de aproximación [20003]	Transición entre acceso y puente	2	Al paso de vehículos se escuchó un sonido de impacto leve de las llantas con la pared del cabezal del bastión n.º 1 en el carril sentido San José – Caldera del acceso n.º 1. Este impacto producía vibraciones perceptibles en el puente (ver fotografía n.º1)	Mantenimiento basado en la condición
		Obras de retención no integrales [20004]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no fueron observados en sitio.	No aplica
		Sistemas de drenaje (accesos) [20005]	Ninguna	1	El sistema de drenaje del acceso n.º2 corresponde a los taludes naturales del terreno en las márgenes del acceso al puente. No se observó erosión o estancamiento del agua del drenaje en el momento de la visita.	Mantenimiento cíclico



**Tabla 6.1.** Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre el río  
Segundo (*continuación*)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Seguridad vial [300]	4	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Conexiones del sistema de contención	3	Aproximadamente en un 5 % de la sección metálica del sistema de contención vehicular del puente se observaron pernos faltantes en las conexiones de los postes al muro de concreto (ver fotografía n.º 3) Aproximadamente en un 1 % del muro de concreto del sistema de contención vehicular se observaron grietas con un ancho estimado mayor a 1,0 mm (ver fotografía n.º 4). El sistema de contención vehicular instalado es un combinado entre un sistema rígido (muro de concreto) con uno flexible (guardavía metálico) y no se asemeja a ningún sistema de contención vehicular reconocido, con un nivel de contención certificado NCHRP 350 o AASHTO MASH.	Mantenimiento basado en la condición <sup>a</sup> / Rehabilitación <sup>b</sup>
			Agrietamiento			
		Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	3	Aproximadamente en un 5 % del guardavía metálico del acceso n.º1 se observó elementos dañados, pero el sistema de contención está completo. Aproximadamente en un 1 % de la longitud del sistema de contención del acceso n.º1, se observó uno de los postes de la barrera fracturados. Lo que puede hacer que la barrera no sea capaz de contener un vehículo y evitar que salga de la vía (ver fotografía n.º 2).	Mantenimiento basado en la condición
			Deformación			
		Infraestructura ciclista [30004]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta.	No aplica
		Acera o pasarela peatonal [30005]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta. En su lugar, se observaron bordillos de 0,6 m de ancho. No hay aceras en los accesos del puente.	No aplica



**Tabla 6.1.** Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre el río  
Segundo (*continuación*)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Seguridad vial [300]	4	Señalización y demarcación [30006]	Demarcación horizontal	2	El 100 % de la demarcación horizontal la pintura se encontró borrosa (ver fotografía n.º 6)	Mantenimiento cíclico
		Iluminación [30007]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta.	No aplica
		Bordillo [30008]	Altura	4	Se observó una altura de bordillos aproximadamente mayor a 0,1 m. La carretera tiene una velocidad de circulación mayor a 65 km/h en ambos sentidos lo que puede provocar que los vehículos sobrepasen el sistema de contención vehicular en caso de una colisión. (ver fotografía n.º 5) Se observa acumulación de desecho a lo largo de la línea de bordillos (ver fotografía n.º 5)	Rehabilitación
			Limpieza			
		Baranda o barrera peatonal [30009]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta.	No aplica
Acera inferior (paso a desnivel) [30010]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta.	No aplica		

<sup>a</sup> En el caso de que se decida reparar las deficiencias observadas en el sistema de contención vehicular instalado actualmente en el puente.

<sup>b</sup> En el caso de que se decida instalar un sistema acorde con el nivel de contención que sea adecuado para el tipo de tránsito y velocidad de operación de la ruta



**Tabla 6.1.** Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre el río Segundo (*continuación*)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Superestructura (Tablero) [400]	1	Tablero [40001]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
Superestructura n.º 1 (Vigas I de acero) [403]	1	Elementos principales [40301]	Ninguna	1	Se observaron escombros, maleza y un ambiente húmedo en la zona de las vigas principales ubicada sobre la viga cabezal de ambos bastiones, lo cual puede propiciar la corrosión, dado que el sistema de protección es de acero autopatinable (ver fotografía n.º 15 y n.º 16).	Mantenimiento cíclico
		Elementos secundarios [40302]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico



**Tabla 6.1.** Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre el río Segundo (*continuación*)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Subestructura [500]	3	Cabezal de bastiones [50002]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Cuerpo de bastiones [50004]	Erosión de taludes	3	<p>Aproximadamente en un 20 % del bastión n.º 1 y un 30 % del bastión n.º2 se observó erosión moderada de los taludes (ver fotografía n.º8 y n.º9).</p> <p>En este elemento se evaluó la condición de la sección expuesta sobre el nivel de terreno de la línea exterior de pilotes de acero. Estos pilotes se encuentran expuestos debido aparentemente a condiciones de diseño del puente.</p> <p>Aproximadamente en un 10 % de los pilotes que conforman el cuerpo del bastión n.º 1 se observó corrosión localizada (ver fotografía n.º10).</p> <p>Aproximadamente en un 20 % de los pilotes que conforman el cuerpo del bastión n.º 1 se observó el metal base expuesto (ver fotografía n.º10).</p> <p>Aproximadamente en un 20 % de los pilotes que conforman el cuerpo del bastión n.º 1 y un 5% del bastión n.º2 se observó que el sistema de protección ha fallado y el material base carece de protección (ver fotografía n.º10 y n.º11).</p>	Mantenimiento basado en la condición
			Corrosión			
			Descascaramiento			
			Efectividad de la protección			
		Fundaciones [50005]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no son visibles.	No aplica
		Apoyos [50006]	Ninguna	1	No se evaluaron todas las condiciones de los apoyos debido a que los dispositivos de apoyo no fueron accesibles, por el poco espacio entre las vigas principales y la viga cabezal de los bastiones. Aparentemente, estos apoyos son elastoméricos (ver fotografía n.º14).	Mantenimiento cíclico
Aletones [50007]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta.	No aplica		



**Tabla 6.1.** Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre el río  
Segundo (*continuación*)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Sistema de protección [600]	3	Sistemas de protección sísmica [60004]	Ninguna	1	La longitud de asiento en el bastión n.º 1 y en el bastión n.º 2 corresponde aproximadamente a 2000 mm. La longitud de asiento requerida según normativa corresponde a 385 mm aproximadamente de acuerdo con AASHTO LRFD (AASHTO, 2020)	Mantenimiento cíclico
		Sistemas de protección hidráulica [60005]	Sistemas de protección contra la socavación	3	En el bastión n.º 1 y del bastión n.º 2 se observó que los sistemas o medidas contra la socavación presentan daño o deterioro significativo (ver fotografía n.º12 y n.º13).	Mantenimiento basado en la condición



## 7. CONCLUSIONES

En este informe se presentan los resultados de la evaluación visual de los componentes y los elementos del puente sobre el río Segundo, ubicado en la Ruta Nacional n.º 27, a partir de las cuales, se pueden completar los formularios de *inspección rutinaria* del Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) (Ver Apéndice A) y actualizar los datos de *inspección rutinaria* de la herramienta informática SAEP del MOPT-CONAVI.

Además, con base en lo observado (ver Tabla 6.1) y la metodología descrita en el Anexo 2 de este informe e incluida en el MP-2020 Tomo I, se obtiene la *calificación de la condición* global del puente (CP) que se presenta en la Tabla 7.1, la cual considera la *calificación de la condición* de los componentes (CC), excepto la calificación del componente [300] Seguridad vial.

**Tabla 7.1.** Calificación de la condición global del puente.

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL	DESCRIPCIÓN
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.

Las principales deficiencias en los elementos que llevaron a la *calificación de la condición* global del puente se muestran en la Tabla 7.2:

**Tabla 7.2.** Deficiencias principales que llevaron a la calificación de la condición del puente

Deficiencias	Componentes y Elementos	
	Subestructuras [500]	Sistema de protección [600]
	Cuerpo de bastiones [50004]	Sistemas de protección hidráulica [60005]
Corrosión	●	
Descascaramiento	●	
Efectividad de la protección	●	
Sistemas de protección contra la socavación		●



## 8. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la *calificación de la condición* global del puente obtenida, se recomienda incluir la estructura en un programa de **Mantenimiento basado en la condición**, el cual se obtiene siguiendo la metodología descrita en el Anexo 2 e incluida en el Manual de Puentes MP-2020 Tomo I (Tabla A2.1).

En la Tabla 6.1 se presentó el programa de trabajo de intervención recomendando para cada uno de los elementos del puente según la calificación de la condición encontrada. En la Tabla 8.1 se muestran agrupados los elementos del puente que están directamente relacionados con la condición global del puente obtenida, y para los cuales se obtuvo un programa de atención distinto al de mantenimiento cíclico o programado.

Por otro lado, en la Tabla 8.2 se muestran agrupados los elementos del componente [300] Seguridad Vial, para los cuales se obtuvo un programa distinto al de mantenimiento cíclico o programado.





**Tabla 8.1.** Programas de trabajo recomendados para mejorar la calificación de la condición en los elementos que llevaron a la calificación global del puente.

Comp.	Elementos	Mantenimiento basado en la condición	Rehabilitación	Sustitución	Inspecciones detalladas	Evaluaciones estructurales
Accesorios [100]	Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	●				
Accesos [200]	Rellenos de aproximación [20003]	●				
Subestructura [500]	Cuerpo de bastiones [50004]	●				
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	●				

**Tabla 8.2.** Programas de trabajo recomendados para mejorar la calificación de la condición en los elementos de seguridad vial del puente.

Comp.	Elementos	Mantenimiento basado en la condición	Rehabilitación	Sustitución	Inspecciones detalladas
Seguridad vial [300]	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	●			
	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	●			
	Bordillo [30008]		●		

Para la evaluación realizada en este informe, se asume que el puente al menos está incluido dentro de un programa de mantenimiento cíclico o programado. En caso de que no sea así,



se recomienda incluir el puente en este programa, ya que contribuye a que la condición encontrada del puente al momento de la visita se mantenga.

También, se espera que, las acciones específicas de intervención de los elementos del puente, serán definidas por los profesionales que la Administración asigne como responsables de la intervención de la estructura. En caso de ser requerido se recomienda procurar la asesoría profesional específica para determinar las acciones concretas para realizar en los elementos del puente evaluado.

Se debe tener en cuenta que, el presente informe muestra la calificación de la condición de un puente perteneciente a una ruta en específico de la Red Vial Nacional, y como tal su atención debe ser vista de forma integral en conjunto con las necesidades de los demás puentes del inventario bajo un esquema de un sistema de gestión de puentes y no respondiendo solamente a un criterio de intervención de “el peor primero”.

Con el propósito de contribuir a la atención del puente, se recomienda consultar las siguientes publicaciones para determinar las acciones concretas por realizar en los elementos del puente inspeccionado:

Para mantenimiento cíclico y mantenimiento basado en la condición: el *Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015* (MOPT, 2015) y el *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010* (MOPT, 2010). Referirse a las acciones de mantenimiento rutinario del MCV-2015 para definir acciones de mantenimiento cíclico. Referirse a las acciones de mantenimiento periódico del MCV-2015 para definir las acciones específicas de mantenimiento basado en la condición.

Para rehabilitación y sustitución: la *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* (AASHTO, 2020), los *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes* (CFIA, 2013) y el *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010* (MOPT, 2010). En el caso de que se decida rehabilitar el sistema de contención vehicular del puente con el bordillo existente, se recomienda especificar la instalación de un sistema acorde con el nivel de contención que sea adecuado para el tipo de tránsito y velocidad de operación



de la ruta nacional n.º 27. Para seleccionar el sistema se puede consultar la *Guide to Standardized Roadside Hardware* del grupo Task Force 13 (2021) y las diferentes barreras longitudinales que ha seleccionado como elegibles la FHWA en su página web sobre seguridad vial (FHWA, 2021).

En la Tabla 8.1 y Tabla 8.2. se presentan los programas de intervención recomendados para mejorar la calificación de la condición en los elementos, así como recomendaciones de inspecciones adicionales y evaluaciones estructurales, que, aunque no se refieren a un programa de intervención propiamente dicho, se consideran necesarias para complementar las recomendaciones del programa de trabajo para atención de los componentes y elementos del puente o del puente de forma global. Se recomienda consultar las siguientes publicaciones para determinar las acciones concretas por realizar para estas dos actividades complementarias:

Para Inspecciones detalladas: En el caso de que se quisiera realizar inspecciones detalladas, se recomienda consultar *The Manual for Bridge Evaluation* (AASHTO, 2018) en las disposiciones para inspecciones detalladas (“*in-depth inspections*”), inspecciones bajo agua (“*underwater inspection*”), inspecciones especiales (“*special inspection*”), inspecciones de elementos críticos por fractura (“*fracture-critical member inspection*”) y para los ensayos de materiales estructurales (“*material testing*”).

Para la evaluación estructural del puente: En el caso de que se quisiera realizar evaluaciones estructurales del puente o de sus elementos particulares, se recomienda consultar *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* (AASHTO, 2020). También, en el caso de que se quisiera realizar una evaluación de capacidad de carga del puente o de sus elementos, consultar la sección 6 de *The Manual for Bridge Evaluation* (AASHTO, 2018).

En el caso que se quisiera verificar la capacidad hidráulica del puente o la capacidad soportante del suelo, se recomienda realizar análisis hidrológicos e hidráulicos y estudios geotécnicos



## 9. REFERENCIAS

1. AASHTO (2018). The Manual for Bridge Evaluation. 3rd Edition with 2019, Interim Revisions. 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., USA.
3. Quirós-Serrano, C., y Barahona-Castillo, R. (2011). LM-PI-UP-PC09-2011 Inspección del puente sobre el Río Segundo sobre la Ruta Nacional No.27. San José: Programa Infraestructura de Transporte, LanammeUCR.
4. Autopistas del Sol (2010). Diseño de Refuerzo de la Estructura Puente Río Segundo. Documento C-10-367-DP. Sociedad Concesionaria Carretera San José-Caldera.
5. CFIA (2013). Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica.
6. FHWA (2006). Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges. Publication N° FHWA-HRT-06-032. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
7. FHWA (2018). Bridge Preservation Guide: Maintaining a Resilient Infrastructure to Preserve Mobility. Publication No. FHWA-HIF-18-022. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
8. FHWA (2021). Longitudinal Barriers [Página web]. Recuperada el 5 de noviembre de 2021 de [https://safety.fhwa.dot.gov/roadway\\_dept/countermeasures/reduce\\_crash\\_severity/listing.cfm?code=long](https://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/countermeasures/reduce_crash_severity/listing.cfm?code=long)
9. MOPT (2007). Manual de Inspección de Puentes. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica



10. MOPT (2010). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
11. MOPT (2015). Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
12. MOPT (2014). Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007. Actualización del capítulo 5. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
13. Task Force 13 (2021). Guide to Standardized Roadside Hardware [Página web]. Recuperada el 5 de noviembre de 2021 de <https://tf13guides.org/Guides/>



# APÉNDICE A

## Formularios de *inspección rutinaria* según Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007)



INSPECCIÓN DE PUENTE			NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA							
NOMBRE DEL PUENTE	Río Segundo		Zona 1-4 Ajaquila							
RUTA N°	RUTA	Primaria	PROVINCIA	Alajuela	ENCARGADO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	DÍA	MES	AÑO
27	18+280		CANTÓN	Ajaquila		9.0°	57.0'	34.92	"	FECHA DE DISEÑO
KILÓMETRO			DISTRITO	San Rafael		84.0°	14.0'	50.14	"	FECHA DE CONSTRUCCIÓN
TIPO DE DAÑO Y EVALUACIÓN DEL GRADO DE DAÑO										
1. PAVIMENTO	ITEM EVALUACIÓN	1. ONDULACIÓN	3. AGRIETAMIENTO	4. BACHES	5. SOBRECAPAS DE ASFALTO	6. ACERO DE REFUERZO	7. AGUJEROS	8. INCLINACIÓN	9. SOCAVACIÓN	
		1	1	1	1	0	1	1	0	
2. BARANDA (ACERO)	ITEM EVALUACIÓN	1. DEFORMACIÓN	3. CORROSIÓN	4. FALTANTE						
		1	1	1						
3. BARANDA (CONCRETO)	ITEM EVALUACIÓN	1. AGRIETAMIENTO	3. FALTANTE							
		5	1							
4. JUNTA DE EXPANSIÓN	ITEM EVALUACIÓN	1. SONIDOS EXTRAÑOS	3. FALTANTE O DEFORMACIÓN	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSTRUÍDAS	6. ACERO DE REFUERZO				
		0	0	0	0	0				
5. LOSA	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORECIENCIA	7. AGUJEROS			
		1	1	1	1	1	1			
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	ITEM EVALUACIÓN	1. OXIDACIÓN	3. DEFORMACIÓN	4. PÉRDIDA DE PERNOS	5. GRIETAS EN SOLDADURA O					
		0	1	1	1					
7. SISTEMA DE ARRIOSTRAMIENTO	ITEM EVALUACIÓN	1. OXIDACIÓN	3. DEFORMACIÓN	4. ROTURA DE UNIONES	5. ROTURA DE ELEMENTOS					
		0	1	1	1					
8. PINTURA	ITEM EVALUACIÓN	1. DECOLORACIÓN	3. DESCASCARAMIENTO							
		1	1							
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORECIENCIA				
		0	0	0	0	0				
10. VIGA DIAFRAGMA DE CONCRETO	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORECIENCIA				
		0	0	0	0	0				
11. APOYOS	ITEM EVALUACIÓN	1. ROTURA DE APOYOS	3. INCLINACIÓN	4. DESPLAZAMIENTO						
		1	1	1						
12. PARED CABEZAL Y ALETONES (BASTIONES)	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORECIENCIA	7. PROTECCIÓN DE TERRAPLEN			
		1	1	1	1	1	1			
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTION)	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORECIENCIA	7. PENDIENTE EN TALUDES	8. INCLINACIÓN	9. SOCAVACIÓN	
		0	0	0	0	0	5	1	3	
14. MAR TILLO (PILA)	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORECIENCIA				
		0	0	0	0	0				
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORECIENCIA	7. INCLINACIÓN	8. SOCAVACIÓN		
		0	0	0	0	0	0	0		
EVALUACIÓN GRADO DEL DAÑO	SOCAVACIÓN									
1	Ningún daño visible									
2	En pocos lugares									
3	En muchos lugares									
4	En menos de la mitad									
5	En la mayoría de las partes									
FECHA INSPECCIÓN	La fundación aparece por la socavación									
	FIRMA									
27	10	2021	Andrés González L		Ver firmas en la página 3 del informe					



INSPECCIÓN DE PUENTE		NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA				1	
NOMBRE DEL PUENTE	Río Segundo		Zona 1-4 Alajuela		DÍA	MES	AÑO
	27	RUTA	9°	57.0'			
RUTA N°	Primaria		LATITUD NORTE		90°	57.0'	34.92
KILÓMETRO	18+280		LONGITUD OESTE		84°	14.0'	50.14
LOCALIZACIÓN			PROVINCIA	Alajuela			
			CANTÓN	Alajuela			
			DISTRITO	San Rafael			
OBSERVACIONES							
<p><b>A. Comentarios generales</b></p> <p>1. Este formulario se completó con la información de la inspección en sitio realizada al puente sobre río Segundo el 27/10/2021</p> <p>2. El puente no dispone de planos de construcción. Se tiene registro de un reforzamiento realizado en el año 2010, del cual tampoco se tiene planos.</p> <p>3. El reforzamiento realizado al puente en el 2010, comprende el reforzamiento de las vigas principales de acero aparentemente autopatinable, colocación de vigas H y armaduras metálicas transversales como apoyos de la losa entre vigas principales y el cabezal de concreto reforzado que integra la pantalla de acero propuesto y los pilotes de acero existentes.</p> <p><b>B. Accesos</b></p> <p><b>B.1 Rellenos de aproximación</b></p> <p>1. Al paso de vehículos se escuchó un sonido de impacto leve de las llantas en el carril derecho sentido San Jose – Caldera del acceso n.º1. Este impacto producía vibraciones perceptibles en el puente (ver fotografía n.º1)</p> <p><b>B.2 Superficie de ruedo</b></p> <p>1. El área correspondiente al dato del ancho de la vía de accesos y una longitud de 5,4 m considerada hasta una junta transversal en el asfalto del acceso n.º1 que podría coincidir con la longitud de una losa de aproximación.</p> <p><b>B.3 Sistema de drenaje</b></p> <p>1. El sistema de drenaje del acceso n.º2 corresponde a los taludes naturales del terreno en las márgenes del acceso al puente. No se observó erosión o estancamiento del agua del drenaje en el momento de la visita.</p> <p><b>C. Seguridad vial</b></p> <p><b>C.1 Sistema de contención vehicular (accesos)</b></p> <p>1. Aproximadamente en un 1 % del sistema del acceso n.º1, se observaron elementos de la barrera fracturados. Lo que puede hacer que la barrera no sea capaz de contener un vehículo y evitar que salga de la vía (ver fotografía n.º2).</p> <p><b>C.2 Sistema de contención vehicular (puente)</b></p> <p>1. El sistema de contención vehicular instalado es un combinado entre un sistema rígido (muro de concreto) con uno flexible (guardavía metálico) y no se asemeja a ningún sistema de contención vehicular reconocido, con un nivel de contención certificado NCHRP 350 o AASHTO MASH.</p> <p>2. Aproximadamente en un 5 % del guardavía metálico instalado se observaron pernos faltantes en las conexiones de los postes al muro de concreto. (ver fotografía n.º3).</p> <p>3. Aproximadamente en un 1 % del muro de concreto del sistema de contención vehicular se observaron grietas con un ancho estimado mayor a 1,0 mm (ver fotografía n.º4).</p> <p><b>C.3 Bordillo</b></p> <p>1. Se observó una altura de bordillos aproximadamente mayor a 0,1 m. La carretera tiene una velocidad de circulación mayor a 65 km/h en ambos sentidos lo que puede provocar que los vehículos sobrepasen el sistema de contención vehicular en caso de una colisión (ver fotografía n.º5).</p> <p>2. Se observa acumulación de desecho a lo largo de la línea de bordillos (ver fotografía n.º5).</p> <p><b>C.4 Señalización y demarcación</b></p> <p>1. El 100 % de la demarcación horizontal la pintura se encontró borrosa (ver fotografía n.º6).</p> <p><b>C.5 Acera</b></p> <p>1. No se evalúa este elemento sobre el puente. En su lugar, se observaron bordillos de 0,6 m de ancho. No hay aceras en los accesos del puente.</p> <p><b>D. Accesorios</b></p> <p><b>D.1 Juntas de expansión:</b></p> <p>1. No se evalúa el formulario IR-AC-01 correspondiente a las juntas de expansión debido a que no existen juntas entre la superestructura y la subestructura ya que el puente posee uniones semirrígidas.</p> <p><b>D.2 Sistema de drenaje del tablero (salida)</b></p> <p>1. El 100 % de los bajantes se observaron con una extensión aproximadamente menor de 100 mm por debajo de los elementos de la superestructura (ver fotografía n.º7).</p>							












INSPECCIÓN DE PUENTE		NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA					1				
NOMBRE DEL PUENTE	Río Segundo	LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	Alajuela	ENCARGADO		Zona 1-4 Alajuela	DÍA	MES	AÑO
RUTA N°	27	RUTA	Primaria <th>CANTÓN</th> <td>Alajuela <th>LATITUD NORTE</th> <td>9°</td> <td>57.0'</td> <td>34.92</td> <td>FECHA DE DISEÑO</td> <td>"</td> </td>	CANTÓN	Alajuela <th>LATITUD NORTE</th> <td>9°</td> <td>57.0'</td> <td>34.92</td> <td>FECHA DE DISEÑO</td> <td>"</td>	LATITUD NORTE	9°	57.0'	34.92	FECHA DE DISEÑO	"
KILÓMETRO	18+280	DISTRITO	San Rafael <th>LONGITUD OESTE</th> <td>84°</td> <td>14.0'</td> <td>50.14</td> <td>FECHA DE CONSTRUCCIÓN</td> <td>"</td> <td></td> <td></td>	LONGITUD OESTE	84°	14.0'	50.14	FECHA DE CONSTRUCCIÓN	"		
<b>OBSERVACIONES</b>											
<p><b>E. Superestructura (vigas I de acero)</b></p> <p>1. Se evaluó la condición de las vigas tipo I de acero aparentemente autopatinable y elementos de reforzamiento de acero en el formulario de superestructura tipo vigas de acero (IR-SP-03)</p> <p><b>E.1 Elementos principales</b></p> <p>1. Se evaluaron las armaduras metálicas de reforzamiento transversal colocadas entre las vigas H longitudinales y las vigas principales de acero autopatinable como vigas transversales.</p> <p>2. Se evaluaron las vigas longitudinales H colocadas debajo del tablero y entre las vigas principales de acero autopatinable como vigas de piso.</p> <p>3. Se observaron escombros, maleza y un ambiente húmedo en la zona de las vigas principales ubicada sobre la viga cabezal de ambos bastiones, lo cual puede propiciar la corrosión, dado que el sistema de protección es de acero autopatinable (ver fotografía n.º 15 y n.º 16).</p> <p><b>F. Subestructura</b></p> <p><b>F.1 Cuerpo de bastiones</b></p> <p>1. Se evaluó la condición de la sección expuesta sobre el nivel de terreno de la línea de pilotes de acero exterior.</p> <p>2. Aproximadamente en un 20 % del bastión n.º 1 y un 30 % del bastión n.º 2 se observó erosión moderada de los taludes (ver fotografía n.º 8 y n.º 9).</p> <p>3. Aproximadamente en un 10 % del bastión n.º 1 se observó corrosión localizada (ver fotografía n.º 10).</p> <p>4. Aproximadamente en un 60 % del bastión n.º 1 y un 30% del bastión n.º 2 se observó que la capa de recubrimiento y la primaria están afectadas. (ver fotografía n.º 10 y n.º 11).</p> <p>5. Aproximadamente en un 20 % del bastión n.º 1 se observó el metal base expuesto (ver fotografía n.º 10).</p> <p>6. Aproximadamente en un 80 % del bastión n.º 1 y un 95% del bastión n.º 2 se observó que la protección aplicada tiene una efectividad limitada. (ver fotografía n.º 10 y n.º 11).</p> <p>7. Aproximadamente en un 20 % del bastión n.º 1 y un 5% del bastión n.º 2 se observó que el sistema de protección ha fallado y el material base carece de protección. (ver fotografía n.º 10 y n.º 11).</p> <p><b>F.2 Apoyos</b></p> <p>1. No se evaluaron todas las condiciones de los apoyos debido a que los dispositivos de apoyo no fueron accesibles, por el poco espacio entre las vigas principales y la viga cabezal de los bastiones. Aparentemente, estos apoyos son elásticos (ver fotografía n.º 14).</p> <p><b>G. Sistemas de protección</b></p> <p><b>G.1 Sistema de protección hidráulica</b></p> <p>1. En el bastión n.º 1 y del bastión n.º 2 se observó que los sistemas o medidas contra la socavación presentan daño o deterioro significativo (ver fotografía n.º 12 y n.º 13).</p> <p><b>G.2 Sistema de protección sísmica</b></p> <p>1. La longitud de asiento en el bastión n.º 1 y en el bastión n.º 2 corresponde aproximadamente a 2000 mm. La longitud de asiento requerida según normativa corresponde a 385 mm aproximadamente de acuerdo con AASHTO LRFD (AASHTO, 2020).</p>											



INSPECCIÓN DE PUENTE		NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA					
NOMBRE DEL PUENTE	Río Segundo	ENCARGADO	Zona 1-4 Alajuela		DÍA MES AÑO		
RUTA N°	27	RUTA	PRIMARIA	LATITUD NORTE	9° 57.0'	FECHA DE DISEÑO	34.92 "
KILÓMETRO	18+280	DISTRITO	San Rafael	LONGITUD OESTE	84° 14.0'	FECHA DE CONSTRUCCIÓN	50.14 "
No. 1 UBICACIÓN		Relleno de aproximación acceso n.1		No. 3 UBICACIÓN		Sistema contención vehicular puente	
<p>NOTA</p> <p>Impacto leve de las llantas con la pared del cabesal del bastión n.1 en el carril sentido San José - Caldera.</p>		<p>NOTA</p> <p>Fractura de los elementos del sistema de contención de la barrera en el acceso n.1 sentido San José-Caldera</p>		<p>NOTA</p> <p>Pernos faltantes en las conexiones de los postes al muro de concreto de la barrera</p>		<p>NOTA</p> <p>Demarcación borrosa</p>	
No. 4 UBICACIÓN		Sistema contención vehicular puente		No. 5 UBICACIÓN		Bordillo	
<p>NOTA</p> <p>Agrietamiento con un ancho estimado mayor a 10 mm en el muro de concreto de la barrera</p>		<p>NOTA</p> <p>Acumulación de desechos</p>		<p>NOTA</p> <p>Altura aproximadamente mayor a 0,1 m Acumulación de desechos a lo largo del bordillo.</p>		<p>NOTA</p> <p>Demarcación borrosa</p>	



INSPECCIÓN DE PUENTE		ENCARGADO		FECHA DE DISEÑO		FECHA DE CONSTRUCCIÓN		
NOMBRE DEL PUENTE	RUTA N°	PROVINCIA	CANTÓN	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	DÍA	MES	AÑO
Río Segundo	27	Alajuela	Alajuela	9° 57.0'	84° 14.0'	34.92	"	"
Primaria	18+280	San Rafael				50.14	"	"
KILÓMETRO		DISTRITO		LOCALIZACIÓN		NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA		
Sistema de drenaje del tablero		Cuerpo de bastión n.1		Cuerpo de bastión n.2		1		
No. 7 UBICACIÓN		No. 8 UBICACIÓN		No. 9 UBICACIÓN		No. 10 UBICACIÓN		
								
NOTA		NOTA		NOTA		NOTA		
Longitud insuficiente de los bajantes		Erosión moderada del talud frente al bastión		Erosión moderada del talud frente al bastión		Erosión moderada del talud frente al bastión		
DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		
MES		MES		MES		MES		
AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		
27		27		27		27		
10		10		10		10		
2021		2021		2021		2021		
No. 10 UBICACIÓN		No. 11 UBICACIÓN		No. 12 UBICACIÓN		No. 12 UBICACIÓN		
Cuerpo de bastión n.1		Cuerpo de bastión n.2		Sistema de protección hidráulica (bastión n.1)				
								
NOTA		NOTA		NOTA			NOTA	
El sistema de protección ha fallado, hay corrosión localizada, capa de recubrimiento afectada y metal base expuesto en los pilotes que conforman el cuerpo del bastión		El sistema de protección ha fallado, se observan puntos de oxidación y la capa de recubrimiento se ve afectada en los pilotes que conforman el cuerpo del bastión		El sistema de protección ha fallado, se observan puntos de oxidación y la capa de recubrimiento se ve afectada en los pilotes que conforman el cuerpo del bastión			El sistema o medida contra la zocación presenta deterioro significativo	
DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		
MES		MES		MES		MES		
AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		
27		27		27		27		
10		10		10		10		
2021		2021		2021		2021		



INSPECCIÓN DE PUENTE		NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA			
NOMBRE DEL PUENTE	Río Segundo	PROVINCIA	Alajuela	ENCARGADO	Zona 1-4 Alajuela
RUTA N°	27	CANTÓN	Alajuela <th>LATITUD NORTE</th> <td>34.92°</td>	LATITUD NORTE	34.92°
KILÓMETRO	18+280	DISTRITO	San Rafael <th>LONGITUD OESTE</th> <td>84°</td>	LONGITUD OESTE	84°
		LOCALIZACIÓN		FECHA DE DISEÑO	34.92°
				FECHA DE CONSTRUCCIÓN	50.14°
				DÍA MES AÑO	
No. 13	UBICACIÓN	Sistema de protección hidráulica (Bastión n. 2)	FOTOGRAFÍAS		
No. 14	UBICACIÓN	Apoyos	No. 15	UBICACIÓN	Viga cabezal de bastión.
NOTA	El sistema de medida contra la socavación presenta deterioro significativo				Escombros, maleza y ambiente húmedo en la zona de las vigas principales ubicada sobre la viga cabezal del bastión n. 1
DÍA MES AÑO	27 10 2021	NOTA	DÍA MES AÑO	27 10 2021	DÍA MES AÑO
No. 16	UBICACIÓN	Viga cabezal bastión	No.	UBICACIÓN	
NOTA	Escombros, maleza y ambiente húmedo en la zona de las vigas principales ubicada sobre la viga cabezal del bastión n. 2		NOTA	DÍA MES AÑO	27 10 2021
DÍA MES AÑO	27 10 2021	NOTA	DÍA MES AÑO	27 10 2021	DÍA MES AÑO



# APÉNDICE B

## Formularios de *inspección rutinaria* según el Manual de puentes MP-2020



Formularios para Inspección rutinaria <sup>1</sup>										
Fecha de inspección	2021-10-27				Hoja <sup>2</sup>	1	11			
Inspector	Nombre	Primer apellido	Segundo apellido		Identificación	Nivel				
1	Andrés	González	León		402040306	II				
2	Luis Guillermo	Vargas	Alas		206500217	III				
3										
4										
5										
6										
A. Datos generales del puente										
Código del puente	2011001				Ruta n.º	27				
Nombre del puente	Río Segundo				Kilómetro ubicación	18,080				km
Tipo de superestructuras <sup>2,3</sup>	1	Vigas de acero	Cantidad de tramos por superestructura	1	1	Formulario aplicable por cada superestructura <sup>2,3,4</sup>	1	IR-SP-03	Cantidad de bastiones	2
	2			2			2			
	3			3			3			
	4			4			4			
	5			5			5		Cantidad de pilas y/o torres	0
	6			6			6			
	7			7			7			
	8			8			8			
B. Equipo utilizado en la inspección										
		Código ID			Código ID					
<input checked="" type="checkbox"/>	Odómetro	OD-007			<input type="checkbox"/>	Medidor digital de espesores				
<input checked="" type="checkbox"/>	Cinta métrica de 8 m	IS-010			<input checked="" type="checkbox"/>	Escalera			No posee	
<input checked="" type="checkbox"/>	Cinta métrica de más de 20 m	IS-007			<input type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Medidor de ancho de grieta	MG-004			<input type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Calibre (vernier)	PR-064			<input type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel digital	NV-007			<input type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel de burbuja	NV-008			<input type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Distanciómetro láser	OD-009			<input type="checkbox"/>					
<b>NOTAS:</b>										
1. Estos formularios solo aplican para inspecciones rutinarias, donde se evalúan las deficiencias que posee el puente. Para las inspecciones de inventario se debe utilizar otro formato de RC-442, que incluye los formularios respectivos para inventario de puentes.										
2. Los inspectores deben copiar tantos formularios de este tipo como necesite por cada superestructura o por cada tramo de superestructura, cuando así lo indique el formulario respectivo. Igualmente, se recomienda eliminar los formularios que no se requieran. En todos los casos se deben enumerar las páginas en el campo "Hoja" de forma consecutiva.										
3. Los formularios IR-SP-02, IR-SP-03, IR-SP-04, IR-SP-05, IR-SP-06, IR-SP-07, IR-SP-08, IR-SP-09 e IR-PT-01 se utilizan dependiendo de los tipos de superestructuras que posea el puente que está siendo inspeccionado, por lo cual se recomienda al inspector seleccionar los formularios o copiar los que sean necesarios antes de salir a la inspección en sitio.										
4. Los formularios IR-AP-01_Acceso1, IR-AP-01_Acceso2, IR-SV-01, IR-SV-02, IR-AC-01, IR-AC-02, IR-SP-01, IR-SB-01, IR-SB-02, IR-SB-03, IR-AN-01, IR-CM-01, IR-ED-01, IR-FT-01 se deben incluir en todos los puentes que se evalúen. En caso de que algunos campos de esos formularios no apliquen, se deben dejar en blanco, e indicar en el IR-CM-01 un comentario que justifique.										



EVALUACIÓN DE LOS ACCESOS (IR-AP-01)												
Fecha de inspección	2021-10-27		Hoja		2	11	Acceso n.º		1			
Inspector	Nombre	Andrés González	Primer apellido	González	Segundo apellido		León					
	Nombre	Luis Guillermo Vargas	Primer apellido	Vargas	Segundo apellido		Alas					
A. Datos generales del puente												
Código del puente	2011001		Ruta n.º	27								
Nombre del puente	RÍO SEGUNDO		Kilómetro ubicación	18,080 km								
B. Elementos por evaluar												
ELEMENTOS	RELLENO APROXIMACIÓN				SUPERFICIE DE RUEDO				DRENAJES			
	Losa aproximación	Rellenos de aproximación	Obras retención no integrales	Asfalto	Concreto	Grava	Sistema drenaje					
	Área (m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Cantidad					
	9.67	9.67	52.22	2								
C. Aspectos por evaluar												
ASFÁLTICA	D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
					100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
					100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
					95%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
					100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
					100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
					100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
					100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
					100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
CONCRETO												
ESPECIALES												
Superficie de grava												
Asentamiento	90%	10%	0%	0%								
Reparaciones												
Transición	90%	0%	10%	0%								
Estado de gaviones												
Erosión									100%	0%	0%	
Estacamiento agua									100%	0%	0%	
Funcionamiento									0%	100%	0%	



EVALUACIÓN DE LOS ACCESOS (IR-AP-01)												
Fecha de inspección	2021-10-27		Nombre	Andrés		Primer apellido	González		Segundo apellido	León		
Inspector	1.		Luis Guillermo	Vargas		Alas		206500217		Hoja	3	
	2.								Identificación		402040306	
									Nivel		II	
									III		Acceso n.º	
											2	
A. Datos generales del puente												
Código del puente	2011001		Ruta n.º		27							
Nombre del puente	RÍO SEGUNDO		Kilómetro ubicación		18,080						km	
B. Elementos por evaluar												
ELEMENTOS	RELLENO APROXIMACIÓN			Obras retención no integrales			SUPERFICIE DE RUEDO			DRENAJES		
	Losa aproximación	Rellenos de aproximación	Ancho (m)	Largo (m)	Asfalto	Concreto	Grava	Sistema drenaje				
	Área (m²)			Área (m²)	Área (m²)	Área (m²)	Área (m²)	Cantidad				
	9,67			52,22				2				
C. Aspectos por evaluar												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ondulaciones					100%	0%	0%	0%				
Surcos					100%	0%	0%	0%				
Abultamientos					100%	0%	0%	0%				
Crietas					100%	0%	0%	0%				
Baches					100%	0%	0%	0%				
Huecos					100%	0%	0%	0%				
Sobrecapas					100%	0%	0%	0%				
Crietas en una direcc												
Crietas en dos direcc												
Agujeros en losas												
Delaminación												
Abrasión												
Acero expuesto												
Eflorescencias												
Nidos de piedra												
Abrasión o desgaste												
Impacto												
Superficie de grava												
Asentamiento			100%	0%	0%	0%						
Reparaciones												
Transición			100%	0%	0%	0%						
Estado de gaviones												
Erosión											100%	0%
Estacamiento agua											100%	0%
Funcionamiento											100%	0%





EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL: SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR, PASARELAS PEATONALES, BORDILLOS Y MEDIANERAS (IR-SV-01)											
Fecha de inspección		Nombre		Primer apellido		Segundo apellido		Hoja		11	
2021-10-27		Andrés Luis Guillermo		González Vargas		León Alas		402040306 206500217		Se evalúa para todo el puente	
Inspector		Nombre		Primer apellido		Segundo apellido		Identificación		Nivel	
1.		Andrés		González		León		402040306		II	
2.		Luis Guillermo		Vargas		Alas		206500217		III	
A. Datos generales del puente											
Código del puente		2011001		Ruta n.º		27		18,080		km	
Nombre del puente		RIO SEGUNDO		Kilómetro de ubicación		18,080					
B. Elementos por evaluar											
Sistema de contención vehicular (accesos)			Sistema de contención del puente			Baranda / Pasarela peatonal		Bordillos y medianeras			
Longitud total (m)			Longitud total (m)			Longitud (m)		Ancho (m)		Altura (m)	Cantidad bordillo/medianera
104			64			0,16				2	
C. Aspectos por evaluar											
D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia											
GENERAL											
Faltante	95%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Deformación	98%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Conexiones y anclajes	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Anclajes y terminales	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Altura del bordillo											
Limpieza de bordillo											
Agietaamiento	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Corrosión	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Deformación	95%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Conexiones	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Impacto	98%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Decoloración											
Pulverización											
Descascaramiento/ampollas											
Efectividad de la protección											
Galvanizado	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sistema duplex											
Porcentaje de oxidación											
Sist.protección acero corten											
Delaminaciones	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Acero expuesto	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eftorescencias	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nidos de piedra	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Agietaamiento	99%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Abrasión o desgaste	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Impacto	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Grietas/accabolladuras/rajaduras											
Abrasión o desgaste											
Pudrición											
Daño por fuego											
Conexiones (de acero)											
Delaminaciones											
Fractura/separación mamposter											
Abrasión o desgaste											
Áreas reparadas											
Eftorescencias / filtraciones											
Agietaamiento del mortero											
Desalineamiento bloques											



EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL: DEMARCAÇÃO, SEÑALIZACIÓN, ILUMINACIÓN, ACERAS E INFRAESTRUCTURA CICLISTA (R-SV-02)																		
2021-10-27																		
Fecha de inspección	Nombre		Primer apellido	Segundo apellido	Identificación	Hoja		Nivel										
	1.	Andrés	González	León	402040306	5   11		Se evalúa para todo el puente										
	2.	Luis Guillermo	Vargas	Alías	206500217			II										
A. Datos generales del puente																		
		2011001				27												
Código del puente	RÍO SEGUNDO		Kilómetro de ubicación		Ruta n.º		km											
					18,080													
B. Elementos por evaluar																		
ELEMENTO	Demarcación horizontal		Señalización vertical		Señalización de altura		Señalización de carga		Estructura de señales		Infraestructura ciclista		Iluminación		Aceras			
	Cantidad		Cantidad		Cantidad		Cantidad		Cantidad		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad luminarias		Longitud (m)	Ancho (m)		
	3		2															
C. Aspectos por evaluar																		
D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia																		
1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4																		
0% 100% 0% 0% 100% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0%																		
Requisitos particulares (todos)																		
GENERAL																		
	Condición de la superficie																	
Drenaje																		
Asentamientos																		
Grietas una dirección																		
Grietas dos direcciones																		
Agujeros en losas																		
Delaminaciones																		
Acero expuesto																		
Eflorescencias																		
Nidos de piedra																		
Abrasión o desgaste																		
Impacto																		
Delaminaciones																		
Agrietamiento																		
Agujeros en losas																		
Eflorescencias																		
Acero expuesto																		
Presfuerzo expuesto																		
Nidos de piedra																		
Abrasión o desgaste																		
Impacto																		
Agrietamiento																		
Corrosión																		
Deformación																		
Conexiones																		
Impacto																		
Reparaciones																		
Agrietamiento																		
Abrasión o desgaste																		
Pudrición																		
Pérdida de sección																		
Daño por fuego																		
Conexiones																		
Reparaciones																		
MADERA																		



EVALUACIÓN DE LOS ACCESORIOS: SUPERFICIE DE DESGASTE DEL PUENTE Y SISTEMA DE DRENAJE DEL TABLERO (IR-AC-02)												
Fecha de inspección	2021-10-27					Hoja	6	11	N.º Tramo	1		
Inspector	Nombre	Primer apellido	Segundo apellido	Identificación	Nivel							
1.	Andrés	González	León	402040306	II							
2.	Luis Guillermo	Vargas	Alas	206500217	III							
A. Datos generales del puente												
Código del puente	2011001			Ruta n.º	27							
Nombre del puente	RÍO SEGUNDO			Kilómetro de ubicación	18,080							
B. Elementos por evaluar												
ELEMENTOS	SISTEMA DE DRENAJE				SUPERFICIE DE DESGASTE							
	Sistema de entrada		Sistema de salida		Asfalto			Concreto		Grava		
	Unidades		Unidades		Área (m <sup>2</sup> )			Área (m <sup>2</sup> )		Área (m <sup>2</sup> )		
	16		16		271,0							
C. Aspectos por evaluar												
D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia												
DRENAJES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Obstrucciones en sistema de drenaje											
	Condición de los bajantes				0%	100%						
ASFÁLTICA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Condición de las rejillas											
	Ondulaciones											
	Surcos											
	Abultamientos y hundimientos											
	Grietas											
	Baches											
	Huecos											
	Sobrecapas											
CONCRETO Y GRAVA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Estado superficie grava											
	Grietas una dirección											
	Grietas dos direcciones											
	Agujeros en losas											
	Delaminaciones											
	Acero expuesto											
	Eflorescencias											
	Nidos de piedra											
Abrasión o desgaste												



EVALUACIÓN DE SUPERESTRUCTURA: TABLERO (IR-SP-01)										
Fecha de inspección	2021-10-27	Nombre		Primer apellido	Segundo apellido	Hoja	7	11	N.º Tramo	1
Inspector	1. Andrés	Nombre		González	Leon	Identificación	402040306		II	
	2. Luis Guillermo	Nombre		Vargas	Alas	Identificación	206500217		III	
Código del puente	2011001		A. Datos generales del puente							
Nombre del puente	RÍO SEGUNDO		Kilómetro de ubicación		27		18,080 km			
B. Elementos por evaluar										
Tablero de concreto			Tablero de acero			Tablero de madera				
TIPO			TIPO			TIPO				
Concreto reforzado										
Largo (m)	Ancho (m)	Área Total (m <sup>2</sup> )	Largo (m)	Ancho (m)	Área Total (m <sup>2</sup> )	Largo (m)	Ancho (m)	Área Total (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )	
32,00	10,31	329,92								
C. Aspectos por evaluar										
D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia										
CONCRETO REFORZADO (elementos área)										
Grietas una dirección	100%	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Grietas dos direcciones	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Agujeros en losas	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Delaminaciones	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Acero expuesto	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eflorescencias	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nidos de piedra	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Abrasión o desgaste	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Impacto	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Delaminaciones										
Agrietamiento										
Agujeros en losas										
Eflorescencias										
Acero expuesto										
Presfuerzo expuesto										
Nidos de piedra										
Abrasión o desgaste										
Impacto										
Agrietamiento										
Corrosión										
Deformación										
Conexiones										
Impacto										
Reparaciones										
Agrietamiento										
Abrasión o desgaste										
Pudrición										
Pérdida de sección										
Daño por fuego										
Conexiones										
Reparaciones										
MADERA (elementos área)										



EVALUACIÓN DE SUPERESTRUCTURA TIPO VIGAS DE ACERO (IR-SP-03)																
Fecha de inspección		2021-10-27		Nombre		Andrés Luis Guillermo		Primer apellido		González Vargas		Segundo apellido		León Alas		
Inspector		1. Andrés Luis Guillermo		2. Luis Guillermo		Hoja		Identificación		402040306 206500217		N.º Tramo		8   11 Nivel II III		
Código del puente		2011001		Ruta n.º		27		Kilómetro de ubicación		18,060		km				
Nombre del puente		RÍO SEGUNDO		B. Elementos por evaluar												
ELEMENTOS	ELEMENTOS PRINCIPALES								ELEMENTOS SECUNDARIOS							
	Viga cajón		Vigas principales		Vigas transversales		Vigas de piso		Diafragmas		Sistema de arriostamiento					
	Largo (m)	N.º vigas	Longitud base (m)	Ancho (m)	N.º vigas	Longitud base (m)	Largo (m)	N.º vigas	Longitud base (m)	Ancho (m)	N.º diafragmas	Longitud base (m)	Longitud base (m)	Tranversales (m)	Longitud base (m)	Longitud base (m)
C. Aspectos por evaluar																
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ACERO																
Agrietamiento																
Corrosión																
Deformación																
Conexiones																
Impacto																
Agrietamiento																
Corrosión																
Conexiones y alineamiento																
Impacto																
Reparaciones																
Decoloración																
Pulverización																
Descascarado/ampollas																
Efectividad de la protección																
Galvanizado																
Sistema dúplex																
Porcentaje de oxidación																
Protec. acero autopatinable																
Pulverización																
Descascarado/ampollas																
Efectividad de la protección																
Galvanizado																
Sistema dúplex																
Porcentaje de oxidación																
Protec. acero autopatinable																
ELEMENT. SECUNDARIOS																
ELEMENT. SECUNDARIOS																



EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA SUBESTRUCTURA (IR-SB-01): BASTIONES															
Fecha de inspección				2021-10-27				Hoja		9 / 11					
Inspector		Nombre		Primer apellido		Segundo apellido		Identificación		Nivel		Alotones basión n.° 2			
1.		Andrés		González		León		402040306		II					
2.		Luis Guillermo		Vargas		Alos		208500217		III					
Código del puente				2011001				Ruta n.°		27					
Nombre del puente				RIO SEGUNDO				Kilómetro de ubicación		18,080 km					
B. Elementos por evaluar															
Cabezal de basión n.° 1				Cuerpo de basión n.° 1				Cabezal de basión n.° 2				Cuerpo de basión n.° 2			
MATERIAL				MATERIAL				MATERIAL				MATERIAL			
Concreto reforzado				Acero				Concreto reforzado				Acero			
Ancho (m)				L (m)				Ancho (m)				L (m)			
15,6				15,6				15,6				15,6			
D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia															
1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4															
100% 0% 0% 0% 100% 0% 0% 0% 100% 0% 0% 0% 100% 0% 0% 0%															
C. Aspectos por evaluar															
Asentamiento															
Condición de la unión de los alfileres															
Movimiento o rotación															
Erosión y filtraciones en el relleno															
Agregamiento															
Corrosión															
Deformación															
Conexiones															
(elementos metálicos)															
Impacto															
Decoloración															
Pulverización															
Desacaramiento de polillas															
Efectividad de la protección															
(sistema de protección)															
Galvanizado															
Sistema dúplex															
Protección de oxidación															
Protección acero autoprotectible															
Delaminaciones															
Acero expuesto															
Eflorescencias															
Nidos de piedra															
Agregamiento															
Abrasión o desgaste															
Impacto															
Grietas/abolladuras/rajaduras															
Abrasión o desgaste															
Pudrición															
Daño por fuego															
Conexiones (de acero)															
Delaminaciones															
Fracturas separación mampostería															
Abrasión o desgaste															
Áreas reparadas															
Eflorescencias / filtraciones															
Agregamiento del mortero															
Desalineamiento bloques															



EVALUACIÓN DE LOS APOYOS (IR-SB-03)																				
Fecha de inspección	2021-10-27		Nombre	Andrés Luis Guillermo		Primer apellido	González Vargas		Segundo apellido	León Alas		Hoja	10 11		N.º de Tramo	1				
Inspector	1. Andrés Luis Guillermo										402040306		206500217							
A. Datos generales del puente																				
Código del puente	2011001		Ruta n.º	2011001		Kilómetro de ubicación	18,080		km											
Nombre del puente	RÍO SEGUNDO		B. Elementos por evaluar																	
ELEMENTOS	Bastión n.º 1	Bastión n.º 2	TIPO		Cantidad	6	TIPO		Cantidad	6	TIPO		Cantidad	6	TIPO		Cantidad	6		
	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO		
C. Aspectos por evaluar	D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Movimiento	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Alineamiento																				
Corrosión	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pérdida del área de soporte																				
Posición de la almohadilla																				
Deformación lateral																				
Grietas/desgarre de almohadilla																				
Placas, pernos de anclaje/topes	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Movimiento																				
Alineamiento																				
Elementos principales																				
Corrosión																				
Placas, pernos de anclaje/topes, guías laterales																				
Pérdida del área de soporte																				
Movimiento																				
Elementos principales																				
Corrosión																				
Conexiones																				
Sistema de restricción vertical																				
Pérdida del área de soporte																				
Movimiento																				
Elementos principales																				
Corrosión																				
Conexiones																				
Restricción vertical/guías laterales																				
Pérdida del área de soporte																				
TIPOS DE APOYOS																				
ELASTOMÉRICOS																				
EXPANSIVOS																				
FIJOS																				
DISCO / POT																				



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA AMENAZAS NATURALES (IR-AN-01)									
Fecha de inspección	2021-10-27			Hoja	11	11	N.º de Tramo	1	
Inspector	Nombre	Primer apellido	Segundo apellido	Identificación	Nivel				
1.	Andrés	González	León	402040306	II				
2.	Luis Guillermo	Vargas	Alas	206500217	III				
A. Datos generales del puente									
Código del puente	2011001			Ruta n.º	27				
Nombre del puente	RÍO SEGUNDO			Kilometro de ubicación	18,080		km		
B. Elementos por evaluar									
ELEMENTOS	Sistema de protección hidráulica			Sistema de protección sísmica					
	Número de elementos			Número de elementos					
1			1						
C. Aspectos por evaluar									
D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia									
SISTEMAS PROTECCIÓN	HIDRAULICA	1	2	3	4	1	2	3	4
Socavación cimentaciones profundas	Socavación cimentaciones superficiales	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sistema protección socavación	Potencial de bloqueo cauce	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Desbordamiento	Longitud de asiento	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Liaves de corte	Otros sistemas								





# 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.
- **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.

- **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 o Programado:** 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).
- **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).



## ANEXO 2

# Criterios para calificar la condición de los elementos y componentes del puente y del puente de forma global



La calificación de la condición de un puente se realiza a partir de la severidad y extensión de las deficiencias observadas en sus elementos, 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 proceso de evaluación se realiza para cada uno de los elementos del puente, posteriormente se califica la condición de elementos y componentes del puente y del puente de forma global de acuerdo con el siguiente procedimiento:

1. Recopilación de información de deficiencias: Por medio de la *Inspección rutinaria*, se recopila información de las deficiencias en los diferentes elementos del puente, registrando el tipo, la severidad y la extensión de cada deficiencia observada en los elementos del puente. Esto se realiza en los formularios del Apéndice B del presente informe, los cuales coinciden con los formularios establecidos en el Apéndice B del MP-2020 Tomo I.
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:

<b>Categoría del elemento</b>	<b>Importancia relativa</b>	<b>Calificación de condición máxima</b>
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

- 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.
- 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.
- Calificación de la condición de los componentes (CC): Para obtener la calificación de la condición de un componente en particular, se comparan las calificaciones de condición obtenidas para todos los elementos que pertenecen a ese componente, y se selecciona la calificación mayor. Esto se realiza para cada uno de los componentes del puente.
- Calificación de la condición global del puente (CP): Para obtener la calificación de la condición global del puente, se comparan las calificaciones de condición obtenidas para todos los componentes del puente, y se selecciona la calificación mayor.



En el diagrama de flujo de la figura A2-1 se esquematiza el proceso para obtener la calificación de la condición de cada elemento del puente (CE) y la calificación de la condición global del puente (GP).

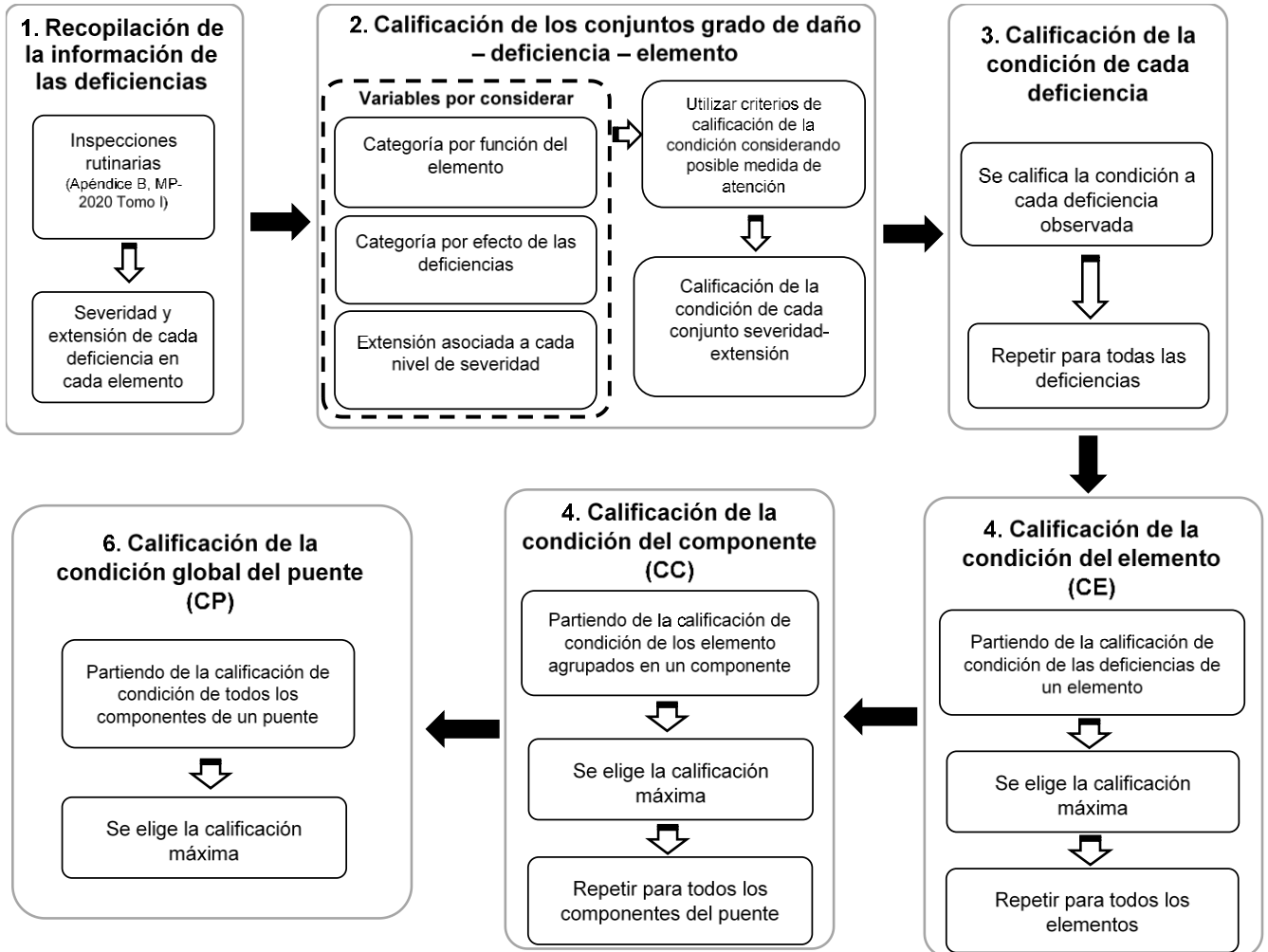


Figura A2-1. Diagrama de flujo de la metodología para calificar la condición de los elementos y componentes del puente y del puente de forma global





**Tabla A2-1. Descripción de los niveles de calificación de la condición para elementos y componentes del puente y para el puente de forma global 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>