

INFORME DE EVALUACIÓN

Código: RC-444

Versión: 11

Vigente desde 15/03/2021

Página 1 de 47

Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P08-2021

INFORME DE INSPECCIÓN RUTINARIA PUENTE SOBRE RUTA NACIONAL N.º 310 (INTERSECCIÓN GUACHIPELÍN) EN RUTA NACIONAL N.º 27



Preparado por:
**Unidad de Puentes
LanammeUCR**



San José, Costa Rica
Junio, 2021

Página intencionalmente dejada en blanco

Información técnica del documento

1. Informe: LM-PIE-UP-P08-2021		2. Copia n.º 1	
3. Título y subtítulo: INFORME DE INSPECCIÓN RUTINARIA PUENTE SOBRE RUTA NACIONAL N.º 310 (INTERSECCIÓN GUACHIPELÍN) EN RUTA NACIONAL N.º 27		4. Fecha del Informe 18 de junio de 2021	
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440			
6. Notas complementarias Este informe de inspección de puentes tiene validez únicamente en su forma íntegra y original. No se permite la reproducción total ni parcial de este documento sin la autorización del director del LanammeUCR. La firma n.º 18 no está sujeta al Sistema de Gestión de Calidad			
7. Resumen <i>Este informe de evaluación de la condición del puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (intersección Guachipelín) en la Ruta Nacional n.º 27, es un producto del programa de inspecciones de puentes existentes de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR, para evaluar el grado de daño y calificar la condición del puente considerando aspectos estructurales y funcionales. Este informe se realiza, en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según se indica en el artículo 6 de la Ley n.º 8114. Según lo observado en el sitio, se registraron los grados de daño en los formularios de inspección rutinaria del Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) y su actualización (2014), con el fin de que puedan ser actualizados en la herramienta informática SAEP. Además, se calificó la condición global del puente, como REGULAR, a partir de la calificación de condición de sus componentes y elementos. Con el propósito de contribuir con la gestión de la intervención de la estructura evaluada, se brindan recomendaciones sobre los programas de trabajo que pueden ser necesarios para la intervención del puente de forma global y de los elementos que lo componen.</i>			
8. Palabras clave 2021, Puentes red vial en concesión, Informe de inspección, Intersección Guachipelín, Ruta Nacional n.º 310, Ruta Nacional n.º 27, Tramo San José-Ciudad Colón, Unidad de Puentes.		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 47
11. Inspección e informe por: Ing. Andrés González León Inspector nivel II – Unidad de Puentes Programa de Ingeniería Estructural	12. Inspección por: Ing. Daniel Johanning Cordero Inspector nivel II – Unidad de Puentes Programa de Ingeniería Estructural	13. Inspección por: Ing. Sergio Álvarez González Inspector nivel II – Unidad de Puentes Programa de Ingeniería Estructural	
14. Inspección y revisión por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Inspector nivel III - Unidad de Puentes Programa de Ingeniería Estructural	15. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona Coordinador de la Unidad de Puentes Programa de Ingeniería Estructural	16. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR	

Página intencionalmente dejada en blanco

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS	7
3. ALCANCE DEL INFORME	8
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE	9
5. EVALUACIÓN DEL GRADO DE DAÑO DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE DE ACUERDO CON EL MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DEL MOPT	13
6. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS COMPONENTES Y LOS ELEMENTOS DEL PUENTE DE ACUERDO CON EL MP-2020	13
7. CONCLUSIONES.....	17
8. RECOMENDACIONES PARA LOS PROGRAMAS DE TRABAJO PARA INTERVENCIÓN DEL PUENTE.....	18
9. REFERENCIAS.....	21
APÉNDICE A FORMULARIOS DE INSPECCIÓN RUTINARIA SEGÚN MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DEL MOPT 2007	22
APÉNDICE B FORMULARIOS DE INSPECCIÓN RUTINARIA SEGÚN EL MANUAL DE PUENTES MP-2020.	29
ANEXO 1 GLOSARIO	38
ANEXO 2 CRITERIOS PARA CALIFICAR LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS Y COMPONENTES DEL PUENTE Y DEL PUENTE DE FORMA GLOBAL	42

Página intencionalmente dejada en blanco

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de *evaluación* del puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (intersección Guachipelín) en la Ruta Nacional n.º 27, tramo entre San José y Ciudad Colón, es un producto del programa de inspecciones de puentes existentes de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR y se realiza en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según se indica en el artículo 6 de la Ley n.º 8114.

Este programa tiene como objetivo evaluar el grado de daño de los elementos de los puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional a partir de su *inspección rutinaria*, utilizando criterios definidos en el Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) y su actualización (MOPT, 2014). Adicionalmente, en este informe se brinda una calificación de la condición estructural y funcional de los puentes. La información suministrada se puede utilizar para recomendar la asignación de las estructuras a un programa de conservación o a un programa de mejoramiento, priorizar la intervención de los puentes en estos programas y realizar una estimación preliminar (de orden de magnitud) de los costos de intervención en cada programa. La *inspección rutinaria* del puente se realizó el día 10 de febrero de 2021.

2. OBJETIVOS

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

3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de *inspección rutinaria* de un único puente, presenta los resultados la *evaluación* de grado de daño basado en una inspección visual en sitio, utilizando los criterios establecidos en el Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) y su actualización (MOPT, 2014). La inspección realizada se encuentra dentro del alcance de la acreditación n.º OI-045, alcance disponible en www.eca.or.cr.

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

Adicionalmente, se presentan datos recopilados de la misma *inspección rutinaria* con la metodología del Apéndice B del Manual de Puentes de Costa Rica 2020, Tomo I (denominado de aquí en adelante como MP-2020 Tomo I), el cual, está en proceso de aprobación y oficialización por parte del MOPT. Con estos datos, se obtiene la *calificación de la condición* de los componentes y los elementos del puente (ver Capítulo 6 de este informe), utilizando la metodología descrita en el Anexo 2 de este informe, la cual está basada en el Capítulo 8 y el Apéndice F del MP-2020 Tomo I, que resulta también en la calificación de la condición global del puente. Estas metodologías no se encuentran dentro del alcance acreditado.

Con la *calificación de condición*, es posible recomendar programas de trabajo que se pueden realizar dentro de un sistema de gestión de puentes, para realizar acciones de intervención que puedan mantener o mejorar la condición de conservación de forma puntual para los elementos o de forma global para el puente. Estas recomendaciones no se encuentran dentro del alcance acreditado.

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

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE

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

Tabla 4.1. Características generales de ubicación del puente y de la ruta en la que se ubica.

Ubicación	Provincia, Cantón, Distrito	San José; Escazú; San Rafael
	Coordenadas (DMS.s) WGS84	9° 56' 49,75" N de latitud / 84° 9' 42,37" O de longitud
	Cruza sobre	Ruta Nacional n.º 310
Ruta Nacional en la que se ubica el puente	Número de ruta	27
	Kilómetro de ubicación	7,418
	Tipo de ruta	Primaria
	Sección de control	10070



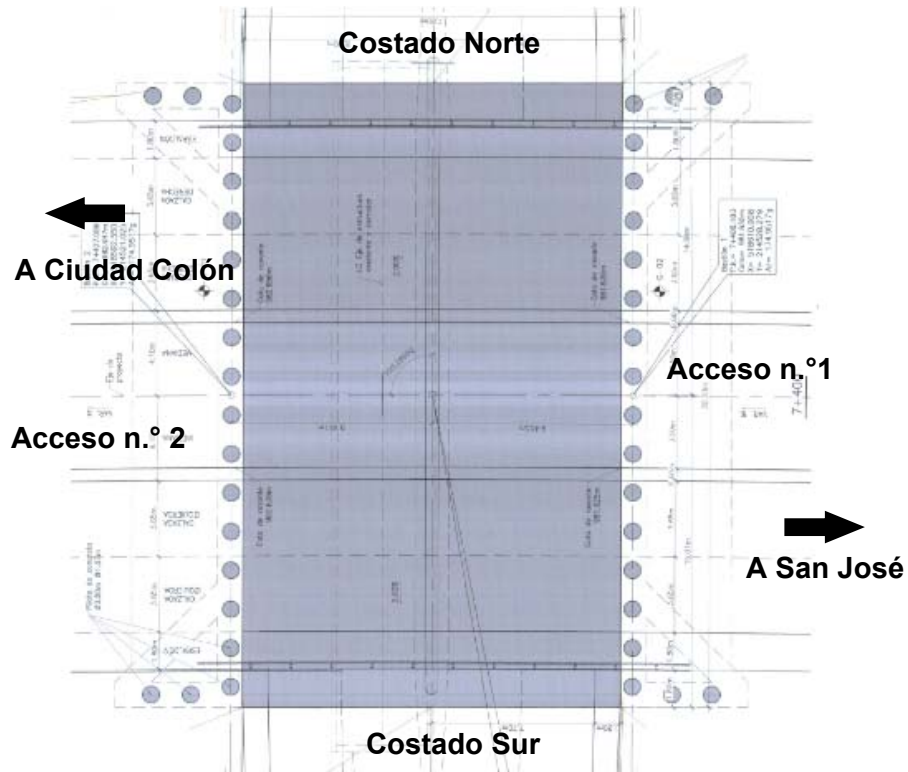
Figura 4.1. Ubicación geográfica del puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (Intersección Guachipelín).
(Adaptado de Open Street Maps, 2021)



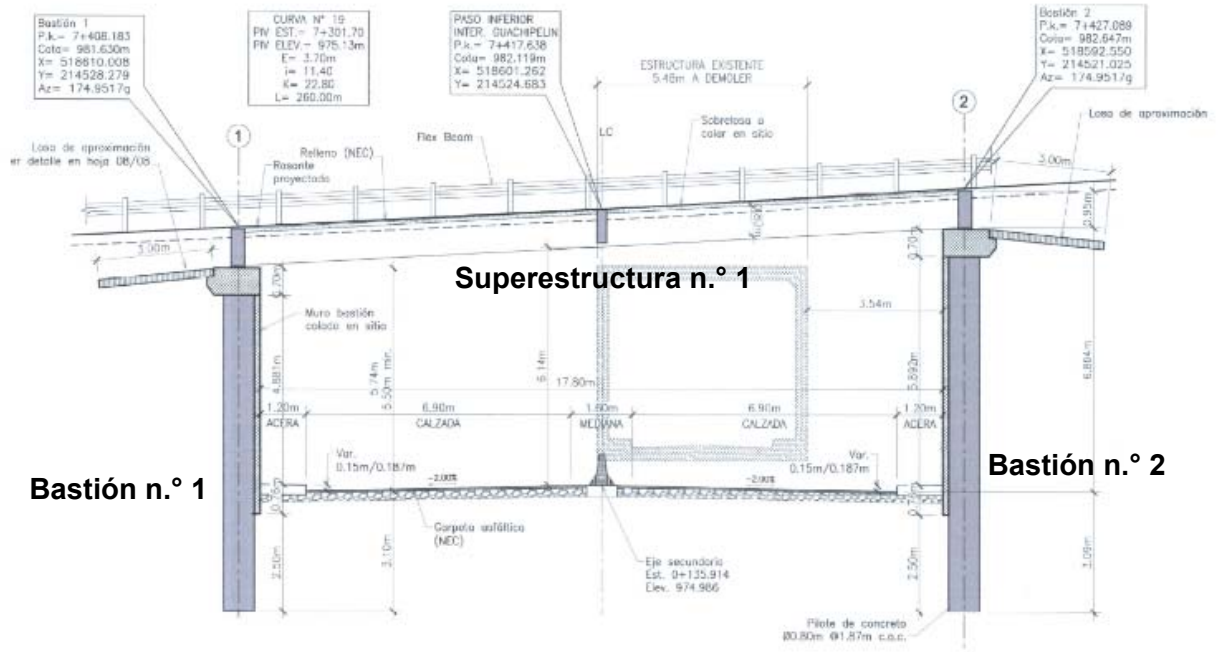
Figura 4.2. Vista a lo largo de la línea de centro (vista sentido Ciudad Colón – San José).



Figura 4.3. Vista lateral (costado norte)



(a) Vista planta



(b) Elevación

Figura 4.4. Identificación utilizada para el puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (Intersección Guachipelín), la cual coincide con la que se utiliza en planos

Tabla 4.2. Características generales del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente			
	Longitud total (m)	18,90			
	Ancho total (m)	30,00			
	Ancho de calzada (m)	26,40			
	Número de tramos	1			
	Alineación del puente	Recto			
	Número de carriles	4			
Superestructura	Número de superestructuras	1			
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura n.º 1, tipo vigas de concreto presforzado			
	Tipo de tablero	Concreto reforzado			
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión n.º 1: Unión integral Bastión n.º 2: Unión integral			
	Número de elementos	2			
Subestructura	Tipo de bastiones	Bastión n.º 1, tipo cabezal sobre pilotes de concreto reforzado Bastión n.º 2, tipo cabezal sobre pilotes de concreto reforzado			
	Tipo de cimentación	Bastión n.º 1: profunda Bastión n.º 2: profunda			
	Planos disponibles	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> De diseño (MOPT, 2008) <input type="checkbox"/> Como quedó construido ("As-Built") <input type="checkbox"/> De rehabilitación / reforzamiento / ampliación	<input checked="" type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos <input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos <input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos	<input type="checkbox"/> No
Diseño y construcción	Año de diseño	2008			
	Año de construcción	2009			
	Especificación de diseño original	AASHTO LRFD 2004			
	Carga viva de diseño original	HS20-44 + 25%			

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

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

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

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

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

La *calificación de la condición* de los componentes (CC) se obtiene a partir de la *calificación de la condición* de los elementos (CE) del puente. La *calificación de la condición* de los elementos (CE) está asociada a las deficiencias principales, observadas en esos elementos a través de la *inspección rutinaria* realizada en sitio. Estas deficiencias, junto con la *calificación de la condición* de los elementos (CE) y la *calificación de la condición* de los componentes (CC) se pueden observar en la Tabla 6.1.

Adicionalmente, en la Tabla 6.1 se muestra el programa de intervención recomendado para cada elemento, que se asigna de acuerdo con su *calificación de la condición* (CE).

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

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

Tabla 6.1. Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (Intersección Guachipelín)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Accesorios [100]	1	Juntas de expansión [10001]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta	No aplica
		Sistema de drenaje del tablero (entrada) [10002]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Sistema de drenaje del tablero (salida) [10003]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Superficie de desgaste del puente [10004]	Grietas	1	Se observó en aproximadamente un 5 % de la superficie de concreto asfáltico sobre el puente, grietas con un ancho estimado entre 6 mm y 20 mm (ver foto n.º 15).	Mantenimiento cíclico
Accesos [200]	2	Losa de aproximación [20001]	No evaluado	NE	No evaluado ya que no fue accesible.	No aplica
		Superficie de ruedo (accesos) [20002]	Grietas	1	Se observó en aproximadamente un 5 % de la superficie de concreto asfáltico de ambos accesos, grietas con un ancho estimado entre 6 mm y 20 mm	Mantenimiento cíclico
		Rellenos de aproximación [20003]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Obras de retención no integrales [20004]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta	No aplica
		Sistemas de drenaje (accesos) [20005]	Erosión	2	Las deficiencias en aproximadamente un 33 % del sistema de drenaje provocaron erosión significativa del talud sur del acceso 1 del puente (ver fotos n.º 2 y n.º 3)	Mantenimiento cíclico

Continúa

Tabla 6.1. Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (Intersección Guachipelín) (*continuación*)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Seguridad vial [300]	3	Sistema de contención vehicular (puente) [30001]	Eflorescencia	2	Aproximadamente en un 30 % de la barrera del costado norte del puente se observaron eflorescencias, pero sin acumulación en espesor (ver foto n.º 4). Se observaron grietas con un ancho estimado menor a 0,3 mm en la mayor parte del elemento de la barrera del costado norte (ver foto n.º 14).	Mantenimiento cíclico
			Agrietamiento			
		Sistema de contención vehicular (accesos) [30002]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Infraestructura ciclista [30004]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta	No aplica
		Acera o pasarela peatonal [30005]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta	No aplica
		Señalización y demarcación [30006]	Señalización de altura máxima	2	No existe indicación de la altura máxima permitida bajo el puente. Sin embargo, la altura libre estimada en sitio es mayor que la altura de 4,15 m, permitida para vehículos en Costa Rica por el Departamento de Pesos y Dimensiones del CONAVI y la señalización puede no ser requerida. No obstante, las vigas principales se observaron con desprendimientos del concreto, producidos aparentemente por impactos de vehículos de dimensiones mayores a las que permite el puente (ver fotos n.º 6 y n.º 7)	Mantenimiento cíclico
		Iluminación [30007]	Ninguna	1	Iluminación en buen estado aparentemente, aunque no se pudo verificar su funcionamiento durante la inspección.	Mantenimiento cíclico
		Bordillo [30008]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta	No aplica
		Baranda o barrera peatonal [30009]	Faltante	3	No se requieren barandas o barreras peatonales en las aceras bajo el puente debido a que la velocidad de circulación de la vía inferior es menor a 70 km/h (<i>AASHTO LRFD Bridge Design Specifications</i>). Sin embargo, existe una baranda peatonal en la acera inferior del lado del bastión n.º 2 en la que se observó un faltante de entre, aproximadamente, el 10% y el 25% (ver foto n.º 8) y podría representar un riesgo a los peatones.	Mantenimiento basado en la condición
		Acera inferior (paso a desnivel) [30010]	Condición general	3	La medición aproximada del ancho de acera del paso inferior en el lado del bastión n.º 1 es inferior al requerido de 1,20 m (ver foto n.º 5). La acera del lado del bastión n.º 2 si satisface el 1,20 m de ancho requerido. Aproximadamente en un 55% de la superficie de las aceras existe agregado grueso expuesto, pero no hay desprendimiento del agregado grueso (ver foto n.º 5).	Mantenimiento basado en la condición
Abrasión o desgaste						

Continúa

Tabla 6.1. Calificación de la condición y principales deficiencias del puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (Intersección Guachipelín) (*continuación*)

COMP.	CC	ELEMENTO	DEFICIENCIAS PRINCIPALES	CE	COMENTARIOS	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADO
Superestructura (Tablero) [400]	NE	Tablero [40001]	No evaluado	NE	No evaluado ya que no fue accesible.	No aplica
Superestructura n.º 1 (Vigas de concreto presforzado) [402]	3	Elementos principales [40201]	Desprendimiento	3	Aproximadamente en un 1 % de la longitud total de los elementos se observaron desprendimientos de concreto que se estiman mayores a 25 mm de profundidad y 150 mm en la dimensión mayor (ver fotos n.º 6 y n.º 7).	Mantenimiento basado en la condición
			Impacto		Aproximadamente en un 5 % de la longitud total de los elementos se observó pérdida del recubrimiento por impacto, pero el acero de refuerzo no ha sido afectado (ver fotos n.º 6 y n.º 7).	
		Elementos secundarios [40202]	Nidos de piedra	1	Se observaron nidos de piedra en alrededor del 5 % de la longitud total de los elementos con dimensiones aproximadamente menor que 50 mm y profundidad estimada menor que 10 mm (ver foto n.º 13). Los diafragmas evaluados son de concreto reforzado.	Mantenimiento cíclico
Subestructura [500]	2	Cabezal de pilas [50001]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta	No aplica
		Cabezal de bastiones [50002]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico
		Cuerpo de pilas [50003]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta	No aplica
		Cuerpo de bastiones [50004]	Eflorescencia	2	Aproximadamente en un 10 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 1 y en un 40 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 2 se observaron manchas de eflorescencias y filtraciones, pero sin acumulación de espesor o manchas de óxido en grietas (ver foto n.º 10 y n.º 11).	Mantenimiento basado en la condición
			Agrietamiento		Aproximadamente en un 15 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 1 y en un 10 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 2 se observaron grietas con un ancho estimado entre 0,3 mm y 1,0 mm sin sellar (ver foto n.º 9 y n.º 12).	
		Fundaciones [50005]	No evaluado	NE	No evaluado ya que no fue accesible.	No aplica
		Apoyos [50006]	No evaluado	NE	No evaluado ya que no fue accesible	No aplica
Aletones [50007]	Ninguna	1	Ninguno.	Mantenimiento cíclico		
Sistema de protección [600]	NE	Sistemas de protección sísmica [60004]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que no presenta. La unión entre la subestructura y la superestructura es fija de concreto, por lo que no se evalúa la longitud de asiento de las vigas principales.	No aplica
		Sistemas de protección hidráulica [60005]	No evaluado	NE	No evaluado debido a que el puente no cruza sobre un cuerpo de agua.	No aplica

7. CONCLUSIONES

En este informe se presentan los resultados de la evaluación visual de los componentes y los elementos del puente sobre Ruta Nacional n.º 310 (intersección Guachipelín), ubicado en la Ruta Nacional n.º 27 (Tramo San José – Ciudad Colón), a partir de las cuales, se pueden completar los formularios de *inspección rutinaria* del Manual de Inspección de Puentes del MOPT (2007) (Ver Apéndice A) y actualizar los datos de *inspección rutinaria* de la herramienta informática SAEP del MOPT-CONAVI.

Además, con base en lo observado (ver Tabla 6.1) y la metodología descrita en el Anexo 2, en la Tabla 7.1 se obtiene la *calificación de la condición* global del puente (CP), la cual considera la *calificación de la condición* de los componentes (CC), excepto la del componente [300] Seguridad vial.

Tabla 7.1. Calificación de la condición global del puente.

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL	DESCRIPCIÓN
3 REGULAR	Deficiencias importantes, pero los componentes del puente aún funcionan de forma adecuada. Se observan deficiencias moderadas en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias significativas que afectan únicamente la durabilidad del elemento

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

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

Deficiencias	Componentes y Elementos
	Superestructura n.º 1 (Vigas de concreto presforzado) [402]
	Elementos principales [40201]
Desprendimiento	●
Impacto	●

8. RECOMENDACIONES PARA LOS PROGRAMAS DE TRABAJO PARA INTERVENCIÓN DEL PUENTE

De acuerdo con la *calificación de la condición* global del puente, se recomienda incluir la estructura en un programa de **Mantenimiento basado en la condición**, el cual se obtiene siguiendo la metodología descrita en el Anexo 2 (Tabla A2.1).

En la Tabla 6.1 se muestran estas recomendaciones del programa de trabajo para intervención de cada elemento del puente, las cuales, se resumen en la Tabla 8.1 para los elementos donde las deficiencias encontradas llevan a recomendar un programa de atención distinto a mantenimiento cíclico.

Tabla 8.1. Programas de trabajo recomendados para mejorar la calificación de la condición en los elementos del puente evaluado.

Comp.	Elementos	Mantenimiento basado en la condición	Rehabilitación	Sustitución	Inspecciones detalladas	Evaluaciones estructurales
Seguridad vial [300]	Baranda o barrera peatonal [30009]	●				
	Acera inferior (paso a desnivel) [30010]	●				
Superestructura n.º 1 (Vigas de concreto presforzado) [4021]	Elementos principales [40201]	●				
Subestructura [500]	Cuerpo de bastiones [50004]	●				

En esta evaluación se asume que todos los puentes están incluidos en un programa de *mantenimiento cíclico o programado*. En caso de que no sea así, se recomienda iniciar este programa, ya que contribuye a que la condición del puente se mantenga.

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

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

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

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

Para rehabilitación y sustitución: la *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* (AASHTO, 2020), los *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes* (CFIA, 2013) y el *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010* (MOPT, 2010).

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

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

En el caso que se quisiera complementar la evaluación estructural verificando la capacidad soportante del suelo, se recomienda realizar estudios geotécnicos.

9. REFERENCIAS

1. AASHTO (2018). *The Manual for Bridge Evaluation. 3rd Edition with 2019, Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. AASHTO (2020). *LRFD Bridge Design Specifications. 9th Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
3. 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.
4. Autopistas del Sol (2008). *Planos de diseño paso inferior Intersección Guachipelín Est. 7+417.683*. Versión: Revisión 2 [pdf]. Proyecto Diseño, Provisión y Construcción de la Carretera San José-Caldera. Constructora San José-Caldera.
5. MOPT (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
6. MOPT (2015b). *Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
7. MOPT (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
8. 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.

APÉNDICE A

Formularios de inspección rutinaria según Manual de Inspección de Puentes del MOPT 2007

INSPECCIÓN DE PUENTE			NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA						
NOMBRE DEL PUENTE	Puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter: Guachipelín)		PROVINCIA	SAN JOSÉ	ENCARGADO	Zona 1-2 PURISCAL	DÍA	MES	AÑO
RUTA N°	27	RUTA PRIMARIA	CANTÓN	ESCAZÚ	LATITUD NORTE	9° 56'	49,75"	FECHA DE DISEÑO	2008
KILÓMETRO	7 418		DISTRITO	SAN RAFAEL	LONGITUD OESTE	84° 9'	42,37"	FECHA DE CONSTRUCCIÓN	2009
OBSERVACIONES									
<p>A. Comentarios generales</p> <p>1. Este formulario se completó con la información de la inspección en sitio realizada al puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter: Guachipelín) el 10/02/2021</p> <p>2. El puente si dispone de planos con fecha de 2008, los cuales se utilizaron como apoyo para determinar las cantidades de elemento y algunas características del puente.</p> <p>B. Accesos</p> <p>B.1 Superficie de ruedo de los accesos.</p> <p>1. El área corresponde al dato del ancho del relleno de aproximación y la distancia igual a la longitud de los alerones del bastión en cada acceso.</p> <p>B.2 Sistema de drenaje (accesos)</p> <p>1. Se evaluó el sistema de drenaje de los accesos que corresponde a los taludes en ambos márgenes de los accesos y la cuneta en la medianera.</p> <p>2. Las deficiencias en aproximadamente un 33 % del sistema de drenaje provocaron erosión significativa del talud sur del acceso 1 del puente (ver fotos n.º 2 y n.º 3)</p> <p>C. Seguridad vial</p> <p>C.1 Sistema de contención vehicular (puente)</p> <p>1. Aproximadamente en un 30 % de la barrera del costado norte del puente se observaron eflorescencias, pero sin acumulación en espesor (ver foto n.º 4).</p> <p>2. Se observaron grietas con un ancho estimado menor a 0,3 mm en la mayor parte del elemento de la barrera del costado norte (ver foto n.º 14).</p> <p>C.2 Sistema de contención vehicular (accesos)</p> <p>1. Se evalúa el sistema existente en ambos márgenes de los accesos, hasta una distancia igual a la longitud de los alerones del bastión en cada acceso.</p> <p>C.3 Señalización y demarcación</p> <p>1. Se evaluó la cantidad por tipo de demarcación que se observan en el puente y los accesos (línea de centro, línea de borde y líneas de carril).</p> <p>2. No existe indicación de la altura máxima permitida bajo el puente, Sin embargo, la altura libre estimada en sitio es mayor que la altura de 4,15 m, permitida para vehículos en Costa Rica por el Departamento de Pesos y Dimensiones del CONAVI y la señalización puede no ser requerida. No obstante, las vigas principales se observaron con desprendimientos del concreto, producidos aparentemente por impactos de vehículos de dimensiones mayores a las que permite el puente (ver fotos n.º 6 y n.º 7).</p> <p>C.4 Acera inferior (paso a desnivel)</p> <p>1. La medición aproximada del ancho de acera del paso inferior en el lado del bastión n.º 1 es inferior al requerido de 1,20 m (ver foto n.º 5).</p> <p>2. La acera del lado del bastión n.º 2 si satisface el 1,20 m de ancho requerido.</p> <p>3. Aproximadamente en un 55% de la superficie de las aceras existe agregado grueso expuesto, pero no hay desprendimiento del agregado grueso (ver foto n.º 5).</p> <p>C.5 Baranda o barrera peatonal</p> <p>1. No se requieren barandas o barreras peatonales en las aceras bajo el puente debido a que la velocidad de circulación de la vía inferior es menor a 70 km/h (AASHTO LRFD Bridge Design Specifications). Sin embargo, existe una baranda peatonal en la acera inferior del lado del bastión n.º 2 en la que se observó un faltante de entre, aproximadamente, el 10% y el 25% (ver foto n.º 8) y podría representar un riesgo a los peatones.</p> <p>D. Accesorios</p> <p>D.1 Juntas de expansión:</p> <p>1. No se evaluó el formulario IR-AC-01 correspondiente a las juntas de expansión ya que el puente no presenta.</p> <p>D.2 Superficie de desgaste del puente</p> <p>1. Se observó en aproximadamente un 5 % de la superficie de concreto asfáltico sobre el puente, grietas con un ancho estimado entre 6 mm y 20 mm (ver foto n.º 15).</p> <p>E. Superestructura (Tablero)</p> <p>E.1 Tablero</p> <p>1. No se evaluó el formulario IR-SP-01 respecto a la condición del tablero de concreto reforzado ya que no se pudo observar la cara inferior (cubierta por las vigas principales tipo canaletas) ni la cara superior (cubierta por la capa de desgaste de mezcla asfáltica).</p>									

INSPECCIÓN DE PUENTE		NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA			
NOMBRE DEL PUENTE	Puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter. Guachipelín)	ENCARGADO	Zona 1-2 PURISCAL		
RUTA N°	27 RUTA PRIMARIA	LATITUD NORTE	9°	56'	49,75 " FECHA DE DISEÑO
KILÓMETRO	7 418	LONGITUD OESTE	84°	9'	42,37 " FECHA DE CONSTRUCCIÓN
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	SAN JOSÉ		
		CANTÓN	ESCAZÚ		
		DISTRITO	SAN RAFAEL		

OBSERVACIONES

F. Superestructura (Vigas de concreto reforzado)

1. Se evaluó la condición de las vigas prefabricadas tipo canaleta y diafragmas colados en sitio en el formulario de superestructura tipo vigas de concreto reforzado/presforzado (IR-SP-02)

F.1 Elementos principales

1. Aproximadamente en un 1 % de la longitud total de los elementos se observaron desprendimientos de concreto que se estiman mayores a 25 mm de profundidad y 150 mm en la dimensión mayor (ver fotos n.º 6 y n.º 7).

2. Aproximadamente en un 5 % de la longitud total de los elementos se observó pérdida del recubrimiento por impacto, pero el acero de refuerzo no ha sido afectado (ver fotos n.º 6 y n.º 7).

F.2 Elementos secundarios

1. Se observaron nidos de piedra en alrededor del 5 % de la longitud total de los elementos con dimensiones aproximadamente menor que 50 mm y profundidad estimada menor que 10 mm (ver foto n.º 13). Los diafragmas evaluados son de concreto reforzado.

G. Subestructura

G.1 Cuerpo de bastiones

1. Se evaluó la condición observada en muro de contención de concreto reforzado colado en sitio anclado al cuerpo de los pilotes de los bastiones

2. Aproximadamente en un 10 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 1 y en un 40 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 2 se observaron manchas de eflorescencias y filtraciones, pero sin acumulación de espesor o manchas de óxido en grietas (ver foto n.º 10 y n.º 11).

3. Aproximadamente en un 15 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 1 y en un 10 % del muro de contención del relleno del bastión n.º 2 se observaron grietas con un ancho estimado entre 0,3 mm y 1,0 mm sin sellar (ver foto n.º 9 y n.º 12).

G.2 Apoyos


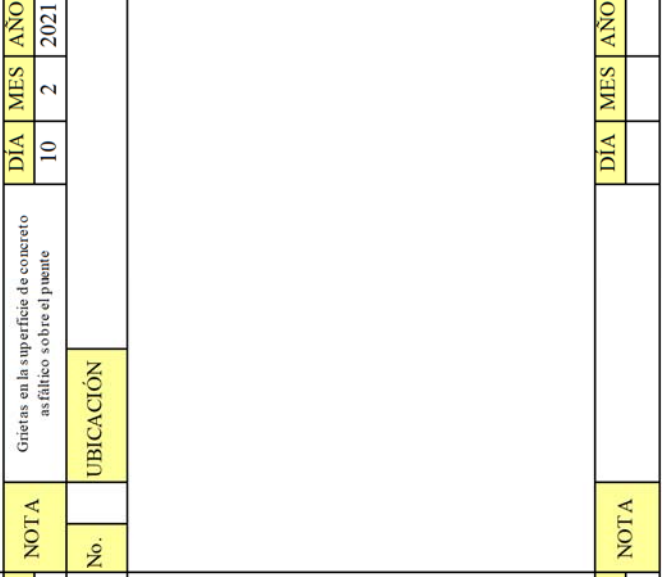
1. No se evaluó la condición de los apoyos tipo elastomérico que se indica en planos, debido a que no se tuvo acceso.

H. Sistemas de protección.

1. No se evaluaron los elementos correspondientes al formulario IR-AN-01 ya que el puente no cruza sobre cuerpos de agua y además la unión entre la subestructura y la superestructura es fija de concreto.

INSPECCIÓN DE PUENTE				NUMERO DE SUPERESTRUCTURA			
NOMBRE DEL PUENTE		Punto sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter. Guaipelín)		ENCARGADO		Zona 1-2 PURISCAL	
RUTA N°	27	RUTA	PRIMARIA	PROVINCIA	SAN JOSÉ	LATITUD NORTE	9° 56' 49,75"
KILÓMETRO	7 418	DISTRITO	SAN RAFAEL	CANTÓN	ESCAZÚ	LONGITUD OESTE	84° 9' 42,37"
LOCALIZACIÓN				FOTOGRAFÍAS			
No. 1		Ubicación		No. 2		Ubicación	
Vista general del puente costado sur		Sistema de drenaje de accesos		No. 3		Ubicación	
						Sistema de drenaje de accesos	
NOTA		DÍA MES AÑO		NOTA		DÍA MES AÑO	
Altura libre inferior del puente estimada en 5,015 m según mediciones en sitio		10 2 2021		Erosión del talud acceso No. 1 del lado sur		10 2 2021	
No. 4		Ubicación		No. 5		Ubicación	
Sistema de contención del puente (costado norte)		Vista paso peatonal inferior		No. 6		Ubicación	
						Vista inferior vigas principales	
NOTA		DÍA MES AÑO		NOTA		DÍA MES AÑO	
Manchas de eflorescencia en la barrera de concreto del puente (lado norte)		10 2 2021		El ancho de acera en el bastión No. 1 es inferior al requerido (a < 1,20 m) y agregado grueso expuesto		10 2 2021	
NOTA		DÍA MES AÑO		NOTA		DÍA MES AÑO	
Desprendimientos de concreto en las vigas tipo cancheta presforzadas		10 2 2021		Erosión del talud acceso No. 2 del lado norte		10 2 2021	
NOTA		DÍA MES AÑO		NOTA		DÍA MES AÑO	
Desprendimientos de concreto en las vigas tipo cancheta presforzadas		10 2 2021		Erosión del talud acceso No. 2 del lado norte		10 2 2021	

INSPECCIÓN DE PUENTE			NÚMERO DE SUPERESTRUCTURA							
NOMBRE DEL PUENTE		ENCARGADO		Zona 1-2 PURISCAL		DÍA	MES	AÑO		
Puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter. Guachipelín)		PROVINCIA	SAN JOSÉ	LATITUD NORTE	9° 56'	FECHA DE DISEÑO	49,75 "	2008		
RUTA N°	27 RUTA PRIMARIA	CANTÓN	ESCAZÚ	LONGITUD OESTE	84° 9'	FECHA DE CONSTRUCCIÓN	42,37 "	2009		
KILÓMETRO	7 418	DISTRITO	SAN RAFAEL							
FOTOGRAFÍAS										
No.	UBICACIÓN	Vista inferior y vigas principales	No.	UBICACIÓN	Vista paso peatonal inferior	No.	UBICACIÓN	Cuerpo de bastión		
7			8			9				
NOTA	Desprendimientos de concreto en las vigas tipo canaleta presforzadas	DÍA	MES	AÑO	NOTA	Tramo faltante de la barrera peatonal metálica del paso peatonal inferior en el lado del bastión n.º 2	DÍA	MES	AÑO	
		10	2	2021			10	2	2021	
No.	10	UBICACIÓN	Cuerpo de bastión			No.	11	UBICACIÓN	Cuerpo de bastión	
										
NOTA	Agrietamiento del muro de concreto reforzado de contención del relleno detrás del bastión n.º 2	DÍA	MES	AÑO	NOTA	Ellorescencias y filtraciones en el muro de concreto reforzado de contención del relleno detrás del bastión n.º 2	DÍA	MES	AÑO	
		10	2	2021			10	2	2021	
No.	12	UBICACIÓN	Cuerpo de bastión			No.	12	UBICACIÓN	Cuerpo de bastión	
										
NOTA	Agrietamiento del muro de concreto reforzado de contención del relleno detrás del bastión n.º 2	DÍA	MES	AÑO	NOTA	Agrietamiento del muro de concreto reforzado de contención del relleno detrás del bastión n.º 1	DÍA	MES	AÑO	
		10	2	2021			10	2	2021	

INSPECCIÓN DE PUENTE				NUMERO DE SUPERESTRUCTURA			
NOMBRE DEL PUENTE		Punto sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter. Guachipalín)		ENCARGADO		Zona 1-2 PURISCAL	
RUTA N°	27	RUTA	PRIMARIA	LATITUD NORTE	56°	FECHA DE DISEÑO	49,75 " 2008
KILÓMETRO	7 418	DISTRITO	SAN RAFAEL	LONGITUD OESTE	84°	FECHA DE CONSTRUCCIÓN	2009
LOCALIZACIÓN				FOTOGRAFÍAS			
No.	13	UBICACIÓN	Vista inferior diáfragma	No.	14	UBICACIÓN	Sistema de contención del puente (costado norte)
							
NOTA	Nido de piedra en el diáfragma intermedio de concreto reforzado			NOTA	Grietas de la barrera de concreto con un ancho estimado menor a 0,3 mm		
	DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO	
	10	2	2021	10	2	2021	
No.	UBICACIÓN			No.	UBICACIÓN		
							
				Superficie desgaste del puente			
NOTA	Grietas en la superficie de concreto asfáltico sobre el puente			NOTA	Grietas en la superficie de concreto asfáltico sobre el puente		
	DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO	
	10	2	2021	10	2	2021	
No.	UBICACIÓN			No.	UBICACIÓN		
NOTA				NOTA			
	DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO	

APÉNDICE B

Formularios de inspección rutinaria según el Manual de puentes MP-2020.

Formularios para inspeccion rutinaria 1										
Fecha de inspección	2021-02-10			Hoja		1	13			
Inspector	Nombre	Primer apellido	Segundo apellido	Identificación		Nivel				
1	Andrés	González	León	402040306		II				
2	Luis	Vargas	Alas	706540321		III				
3	Mauricio	Araya	Con	115400769		II				
4	Sergio	Álvarez	González	115380264		II				
5	María José	Rodríguez	Roblero	111040013		II				
6	Daniel	Johanning	Cordero	115640290		II				
A. Datos generales del puente										
Código del puente	1021009			Ruta n.º		27				
Nombre del puente	Puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter. Guachipelin)			Kilómetro ubicación		7,418 km				
Tipo de superestructuras 2,3	Vigas de concreto preesforzado/reforzado		Cantidad de tramos por superestructura	1	1	Formulario aplicable por cada superestructura 2,3,4	1	IR-SP-02	Cantidad de bastiones	2
	2			2						
	3			3						
	4			4						
	5			5			Cantidad de pilas y/o torres			
	6			6						
	7			7						
	8			8						
	8			8						
B. Equipo utilizado en la inspección										
Código ID					Código ID					
<input checked="" type="checkbox"/>	Odómetro	OD-007	<input type="checkbox"/>	Medidor digital de espesores						
<input checked="" type="checkbox"/>	Cinta métrica de 8 m	IS-010	<input checked="" type="checkbox"/>	Escalera	No posee					
<input checked="" type="checkbox"/>	Cinta métrica de más de 20 m	IS-007	<input type="checkbox"/>							
<input checked="" type="checkbox"/>	Medidor de ancho de grieta	No posee	<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	Calibre (vernier)		<input type="checkbox"/>							
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel digital	No posee	<input type="checkbox"/>							
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel de burbuja	NV-005	<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	Distanciómetro láser		<input type="checkbox"/>							
NOTAS:										
<p>1. Estos formularios solo aplican para inspecciones rutinarias, donde se evalúan las deficiencias que posee el puente. Para las inspecciones de inventario se debe utilizar otro formato de RC-442, que incluye los formularios respectivos para inventario de puentes.</p> <p>2. Los inspectores deben copiar tantos formularios de este tipo como necesite por cada superestructura o por cada tramo de superestructura, cuando así lo indique el formulario respectivo. Igualmente, se recomienda eliminar los formularios que no se requieran. En todos los casos se deben enumerar las páginas en el campo "Hoja" de forma consecutiva.</p> <p>3. Los formularios IR-SP-02, IR-SP-03, IR-SP-04, IR-SP-05, IR-SP-06, IR-SP-07, IR-SP-08, IR-SP-09 e IR-PT-01 se utilizan dependiendo de los tipos de superestructuras que posea el puente que está siendo inspeccionado, por lo cual se recomienda al inspector seleccionar los formularios o copiar los que sean necesarios antes de salir a la inspección en sitio.</p> <p>4. Los formularios IR-AP-01_Acceso1, IR-AP-01_Acceso2, IR-SV-01, IR-SV-02, IR-AC-01, IR-AC-02, IR-SP-01, IR-SB-01, IR-SB-02, IR-SB-03, IR-AN-01, IR-CM-01, IR-ED-01, IR-FT-01 se deben incluir en todos los puentes que se evalúen. En caso de que algunos campos de esos formularios no apliquen, se deben dejar en blanco, e indicar en el IR-CM-01 un comentario que justifique.</p>										

NOTA: No se incluyen las hojas n.º 9, n.º 10, n.º 11, n.º 12 y n.º 13 del formulario, debido a que, las hojas n.º 9 y n.º 10 contienen los comentarios que se muestran en el Apéndice A de este informe y las hojas n.º 11, n.º 12 y n.º 13 contienen las fotografías que, también se muestran en el Apéndice A de este informe.

EVALUACIÓN DE LOS ACCESOS (IR-AP-01)													
Fecha de inspección	2021-02-10		Hoja		3	13	Acceso n.º		2				
Inspector	Nombre	Primer apellido	Segundo apellido	Identificación	Nivel								
1.	Andrés	González	León	402040306	II								
2.	Luis	Vargas	Alas	706540321	III								
A. Datos generales del puente													
Código del puente	1021009		Ruta n.º	27									
Nombre del puente	Puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter: Guachipellín)		Kilómetro ubicación	7,418		km							
B. Elementos por evaluar													
ELEMENTOS	RELLENO APROXIMACIÓN			SUPERFICIE DE RUEDO			DRENAJES						
	Losa aproximación	Reellenos de aproximación	Obras retención no integrales	Asfalto	Concreto	Grava	Sistema drenaje						
	Área (m ²)	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	Área (m ²)	Área (m ²)	Cantidad						
		26,4		158,4			3						
C. Aspectos por evaluar													
ASfáltICA	D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Ondulaciones													
Surcos					100%	0%	0%	0%					
A bultamientos					100%	0%	0%	0%					
Grietas					95%	5%	0%	0%					
Baches					100%	0%	0%	0%					
Huecos					100%	0%	0%	0%					
Sobrecapas					100%	0%	0%	0%					
Grietas en una dirección													
Grietas en dos direcciones													
Agujeros en losas													
Delaminación													
Abrasión													
A cero expuesto													
Eflorescencias													
Nidos de piedra													
Abrasión o desgaste													
Impacto													
Superficie de grava													
A asentamiento		100%	0%	0%									
Reparaciones													
Transición		100%	0%	0%									
Estado de gaviones													
Erosión											67%	33%	0%
Estacamiento agua											100%	0%	0%
Funcionamiento											100%	0%	0%

EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL: SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR, PASARELAS PEATONALES, BORDILLOS Y MEDIANERAS (IR-SV-01)															
Fecha de inspección		2021-02-10		Hoja		4		13		Se evalúa para todo el puente					
Inspector		Nombre		Primer apellido		Segundo apellido		Identificación		Nivel					
1.		Andrés		González		León		402040306		II					
2.		Luis		Vargas		Alas		706540321		III					
A. Datos generales del puente															
Código del puente		1021009 <th colspan="2">Ruta n.º</th> <td colspan="2">27 <td colspan="5"></td> </td>		Ruta n.º		27 <td colspan="5"></td>									
Nombre del puente		Puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter. Guachipelin)		Kilómetro de ubicación		7,418		km							
B. Elementos por evaluar															
ELEMENTOS		Sistema de contención del puente				Baranda / Pasarela peatonal				Bordillos y medianeras					
		Longitud total (m)				Longitud (m)				Ancho (m)			Altura (m)		
		20.6				38.5				30.4					
C. Aspectos por evaluar															
		D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia													
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
GENERAL		Faltante	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Deformación	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Conexiones y anclajes	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Conexiones y terminales de barrera	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Altura													
		Limpieza													
		Agrietamiento	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Corrosión	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Deformación	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Conexiones	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Impacto	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Decoloración	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Pulverización	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Descascaramiento/ampollas	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Eficacia de la protección	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Galvanizado	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Sistema dúplex													
		Porcentaje de oxidación	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Sist. protección acero corten													
		Delaminaciones	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Acero expuesto	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Eflorencias	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Nidos de piedra	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Agrietamiento	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Abrasión o desgaste	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Impacto	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		Grietas/acebolladuras/rajaduras													
		Abrasión o desgaste													
		Pudrición													
		Daño por fuego													
		Conexiones (de acero)													
		Delaminaciones													
		Fractura/separación mampostería													
		Abrasión o desgaste													
		Áreas reparadas													
		Eflorencias / filtraciones													
		Agrietamiento del mortero													
		Desalineamiento bloques													
ACERO		(elementos lineales)													
CONCRETO		(elementos lineales)													
MADERA		(elementos lineales)													
MAMPOSTERÍA		(bloques de mampostería)													

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA SUBESTRUCTURA (IR-SB-01): BASTIONES																		
Fecha de inspección		2021-02-10		Nombre		Andrés		Primer apellido		González		Hoja		8		13		
Inspector		1.		2.		Luis		Vargas		Alas		Identificación		402040306		II		
Código del puente		1021009		Ruta n.º		27		A. Datos generales del puente		Cabezal de basión n.º 1		Cuerpo de basión n.º 1		Cabezal de basión n.º 2		Cuerpo de basión n.º 2		
Nombre del puente		Puente sobre Ruta Nacional N° 310 (Inter. Guachipelti)		Kilómetro de ubicación		7,418		B. Elementos por evaluar		Alatones basión n.º 1		Cabezal de basión n.º 2		Cuerpo de basión n.º 2		Alatones basión n.º 2		
ELEMENTOS																		
C. Aspectos por evaluar																		
ELEMENTOS	Cabezal de basión n.º 1		Cuerpo de basión n.º 1		Cabezal de basión n.º 2		Cuerpo de basión n.º 2		Alatones basión n.º 1		Cabezal de basión n.º 2		Cuerpo de basión n.º 2		Alatones basión n.º 2		MATERIAL	
	MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL		MATERIAL	
Concreto reforzado		Concreto reforzado		Concreto reforzado		Concreto reforzado		Concreto reforzado		Concreto reforzado		Concreto reforzado		Concreto reforzado		Concreto reforzado		
Ancho (m)		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		
L (m)		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		30,4		
D. Porcentaje de extensión por severidad que presenta la deficiencia		1		2		3		4		1		2		3		4		
Asentamiento		100%		0%		0%		0%		100%		0%		0%		0%		
Condición de la unión de los alatones		100%		0%		0%		0%		100%		0%		0%		0%		
Movimiento o rotación		100%		0%		0%		0%		100%		0%		0%		0%		
Erosión y filtraciones en el relleno		100%		0%		0%		0%		100%		0%		0%		0%		
Agrietamiento		100%		0%		0%		0%		100%		0%		0%		0%		
Corrosión																		
Deformación																		
Conexiones																		
Impacto																		
Pulverización																		
Descascaramiento/ampollas																		
Efectividad de la protección																		
Galvanizado																		
Sistema duplex																		
Protección de oxidación																		
Protección acero autopalmable																		
Delaminaciones		100%		0%		0%		0%		100%		0%		0%		0%		
Acero expuesto		100%		0%		0%		0%		100%		0%		0%		0%		
Eflorescencias		100%		0%		90%		10%		100%		0%		60%		40%		
Nidos de piedra		100%		0%		100%		0%		100%		0%		100%		0%		
Agrietamiento		100%		0%		85%		15%		95%		5%		100%		10%		
Abrasión o desgaste		100%		0%		100%		0%		100%		0%		100%		0%		
Impacto		100%		0%		100%		0%		100%		0%		100%		0%		
Grietas/aceboladuras/rajaduras																		
Abrasión o desgaste																		
Pudrición																		
Daño por fuego																		
Conexiones (de acero)																		
Delaminaciones																		
Fractura/separación mampostería																		
Abrasión o desgaste																		
Áreas reparadas																		
Eflorescencias / filtraciones																		
Agrietamiento del moftero																		
Desalineamiento bloques																		
ACERO																		
CONCRETO																		
MADERA																		
MAMPOSTERÍA																		

ANEXO 1

Glosario

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

componentes del puente y para el puente de forma global. Se realiza regularmente cada 2 años, a menos que la Administración justifique otro intervalo de inspección.

- **Mantenimiento Preventivo:** Es la estrategia planificada de tratamientos costo-efectivos a los elementos de un puente existente para extender su vida útil de servicio. Estas actividades retardan futuros deterioros y evitan grandes gastos en *rehabilitación* o *sustitución* de puentes. *Mantenimiento preventivo* incluye actividades *cíclicas* o *programadas* y *actividades basadas en la condición* (FHWA, 2018).
- **Mantenimiento Cíclico o Programado:** Actividades realizadas en un intervalo preestablecido y que buscan preservar las condiciones existentes de los componentes de un puente. La condición de los componentes no siempre es directamente mejorada como resultado de estas actividades, pero se espera que el deterioro sea retrasado (FHWA, 2018).
- **Mantenimiento Basado en la Condición:** Actividades realizadas en los componentes de un puente según sea necesario e identificado por medio del proceso de inspección de puentes. Este tipo de acciones mejora la condición de esa porción específica de los elementos, pero podría o no resultar en un incremento en su estado de condición (FHWA, 2018).
- **Rehabilitación:** Involucra trabajos mayores requeridos para restablecer la integridad estructural de un puente, así como los trabajos necesarios para corregir la mayoría de defectos de seguridad. La *rehabilitación* no es considerada una tarea de *conservación de puentes*, pero se pueden combinar actividades de *conservación* en varios elementos mientras se lleva a cabo una *rehabilitación*. Estos proyectos requieren recursos significativos de ingeniería para el diseño, un extenso cronograma de ejecución, y un costo considerable (FHWA, 2018).
- **Sustitución:** Es el reemplazo total de un puente estructural o funcionalmente obsoleto, por medio de una estructura construida en el mismo corredor vial. La estructura de reemplazo deberá cumplir los estándares más actuales de geometría, estructurales y constructivos, requeridos para los tipos y volumen proyectado de tránsito en el puente para su vida de diseño. Al igual que la *rehabilitación*, la sustitución no es considerada una actividad de *conservación de puentes*, y requiere recursos de ingeniería para el diseño, un sustancial y complejo cronograma de ejecución, y considerables costos. Costos de ciclo de vida y otros factores económicos deberán usualmente ser considerados cuando se sopesen ambas alternativas de *rehabilitación* y *sustitución* (FHWA, 2018)

Página intencionalmente dejada en blanco

ANEXO 2

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

Página intencionalmente dejada en blanco

La calificación de la condición de un puente se realiza a partir de la severidad y extensión de las deficiencias observadas en sus elementos, de acuerdo con la metodología definida en el capítulo 8 y el Apéndice F del Manual de Puentes de Costa Rica 2020, Tomo I (conocido como MP-2020 Tomo I), el cual, está en proceso de aprobación y 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 B del presente informe, los cuales coinciden con los formularios establecidos en el Apéndice B del MP-2020 Tomo I.
2. Clasificación de los elementos de acuerdo con su función: Los elementos que fueron evaluados se clasifican en una de cuatro categorías, de acuerdo con la función que tengan en el sistema del puente y las posibles consecuencias de una deficiencia severa en el elemento. Esta clasificación define la calificación de condición máxima a la que puede llegar el elemento. Las categorías en las que se clasifican los elementos son las siguientes:

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 (GP).

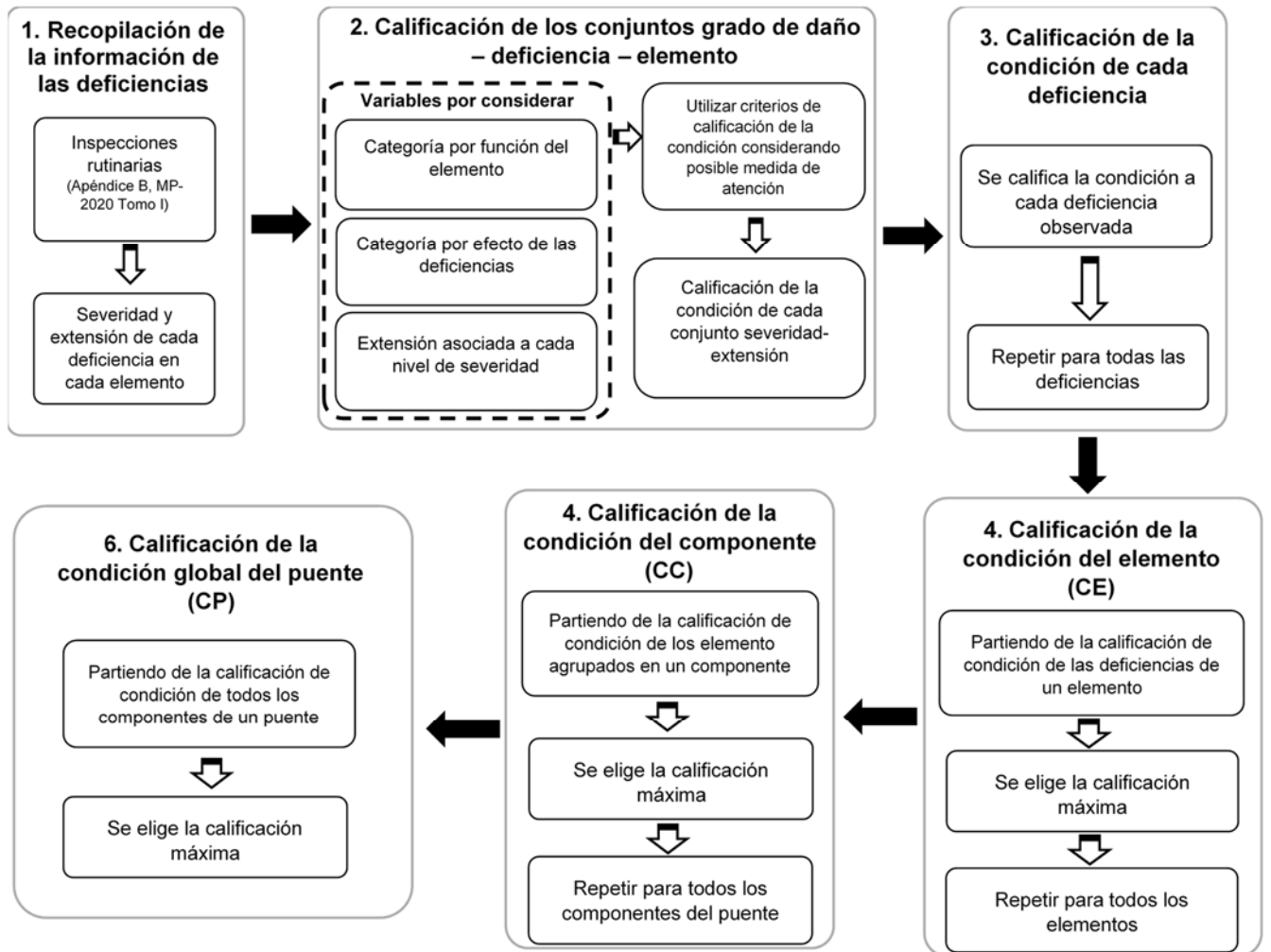


Figura A2-1. Diagrama de flujo de la metodología para calificar la condición de los elementos y componentes del puente y del puente de forma global

Tabla A2-1. Descripción de los niveles de calificación de la condición para elementos y componentes del puente y para el puente de forma global y programa de trabajo recomendado para su intervención

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	PROGRAMA DE TRABAJO RECOMENDADO PARA LA INTERVENCIÓN
1 SATISFACTORIA	Elementos sin deficiencias o con deficiencias leves que afectan únicamente la durabilidad del elemento. La estabilidad estructural y la seguridad vial están aseguradas.	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento cíclico de aspectos preestablecidos para el puente.
2 ACEPTABLE	Elementos con deterioros ligeros. Se observan deficiencias leves en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias moderadas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento cíclico de aspectos preestablecidos para el puente. - Mantenimiento basado en la condición de elementos aplica si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican como aceptables.
3 REGULAR	Deficiencias importantes, pero los componentes del puente aún funcionan de forma adecuada. Se observan deficiencias moderadas en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias significativas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento basado en la condición de elementos.
4 DEFICIENTE	Deficiencias serias, pero, que no llegan a comprometer la estabilidad del puente. Se observan deficiencias moderadas en elementos estructurales primarios o deficiencias significativas en elementos estructurales secundarios o elementos funcionales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa. O bien, se observan deficiencias severas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento basado en la condición de elementos. - Rehabilitación de elementos aplica si se considera que las acciones de mantenimiento no son efectivas para mejorar la condición del elemento, si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican como deficientes.
5 ALARMANTE	La estabilidad del puente podría estar comprometida en el corto plazo debido a deficiencias significativas en uno o varios elementos estructurales primarios del puente, o a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales secundarios o elementos funcionales.	<ul style="list-style-type: none"> - Rehabilitación de elementos. - Sustitución de elementos aplica si se considera que las acciones de rehabilitación no son efectivas para mejorar la condición de los elementos.
6 FALLA INMINENTE	Inestabilidad estructural del puente o de sus componentes. Riesgo alto de colapso de la estructura debido a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales primarios del puente. Daño irreversible que posiblemente requiera la sustitución del puente o al menos la sustitución de los elementos dañados.	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de elementos. - Sustitución del puente aplica solo si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican con falla inminente.