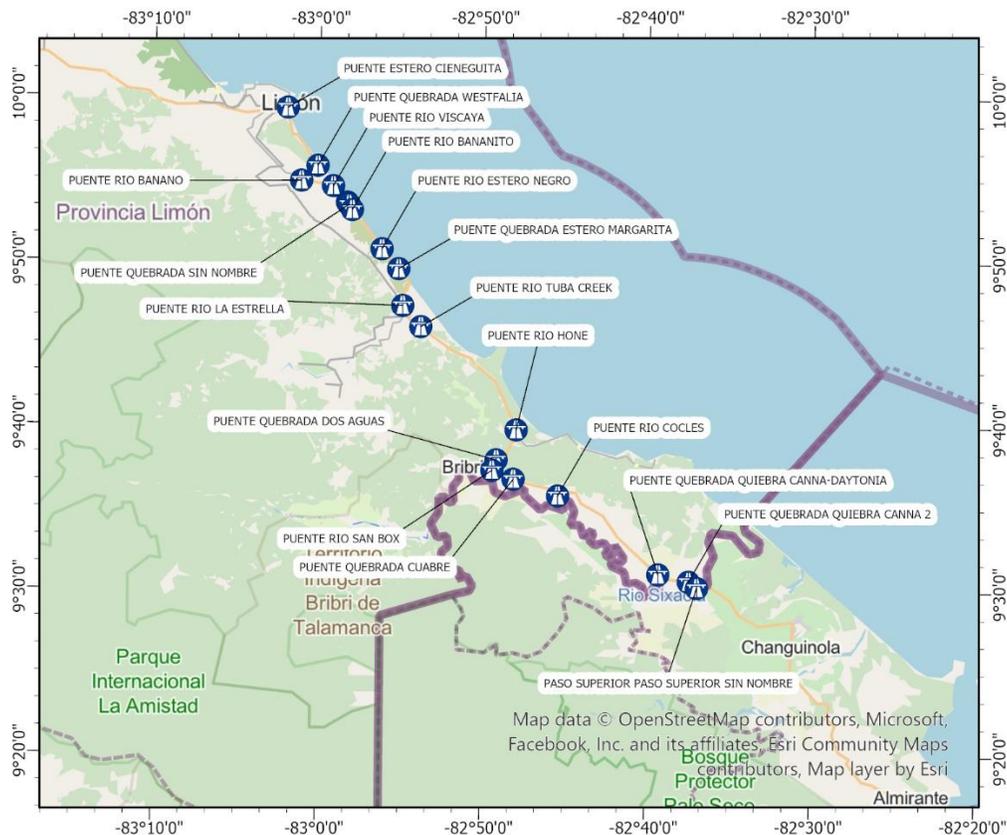




## Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-1517-2022

### INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL DE 20 PUENTES UBICADOS EN LA RUTA NACIONAL N.º 36 TRAMO CIENEGUITA - SIXAOLA



Preparado por:  
Unidad de Puentes  
Programa de Ingeniería Estructural

San José, Costa Rica  
20 de octubre, 2022



UNIVERSIDAD DE  
**COSTA RICA**

**LanammeUCR**

Laboratorio Nacional de  
**Materiales y Modelos Estructurales**

EIC-Lanamme-INF- 1517-2022

Página 2 / 66

Página intencionalmente dejada en blanco



<b>1. Informe:</b> EIC-Lanamme-INF-1517-2022		<b>2. Versión n.º</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL DE 20 PUENTES UBICADOS EN LA RUTA NACIONAL N.º 36 TRAMO CIENEGUITA - SIXAOLA		<b>4. Fecha del Informe</b> 20 de octubre 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-1517-2022, Puente sobre estero Cieneguita, Puente sobre quebrada Westfalia, Puente sobre río Banano, Puente sobre río Vizcaya, Puente sobre estero Bananito 1, Puente sobre estero Bananito 2, Puente sobre estero Bananito 3, Puente sobre río Bananito, Puente sobre estero Negro, Puente sobre estero Margarita, Puente sobre río La Estrella, Puente sobre río Tuba Creek, Puente sobre río Hone Creek, Puente sobre quebrada Dos Aguas, Puente sobre río Sand Box, Puente sobre quebrada Cuabre, Puente sobre río Cocles, Puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 96), Puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 97), Puente sobre camino vecinal (Sixaola), Ruta Nacional n.º 36, Tramo Cieneguita – Sixaola, Unidad de Puentes.		
<b>7. Información general</b> Este informe de inspección especial de 20 puentes en la Ruta Nacional n.º 36, pertenecientes al tramo entre Cieneguita – Sixaola, 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 se indica en el artículo 6 de la Ley n.º 8114. Estas inspecciones se encuentran fuera del 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.		
<b>8. Inspección e informe por:</b> Inspector nivel 3 - Unidad de Puentes	<b>9. Inspección y revisión por:</b> Inspector nivel 3 - Unidad de Puentes	<b>10. Inspección por:</b> Inspector nivel 1 - Unidad de Puentes
<b>11. Inspección, revisión y aprobado por:</b>  Coordinador Unidad de Puentes	<b>12. Revisión legal por:</b>  Asesoría Legal LanammeUCR	<b>13. Aprobado por:</b> Coordinador Programa de Ingeniería Estructural



Página intencionalmente dejada en blanco



## RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta la *inspección especial* de 20 puentes en la Ruta Nacional n.º 36, pertenecientes al tramo entre Cieneguita – Sixaola.

En la Tabla R.1 se muestra la siguiente información: *calificación de la condición* global de los puentes (CP) y el programa de intervención recomendado.

**Tabla R.1.** *Calificación de la condición* global (CP) de las estructuras inspeccionadas, y programa de intervención recomendado

Nombre de puente	Kilómetro de ubicación	CP	Programa de intervención recomendado
Puente sobre Estero Cieneguita	0,177	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre quebrada Westfalia	7,949	Deficiente (4)	Rehabilitación
Puente sobre río Banano	10,86	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre río Vizcaya	14,778	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre estero Bananito 1	17,298	Deficiente (4)	Rehabilitación
Puente sobre estero Bananito 2	17,445	Deficiente (4)	Rehabilitación
Puente sobre estero Bananito 3	17,608	Deficiente (4)	Rehabilitación
Puente sobre río Bananito	18,272	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre estero Negro	23,778	Deficiente (4)	Mantenimiento basado en la condición
Puente sobre estero Margarita	26,817	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre río La Estrella	31,818	Falla inminente (6)	Sustitución
Puente sobre río Tuba Creek	35,589	Alarmante (5)	Sustitución
Puente sobre río Hone Creek,	51,975	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre quebrada Dos Aguas	57,03	Deficiente (4)	Rehabilitación
Puente sobre río Sand Box	63,558	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre quebrada Cuabre	66,205	Deficiente (4)	Mantenimiento basado en la condición
Puente sobre río Cocles	71,633	Deficiente (4)	Mantenimiento basado en la condición
Puente sobre quebrada Caña (Finca 96)	87,32	Alarmante (5)	Rehabilitación
Puente sobre quebrada Caña (Finca 97)	90,92	Deficiente (4)	Mantenimiento basado en la condición
Puente sobre camino vecinal (Sixaola)	92,277	Deficiente (4)	Mantenimiento basado en la condición



Página intencionalmente dejada en blanco



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3.</b>	<b>ALCANCE DEL INFORME.....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PUENTES .....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>COMPARACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE LOS PUENTES RESPECTO A LA REPORTADA EN INFORMES DE INSPECCIÓN ANTERIORES .....</b>	<b>15</b>
5.1.	Calificación de la condición del puente sobre el estero Cieneguita.....	17
5.2.	Calificación de la condición del puente sobre la quebrada Westfalia .....	19
5.3.	Calificación de la condición del puente sobre el río Banano .....	21
5.4.	Calificación de la condición del puente sobre el río Vizcaya .....	22
5.5.	Calificación de la condición del puente sobre el estero Bananito 1 .....	24
5.6.	Calificación de la condición del puente sobre el estero Bananito 2.....	25
5.7.	Calificación de la condición del puente sobre el estero Bananito 3.....	26
5.8.	Calificación de la condición del puente sobre el río Bananito .....	27
5.9.	Calificación de la condición del puente sobre el estero Negro .....	28
5.10.	Calificación de la condición del puente sobre el estero Margarita .....	29
5.11.	Calificación de la condición del puente sobre el río La Estrella .....	30
5.12.	Calificación de la condición del puente sobre el río Tuba Creek.....	32
5.13.	Calificación de la condición del puente sobre el río Hone Creek .....	33
5.14.	Calificación de la condición del puente sobre la quebrada Dos Aguas .....	34
5.15.	Calificación de la condición del puente sobre el río Sand Box.....	35
5.16.	Calificación de la condición del puente sobre la quebrada Cuabre .....	37
5.17.	Calificación de la condición del puente sobre el río Cocles.....	38
5.18.	Calificación de la condición del puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 96) .....	40
5.19.	Calificación de la condición del puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 97) .....	41
5.20.	Calificación de la condición del puente sobre camino vecinal (Sixaola) .....	42
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>



<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO 1 GLOSARIO.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 2 CRITERIOS PARA CALIFICAR LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS Y COMPONENTES DEL PUENTE Y DEL PUENTE DE FORMA GLOBAL .....</b>	<b>62</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de *inspección especial* de 20 puentes en la Ruta Nacional n.º 36, pertenecientes al tramo entre Cieneguita - Sixaola, 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 se indica en el artículo 6 de la Ley n.º 8114.

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

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

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

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

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

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

En el caso de puentes que exhiben daños significativos y que ameriten una intervención inmediata, la Unidad de Puentes realiza una inspección especial con el fin de informar sobre los daños observados que pongan en peligro la seguridad de los usuarios y la continuidad del servicio público.



La inspección especial se realizó con base en el Manual de Puentes de Costa Rica MP-2020, Tomo I (denominado de aquí en adelante como MP-2020 Tomo I) que la Unidad de Puentes utiliza con el fin de cumplir con las responsabilidades legales que le han sido encomendadas.

En dicho Manual, en el punto vi. de la sección 3.2, se define la *inspección especial* de la siguiente forma:

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

En este informe se brinda una calificación de la condición estructural y funcional de los puentes, siguiendo lo indicado en el MP-2020 Tomo I. Con lo anterior, se hacen recomendaciones para incluir los puentes en un programa de *conservación* o en un programa de *mejoramiento*. Asimismo, se realiza una comparación de la condición actual de los puentes respecto a la condición reportada en informes de inspección anteriores.

La *inspección especial* de los puentes se llevó a cabo los días 16 y 17 de agosto del 2022.

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 obtener una *calificación de la condición* global de 20 puentes en la Ruta Nacional n.º 36, pertenecientes al tramo entre Cieneguita – Sixaola, considerando las *principales deficiencias* identificadas en estos, mediante el uso de los criterios establecidos en el MP-2020 Tomo I, con el fin de que estos sean incluidos en un programa de intervención.

Los objetivos específicos son:

- a) Describir de manera general los puentes con base en la información de inventario disponible y la *calificación de la condición* reportada en informes de inspección anteriores.
- b) Identificar y presentar las *principales deficiencias* encontradas, en los elementos de los puentes.
- c) Calificar la condición de los elementos del puente, según los procedimientos establecidos en el MP-2020 Tomo I (el cual, está en proceso de oficialización por parte del Ministerio de Obras Públicas y transportes [MOPT]).
- d) Comparar la condición actual de los elementos de los puentes respecto a la condición reportada en informes de inspección anteriores.
- e) Obtener la *calificación de la condición* global del puente, a partir de la *calificación de la condición* de sus elementos, según el MP-2020 Tomo I (el cual, está en proceso de oficialización por parte del Ministerio de Obras Públicas y transportes [MOPT]).
- f) Comparar la *calificación de la condición* global de los puentes respecto a la calificación reportada en informes de inspección anteriores.
- g) Recomendar programas de trabajo para realizar acciones de intervención para los puentes de forma global y sus elementos, con base en su *calificación de la condición*.



### 3. ALCANCE DEL INFORME

Se realizó una inspección visual de todos los elementos accesibles de los puentes, sin embargo, el presente informe se limitó a reportar únicamente las *principales deficiencias* identificadas para cada puente.

En este informe se realiza una comparación de las deficiencias que fueron identificadas en la presente *inspección especial* con las que habían sido reportadas en informes de inspección previos realizados por el LanammeUCR.

La información de planos no es necesaria para el proceso de *inspección especial*. Se utilizan los planos del puente únicamente como referencia, según criterio del inspector, para complementar dimensiones y otros datos de los puentes que no haya sido posible tomar en sitio, para lo cual se verifican algunas dimensiones a las cuales se tiene acceso para determinar la congruencia de los planos con el puente inspeccionado.

La *inspección especial* realizada para este informe se encuentra fuera del alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr).



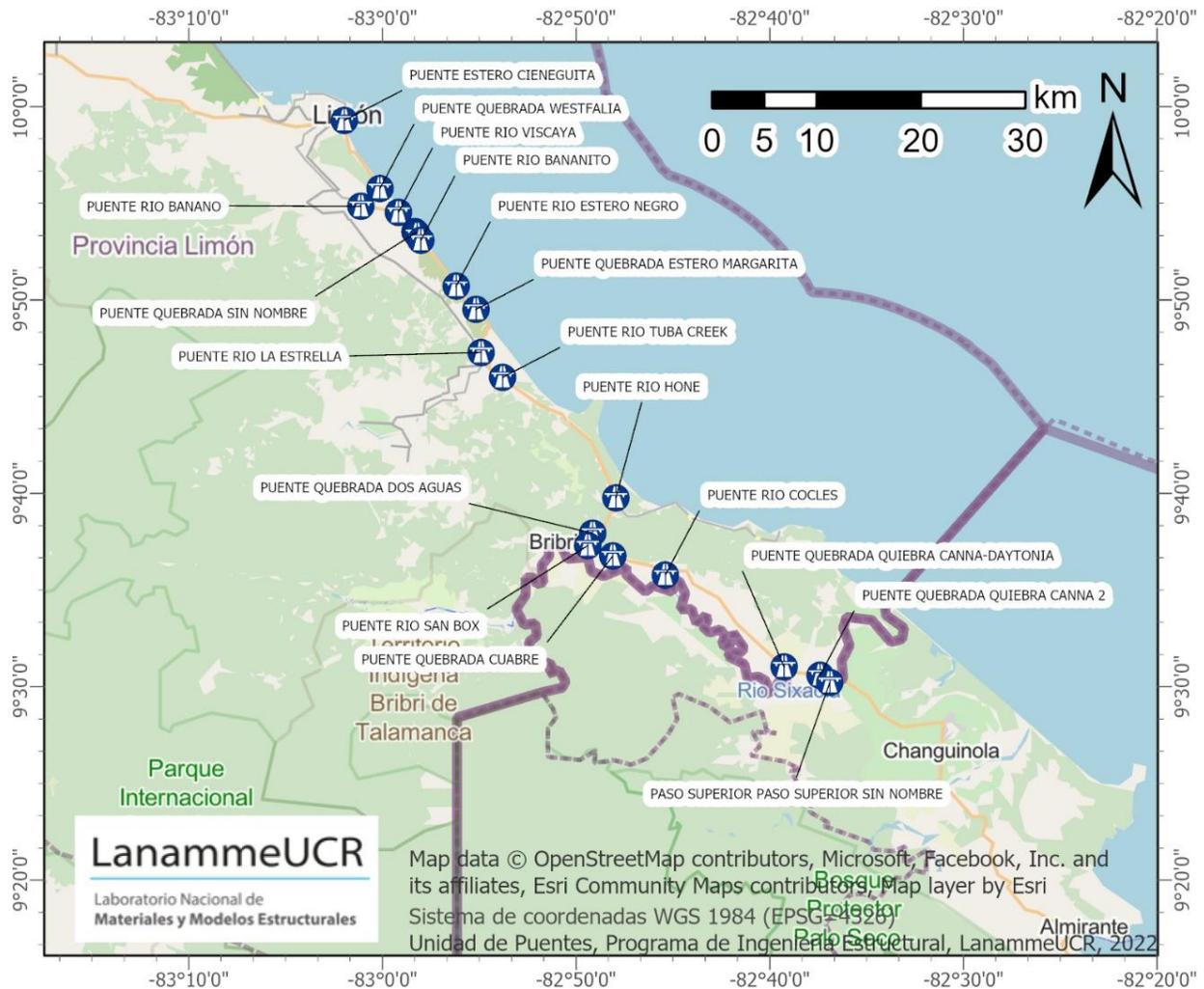
#### 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PUENTES

En esta sección se recopila la siguiente información de los puentes inspeccionados: longitud, kilómetro de ubicación y *calificación de la condición* global de los puentes (CP) reportada en el informe previo (LM-PIE-UP-P03-2018) según el MP-2020 Tomo I (Ver Tabla 4.1), y ubicación geográfica (ver Figura 4.1).

**Tabla 4.1.** Características generales de los puentes y *calificación de la condición* global de los puentes reportada en el informe previo (LM-PIE-UP-P03-2018)

Nombre de puente	Longitud (m)	Kilómetro de ubicación	CP en informe previo según MP-2020 Tomo I <sup>(1)</sup>
Puente sobre Estero Cieneguita	50,4	0,177	Alarmante (5)
Puente sobre quebrada Westfalia	15,7	7,949	Deficiente (4)
Puente sobre río Banano	103,7	10,86	Deficiente (4)
Puente sobre río Vizcaya	68,2	14,778	Deficiente (4)
Puente sobre estero Bananito 1	6,0	17,298	Deficiente (4)
Puente sobre estero Bananito 2	6,0	17,445	Deficiente (4)
Puente sobre estero Bananito 3	6,2	17,608	Deficiente (4)
Puente sobre río Bananito	67,5	18,272	Deficiente (4)
Puente sobre estero Negro	106,9	23,778	Deficiente (4)
Puente sobre estero Margarita	35,2	26,817	Alarmante (5)
Puente sobre río La Estrella	177,65	31,818	Alarmante (5)
Puente sobre río Tuba Creek	27,4	35,589	Alarmante (5)
Puente sobre río Hone Creek	76,5	51,975	Deficiente (4)
Puente sobre quebrada Dos Aguas	26,0	57,03	Deficiente (4)
Puente sobre río Sand Box	16,0	63,558	Alarmante (5)
Puente sobre quebrada Cuabre	16,0	66,205	Regular (3)
Puente sobre río Cocles	9,4	71,633	Regular (3)
Puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 96)	16,7	87,32	Deficiente (4)
Puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 97)	16,7	90,92	Regular (3)
Puente sobre camino vecinal (Sixaola)	4,75	92,277	Deficiente (4)

<sup>(1)</sup> La *calificación de la condición* global de los puentes (CP) obtenida en el informe previo (LM-PIE-UP-P03-2018) es presentada en esta tabla de acuerdo a los nombres de las categorías establecidos en el MP-2020 Tomo I (es decir satisfactoria, aceptable, regular, deficiente, alarmante y falla inminente), debido a que los nombres de las categorías de la metodología de *calificación de la condición* empleada en el informe previo difieren, sin embargo, tanto el indicador asociado a la *calificación de la condición* (escala entre 1 y 6) así como la descripción cualitativa asociada a la *calificación de la condición* de la metodología utilizada en cada informe es la misma (ver Anexo 2 de este informe y Anexo 7 del informe LM-PIE-UP-P03-2018).



**Figura 4.1.** Ubicación geográfica de los puentes  
(Fuente: Adaptado de Open Street Maps, 2022)

Adicional a la información mostrada anteriormente, en el Anexo 1 del informe LM-PIE-UP-P03-2018 (Álvarez-González, Agüero-Barrantes, et al., 2018) y en los formularios de inspección de inventario (CONAVI-2014, CONAVI-2015 y CONAVI-2016) del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes, se pueden consultar otras características de los puentes inspeccionados.



## 5. COMPARACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE LOS PUENTES RESPECTO A LA REPORTADA EN INFORMES DE INSPECCIÓN ANTERIORES

Los 20 puentes en la Ruta Nacional n.º 36, pertenecientes al tramo entre Cieneguita – Sixaola, incluidos en este informe, han sido evaluados anteriormente por el LanammeUCR. En la Tabla 5.A se presenta el listado de los informes de evaluación que han sido preparados previamente.

**Tabla 5.A.** Listado de informes de evaluación de los puentes utilizados para las evaluaciones históricas de la condición del puente.

Informe n.º	Identificación de Informe	Fecha de evaluación en sitio	Fecha de emisión del informe
1	LM-PIE-UP-P03-2018	19 y 20 de junio, 2018	Setiembre, 2018

De la Tabla 5.1 a la Tabla 5.20 se presentan las *principales deficiencias* identificadas para cada puente. Asimismo, se realiza una comparación de la condición actual de los puentes inspeccionados respecto a la condición reportada en el informe previo (LM-PIE-UP-P03-2018), para ello se indica si el estado de las deficiencias y la *calificación de la condición* global de los puentes respecto al informe previo mejoró, empeoró o se mantiene.

La metodología de *calificación de la condición* de los elementos de los puentes (CE) y los criterios de severidad para evaluación de las deficiencias reportadas en el informe previo, difieren de los criterios de calificación utilizados en el presente informe, debido a que actualmente se está utilizando el procedimiento establecido en el MP-2020 Tomo I. La actualización en la metodología de calificación puede resultar en puentes cuya *calificación de la condición* global (CP) haya empeorado respecto a la calificación reportada en el informe previo, pese a que las deficiencias existentes no han incrementado en severidad y/o extensión, ni tampoco se han identificado nuevas deficiencias. Dichos casos se presentan en este informe y se encuentran debidamente identificados en el reporte de la *calificación de la condición* global de los puentes (CP) que se muestra de la Tabla 5.1 a la Tabla 5.20, con la descripción “*empeoró (debido a criterios del MP-2020)*”. A pesar de las diferencias entre las metodologías de calificación utilizada en cada informe, es importante señalar que la escala de la *calificación de la condición* global de los puentes (CP) (escala entre 1 y 6) y la descripción cualitativa asociada a la *calificación de la condición* de los



puentes son equivalentes (ver Anexo 2 de este informe y Anexo 7 del informe LM-PIE-UP-P03-2018).

De la Tabla 5.1 a la Tabla 5.20 únicamente se incluye evidencia fotográfica de las *principales deficiencias* observadas durante la inspección del puente, sean estas nuevas o deficiencias detectadas durante la inspección del 2018 que han sufrido un incremento en extensión y/o severidad del daño. No se incluyen fotografías de aquellas deficiencias cuya condición se mantuvo. Si desea conocer más sobre dichas deficiencias, se puede consultar el registro fotográfico incluido en el Anexo 3 del informe LM-PIE-UP-P03-2018 (Álvarez-González, Agüero-Barrantes, et al., 2018).



### 5.1. Calificación de la condición del puente sobre estero Cieneguita

En la Tabla 5.1 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre estero Cieneguita, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.1. Calificación de la condición del puente sobre estero Cieneguita.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	4	El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con mezcla asfáltica.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Desprendimientos y acero expuesto	Se considera nueva (ver evidencia fotográfica)	3	En aproximadamente el 20 % del sistema de contención del puente se observaron desprendimientos del concreto con acero de refuerzo expuesto y con pérdida de sección avanzada.
	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta aproximadamente el 75 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Desprendimientos	Se mantiene	4	En aproximadamente el 10 % del tablero hay desprendimientos mayores a 25 mm de profundidad o 150 mm de diámetro. Adicionalmente se observó acero de refuerzo expuesto y oxidado, pero sin pérdida de sección medible.
		Agujeros en losas	Se mantiene		En aproximadamente el 1 % del tablero de concreto reforzado se observaron agujeros que atraviesan la losa.
		Eflorescencias	Se mantiene		Existe filtración de agua con evidencia de eflorescencia en aproximadamente el 10 % del tablero.
Superestructura (Vigas de concreto presforzado) [402]	Elementos principales [40201]	Acero expuesto	Se mantiene	2	En aproximadamente el 5 % de las vigas de concreto reforzado se observó acero de refuerzo expuesto y oxidado, pero sin pérdida de sección medible.
Subestructura [500]	Cuerpo de pilas [50003]	Agrietamiento y desprendimientos	Aumentó la extensión (ver evidencia fotográfica)	4	En aproximadamente el 5 % del cuerpo de las pilas se observaron desprendimientos con acero de refuerzo expuesto y con pérdida de sección. Asimismo, en aproximadamente el 5 % del cuerpo de las pilas se observaron grietas con ancho mayor a 1 mm.
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Socavación cimentaciones profundas	Se mantiene	5	Los pilotes están expuestos y la longitud expuesta es menor a 0,5 m.
		Sistemas de protección contra la socavación	Se mantiene	4	No hay sistema de protección y se observa socavación.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5 Alarmante</b>			Se mantiene	Rehabilitación	



**Tabla 5.1. Calificación de la condición del puente sobre estero Cieneguita (continuación).**

**Evidencia fotográfica**

Desprendimientos y acero expuesto en Sistema de contención vehicular (puente) [30001]:



Agrietamiento y desprendimientos en Cuerpo de pilas [50003]:





## 5.2. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Westfalia

En la Tabla 5.2 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre quebrada Westfalia, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.2. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Westfalia.**

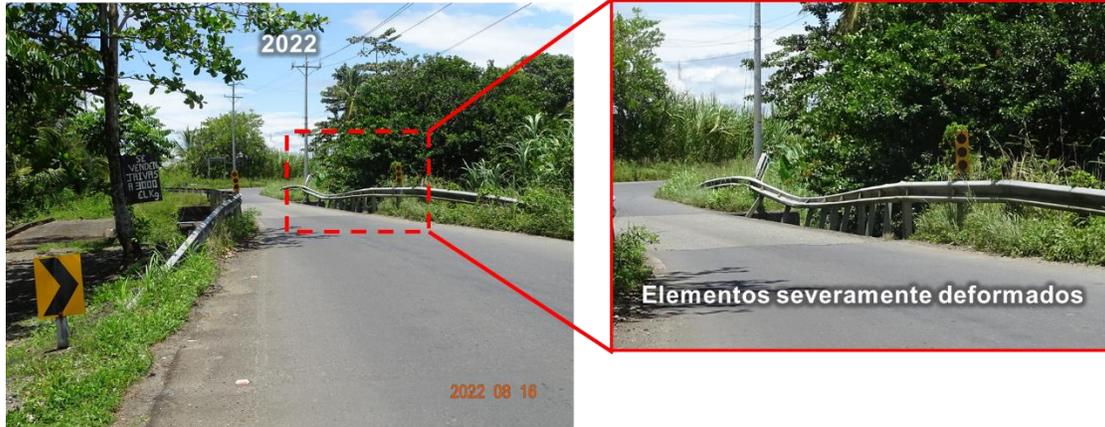
Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Filtración de agua	Se mantiene	4	Se observaron filtraciones en más del 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones.
		Obstrucción	Se mantiene		El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con sedimentos.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Deformación	Se considera nueva (ver evidencia fotográfica)	4	En aproximadamente el 40 % del sistema de contención vehicular del puente se observaron elementos severamente deformados.
	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	3	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Desgaste	Se mantiene	4	En el 100 % del tablero de concreto reforzado se observó desgaste
		Grietas en una dirección	Se mantiene		En aproximadamente el 25 % del tablero de concreto reforzado se observó un patrón agrietamiento en una dirección con un espaciamiento menor a 0,3 m.
Superestructura (Vigas I de acero) [403]	Elementos principales [40301]	Corrosión	Aumentó la extensión (ver evidencia fotográfica)	4	En aproximadamente el 5 % de las vigas principales del tramo se observaron agujeros que atraviesan toda la sección.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	4	En aproximadamente el 100 % de los apoyos se observó corrosión localizada.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Se mantiene	Rehabilitación	



**Tabla 5.2. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Westfalia (continuación).**

**Evidencia fotográfica**

Deformación en Sistema de contención vehicular (puente) [30001]:



Corrosión en Elementos principales [40301]:





### 5.3. Calificación de la condición del puente sobre río Banano

En la Tabla 5.3 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre río Banano, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.3. Calificación de la condición del puente sobre río Banano.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Filtración de agua	Se mantiene	4	Se observaron filtraciones en más del 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones y ambas pilas.
		Obstrucción	Se mantiene		El 100 % de junta de expansión sobre el bastión n.º 2 está obstruida.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Accesos [200]	No aplica	Alineamiento vertical del acceso	Se mantiene	4	Ambos accesos del puente tienen pendiente y dificultan la visibilidad.
Seguridad vial y señalización Accesorios [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	3	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Desgaste	Se mantiene	4	En el 100 % del tablero de concreto reforzado se observó desgaste
		Grietas en dos direcciones	Se mantiene		En aproximadamente el 25 % del tablero de concreto reforzado se observó un patrón de agrietamiento en una dirección con un espaciamiento menor a 0,3 m.
Superestructura (vigas de concreto presforzado) [402]	Elementos principales [40201]	Agrietamiento y desprendimiento	Se mantiene	4	Existe agrietamiento vertical y desprendimiento del concreto en los extremos de las vigas principales.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	5	Existe corrosión localizada de los elementos metálicos de los apoyos.
		Deformación	Se mantiene		Existe deformación lateral y deformación por abultamiento de las almohadillas elastoméricas.
		Condición de los pernos	Se mantiene		En aproximadamente el 75 % de los apoyos en el bastión n.º 1 faltan pernos de anclaje.
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección sísmica [60004]	Longitud de asiento / Llaves de corte y otros sistemas	Se mantiene	4	La longitud de asiento de los apoyos es menor a la establecida en la normativa, pero no es menor que el 50% del valor mínimo requerido. Asimismo, no existen llaves de corte u otro tipo de sistemas de protección sísmica.
	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Potencial de bloqueo del cauce	Se mantiene	2	Existe un riesgo moderado de bloqueo del cauce en la sección del puente.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5 Alarmante</b>			Empeoró (debido a criterios del MP-2020)	Rehabilitación	



#### 5.4. Calificación de la condición del puente sobre río Vizcaya

En la Tabla 5.4 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre río Vizcaya, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.4. Calificación de la condición del puente sobre Vizcaya.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Filtración de agua	Se mantiene	4	Se observan filtraciones en más del 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones y ambas pilas.
		Obstrucción	Se mantiene		El 100 % de las juntas de expansión están obstruidas con sedimentos.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Corrosión	Se considera nueva (ver evidencia fotográfica)	3	En aproximadamente el 20 % del sistema de contención del puente se observó corrosión con pérdida de sección que excede el 10 % del espesor del elemento.
	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	3	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Aumentó la severidad y extensión (ver evidencia fotográfica)	5	En aproximadamente el 5 % del tablero de concreto reforzado se observó un patrón de agrietamiento denso con espaciamiento menor a 0,3 m.
		Desprendimientos	Aumentó la severidad y extensión (ver evidencia fotográfica)		En aproximadamente el 5 % del tablero de concreto reforzado se observaron desprendimientos con acero de refuerzo expuesto y con pérdida de sección avanzada.
Superestructura (Vigas de concreto presforzado) [402]	Elementos principales [40201]	Agrietamiento	Se mantiene	4	En aproximadamente el 5 % de las vigas de concreto presforzado se observaron grietas con un ancho mayor a 0,20 mm.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	5	En el 100 % de los apoyos la pérdida de sección por corrosión afecta el funcionamiento y la capacidad de los mismos.
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Socavación cimentaciones profundas	Se mantiene	5	Se observan los pilotes y la longitud expuesta corresponde a menos del 10 % de la longitud total de los pilotes.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5</b>			<b>Alarmante</b>	Empeoró	Rehabilitación



**Tabla 5.4. Calificación de la condición del puente sobre río Vizcaya (continuación).**

**Evidencia fotográfica**

Corrosión en Sistema de contención vehicular (puente) [30001]:



Grietas en dos direcciones en Tablero [40001]:





### 5.5. Calificación de la condición del puente sobre estero Bananito 1

En la Tabla 5.5 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre estero Bananito 1, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.5. Calificación de la condición del puente sobre estero Bananito 1.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Accesos [200]	Rellenos de aproximación [20003]	Erosión	Se mantiene	3	Existe erosión moderada del relleno detrás de los aletones.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	3	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Se mantiene	2	En aproximadamente el 5 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas con un ancho menor a 0,3 mm y con espaciamiento entre 0,3 m sin sellar.
Superestructura (Vigas de concreto presforzado) [402]	Elementos principales [40201]	Agrietamiento	Se mantiene	4	En aproximadamente el 10 % de las vigas concreto presforzado se observaron grietas con un ancho mayor a 0,20 mm.
Subestructura [500]	Cuerpo de bastiones [50004]	Desprendimientos y áreas reparadas	Se mantiene	4	En aproximadamente el 10 % del cuerpo de ambos bastiones se detectaron delaminaciones del concreto. Asimismo, producto de esta delaminación se observaron desprendimientos del concreto con acero de refuerzo expuesto y con pérdida de sección avanzada.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Se mantiene	Rehabilitación	



## 5.6. Calificación de la condición del puente sobre estero Bananito 2

En la Tabla 5.6 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre estero Bananito 2, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.6. Calificación de la condición del puente sobre estero Bananito 2.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Sistema de drenaje del tablero (entrada) [10002]	Obstrucciones	Se mantiene	2	Los drenajes estaban parcialmente obstruidos, pero no se observó agua estancada.
	Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	2	Los bajantes tienen una extensión menor de 100 mm por debajo de los elementos de la superestructura.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	2	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Vigas de concreto presforzado) [402]	Elementos principales [40201]	Desprendimientos	Se mantiene	3	En aproximadamente el 5 % de las vigas principales observaron desprendimientos de concreto menores a 25 mm de profundidad o 150 mm de diámetro. Asimismo, se observó acero de refuerzo expuesto con pérdida de sección menor o igual al 20% del diámetro de las barras.
		Acero de refuerzo expuesto	Se mantiene		
Subestructura [500]	Cuerpo de bastiones [50004]	Desprendimientos	Se mantiene	4	En aproximadamente el 10 % del cuerpo de ambos bastiones se observaron desprendimientos de concreto menores a 25 mm de profundidad o 150 mm de diámetro. Asimismo, producto de esta delaminación se observaron desprendimientos del concreto con acero de refuerzo expuesto y con pérdida de sección avanzada.
		Acero de refuerzo expuesto	Se mantiene		
	Aletones [50007]	Acero de refuerzo expuesto	Se mantiene	3	En aproximadamente el 10 % del cuerpo de del bastión n.º 1 se observó acero de refuerzo expuesto y con pérdida de sección avanzada.
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Socavación cimentaciones profundas	Se mantiene	4	Los pilotes están expuestos y la longitud expuesta es aproximadamente menor que 0,5 m.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Se mantiene	Rehabilitación	



### 5.7. Calificación de la condición del puente sobre estero Bananito 3

En la Tabla 5.7 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre estero Bananito 3, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.7. Calificación de la condición del puente sobre estero Bananito 3.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	2	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Subestructura [500]	Cuerpo de bastiones [50004]	Desprendimientos	Se mantiene	4	En aproximadamente el 10 % del cuerpo de ambos bastiones se observaron desprendimientos de concreto menores a 25 mm de profundidad o 150 mm de diámetro
		Acero de refuerzo expuesto	Se mantiene		Asimismo, producto de esta delaminación se observaron desprendimientos del concreto con acero de refuerzo expuesto y con pérdida de sección avanzada.
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Socavación cimentaciones profundas	Se mantiene	4	Los pilotes están expuestos y la longitud expuesta es aproximadamente menor que 0,5 m.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
4			Deficiente	Se mantiene	Rehabilitación



## 5.8. Calificación de la condición del puente sobre río Bananito

En la Tabla 5.8 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre río Bananito, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.8. Calificación de la condición del puente sobre río Bananito.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	2	El 100 % de las juntas de expansión sobre el bastión n.º 2 está obstruidas con sedimentos.
		Filtración de agua	Se mantiene		Se observan filtraciones en más del 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones y ambas pilas.
	Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Deformación	Disminuyó la extensión	3	En aproximadamente el 5 % del sistema de contención del puente los elementos del sistema de contención estaban deformados.
	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	3	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en una dirección	Se mantiene	4	En aproximadamente el 10 % del tablero de concreto reforzado se observó un patrón agrietamiento en una dirección con un espaciamiento menor a 0,3 m.
		Desgaste	Se mantiene		En el 100 % del tablero de concreto reforzado se observó desgaste
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	5	En el 100 % de los apoyos la pérdida de sección por corrosión afecta el funcionamiento y la capacidad de los mismos.
		Grietas de la almohadilla	Se mantiene		En aproximadamente el 100 % de los apoyos se observó agrietamiento de las almohadillas elastoméricas.
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Potencial de bloqueo del cauce	Se mantiene	2	Existe un riesgo moderado de bloqueo del cauce en la sección del puente.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5</b>			<b>Alarmante</b>	Empeoró (debido a criterios del MP-2020)	Rehabilitación



### 5.9. Calificación de la condición del puente sobre estero Negro

En la Tabla 5.9 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre estero Negro, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.9. Calificación de la condición del puente sobre estero Negro.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	3	Las juntas de expansión están parcialmente obstruidas con sedimentos.
		Filtración de agua	Se mantiene		Se observaron filtraciones entre 15 % y 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones y ambas pilas.
	Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	2	Los bajantes tienen una extensión menor de 100 mm por debajo de los elementos de la superestructura.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	2	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Se mantiene	3	En aproximadamente el 25 % del tablero de concreto reforzado se observó un patrón de agrietamiento moderado.
Superestructura (Vigas de concreto presforzado) [402]	Elementos principales [40201]	Agrietamiento	Se mantiene	3	En aproximadamente el 1 % de las vigas concreto presforzado se observaron grietas con un ancho mayor a 1 mm.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Deformación	Se mantiene	4	En aproximadamente el 100 % de los apoyos de ambos bastiones la deformación lateral es mayor a un 15 % del espesor de la almohadilla elastomérico. Asimismo, existe deformación por abultamiento.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Se mantiene	Mantenimiento basado en la condición	



### 5.10. Calificación de la condición del puente sobre estero Margarita

En la Tabla 5.10 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre estero Margarita, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.10. Calificación de la condición del puente sobre estero Margarita.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	4	El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con mezcla asfáltica. Se observan filtraciones en más del 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones y la pilas.
		Filtración de agua	Se mantiene		
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Deformación	Se mantiene	2	En aproximadamente el 15 % del sistema de contención del puente los elementos del sistema de contención estaban desalineados o tienen una deformación que requiere ser reparada.
	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	2	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Desprendimientos y áreas reparadas	Se mantiene	4	En aproximadamente el 20 % del tablero de concreto reforzado hay desprendimientos aproximadamente mayores a 150 mm de diámetro y áreas reparadas
Superestructura (Vigas de concreto presforzado) [402]	Elementos principales [40201]	Agrietamiento	Se mantiene	3	En aproximadamente el 1 % de las vigas concreto presforzado se observaron grietas con un ancho mayor a 1 mm.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	5	En el 100 % de los apoyos la pérdida de sección por corrosión afecta el funcionamiento y la capacidad de los mismos. En aproximadamente el 100 % de los apoyos sobre el bastión n.º 1 se observó agrietamiento de las almohadillas elastoméricas.
		Grietas de la almohadilla	Se mantiene		
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección sísmica [60004]	Longitud de asiento / Llaves de corte y otros sistemas	Se mantiene	4	La longitud de asiento de los apoyos es menor a la establecida en la normativa, pero no es menor que el 50% del valor mínimo requerido. Asimismo, no existen llaves de corte u otro tipo de sistemas de protección sísmica.
	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Potencial de bloqueo del cauce	Se mantiene	2	Existe un riesgo moderado de bloqueo del cauce en la sección del puente.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5 Alarmante</b>			Se mantiene	Rehabilitación	



### 5.11. Calificación de la condición del puente sobre río La Estrella

En la Tabla 5.11 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre río La Estrella, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.11. Calificación de la condición del puente sobre río La Estrella.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Filtración de agua	Se mantiene	4	Se observan filtraciones en más del 50 % de la longitud de la viga cabezal del bastión n.º 2 y las pilas.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene	2	Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Agujeros	Aumentó la severidad y extensión (ver evidencia fotográfica)	5	Entre aproximadamente 5 % y 10 % del área del tablero de concreto reforzado se observan agujeros que atraviesan la totalidad del espesor del elemento.
		Grietas en dos direcciones	Aumentó la severidad y extensión (ver evidencia fotográfica)	5	Se evidencia un patrón de agrietamiento denso, con grietas en dos direcciones con espaciamiento menor a 0,3 m en aproximadamente el 30 % del tablero.
Superestructura (Cercha de acero) [410]	Elementos principales [41001]	Corrosión y conexiones	Aumentó la extensión	6	Entre aproximadamente el 25 % y el 30 % de las conexiones de los elementos principales de las cerchas, se observaron pernos con corrosión severa y pérdida significativa de sección transversal. Asimismo, existe delaminación por corrosión en aproximadamente el 15 % de los elementos principales de las cerchas.
Subestructura [500]	Cabezal de bastiones [50002]	Agrietamiento	Se considera nueva (ver evidencia fotográfica)	5	Se observaron grietas con un ancho mayor a 1,0 mm en aproximadamente el 60 % del cabezal de los bastiones.
	Fundaciones [50005]	Socavación cimentaciones profundas	Se considera nueva (ver evidencia fotográfica)	6	Los pilotes del bastión n.º 1 están expuestos y la longitud expuesta es mayor al 10% de la longitud total de los pilotes
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>6</b>			<b>Falla inminente</b>	Empeoró	Sustitución



**Tabla 5.11.** Calificación de la condición del puente sobre río La Estrella (continuación).

**Evidencia fotográfica**

Agujeros, desprendimientos y grietas en dos direcciones Tablero [40001]:



Agrietamiento en Cabezal de bastiones [50002]:



Socavación cimentaciones profundas en Fundaciones [50005]:





## 5.12. Calificación de la condición del puente sobre río Tuba Creek

En la Tabla 5.12 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente río Tuba Creek, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.12. Calificación de la condición del puente sobre río Tuba Creek.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Filtración de agua	Se mantiene	4	Se observan filtraciones en más del 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones
	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	4	El 100 % de junta de expansión sobre el bastión n.º 2 está obstruida.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Deformación	Se mantiene	3	En aproximadamente el 25 % del sistema de contención vehicular de los accesos se observaron elementos severamente deformados.
		Anclaje y terminales de las barreras	Se mantiene		Las terminales de los elementos del sistema de contención no cuentan con un anclaje adecuado en el terreno.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Desprendimientos y áreas reparadas	Se mantiene	5	En aproximadamente el 5 % del tablero de concreto reforzado hay desprendimientos mayores 150 mm de diámetro con acero de refuerzo expuesto. Asimismo, se observaron áreas reparadas en aproximadamente el 30 % del tablero
		Grietas en una dirección	Se mantiene		En aproximadamente el 60 % de la cara superior del tablero de concreto reforzado se observó un patrón de agrietamiento denso.
Superestructura (Cercha de acero) [410]	Elementos principales [41001]	Corrosión	Se mantiene	4	En aproximadamente el 5 % de los elementos principales de la cercha se observó corrosión con pérdida de sección que excede aparentemente el 10% del espesor del elemento.
Subestructura [500]	Cabezal de bastiones [50002]	Desprendimientos	Se mantiene	5	En aproximadamente el 30 % del cuerpo del bastión n.º 1 las delaminaciones tienen una profundidad mayor de 100 mm.
		Agrietamiento	Se mantiene		En aproximadamente el 30 % del cuerpo del bastión n.º 2 Se observaron grietas con un ancho mayor a 1,0 mm.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5</b>			<b>Alarmante</b>	Se mantiene	Sustitución



### 5.13. Calificación de la condición del puente sobre río Hone Creek

En la Tabla 5.13 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente río Hone Creek, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.13. Calificación de la condición del puente sobre río Hone Creek.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Filtración de agua	Se mantiene	3	Se observaron filtraciones entre 15 % y 50 % de la longitud de la viga cabezal de ambos bastiones y ambas pilas.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Desgaste	Se mantiene	3	En el 100 % del tablero de concreto reforzado se observó desgaste.
		Grietas en una dirección	Se mantiene		En aproximadamente el 10 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas en una dirección con un ancho moderado (entre 0,3 mm y 1,0 mm) sin sellar.
Subestructura [500]	Cabezal de bastiones [50002]	Agrietamiento	Se mantiene	4	En aproximadamente el 100 % del cabezal del bastión n.º 1 se observaron grietas con ancho mayor que 1,0 mm.
	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	4	En aproximadamente el 50 % de los apoyos de ambos bastiones la pérdida de sección por corrosión afecta el funcionamiento y la capacidad de los mismos.
		Deformación	Se mantiene		En aproximadamente el 50 % de los apoyos de ambos bastiones los pernos de anclaje están flojos o deformados.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5 Alarmante</b>			Empeoró (debido a criterios del MP-2020)	Rehabilitación	



#### 5.14. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Dos Aguas

En la Tabla 5.14 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente quebrada Dos Aguas, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.14.** Calificación de la condición del puente sobre quebrada Dos Aguas.

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	4	El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con mezcla asfáltica.
	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Desgaste	Se mantiene	3	En el 100 % del tablero de concreto reforzado se observó desgaste.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	4	En el 50 % de los apoyos la pérdida de sección por corrosión afecta el funcionamiento y la capacidad de los mismos.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
4 Deficiente			Se mantiene	Rehabilitación	



### 5.15. Calificación de la condición del puente sobre río Sand Box

En la Tabla 5.15 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre río Sand Box, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.15. Calificación de la condición del puente sobre río Sand Box.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	4	El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con mezcla asfáltica.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Se mantiene	2	En aproximadamente el 10 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas con un ancho de aproximadamente 0,3 mm sin sellar.
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Socavación cimentaciones profundas	Aumentó la severidad y extensión (ver evidencia fotográfica)	5	En aproximadamente el 100 % del bastión n.º 1 y del bastión n.º 2 los pilotes están expuestos y la longitud expuesta es menor al 10% de la longitud total de los pilotes.
		Sistemas de protección contra la socavación	Se considera nueva (ver evidencia fotográfica)		Las medidas de protección contra la socavación fallaron.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5 Alarmante</b>			Se mantiene	Rehabilitación	



**Tabla 5.15.** Calificación de la condición del puente sobre río Sand Box (continuación).

**Evidencia fotográfica**

Socavación cimentaciones profundas en Sistemas de protección hidráulica [60005]:





### 5.16. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Cuabre

En la Tabla 5.16 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre quebrada Cuabre, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.16.** Calificación de la condición del puente sobre quebrada Cuabre.

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	4	El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con mezcla asfáltica.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Se mantiene	2	En aproximadamente el 10 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas con un ancho de aproximadamente 0,3 mm sin sellar.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	2	Se observa el inicio de la corrosión (puntos de corrosión) en aproximadamente el 15 % de los apoyos.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Empeoró (debido a criterios del MP-2020)	Mantenimiento basado en la condición	



### 5.17. Calificación de la condición del puente sobre río Cocles

En la Tabla 5.17 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre río Cocles, y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.17. Calificación de la condición del puente sobre río Cocles.**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Se mantiene	2	En aproximadamente el 10 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas con un ancho de aproximadamente 0,3 mm sin sellar.
		Eflorescencias	Se mantiene		En aproximadamente el 5 % del tablero de concreto reforzado se observaron eflorescencias, pero sin acumulación en espesor por carbonato de calcio
Subestructura [500]	Cuerpo de bastiones [50004]	Agrietamiento	Se mantiene	2	En aproximadamente el 5 % del cuerpo del bastión n.º 1 y n.º 2 se observaron grietas con ancho entre 0,3 mm y 1,0 mm sin sellar,
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Socavación cimentaciones superficiales	Se considera nueva (ver evidencia fotográfica)	3	En el 100 % del bastión n.º 1 la placa de cimentación está expuesta en menos de 0,3 m medidos verticalmente.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Empeoró (debido a criterios del MP-2020)	Mantenimiento basado en la condición	



**Tabla 5.17.** Calificación de la condición del puente sobre río Cocles (continuación).

**Evidencia fotográfica**

Socavación cimentaciones superficiales en Sistemas de protección hidráulica [60005]:





### 5.18. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Quebrada Caña (Finca 96)

En la Tabla 5.18 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre quebrada Quebrada Caña (Finca 96), y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.18.** Calificación de la condición del puente sobre quebrada Quebrada Caña (Finca 96).

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	4	El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con mezcla asfáltica.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Se mantiene	2	En aproximadamente el 5 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas con un ancho de aproximadamente 0,3 mm sin sellar.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	2	Se observa el inicio de la corrosión (puntos de corrosión) en aproximadamente el 5 % de los apoyos.
	Fundaciones [50005]	Socavación cimentaciones profundas	Se mantiene	5	Los pilotes están expuestos y la longitud expuesta es menor al 10% de la longitud total de los pilotes
Sistema de protección [600]	Sistemas de protección hidráulica [60005]	Sistemas de protección contra la socavación	Se mantiene	4	No hay sistema de protección y se observó socavación.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>5 Alarmante</b>			Empeoró (debido a criterios del MP-2020)	Rehabilitación	



### 5.19. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Quebrada Caña (Finca 97)

En la Tabla 5.19 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre quebrada Quebrada Caña (Finca 97), y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.19. Calificación de la condición del puente sobre quebrada Quebrada Caña (Finca 97).**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Juntas de expansión [10001]	Obstrucción	Se mantiene	3	El 100 % de las juntas de expansión sobre ambos bastiones están obstruidas con mezcla asfáltica.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en dos direcciones	Se mantiene	2	En aproximadamente el 5 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas con un ancho de aproximadamente 0,3 mm sin sellar.
Superestructura (Vigas I de acero) [403]	Elementos principales [40301]	Corrosión	Se mantiene	2	En aproximadamente el 10 % de las vigas principales se observaron puntos de oxidación.
Subestructura [500]	Apoyos [50006]	Corrosión	Se mantiene	2	Se observa el inicio de la corrosión (puntos de corrosión) en aproximadamente el 20 % de los apoyos.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Empeoró (debido a criterios del MP-2020)	Mantenimiento basado en la condición	



## 5.20. Calificación de la condición del puente sobre camino vecinal (Sixaola)

En la Tabla 5.20 se presenta la clasificación y la descripción de las *principales deficiencias* observadas en algunos de los elementos del puente sobre camino vecinal (Sixaola), y se indica si se presentó un cambio en la *calificación de la condición* de los elementos respecto a la condición que presentaba en el 2018.

**Tabla 5.20. Calificación de la condición del puente sobre camino vecinal (Sixaola).**

Componente	Elemento	Deficiencias principales	Estado de la deficiencia respecto a informe previo	CE	Comentarios
Accesorios [100]	Sistema de drenaje del tablero [10002]	Condición del sistema de drenaje del tablero	Se mantiene	4	No existe sistema de drenaje del tablero.
Seguridad vial y señalización [300]	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención del puente.
	Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Faltante	Se mantiene	4	Falta el 100 % del sistema de contención de los accesos.
	Señalización y demarcación [30006]	Señalización de altura máxima	Se mantiene	2	El puente no cuenta con rotulación de altura libre máxima. En sitio se midió una altura libre de 2,45 m, lo cual es menor a 4,15 m.
Superestructura (Tablero) [400]	Tablero [40001]	Grietas en una dirección	Se mantiene	2	En aproximadamente el 10 % del tablero de concreto reforzado se observaron grietas con un ancho de aproximadamente 0,3 mm sin sellar.
Subestructura [500]	Cuerpo de bastiones [50004]	Agrietamiento	Se mantiene	2	En aproximadamente el 5 % del cuerpo del bastión se observaron grietas con un ancho de aproximadamente 0,3 mm sin sellar.
<b>Calificación de la condición global del puente (CP)</b>			<b>CP respecto a informe previo</b>	<b>Programa de trabajo recomendado para la intervención</b>	
<b>4 Deficiente</b>			Se mantiene	Mantenimiento basado en la condición	



## 6. OTRAS OBSERVACIONES DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 6.1 se mencionan otras observaciones de carácter general aplicable a la mayoría de los puentes ubicados a lo largo de la Ruta Nacional n.º 36, distintas a las deficiencias identificadas a través de la *inspección especial* realizada.

**Tabla 6.1** Observaciones de carácter general de los puentes

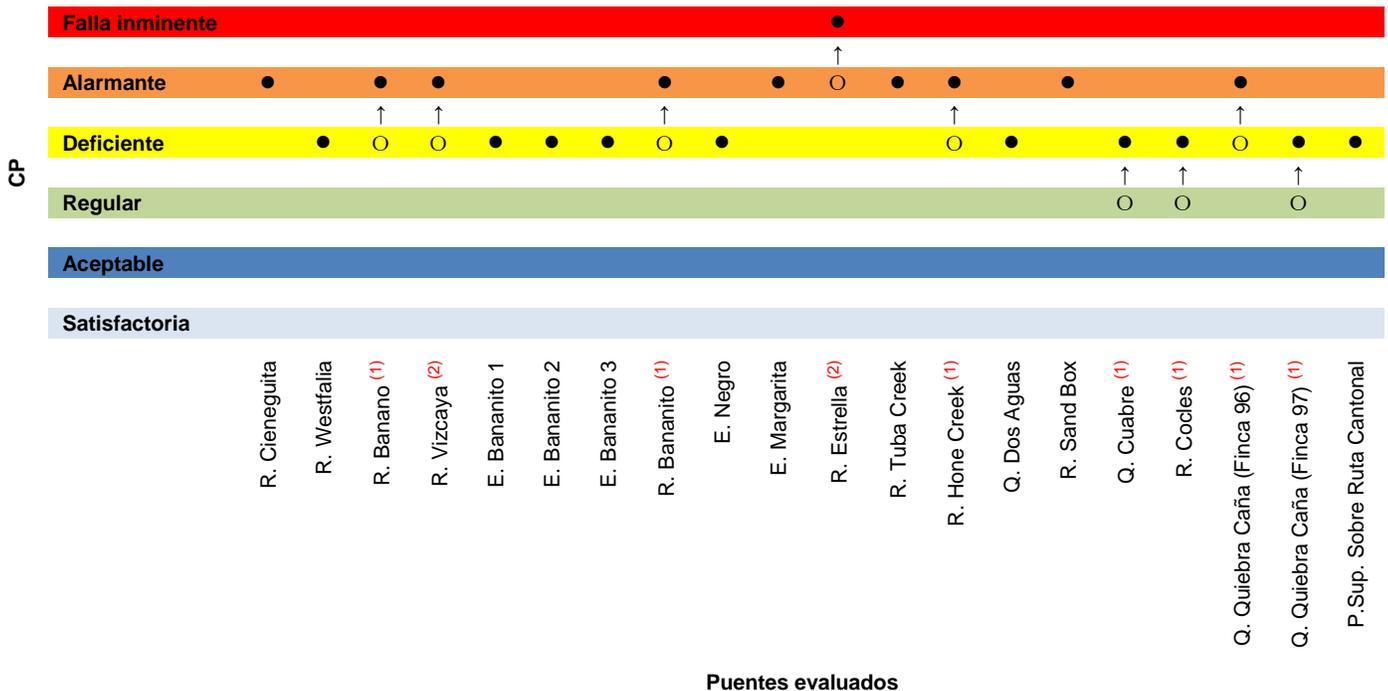
Aspecto identificado
Ausencia de aceras y cantidad de carriles
Observaciones
Durante la visita realizada a los puentes se identificó que 19 de los 20 puentes que brindan servicio a la Ruta Nacional n.º 36 carecen de aceras para el tránsito seguro de peatones, siendo la única estructura que posee este elemento el puente sobre el estero Cieneguita. Además, en algunos casos se observó el paso constante de peatones y ciclistas durante la inspección, lo que representa un riesgo para la seguridad de vida de los usuarios del puente. Por otro lado, 13 de los 20 puentes inspeccionados prestan servicio con un carril a una vía de dos carriles, estos son: puente sobre quebrada Westfalia, puente sobre río Banano, puente sobre río Vizcaya, puente sobre río Bananito, puente sobre estero Margarita, puente sobre río La Estrella (debido a puente modular con paso regular en un sentido de circulación a la vez colocado en el acceso n.º 1) y el puente sobre río Tuba Creek. La situación anterior, aunada a la ausencia de aceras y el tránsito de peatones y ciclistas puede incrementar el riesgo para la seguridad de vida de los usuarios del puente. Asimismo, puede generar congestión vehicular en la ruta.



## 7. CONCLUSIONES

En este informe se presentan los resultados de la *inspección especial* de 20 puentes ubicados a lo largo de la Ruta Nacional n.º 36, tramo entre Cieneguita y Sixaola.

La Figura 7.1 muestra de forma esquemática y resumida, los resultados de la *calificación de la condición* global de los puentes (CP), basado en la información presentada de la Tabla 5.1 a la Tabla 5.20 de la Sección 5. Dicha calificación fue obtenida con la metodología MP-2020 Tomo I que se muestra en el Anexo 2. La figura muestra la *calificación de la condición* global (CP) obtenida para cada puente con un símbolo de círculo relleno (●). Adicionalmente, en los casos donde la *calificación de la condición* global del puente cambió respecto a la reportada en el informe previo del 2018, se indica con símbolo de círculo vacío (○) la calificación obtenida anteriormente.



(1) La *calificación de la condición* global del puente (CP) empeoró respecto a lo reportado en el informe previo, debido a que metodología de calificación empleada para este informe, la cual sigue el procedimiento establecido en el MP-2020 Tomo I es diferente a la metodología para evaluación de las deficiencias que se empleó en el informe anterior.

(2) La calificación de la condición global del puente (CP) empeoró respecto a lo reportado en el informe previo debido a que se identificaron deficiencias nuevas o deficiencias que sufrieron un incremento en extensión y/o severidad respecto a la condición la reportada en el informe del 2018.

**Figura 7.1.** *Calificación de la condición* global de las 20 estructuras inspeccionadas en la Ruta Nacional n.º 36, tramo entre Cieneguita – Sixaola, ordenadas por kilómetro.



## 8. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la *calificación de la condición* global de los puentes (CP), en la Figura 8.1 se muestran los programas de trabajo recomendados para la intervención de cada puente asignados de acuerdo con la *calificación de la condición* global asignada a los puentes inspeccionados.

		Puentes evaluados																				
		R. Cieneguita	R. Westfallia	R. Banano	R. Vizcaya	E. Bananito 1	E. Bananito 2	E. Bananito 3	R. Bananito	E. Negro	E. Margarita	R. Estrella	R. Tuba Creek	R. Hone Creek	Q. Dos Aguas	R. Sand Box	Q. Cuabre	R. Cocles	Q. Queibra Caña (Finca 96)	Q. Queibra Caña (Finca 97)	P. sobre Ruta Cantonal	
Programa de intervención recomendado	Sustitución										X	X										
	Rehabilitación	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X				X		
	Mantenimiento basado en la condición									X							X	X			X	X
Evaluaciones recomendadas	Evaluaciones estructurales	X	X	X	X				X			X	X	X								
	Inspecciones adicionales	X			X	X	X	X														
	Análisis hidrológicos e hidráulicos	X										X	X			X				X		
	Estudios Geotécnicos											X	X									

**Figura 8.1.** Programas de trabajo recomendados para la intervención global de 20 estructuras de la Ruta Nacional n.º 36, tramo entre Cieneguita – Sixaola, ordenadas por kilómetro.

En la Tabla 8.1 se muestran los programas de trabajo recomendados para la intervención de los elementos evaluados que presentaban deficiencias. Adicionalmente, la tabla incluye recomendaciones de evaluaciones específicas por realizar, cuando se considere necesario contar con información adicional para determinar las acciones por realizar según sea el programa de intervención.

Además, en el caso de que se decida intervenir los puentes mediante un programa de rehabilitación o sustitución, se recomienda valorar si es necesario que los puentes cuenten con un número de carriles de tránsito igual al de la carretera y se recomienda incluir la construcción



de aceras que cumplan con la Ley 7600. Asimismo, en el caso de puentes que no sean intervenidos mediante los programas anteriores, se recomienda la construcción de pasos peatonales adosados o independientes a las estructuras.



**Tabla 8.1.** Programas de intervención y evaluaciones recomendadas para los elementos de los puentes evaluados.

Elementos	Puentes evaluados																			
	R. Cieneguita	R. Westfallia	R. Banano	R. Vizcaya	E. Bananito 1	E. Bananito 2	E. Bananito 3	R. Bananito	E. Negro	E. Margarita	R. Estrella	R. Tuba Creek	R. Hone Creek	Q. Dos Aguas	R. Sand Box	Q. Cuabre	R. Cocles	Q. Quiebra Caña (Finca 96)	Q. Quiebra Caña (Finca 97)	P. Sup. Sobre Ruta Cantonal
Juntas de expansión [10001]	MBC	MBC	MBC	MBC	NA	NA	NA	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	NA	MBC	MBC	NA
Sistema de drenaje del tablero (entrada) [10002]	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	NE	NE	NE	NE	NE	MBC
Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	NE	NE	NE	NE	NE	MBC
Rellenos de aproximación [20003]	NE	NE	NE	NE	MBC	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	MBC	MBC	NE	MBC	NE	NE	NE	MBC	NE	MBC	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	MBC
Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
Señalización y demarcación [30006]	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	MBC
<b>SIGLAS:</b>	MBC: Mantenimiento basado en la condición, REH: Rehabilitación, SUS: Sustitución, IDT: Inspecciones detalladas, EST: Evaluaciones estructurales, HID: Análisis hidrológicos e hidráulicos, GEO: Estudios geotécnicos, NE: No evaluado, NA: No aplica.																			



**Tabla 8.1.** Programas de intervención y evaluaciones recomendadas para los elementos de los puentes evaluados (*continuación*).

Elementos	Puentes evaluados																			
	R. Cieneguita	R. Westfallia	R. Banano	R. Vizcaya	E. Bananito 1	E. Bananito 2	E. Bananito 3	R. Bananito	E. Negro	E. Margarita	R. Estrella	R. Tuba Creek	R. Hone Creek	Q. Dos Aguas	R. Sand Box	Q. Cuabre	R. Cocles	Q. Quiebra Caña (Finca 96)	Q. Quiebra Caña (Finca 97)	P. Sup. Sobre Ruta Cantonal
Tablero [40001]	<u>IDT.</u> <u>EST.</u> <u>REH</u>	<u>EST.</u> <u>REH</u>	<u>EST.</u> <u>REH</u>	<u>IDT.</u> <u>EST.</u> <u>REH</u>	MBC	NE	NE	<u>EST.</u> <u>REH</u>	MBC	MBC	<u>EST.</u> <u>SUS</u>	<u>EST.</u> <u>SUS</u>	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
Elementos principales [40201]	<u>IDT.</u> <u>MBC</u>	<u>REH</u>	<u>REH</u>	<u>REH</u>	MBC	MBC	NE	NE	MBC	MBC	NA	NA	NE	NE	NE	NE	NE	NE	MBC	NA
Elementos principales [41001]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<u>EST.</u> <u>SUS</u>	<u>EST.</u> <u>SUS</u>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cuerpo de pilas [50003]	<u>IDT.</u> <u>REH</u>	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
Cabezal de bastiones [50002]	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<u>SUS</u>	<u>SUS</u>	<u>EST.</u> <u>REH.</u>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Cuerpo de bastiones [50004]	NE	NE	NE	NE	<u>IDT.</u> <u>REH</u>	<u>IDT.</u> <u>REH</u>	<u>IDT.</u> <u>REH</u>	NE	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE	NE	MBC	NE	NE	MBC
<b>SIGLAS:</b>	MBC: Mantenimiento basado en la condición, REH: Rehabilitación, SUS: Sustitución, IDT: Inspecciones detalladas, EST: Evaluaciones estructurales, HID: Análisis hidrológicos e hidráulicos, GEO: Estudios geotécnicos, NE: No evaluado, NA: No aplica.																			



**Tabla 8.1.** Programas de intervención y evaluaciones recomendadas para los elementos de los puentes evaluados (*continuación*).

Elementos	Puentes evaluados																			
	R. Cieneguita	R. Westfallia	R. Banano	R. Vizcaya	E. Bananito 1	E. Bananito 2	E. Bananito 3	R. Bananito	E. Negro	E. Margarita	R. Estrella	R. Tuba Creek	R. Hone Creek	Q. Dos Aguas	R. Sand Box	Q. Cuabre	R. Cocles	Q. Quiebra Caña (Finca 96)	Q. Quiebra Caña (Finca 97)	P. Sup. Sobre Ruta Cantonal
Apoyos [50006]	NE	<u>REH</u>	<u>SUS</u>	<u>SUS</u>	NA	NA	NA	<u>SUS</u>	<u>SUS</u>	<u>SUS</u>	NE	NE	MBC	<u>REH</u>	NE	MBC	NA	MBC	MBC	NA
Aletones [50007]	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Sistemas de protección sísmica [60004]	NE	NE	<u>REH</u>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<u>REH</u>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA	NE	NE	NA
Sistemas de protección hidráulica [60005]	<u>HID.</u> <u>MBC</u>	NE	MBC	MBC	NE	MBC	MBC	MBC	NE	MBC	<u>HID.</u> <u>SUS</u>	NE	NE	NE	<u>HID.</u> <u>REH</u>	NE	MBC	<u>HID.</u> <u>REH</u>	NE	NA
<b>SIGLAS:</b>	MBC: Mantenimiento basado en la condición, REH: Rehabilitación, SUS: Sustitución, IDT: Inspecciones detalladas, EST: Evaluaciones estructurales, HID: Análisis hidrológicos e hidráulicos, GEO: Estudios geotécnicos, NE: No evaluado, NA: No aplica.																			



Se sugiere consultar las publicaciones incluidas en la Tabla 8.2 para determinar las acciones concretas por realizar a los elementos de los puentes inspeccionados.

**Tabla 8.2.** Referencias bibliográficas y recomendaciones para determinar las acciones concretas por realizar en cada programa de intervención recomendado

Programa de intervención	Referencia bibliográfica	Recomendación para uso de la referencia
<b>Mantenimiento cíclico o mantenimiento basado en la condición</b>	Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015 (MOPT, 2015)	Especificar las acciones refiriéndose a las actividades de mantenimiento rutinario o periódico, según corresponda.
	Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2020 (MOPT, 2020).	Especificar acciones que no se encuentran en el MCV-2015 para mantenimiento rutinario o periódico, según corresponda.
<b>Rehabilitación o Sustitución</b>	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO, 2020)	Realizar el análisis y diseño estructural de las acciones de rehabilitación o sustitución.
	Lineamientos para mantenimiento de puentes (MOPT, 2007b)	Establecer la estrategia de rehabilitación del puente.
	Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes (CFIA, 2013)	Realizar el análisis y diseño para una rehabilitación del sistema sismorresistente del puente.
	Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2020 (MOPT, 2020).	Especificar procedimientos y materiales para ejecutar acciones de rehabilitación o sustitución.

En la Tabla 8.3 se incluyen referencias sugeridas para especificar o ejecutar *inspecciones detalladas* o evaluaciones adicionales según se recomiende en este documento (ver Tabla 8.1) o en caso de que la Administración considere necesario realizar alguna evaluación o inspección detallada adicional a los puentes.



**Tabla 8.3.** Publicaciones sugeridas para ejecutar o especificar las evaluaciones recomendadas

Evaluaciones recomendadas	Publicación sugerida	Recomendación para uso de la publicación
<b>Inspecciones detalladas</b>	The Manual for Bridge Evaluation (AASHTO, 2018)	Especificar el alcance de los siguientes tipos de inspecciones en caso de ser requerido: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspecciones a profundidad (“in-depth inspections”) con ensayos no destructivos o destructivos de materiales estructurales (“material testing”).</li> <li>• Inspecciones bajo agua (“underwater inspection”).</li> <li>• Inspecciones de elementos críticos por fractura (“fracture-critical member inspection”).</li> </ul>
<b>Evaluaciones estructurales</b>	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO, 2020)	Especificar el alcance de evaluaciones estructurales del puente o de sus elementos particulares en caso de ser requerido.
	The Manual for Bridge Evaluation (AASHTO, 2018)	Especificar el alcance de evaluación de capacidad de carga del puente o de los elementos de la superestructura en caso de ser requerido.
	ACI 224.1R-07 Causes, Evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures (ACI, 2007).	Especificar el alcance y procedimiento para realizar una evaluación de las grietas que se hayan detectado en elementos de concreto.
<b>Análisis hidrológicos e hidráulicos</b>	Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica (SIECA, 2016)	Especificar el alcance de análisis hidrológicos e hidráulicos para verificar la capacidad hidráulica del puente en caso de ser requerido.
<b>Estudios geotécnicos</b>	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO, 2020)	Especificar el alcance de estudios geotécnicos para verificar la capacidad soportante del suelo en caso de ser requerido.

Se debe tener en cuenta que el presente informe muestra la *calificación de la condición* de los puentes con base en las *principales deficiencias* identificadas, por lo que queda bajo responsabilidad de la Administración asignar a profesionales experimentados la tarea de definir los programas de intervención y evaluaciones recomendadas, para la atención de otras deficiencias que no han sido incluidas en este documento.



Por último, este informe muestra la *calificación de la condición* de los puentes pertenecientes a la Ruta Nacional n.º 36. Por eso, su atención debe ser vista de forma integral, en conjunto con las necesidades de los demás puentes del inventario. Se recomienda que la atención de las estructuras se realice con criterios establecidos dentro de un sistema integral de gestión de puentes. Con lo anterior, se evitaría que la atención de los puentes responda a un criterio de priorizar únicamente los casos más graves, si no, que la priorización de la atención de los puentes que integran la red vial se realice buscando maximizar el beneficio derivado de la ejecución de las actividades de conservación y que se minimicen los costos y riesgos asociados a dichas labores.



## 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. Álvarez-González, S., Agüero-Barrantes P., Villalobos-Vega, E., Rodríguez-Roblero M. (2018). Informe ejecutivo de la evaluación de la condición de los puentes y las alcantarillas ubicados sobre la ruta nacional No. 36. Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1428>
4. 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. Disponible en: <https://www.codigosismico.or.cr/images/lineamientos.pdf>
5. CONAVI (2014). Reporte de inspección inventario [PDF] de los puentes: Puente sobre quebrada Westfalia, Puente sobre río Banano, Puente sobre río Vizcaya, Puente sobre río Bananito, Puente sobre estero Negro, Puente sobre estero Margarita, Puente sobre río Tuba Creek. Sistema de Administración de Puentes. Disponible, accediendo como usuario invitado o con usuario y contraseña en: [https://saep.conavi.go.cr/SAEP\\_CONAVI\\_Web/login.faces](https://saep.conavi.go.cr/SAEP_CONAVI_Web/login.faces) [Consulta del 10 de octubre de 2022].
6. CONAVI (2015). Reporte de inspección inventario [PDF] de los puentes: Puente sobre estero Cieneguita, Puente sobre río La Estrella, Puente sobre río Hone Creek, Puente sobre río Sand Box, Puente sobre río Cocles, Puente sobre quebrada Cuabre, Puente sobre quebrada Dos Aguas, Puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 96), Puente sobre quebrada Quiebra Caña (Finca 97), Puente sobre camino vecinal (Sixaola). Disponible, accediendo como usuario invitado o con usuario y contraseña en: [https://saep.conavi.go.cr/SAEP\\_CONAVI\\_Web/login.faces](https://saep.conavi.go.cr/SAEP_CONAVI_Web/login.faces) [Consulta del 10 de octubre de 2022].



7. CONAVI (2016). Reporte de inspección inventario [PDF] de los puentes: Puente sobre estero Bananito 1, Puente sobre estero Bananito 2, Puente sobre estero Bananito 3. Disponible, accediendo como usuario invitado o con usuario y contraseña en: [https://saep.conavi.go.cr/SAEP\\_CONAVI\\_Web/login.faces](https://saep.conavi.go.cr/SAEP_CONAVI_Web/login.faces) [Consulta del 10 de octubre de 2022].
8. 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. Disponible en: <https://trid.trb.org/view/1640085>
9. MOPT (1971a). Puente sobre el río Estrella. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
10. MOPT (1971b). Puente sobre el río Bananito. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
11. MOPT (1971c). Puente sobre el estero Margarita. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
12. MOPT (1971d). Puente sobre el río Vizcaya. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
13. MOPT (1973). Puente sobre el río Banano. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
14. MOPT (1980). Puente sobre el río Hone Creek. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.



15. MOPT (1988). Puente sobre el río Westfalia. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
16. MOPT (1998). Puente sobre el estero Negro. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
17. MOPT (2000a). Puente sobre el río Sand Box. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
18. MOPT (2000b). Puente sobre el río Tuba Creek. Versión: Planos finales de diseño [imagen TIF]. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad, División de Puente.
19. MOPT (2007a). *Manual de inspección de puentes*. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/3666>
20. MOPT (2007b). *Lineamiento para mantenimiento de puentes*. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/3665>
21. MOPT (2020). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2020*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4694>
22. 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. Disponible en: <https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/0c87cb4b-6a1d-4a7c-819b-b993d672342b/Manual+de+Inspeccion+ACTUALIZACION+CAP+5+NOV-14.pdf?MOD=AJPERES>



23. 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. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/232>
24. SIECA (2016). *Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica*. Primera Edición. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/488>



# ANEXO 1

## Glosario



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



o con respecto a la condición registrada en inspecciones anteriores, para determinar si la estructura satisface los requisitos vigentes de servicio y para determinar las necesidades de conservación y mejoramiento para los distintos elementos y componentes del puente y para el puente de forma global. Se realiza regularmente cada 2 años, a menos que la Administración justifique otro intervalo de inspección (MP-2020 Tomo I).

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



- **Mantenimiento cíclico:** Actividades realizadas en un intervalo preestablecido y que buscan preservar las condiciones existentes de los componentes de un puente. La condición de los componentes no siempre es directamente mejorada como resultado de estas actividades, pero se espera que el deterioro sea retrasado (FHWA, 2018).
- **Mantenimiento basado en la condición:** Actividades realizadas en los componentes de un puente según sea necesario e identificado por medio del proceso de inspección de puentes. Este tipo de acciones mejora la condición de esa porción específica de los elementos, pero podría o no resultar en un incremento en su estado de condición (FHWA, 2018).
- **Mejoramiento de puentes:** Acción de intervención como parte de la gestión de puentes correspondiente a las actividades de rehabilitación o sustitución de puentes (MP-2020 Tomo I).
- **Principales deficiencias:** Aquellas deficiencias que llevaron a la *calificación de la condición* global de los puentes (CP) o la *calificación de la condición* de los elementos (CE) evaluados.
- **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 y que se encuentra en proceso de oficialización por parte del MOPT). 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 C 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:

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.
6. 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.
7. 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 (CP).

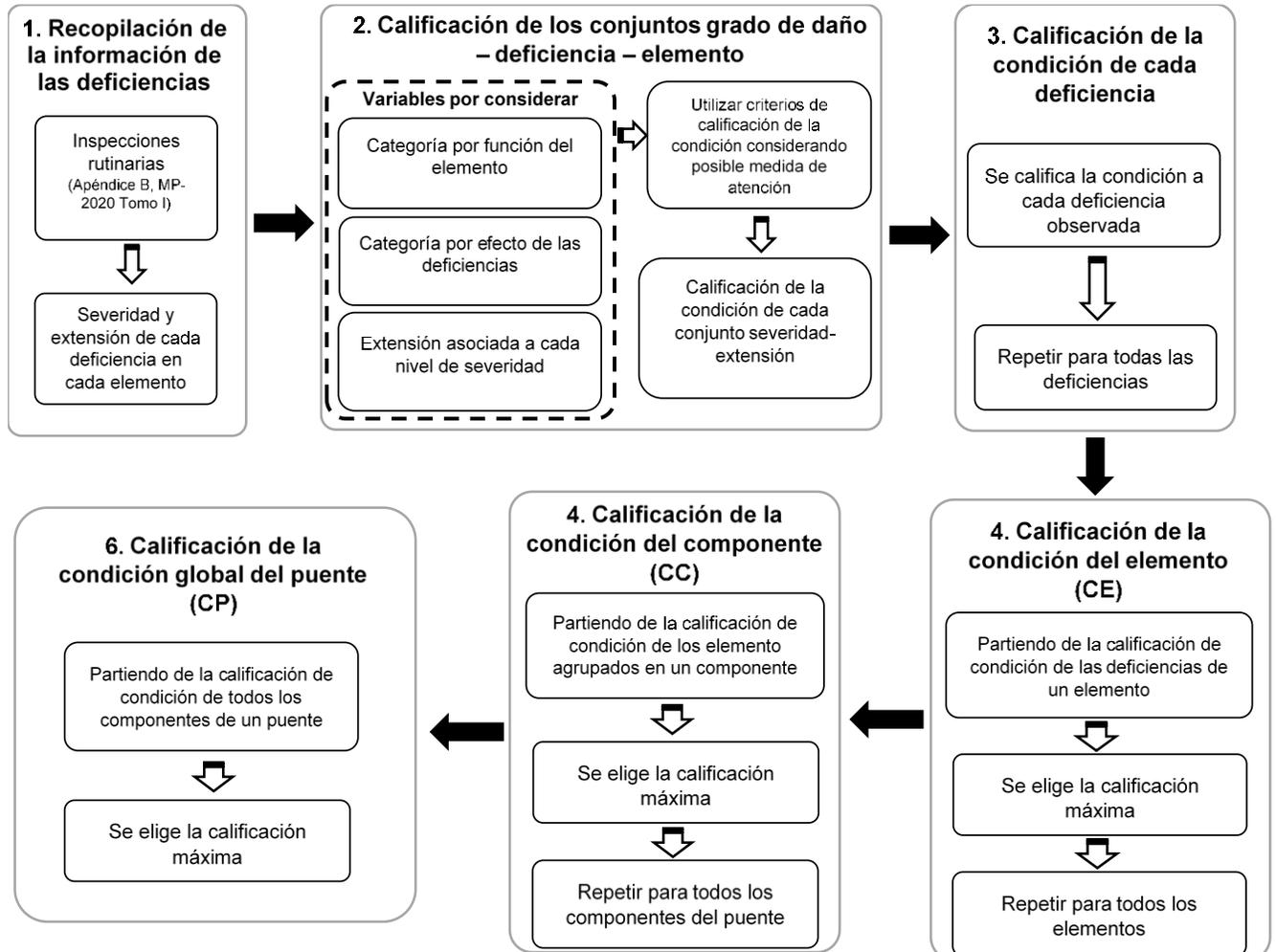


Figura A2-1. Diagrama de flujo de la metodología para calificar la condición de los elementos y componentes del puente y del puente de forma global.



**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>