

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 1/53	VERSIÓN 04

Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P04-2017

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CORREDORES RUTA NACIONAL No. 2

Preparado por:
**Unidad de Puentes
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica
 Junio, 2017

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE EVALUACIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017</p>	<p>Página 2/53</p>	<p>VERSIÓN 04</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 3/53	VERSIÓN 04

Información técnica del documento

1. Informe: LM-PIE-UP-P04-2017		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CORREDORES RUTA NACIONAL No.2		4. Fecha del Informe Junio, 2017	
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 Ninguna			
7. Resumen <i>Este informe de evaluación de la condición del puente sobre el río Corredores, en la Ruta Nacional No. 2, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - LanammeUCR, para evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114. Según lo observado en el sitio la condición del puente se valoró como DEFICIENTE. Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura evaluada se realizan recomendaciones generales relacionadas con cada aspecto evaluado en este informe.</i>			
8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional No. 2, Interamericana Sur, río Corredores, Evaluación de condición.		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 53
11. Inspección e informe por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 26/06/2017	12. Inspección y revisión por: Ing. Pablo Agüero Barrantes Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 26/06/2017		
13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR <hr/> Fecha: 26/06/2017	14. Revisado y aprobado por: Ing. Esteban Villalobos Vega Coordinador a.i. Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 26/06/2017	15. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona Coordinador Programa de Ingeniería Estructural <hr/> Fecha: 26/06/2017	

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE EVALUACIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017</p>	<p>Página 4/53</p>	<p>VERSIÓN 04</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 5/53	VERSIÓN 04

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	7
3. ALCANCE DEL INFORME.....	8
4. DESCRIPCIÓN.....	9
5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE.....	14
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
7. REFERENCIAS.....	40
ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	47

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 6/53	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 7/53	VERSIÓN 04

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación del puente sobre el río Corredores, en la Ruta Nacional No. 2, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - LanammeUCR, que tiene como objetivo evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional a partir de su inspección, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114. La inspección del puente se realizó el día 01 de setiembre de 2016.

Debido a una posible afectación del huracán Otto en la estructura, la cual se encuentra ubicada en una de las zonas donde se declararon con mayor regularidad alertas amarillas y rojas por parte de la Comisión Nacional de Emergencias durante el evento, se realizó una re-inspección el día 02 de febrero del 2017 para evaluar la interacción del cauce del río con las pilas y bastiones en ambas márgenes del puente.

2. OBJETIVOS

- a) Realizar el inventario del puente utilizando la información incluida en los planos de diseño originales y verificar la información durante la inspección visual realizada en sitio.
- b) Efectuar una inspección visual de todos los componentes estructurales y no estructurales para evaluar su condición estructural.
- c) Inspeccionar y evaluar la seguridad vial del puente para reducir el riesgo de accidentes de tránsito y disminuir su severidad.
- d) Proporcionar recomendaciones generales para mantenimiento y/o reparación.
- e) Brindar una calificación de la condición del puente basado en la evaluación de la condición de sus componentes

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 7 de 53
----------------------------	-------------	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 8/53	VERSIÓN 04

3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición estructural y funcional del puente se limita a presentar recomendaciones generales para mejoras, mantenimiento y reparación del puente así como de estructuras o elementos conexos a éste con base en observaciones realizadas en el sitio durante la inspección de la estructura y los elementos de seguridad vial.

Se entiende por inspección el reconocimiento visual de todos los elementos estructurales y no estructurales del puente a los cuales se tiene acceso por parte de un ingeniero calificado con el fin de evaluar su condición el día de la visita al sitio.

Se entiende por evaluación la valoración de la condición del puente a partir de las observaciones realizadas durante la inspección. Como resultado de la evaluación se le asigna una calificación al puente de acuerdo con una metodología desarrollada por la Unidad de Puentes, la cual, se describe en el informe LM-PI-UP-05-2015 (Muñoz-Barrantes, et al., 2015). En el Anexo A se puede consultar un diagrama de flujo que resume los criterios, la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición.

Las dimensiones de los elementos del puente se obtienen de los planos de diseño, si es que esta información está disponible. Estas dimensiones se verifican mediante mediciones realizadas en sitio de varios elementos clave del puente. Las dimensiones obtenidas de los planos se pueden utilizar para completar formularios de inventario del puente si se considera necesario, ya que en muchas ocasiones el inspector no tiene acceso físico y/o visual a algunos componentes del puente.

En el caso que se quisiera verificar la capacidad estructural o hidráulica del puente o la capacidad soportante del suelo se recomienda realizar una evaluación estructural detallada complementada con ensayos no destructivos, un análisis hidrológico e hidráulico y un estudio geotécnico.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 8 de 53
----------------------------	-------------	----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 9/53	VERSIÓN 04

4. DESCRIPCIÓN

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 2 (Carretera Interamericana Sur), en la sección de control 60001 y cruza el río Corredores. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito Corredor, del cantón de Corredores, en la provincia de Puntarenas. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 8°38'32.9"N de latitud y 82°56'31.6"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente.



Figura A. Ubicación geográfica del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 10/53	VERSIÓN 04

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 6337 vehículos por día medidos en el 2010 en la sección de control donde se ubica el puente, según el Anuario de tránsito 2015 (MOPT, 2015a), publicado por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT. Se debe indicar que el porcentaje de vehículos pesados es de 14,97% (949 vehículos), de los cuales el 3,79% (240 vehículos) corresponde a camiones de 5 ejes.

La Tabla 1 resume las características básicas del puente y las figuras B y C presentan dos de las vistas principales del puente, la vista a lo largo de la línea de centro y una vista lateral respectivamente.

Para éste puente en particular, sí se tuvo acceso a los planos del diseño original. La figura D muestra la identificación utilizada en este informe cuando se hace referencia a ciertos elementos del puente, la cual también coincide con la que se utiliza en los planos.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 11/53	VERSIÓN 04



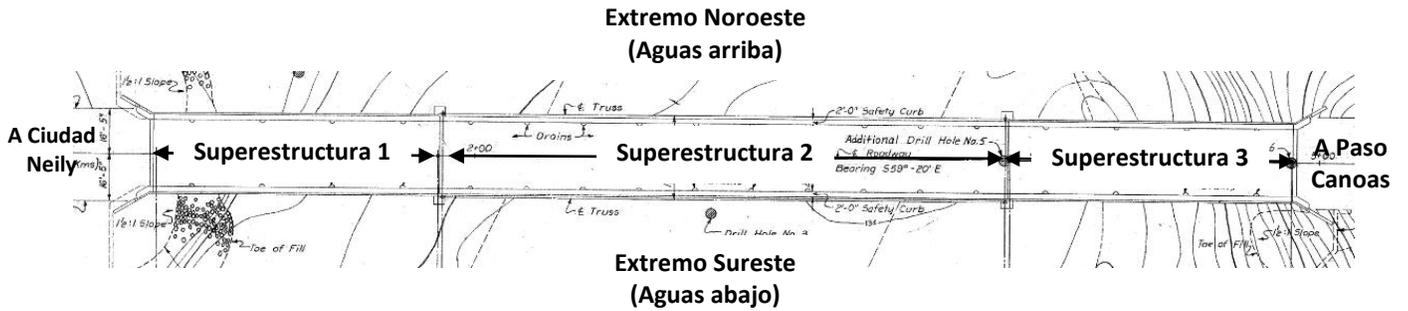
Figura B. Vista a lo largo de la línea de centro



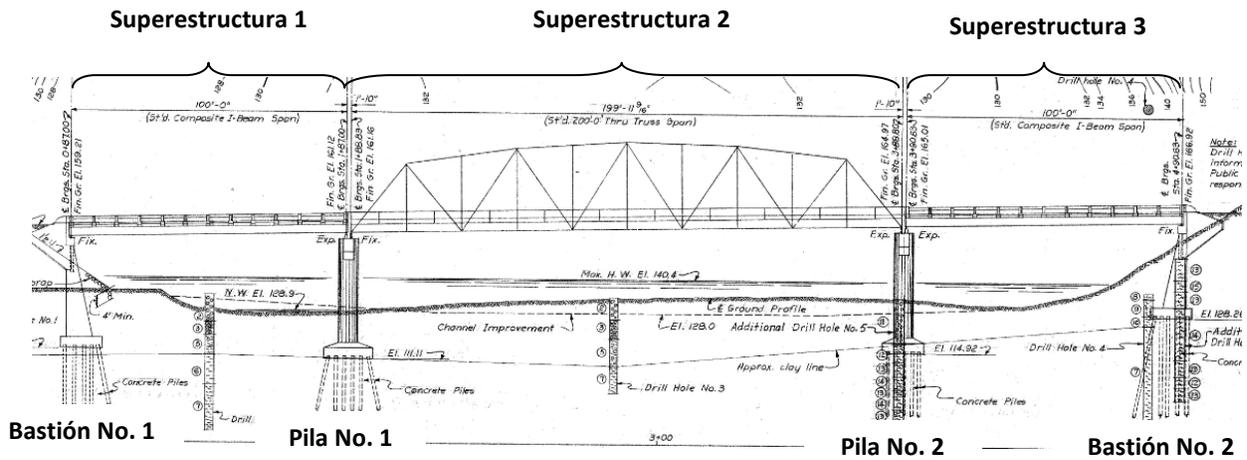
Figura C. Vista lateral

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 11 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 12/53	VERSIÓN 04



(a) Vista en planta



(b) Elevación

Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el río Corredores.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 13/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	124
	Ancho total (m)	9,08
	Ancho de calzada (m)	7,40
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	3
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructuras 1 y 3, tipo vigas con 4 vigas principales tipo I de acero Superestructuras 2, tipo armadura de acero de paso inferior con 2 armaduras de acero tipo Warren
	Tipo de tablero	Losas de concreto reforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: apoyo fijo Bastión 2: apoyo fijo
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: apoyo inicial expansivo, apoyo final fijo Pila 2: apoyo inicial expansivo, apoyo final fijo
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastión 1, tipo marco con muro pantalla de concreto reforzado Bastión 2, tipo marco con muro pantalla de concreto reforzado
	Tipo de pilas	Pila 1, tipo columna sencilla con cabeza de martillo de concreto reforzado Pila 2, tipo columna sencilla con cabeza de martillo de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Placa de concreto reforzado con pilotes de concreto reforzado Pilas 1 y 2: Placa de concreto reforzado con pilotes de concreto reforzado
Diseño y construcción	Año de diseño	1959
	Año de construcción	1961
	Especificación de diseño original	A.A.S.H.O 1953
	Carga viva de diseño original	HS15-44 (H15-S12-44)
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No se tiene información
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 14/53	VERSIÓN 04

5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE

Los resultados de la evaluación del puente se presentan en 5 áreas: (a) Seguridad vial, (b) Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (c) Superestructura (d) Subestructura y (e) Elementos de protección sísmica e hidráulica. De esta manera se describe la condición del puente de una manera simple y ordenada y al mismo tiempo se ofrecen recomendaciones para realizar mantenimiento, mejoras y reparaciones y si fuera necesario se recomienda la realización de inspecciones detalladas y estudios especializados. Estas observaciones y recomendaciones se resumen en las Tablas No.2 a No.7 las cuales se presentan a continuación.

En dichas tablas se presentan dos columnas llamadas GD y CE, las cuales corresponden, respectivamente, al Grado de Deficiencia (GD) y la Condición Evaluada (CE) para cada elemento del puente de acuerdo como se definen en el informe LM-PI-UP-05-2015 (Muñoz-Barrantes, et al., 2015) y en el Anexo A. Los valores numéricos de GD (varían entre 0 y 3) y CE (varían entre 1 y 6), se refieren al estado de deterioro observado el día de la evaluación y se asignan de acuerdo con el componente más dañado que se observa en el respectivo elemento evaluado; sin embargo, la atención de la estructura se debe realizar haciendo un análisis integral de todos los deterioros detallados en la evaluación que se presenta en este informe. En las casillas correspondientes a GD y CE también podrían aparecer las siguientes expresiones: "NI" cuando el elemento no pudo ser inspeccionado por dificultades de acceso o "NA" cuando el elemento no se encontraba en el tipo de puente evaluado.

En el Anexo A se puede consultar el procedimiento y la definición de las variables que intervienen para determinar la Condición Evaluada (CE) a partir del grado de deficiencia (GD) observado.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 14 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 15/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	<p>Las barrera vehicular de acero de la superestructura tipo cercha no cumple con los estándares de contención de la <i>Especificación de diseño AASHTO LRFD</i> (AASHTO, 2014). Además, las barreras vehiculares de las superestructuras 1 y 3 podrían no cumplir con las fuerzas de diseño incluidas en esta normativa. Lo anterior se debe a que fueron diseñadas con una normativa antigua (AASHTO 1953).</p> <p>También, la composición (porcentaje de vehículos pesados), la velocidad y el volumen del tránsito de la Ruta 2 han cambiado en el transcurso de los años desde la época de construcción del puente. Por lo tanto, existe el riesgo de que ante el impacto de un vehículo la barrera vehicular no se desempeñe adecuadamente.</p> <p>Además, la barrera vehicular de acero de la superestructura 2 (tipo armadura) presentaba decoloración de la pintura y oxidación superficial (ver figura 2)</p>	1	2	<p>Valorar la posibilidad de establecer un proyecto de rehabilitación del puente en la cual se incluya la sustitución de las barreras vehiculares de la superestructura 2 (tipo cercha) por sistemas rígidos que hayan sido probados para un nivel de contención TL-4 como mínimo, según lo establecido en la <i>Especificación de diseño AASHTO LRFD</i> (AASHTO, 2014).</p> <p>También, analizar si las barreras vehiculares de las superestructuras 1 y 3 tienen capacidad para resistir las fuerzas de diseño para el nivel de contención TL-4, según los requerimientos de la <i>Especificación de diseño AASHTO LRFD</i> (AASHTO, 2014). Si no tiene capacidad, reforzar la barrera existente o sustituirla por un sistema con capacidad demostrada para un nivel de contención TL-4 como mínimo, en caso de que se decida sustituir la losa del puente.</p> <p>Si se decide reforzar las barreras de las superestructuras 1 y 3, diseñar una transición con la barrera de la superestructura 2 que haya sido probada para el nivel de contención TL-4.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 16/53

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	No se observaron sistemas de contención vehicular en los accesos, lo cual, implica un riesgo de accidentes de tránsito por salida de vehículos de la vía hacia el cauce del río (ver figura 3).	3	3	Colocar un sistema de contención en los accesos del puente. Para definir las longitudes requeridas, ángulos de esviaje, anchos de trabajo, condiciones de anclaje y transiciones con el sistema de contención del puente se recomienda consultar las especificaciones de los fabricantes y el <i>Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera</i> (Valverde, 2011)
2.3. Aceras y sus accesos	El puente tiene bordillos de seguridad de 660 mm de ancho que se utilizan como acera. Este ancho no cumple con el ancho requerido por la Ley 7600 (ver figura 1) El día de la visita al sitio se observaron peatones transitando por el puente. Sin embargo, debido a la cercanía del centro de Ciudad Neily y los barrios ubicados en los extremos del puente, se estima que hay tránsito constante de peatones, lo cual, implica riesgo de accidentes de tránsito. En los accesos no se observaron aceras.	1	2	Valorar la posibilidad de establecer un proyecto para la ampliación de la sección transversal del puente con aceras y ciclovías, como parte de la rehabilitación del puente, o la construcción de un paso para peatones y ciclistas independiente a la estructura actual. Mientras se decide si se realiza alguno de los proyectos anteriores para dar facilidades para el tránsito seguro de peatones y ciclistas, colocar señales de advertencia a los conductores sobre la presencia de peatones y ciclistas en la vía.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 17/53

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.4. Rótulos de carga/ altura máxima e Identificación	<p>El puente no tenía rótulos de altura máxima, que podrían ser necesarios para evitar impactos en la superestructura tipo armadura. Sin embargo, no se encontraron daños por impacto de vehículos altos en los elementos de la superestructura. La altura libre entre los portales y la calzada medida en sitio es de 5,13 m, la cual es menor que la altura permitida por el MOPT de 5,50 m (MOPT, 2007).</p> <p>El puente tenía rótulos de identificación en ambos accesos, sin embargo, no tenían el número de ruta.</p> <p>No se tiene información sobre alguna necesidad de rótulos que limiten la carga máxima.</p>	2	2	<p>Colocar rótulos en los accesos al puente que indiquen a los conductores la altura máxima permitida para transitar a través de la estructura.</p> <p>Colocar rótulos de identificación que indiquen el nombre del río que cruza y el número de ruta nacional.</p>
2.5. Señalización <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	<p>La demarcación y los captaluces se encontraban en estado regular (ver figura 1) según la Guía de evaluación de seguridad vial para puentes (Zamora-Rojas, Jiménez-Romero, Acosta-Hernández, Castillo-Barahona, Rodríguez-Roblero y Quirós-Serrano, 2012), ya que la pintura de las líneas se observaba desgastada.</p> <p>No se encontraron marcadores de objetos ni delineadores verticales (ver figura 3).</p>	1	1	<p>Como parte de un programa de mantenimiento rutinario de la carretera, monitorear el deterioro de la demarcación y captaluces para establecer el momento de demarcar de nuevo la carretera. Además, colocar marcadores de objeto frente a las barreras y en los extremos de los guardavías del puente.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 18/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.5. Señalización <i>(Continúa de la página anterior)</i>	<i>(Continúa de la página anterior)</i> El deterioro y ausencia de elementos de seguridad vial aumenta el riesgo de accidentes de tránsito en las inmediaciones del puente.	1	1	Ver recomendaciones en página anterior
2.6. Iluminación	La superestructura tipo armadura tiene luminarias instaladas. Se desconoce si estas luminarias funcionan ya que la evaluación se realizó durante el día.	0	1	Revisar si las luminarias colocadas funcionan y brindarles mantenimiento continuo.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 19/53

Tabla No. 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios y accesos.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.1. Superficie de rodamiento del puente	<p>El puente posee una capa de mezcla asfáltica de 60 mm de espesor, la cual, se encuentra en buena condición.</p> <p>Los planos de diseño del puente no indican la colocación de una capa de mezcla asfáltica.</p> <p>La sobrecapa de mezcla asfáltica sobre el puente representa un aumento en la carga muerta sobre la estructura, lo que podría reducir su capacidad de carga viva.</p>	3	3	<p>Analizar si la capa de mezcla asfáltica existente afecta negativamente la capacidad de carga de la superestructura.</p> <p>Ver recomendaciones en 4.1 y 4.2 para evaluación de la capacidad de carga viva de la superestructura.</p> <p>En caso que el factor de capacidad de carga viva de la superestructura puente se vea reducido por la capa de mezcla asfáltica, eliminar o reducir el espesor de la capa, según las recomendaciones que brinde la evaluación estructural de capacidad de carga.</p>
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	<p>Se observaron sedimentos y maleza en las entradas del sistema de drenaje del puente (ver figura 1).</p> <p>Además, los ductos de salida del sistema de drenaje descargan el agua directamente a los elementos de acero de las tres superestructuras del puente (ver figuras 8 y 12).</p>	2	2	<p>Establecer un programa de mantenimiento rutinario para el puente, donde se incluya la limpieza del sistema de drenaje del puente.</p> <p>Colocar tubos de extensión en la salidas del sistema de drenaje del costado aguas abajo del puente, que se extiendan más de 100 mm por debajo del nivel inferior de la superestructura, según el artículo 2.6.6.4 de la <i>Especificación de diseño AASHTO LRFD</i> (AASHTO, 2014).</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 20/53

Tabla No. 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios y accesos (continuación).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.3. Juntas de expansión	<p>Se encontró mezcla asfáltica de la superficie de rodamiento del puente sobre todas las juntas de expansión del puente. Aunque se realizó un corte en la carpeta asfáltica a lo largo de las juntas, esto no garantiza que se puedan mover según las consideraciones de diseño. Esto se evidencia en el agrietamiento de la capa de mezcla asfáltica en las inmediaciones de las juntas 2 y 3 (ver figura 4).</p> <p>En la verificación del 2 de febrero de 2017 se encontró un desprendimiento de carpeta asfáltica en la junta 3, que generó un agujero de 55 mm de profundidad, 240 mm de largo y 70 mm de ancho. Este agujero provoca que las ruedas de los vehículos generen impactos que van degradando la carpeta asfáltica y generan cargas instantáneas en el puente (ver figura 5).</p> <p>Además, se observaron manchas de humedad en más del 50% de las vigas cabezal de ambos bastiones, producto del ingreso de agua a través de las juntas de expansión. Esta situación es evidencia de que el sello de las juntas se encuentra dañado y perdió las propiedades impermeables (ver figura 6). El ingreso de agua hacia la subestructura aumenta la velocidad de deterioro de los elementos.</p>	3	3	<p>Eliminar la obstrucción por mezcla asfáltica de las juntas sobre los bastiones y las pilas. Además, evaluar el estado de las juntas para determinar las acciones a seguir acorde con su estado de conservación.</p> <p>Incluir dentro de estas acciones la colocación de un sello impermeable en las juntas.</p> <p>Establecer procedimientos en los programas de mantenimiento periódico de carreteras para evitar la obstrucción de juntas de expansión de puentes al recarpetear la carretera.</p> <p>Si se decide rehabilitar o intervenir la losa del puente según lo indicado en 4.1 <i>Tablero</i>, sustituir las juntas, realizando previamente un análisis para determinar el tipo de junta a utilizar acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente.</p> <p>Seguir en donde aplique, los procedimientos especificados en el <i>Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015</i> (MOPT, 2015b)</p>

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 20 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 21/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios y accesos (continuación).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.4. Superficie de rodamiento de los accesos	No se observaron deficiencias	0	1	Ninguna
3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	No se observaron deficiencias	0	1	Ninguna
3.6. Muros de retención de los accesos	No se observaron muros de retención en los accesos	NA	NA	Ninguna
3.7. Losa de aproximación	No se tuvo acceso visual a la losa de aproximación del puente, ni se tiene evidencia en los planos de su existencia.	NA	NA	Ninguna
3.8. Sistema de drenaje de los accesos	No se observaron sistemas de drenaje en los accesos. Sin embargo, no se observaron deficiencias relacionados con este aspecto	NA	NA	Valorar la posibilidad de construir sistemas de drenaje en los accesos.
3.9. Vibración	Las vibraciones en el puente eran perceptibles con el paso de vehículos pesados, lo cual se considera normal.	NA	NA	Ninguna

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 22/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura de vigas de acero.
(Superestructuras 1 y 3)

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.1. Tablero (losa de concreto).	<p>No se observaron daños evidentes en la losa del puente de las superestructuras 1 y 3. La cara inferior de la losa se evaluó a la distancia, debido a la altura desde el terreno bajo el puente hasta la losa. No obstante, se encontró suciedad y telarañas que impedían el acceso visual a varios sectores del elemento. Además, no fue posible evaluar la cara superior de la losa por la presencia de la carpeta de mezcla asfáltica sobre el puente.</p> <p>La losa de la superestructura 1 se encontró con grietas con eflorescencia, localizadas hacia el centro de la superestructura y contiguo a la segunda viga desde el extremo aguas abajo (ver figura 7).</p>	0	1	<p>Realizar una inspección con métodos de acceso que permitan limpiar y evaluar la losa del puente.</p> <p>Evaluar la capacidad de carga viva de las superestructuras 1 y 3 utilizando la metodología LRFR descrita en el <i>Manual AASHTO para Evaluación de puentes</i> (AASHTO, 2011).</p>
4.2. Vigas principales de acero	<p>Las vigas principales de la superestructura 1 se encontraron con decoloración de la pintura (ver figura 8).</p> <p>En las vigas principales externas de la superestructura 3 se encontró decoloración de pintura, corrosión localizada en los puntos de descarga del sistema de drenaje, y una línea de oxidación en la unión entre el alma y el ala inferior de la viga (ver figura 9). En la zona de apoyos se encontró moho que podría generar corrosión localizada.</p>	0	1	<p>Evaluar la capacidad de carga viva de las superestructuras 1 y 3 utilizando la metodología LRFR descrita en el <i>Manual AASHTO para Evaluación de puentes</i> (AASHTO, 2011).</p> <p>Programar dentro de las labores de mantenimiento del puente la protección con un sistema de pintura de las vigas principales y vigas diafragma de las superestructuras 1 y 3 del puente.</p> <p>En donde aplique seguir los procedimientos descritos en el <i>Manual de Especificaciones para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015</i> (MOPT, 2015b)</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 23/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura de vigas de acero.
(Superestructuras 1 y 3) (Continuación)

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.3. Vigas Diafragma de acero	Se observó decoloración de pintura en las vigas diafragma de las superestructuras 1 y 3 del puente (ver figura 8). Además algunas vigas diafragma presentaban puntos de oxidación.	0	1	Ver las recomendaciones para protección contra la corrosión en el punto 4.2.
4.4. Sistema de arriostamiento	No aplica	NA	NA	Ninguna

Tabla No. 5. Estado de conservación de la superestructura tipo armadura de acero.
(Superestructura 2)

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Tablero (losa de concreto).	No se observaron daños evidentes en la losa de la superestructura 2. La cara inferior de la losa se evaluó a la distancia, debido a la altura desde el cauce del río hasta la losa. No fue posible evaluar la cara superior de la losa debido a la capa de mezcla asfáltica colocada.	0	1	Evaluar la capacidad de carga viva de la superestructura utilizando la metodología LRFR descrita en el <i>Manual AASHTO para Evaluación de puentes</i> (AASHTO, 2011). Realizar una inspección con métodos de acceso que permitan limpiar y evaluar la losa del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 24/53

Tabla No. 5. Estado de conservación de la superestructura tipo armadura de acero.
(Superestructura 2)

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.2. Armaduras de acero (elementos y conexiones).	<p>Los elementos principales de la armadura se encontraron con puntos de corrosión en algunos elementos (ver figura 11). Además, se encontró descascaramiento y decoloración de la pintura generalizado en algunos elementos de la armadura (ver figura 11).</p> <p>La cara superior de la cuerda inferior de las armaduras se observó con decoloración avanzada y oxidación superficial por todo el elemento (ver figura 12), que podría convertirse en corrosión. En la cara inferior se observó corrosión superficial localizada en los agujeros de desagüe del elemento (ver figura 13).</p>	0	1	<p>Evaluar la capacidad de carga viva de la superestructura utilizando la metodología LRFR descrita en el <i>Manual AASHTO para Evaluación de puentes</i> (AASHTO, 2011).</p> <p>Programar dentro de las labores de mantenimiento del puente la protección con un sistema de pintura de todos los elementos de la superestructura tipo armadura de acero.</p> <p>En donde aplique seguir los procedimientos descritos en el <i>Manual de Especificaciones para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015</i> (MOPT, 2015b) para la protección de superficies de puentes.</p>
5.3. Vigas de piso	Las vigas de piso se encontraron con corrosión superficial en la zona de contacto con la losa, decoloración de la pintura, desprendimientos de pintura y puntos de oxidación en algunas zonas puntuales del elemento (ver figura 14).	0	1	Ver las recomendaciones de 5.2 Armaduras de acero.
5.4. Vigas transversales	Las vigas transversales se encontraron con corrosión superficial en la zona de contacto con la losa, decoloración de la pintura, desprendimientos de pintura y puntos de oxidación en algunas zonas puntuales del elemento (ver figura 14).	0	1	Ver las recomendaciones de 5.2 Armaduras de acero

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017		Página 25/53

Tabla No. 5. Estado de conservación de la superestructura tipo armadura de acero.
(Superestructura 2) (Continuación)

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.5. Portales	Se observó oxidación superficial en los portales, generalizada en todos los elementos que lo componen (ver figura 15).	1	2	Ver las recomendaciones de 5.2 Armaduras de acero.
5.6. Sistema de arriostramiento	Se observaron desprendimientos de pintura y puntos de corrosión en algunos elementos del sistema de arriostramiento vertical superior del puente (ver figura 16). En el sistema de arriostramiento horizontal superior e inferior se observó decoloración de pintura, puntos de oxidación y algunas zonas puntuales con oxidación, principalmente en los bordes de los elementos (ver figuras 14 y 16).	0	1	Ver las recomendaciones de 5.2 Armaduras de acero.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 26/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 6. Estado de conservación de la subestructura

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p>Se observó oxidación superficial en los apoyos sobre los bastiones (ver figuras 10 y 17). En los apoyos de las superestructuras 1 y 3 sobre las pilas se observó corrosión (ver figura 18 y 19).</p> <p>La corrosión en los apoyos podría reducir la funcionalidad del elementos para permitir movimientos de la estructura y transmitir cargas a la subestructura</p> <p>Los apoyos de las tres superestructuras, principalmente en la superestructura tipo armadura evidenciaban ser sísmicamente vulnerables según los criterios del capítulo 4 del <i>Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA</i> (FHWA, 2006).</p>	1	3	<p>Valorar la posibilidad de establecer un proyecto de rehabilitación del puente donde se incluya la sustitución de los apoyos considerando los requerimientos de diseño y las condiciones ambientales del puente.</p> <p>En caso de que se decida no sustituirlos, se recomienda intervenirlos de acuerdo a su estado de deterioro y siguiendo las recomendaciones del capítulo 8 del <i>Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA</i> (FHWA, 2006).</p> <p>Programar dentro de las labores de mantenimiento del puente la limpieza y protección contra la corrosión de todos los apoyos del puente</p> <p>En donde aplique seguir los procedimientos descritos en el <i>Manual de Especificaciones para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015</i> (MOPT, 2015b) para la protección de superficies de puentes y limpieza de apoyos.</p>
6.2. Bastiones	<p>Se observaron manchas de humedad en más del 50% del área del cuerpo del bastión 1 y entre un 10% y un 20% del cuerpo del bastión 2, producto del ingreso de agua a través de las juntas.</p> <p>La humedad constante del concreto de los bastiones podría acelerar el deterioro de los elementos</p>	0	1	<p>Programar dentro de las labores de mantenimiento del puente la limpieza de las superficies de los bastiones.</p> <p>Ver recomendaciones en 3.3. Juntas de expansión</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017		Página 27/53

Tabla No. 6. Estado de conservación de la subestructura (continuación)

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.3. Aletones	No se observaron daños	0	1	Ninguna
6.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	<p>Se observaron manchas de humedad en más del 50% del área de la viga cabezal de ambas pilas producto del ingreso de agua a través de las juntas (ver figura 6).</p> <p>En la pila 2 se observó agrietamiento producido aparentemente por retracción y nidos de piedra superficiales (ver figura 20)</p>	0	1	<p>Programar dentro de las labores de mantenimiento del puente la limpieza de las superficies de concreto de las pilas.</p> <p>Ver recomendaciones en 3.3. Juntas de expansión</p> <p>Monitorear el agrietamiento observado en próximas inspecciones para dar seguimiento a un eventual avance en el deterioro.</p>
6.5. Cimentaciones (pilas y bastiones)	No se tuvo acceso visual a las cimentaciones de pilas y bastiones.	NI	NI	Ninguna.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 28/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 7. Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
7.1. Longitud de asiento en bastiones y pilas	<p>La longitud de asiento requerida se obtuvo siguiendo las disposiciones del artículo 4.7.4.4 de la <i>Especificación AASHTO LRFD</i>. (AASHTO, 2014). La Longitud de asiento disponible se obtuvo a partir de los planos de diseño disponibles para el puente.</p> <p>Bastiones 1 y 2: Requerido 520 mm. Disponible 400 mm.</p> <p>Pilas 1 y 2 para las superestructuras 1 y 3: Requerido 520 mm. Disponible de 300 mm.</p> <p>Pilas 1 y 2 para la superestructura 2: Requerido: 595 mm. Disponible: 355 mm</p> <p>Una longitud de asiento existente menor a la requerida aumenta el riesgo de que la superestructura colapse durante un evento sísmico de importancia.</p>	2	3	<p>Considerar la posibilidad de establecer un programa de rehabilitación del puente, donde se incluya la ampliación de la meseta de asiento de los bastiones y de las pilas del puente, de acuerdo con lo establecido en el <i>Manual de rehabilitación sísmica FHWA</i> (FHWA, 2006), al cual, se hace referencia en los <i>Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes</i> (CFIA, 2013)</p> <p>La superestructura 2 (tipo armadura) está excluida del alcance de los <i>Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes</i> (2013) y del <i>Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA</i> (2006), y por lo tanto requiere de un análisis específico para la rehabilitación sísmica.</p>
7.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte, cadenas, anclajes, aislamiento sísmico)	<p>El puente no posee dispositivos para prevención de colapso en caso de un evento sísmico.</p> <p>Sin embargo, los detalles constructivos del sistema de apoyos, poseen pernos de anclaje a los elementos de la subestructura que podrían proveer alguna resistencia ante cargas horizontales como las de un sismo.</p> <p>La ausencia de dispositivos de prevención de colapso podría permitir desplazamientos horizontales excesivos durante un sismo.</p>	2	3	<p>Evaluar la necesidad de proveer al puente de dispositivos para prevención de colapso ante eventos extremos, de acuerdo con lo establecido en el <i>Manual de rehabilitación sísmica FHWA</i> (FHWA, 2006), al cual, se hace referencia en los <i>Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes</i> (CFIA, 2013).</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 29/53	VERSIÓN 04

Tabla No. 7. Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica
(continuación)

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
7.3. Protección de taludes de relleno	No se observaron protecciones en los taludes de los rellenos de aproximación. Además, no se observaron daños en estos taludes.	0	1	Ver recomendaciones en 3.8. Sistema de drenaje de los accesos.
7.4. Protección de taludes frente al bastión	El talud frente al bastión 1 se encontró protegido por una escollera, la cual, estaba indicada en los planos de diseño. El talud frente al bastión 2 no tenía protecciones y estas tampoco estaban indicadas en los planos de diseño. El talud frente al bastión 2 se encontró deformado por erosión en el costado aguas abajo del bastión.	1	2	Incluir en un programa de mantenimiento periódico de la carretera la protección contra la erosión del talud frente al bastión 2.
7.5. Protección de socavación en pilas	No se observaron protecciones en los alrededores de las pilas. Además, no se observó erosión evidente ni señales de socavación.	0	1	Valorar la posibilidad de proteger las pilas del puente contra la erosión por acción del río.
7.6. Cauce del río	El río interactúa con las pilas del puente, sin embargo, no se observaron señales de socavación. El talud frente al bastión se ha empezado a erosionar, posiblemente por crecidas del río. En la verificación de febrero de 2017 no se encontraron problemas por la interacción del río con el puente, con respecto a lo observado en la evaluación de setiembre de 2016	NA	NA	Ver recomendaciones en 7.4 Protección de taludes frente a los bastiones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 30/53



Figura 1. Demarcación en estado regular, bordillos con sedimentos y maleza y ancho menor que el requerido por la Ley 7600.



Figura 2. Decoloración de la pintura y oxidación superficial en la barrera vehicular.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 31/53



Figura 3. Ausencia de sistemas de contención vehicular en los accesos. Vista de acceso 2 (desde Paso Canoas).



Figura 4. Mezcla asfáltica sobre las juntas de expansión del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 32/53	VERSIÓN 04



Figura 5. Agujero en carpeta asfáltica sobre junta de expansión.



Figura 6. Manchas de humedad en vigas cabezal de pilas y bastiones.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 32 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 33/53	VERSIÓN 04



Figura 7. Grietas con eflorescencia localizada en la cara inferior de la losa de la superestructura 1.

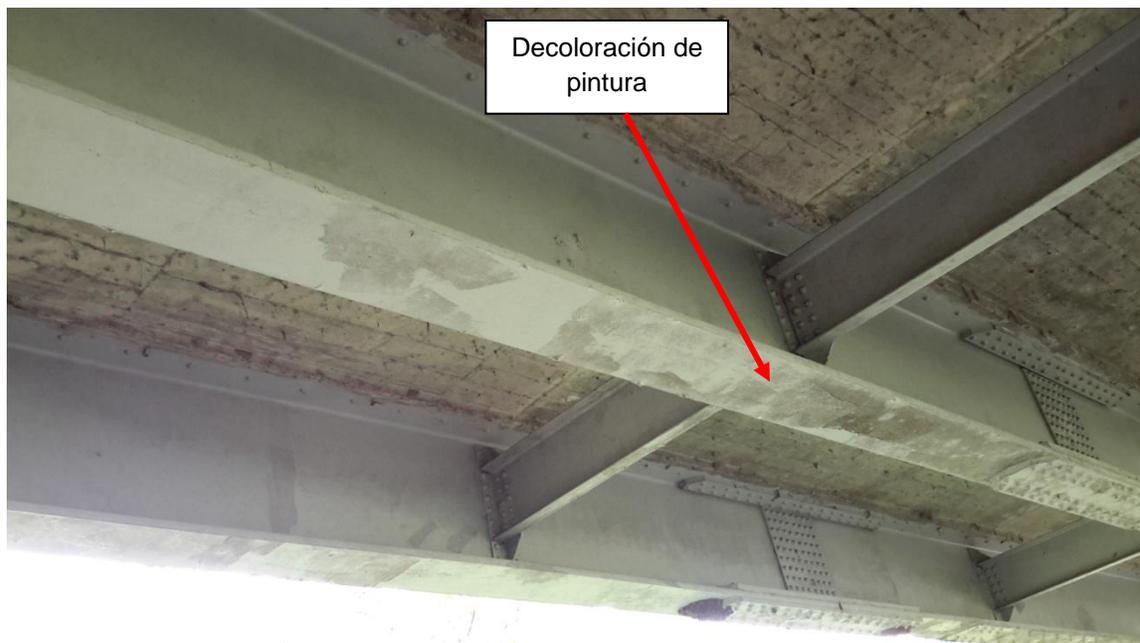


Figura 8. Decoloración de pintura en el ala inferior de las vigas principales y vigas diafragma de la superestructura 1.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 34/53



Figura 9. Decoloración de pintura en viga principal externa de la superestructura 3 y corrosión localizada por descarga de agua desde el sistema de drenaje.



Figura 10. Moho y oxidación en viga externa de aguas arriba de la superestructura 3 y apoyos sobre el bastión 2.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 34 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 35/53	VERSIÓN 04



Figura 11. Puntos de oxidación y decoloración de pintura en los elementos principales de la armadura de acero.



Figura 12. Decoloración avanzada y oxidación puntual en cuerda inferior de la armadura de acero del costado aguas abajo.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 36/53	VERSIÓN 04



Figura 13. Corrosión localizada en los agujeros de desagüe de la cuerda inferior de la armadura de acero.

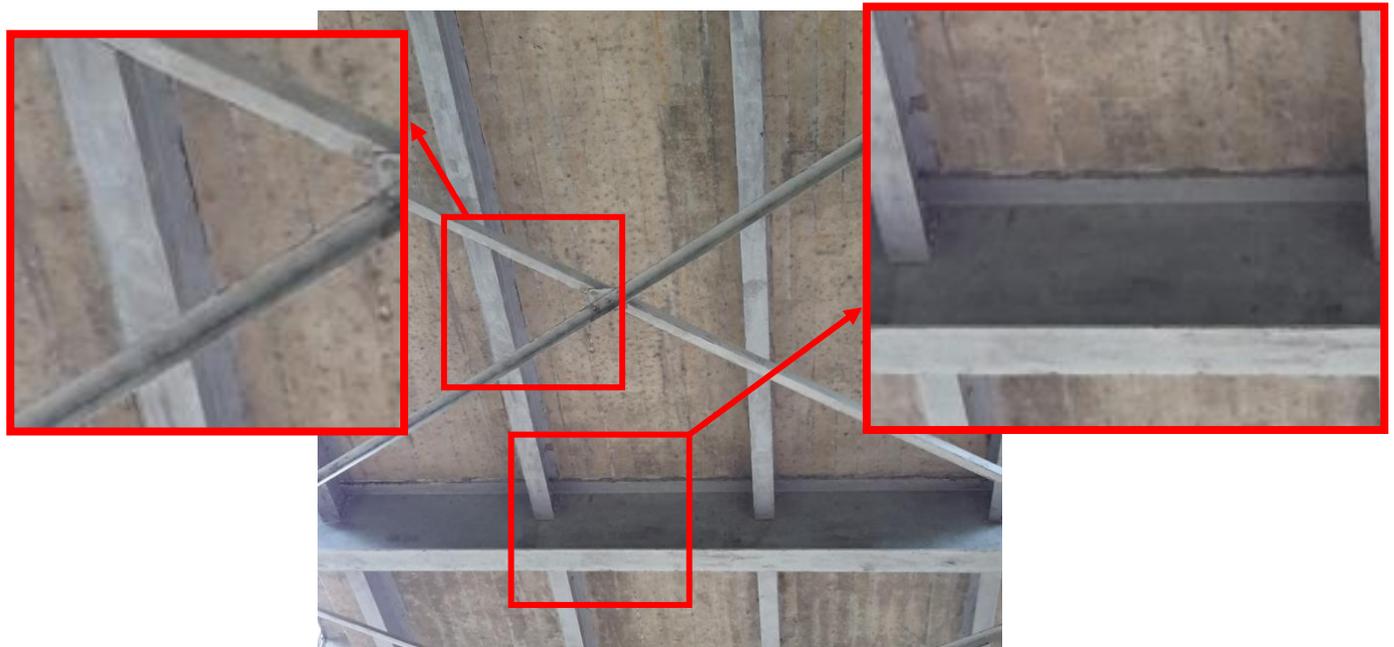


Figura 14. Corrosión superficial en la zona de contacto con la losa de los largueros de piso y vigas transversales.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 36 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 37/53 VERSIÓN 04



Figura 15. Oxidación en el portal del acceso 2 (hacia Paso Canoas)

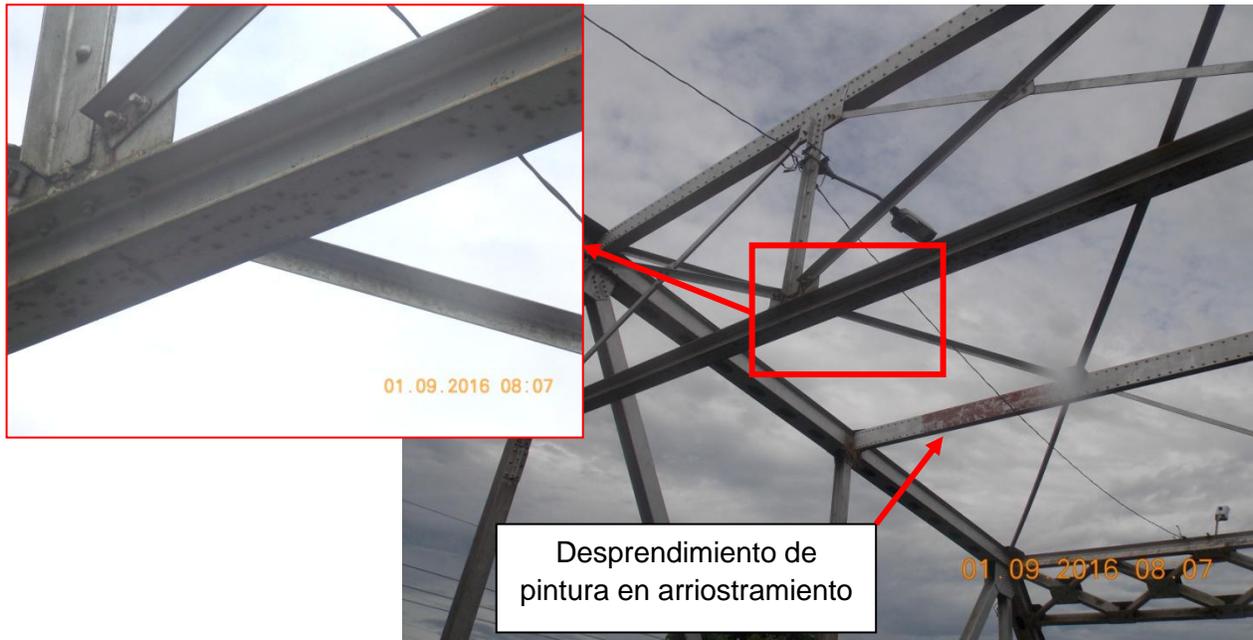


Figura 16. Puntos de oxidación y decoloración de pintura en el sistema de arriostramiento vertical superior del puente.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 38/53	VERSIÓN 04



Figura 17. Oxidación superficial en los apoyos del bastión 1.



Figura 18. Ejemplo de apoyos de superestructuras 1 y 3 con corrosión.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 39/53
		VERSIÓN 04



Figura 19. Oxidación en apoyos de la superestructura 2.



Figura 20. Grieta aparentemente por retracción en la pila 2.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 40/53	VERSIÓN 04

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente río Corredores ubicado en la Ruta Nacional No. 2 (Carretera Interamericana Sur). Las Tablas No. 2 a No. 7 resumen la condición de deterioro del puente y proveen algunas recomendaciones generales.

Con base en lo observado y la metodología descrita en el ANEXO A, se concluye que el estado de conservación del puente es considerado como DEFICIENTE:

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
3	DEFICIENTE	Deficiencia importante pero los componentes del puente funcionan aún de forma adecuada. Daño o defecto en seguridad vial peligroso	Es necesario programar la reparación previo al próximo mantenimiento rutinario

La calificación anterior se brinda por lo siguiente:

- a. Longitud de asiento en pilas y bastiones menor que la requerida por la *Especificación AASHTO LRFD* (AASHTO, 2014).
- b. Ausencia de dispositivos de prevención de colapso ante eventos extremos como sismos.
- c. Apoyos sísmicamente vulnerables según lo establecido en el Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (FHWA, 2006).
- d. Carpeta asfáltica sobre el puente con un espesor de 60 mm que podría reducir la capacidad de carga del puente al no estar considerada en los planos de diseño.
- e. Juntas de expansión obstruida por la carpeta asfáltica y con pérdida de propiedades impermeables que permiten el ingreso de agua hacia los elementos de la subestructura. Además de desprendimientos de la carpeta asfáltica sobre las juntas de expansión.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 40 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 41/53	VERSIÓN 04

f. Ausencia de sistemas de contención vehicular en los accesos del puente.

Además, se observó lo siguiente:

- g. Posible incumplimiento de las barreras vehiculares del puente con las especificaciones actuales para los niveles de contención de la *Especificación de diseño AASHTO LRFD* (AASHTO, 2014)
- h. Ausencia de rótulo de altura máxima permitida en el puente.
- i. Decoloración y desprendimientos de pintura generalizada en los elementos de acero de las tres superestructuras del puente.
- j. Puntos de oxidación dispersos en los elementos de acero de la superestructura 2 (tipo armadura) y localizados en algunas zonas de los elementos de acero de las superestructuras 1 y 3.
- k. Corrosión localizada en las vigas principales de las superestructuras 1 y 3 bajo los puntos de descarga del sistema de drenaje.
- l. Oxidación superficial de los apoyos sobre los bastiones y corrosión en los apoyos sobre las pilas de las superestructuras 1 y 3. Los apoyos de la superestructura 2 sobre la pila presentaban oxidación y corrosión localizada.
- m. Ancho inadecuado de bordillos de seguridad que se utilizan como aceras.
- n. Ductos de entrada del sistema de drenaje con sedimentos y maleza. Ductos de salida del sistema de drenaje con longitud insuficiente que descargan sobre elementos de la subestructura.
- o. Demarcación horizontal y captaluces en estado regular, ausencia de delineadores verticales y marcadores de objetos.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 41 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 42/53	VERSIÓN 04

p. Ausencia de sistema de drenaje en los accesos

Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. Se recomienda a la Administración realizar un análisis de factibilidad estructural, funcional y económica para determinar si el puente sobre el río Corredores puede continuar en funcionamiento, debe ser rehabilitado o debe ser reemplazado.
2. Evaluar la capacidad de carga viva de las superestructuras utilizando la metodología LRFR descrita en el *Manual AASHTO para Evaluación de puentes* (AASHTO, 2011).
3. Valorar la posibilidad de establecer un proyecto de rehabilitación del puente en el que se incluya lo siguiente:
 - a. Aumentar la meseta de asiento y proveer dispositivos para prevención de colapso ante eventos extremos de acuerdo con lo establecido en el *Manual de rehabilitación sísmica FHWA* (FHWA, 2006), a cual, se hace referencia en los *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes* (CFIA, 2013).
 - b. Sustituir los apoyos considerando los requerimientos de diseño y las condiciones ambientales del puente. En caso de que se decida no sustituirlos, intervenirlos de acuerdo a su estado de deterioro y siguiendo las recomendaciones del *Manual de rehabilitación sísmica FHWA* (FHWA, 2006).
 - c. Considerar que la superestructura 2 (tipo armadura) está fuera del alcance de los *Lineamientos de diseño sismorresistente de puentes* (CFIA, 2013) y requiere un análisis específico para realizar una rehabilitación sísmica.
 - d. Ampliar la sección transversal del puente para incluir aceras y ciclovías o construir un puente paralelo al puente vehicular para peatones y ciclistas.
 - e. Incluir aceras en la sección transversal de la carretera de acceso.
 - f. Sustituir las barreras vehiculares de la superestructura 2 por un sistema de contención que haya sido probado para un nivel de contención TL-4 como mínimo.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 42 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 43/53	VERSIÓN 04

- g. Analizar si las barreras de las superestructuras 1 y 3 tienen capacidad estructural para el nivel de contención TL-4. Si no tiene capacidad estructural, decidir entre reforzar o sustituir la barrera para que cumpla con el nivel de contención TL-4, como mínimo. Si se decide reforzar la barrera existente, brindar una transición con la barrera de la superestructura 2 probada para el nivel de contención especificado.
4. Establecer un programa de mantenimiento del puente, siguiendo en donde aplique los procedimientos especificados en el *Manual de Especificaciones para la Conservación de carreteras caminos y puentes MCV-2015* (MOPT, 2015), para realizar lo siguiente:
- a. En caso que el factor de capacidad de carga viva de la superestructura puente se vea reducido por la capa de mezcla asfáltica, eliminar o reducir el espesor de la capa, según las recomendaciones que brinde la evaluación estructural de capacidad de carga.
 - b. Eliminar la obstrucción por mezcla asfáltica de las juntas sobre los bastiones y las pilas. Además, evaluar el estado de las juntas para determinar las acciones a seguir acorde con su estado de conservación. Incluir dentro de estas acciones la colocación de un sello impermeable en las juntas.
 - c. Establecer procedimientos en los programas de mantenimiento periódico de carreteras para evitar la obstrucción de juntas de expansión de puentes al recarpetear con mezcla asfáltica la carretera.
 - d. Realizar una inspección con métodos de acceso que permitan limpiar y evaluar la losa del puente.
 - e. Limpiar la suciedad, óxido y corrosión de los elementos de acero de las tres superestructuras del puente para posteriormente proteger con un sistema de pinturas todos estos elementos.
 - f. Colocar sistemas de contención vehicular en los accesos al puente de acuerdo con las especificaciones del fabricante y lo establecido en el *Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera* (Valverde, 2011).

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 43 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 44/53	VERSIÓN 04

- g. Colocar rótulos que indiquen la altura máxima para transitar sobre el puente.
- h. Proteger contra la erosión el talud frente al bastión 2
- i. Valorar la posibilidad de proteger las pilas del puente contra la erosión por acción del río.
- j. Valorar la posibilidad de construir un sistema de drenaje en los accesos del puente.
- k. Colocar tubos de extensión en las salidas del sistema de drenaje del puente que se extiendan más de 100 mm por debajo del nivel inferior de la superestructura.
- l. Limpiar periódicamente todas las superficies del puente incluyendo el sistema de drenaje, las juntas de expansión las pilas, los bastiones y las zonas de la armadura propensas a acumular suciedad.
- m. Monitorear el deterioro de la demarcación vertical y horizontal del puente para establecer el momento de renovarla.
- n. Revisar el funcionamiento de las luminarias instaladas en el puente.

Se asume que estas recomendaciones serán evaluadas por los profesionales que la Administración asigne como responsables del mantenimiento y rehabilitación de la estructura. En caso de ser requerido, se recomienda procurar la asesoría profesional específica en los aspectos que se mencionan en los puntos anteriores.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 45/53	VERSIÓN 04

7. REFERENCIAS

1. AASHTO (2011). The Manual for Bridge Evaluation. 2nd Edition with 2011, 2013, 2014, 2015 and 2016 Interim Revisions. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. AASHTO (2014). LRFD Bridge Design Specifications. 7th Edition with 2015 and 2016 Interim Revisions. 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. FHWA (2006). Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges. Publication N° FHWA-HRT-06-032. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
5. MOPT (2007). Lineamiento para mantenimiento de puentes. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
6. MOPT (2015a). Anuario de Información de Transito 2015. Secretaría de Planificación Sectorial. Proceso de Planificación Estratégica Multimodal de Servicios de Infraestructura y de Transporte. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
7. 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.
8. Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., et al. (2015). Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 45 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 46/53	VERSIÓN 04

9. Valverde-González, G.(2011). Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera. Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
10. Zamora-Rojas, J., Jiménez-Romero, D., Acosta-Hernández, E., Castillo-Barahona, R., Rodríguez-Roblero, M. J., Quirós-Serrano, C. (2012). Guía de evaluación de seguridad vial para puentes en Costa Rica. Versión 02-2012. Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR. San José, Costa Rica.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 47/53	VERSIÓN 04

ANEXO A

Criterios para clasificar el estado de conservación del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 48/53	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P04-2017	Junio, 2017	Página 48 de 53
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 49/53	VERSIÓN 04

La evaluación de la condición de un puente a partir de los deterioros observados en sus elementos se realiza de acuerdo con la metodología definida en el informe LM-PI-UP-05-2015 (Muñoz-Barrantes, et al., 2015). El proceso de evaluación se realiza para cada uno de los elementos del puente y posteriormente se asigna la condición al puente de acuerdo con el elemento más deteriorado.

El procedimiento de evaluación considera las siguientes variables:

- Grado de Deficiencia (GD):** Considera una serie de deficiencias que pueden ser causadas por efecto de las cargas que actúan sobre el puente, condiciones ambientales, defectos constructivos o defectos en el diseño del puente. Esta variable permite cuantificar la severidad y extensión de los deterioros observados en un elemento. Tiene los siguientes valores: 0 para deficiencias mínimas o nulas, 1 para deficiencias leves, 2 para deficiencias moderadas y 3 para deficiencias graves
- Relevancia Estructural (RE):** Esta variable considera la importancia relativa del elemento respecto a todos los demás elementos en el sistema del puente, tomando en cuenta incluso a los que no tienen una función estructural explícita. La RE se obtiene considerando la función del elemento dentro del flujo principal de las cargas gravitacionales del puente. También considera si la ausencia o falla del elemento implica la salida de operación del puente, y si la ausencia o falla del elemento implica un riesgo para la seguridad de vida de los usuarios del puente. La forma de obtener la RE es diferente si la función del elemento es de protección ante sismos o ante eventos hidrológicos como crecidas o inundaciones, considerando en este caso: la importancia operacional del puente, la frecuencia de los eventos extremos y la vida de servicio remanente del puente. La RE tiene valores enteros entre 1 y 4, de menor a mayor relevancia estructural respectivamente.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 50/53	VERSIÓN 04

- Factor de Consecuencia de Falla (FCF):** Esta variable considera los efectos de la falla de alguno de los elementos del puente en términos económicos, de pérdida de vidas o lesiones a los usuarios, y de la importancia del puente para el funcionamiento de la vía a la cual pertenece. El valor de la variable se determina tomando en cuenta el tipo de falla probable del puente como sistema ante la falla del elemento en evaluación, la importancia operacional y la Relevancia Estructural (RE) del elemento. Tiene distintos valores según el nivel de consecuencia obtenido para el elemento, los cuales, son 0,60; 0,80; 1,00 y 1,25 para los niveles de consecuencia 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Al combinar estas variables se obtiene la Condición Evaluada (CE) y la Condición Global del Puente (GP) las cuales se definen a continuación:

- Condición Evaluada (CE):** Esta variable representa la condición del elemento en evaluación. Se obtiene al combinar el GD, la RE y el FCF en la siguiente ecuación:

$$CE = \begin{cases} 1 & \text{si } GD = 0 \\ Entero\{[(FCF * RE) - 1] + GD\} \leq 6 & \text{si } GD \neq 0 \end{cases} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Con esta ecuación se obtienen valores enteros entre 1 y 6. Cada uno de estos valores representa una condición para el elemento que se describe en la tabla A-1.

- Condición Global del Puente (CP):** Corresponde con el máximo valor de Condición Evaluada (CE) que se obtiene después de evaluar todos los elementos del puente. Al igual que la CE, tiene valores entre 1 y 6, los cuales corresponden a las condiciones descritas en la tabla A-1.

En el diagrama de flujo de la figura A-1 se esquematiza el proceso para obtener la Condición Evaluada (CE) de cada elemento del puente y la Condición Global del Puente (GP) a partir del Grado de Deficiencia (GD) observado en la evaluación realizada, tal como se define en el informe LM-PI-UP-05-2015.

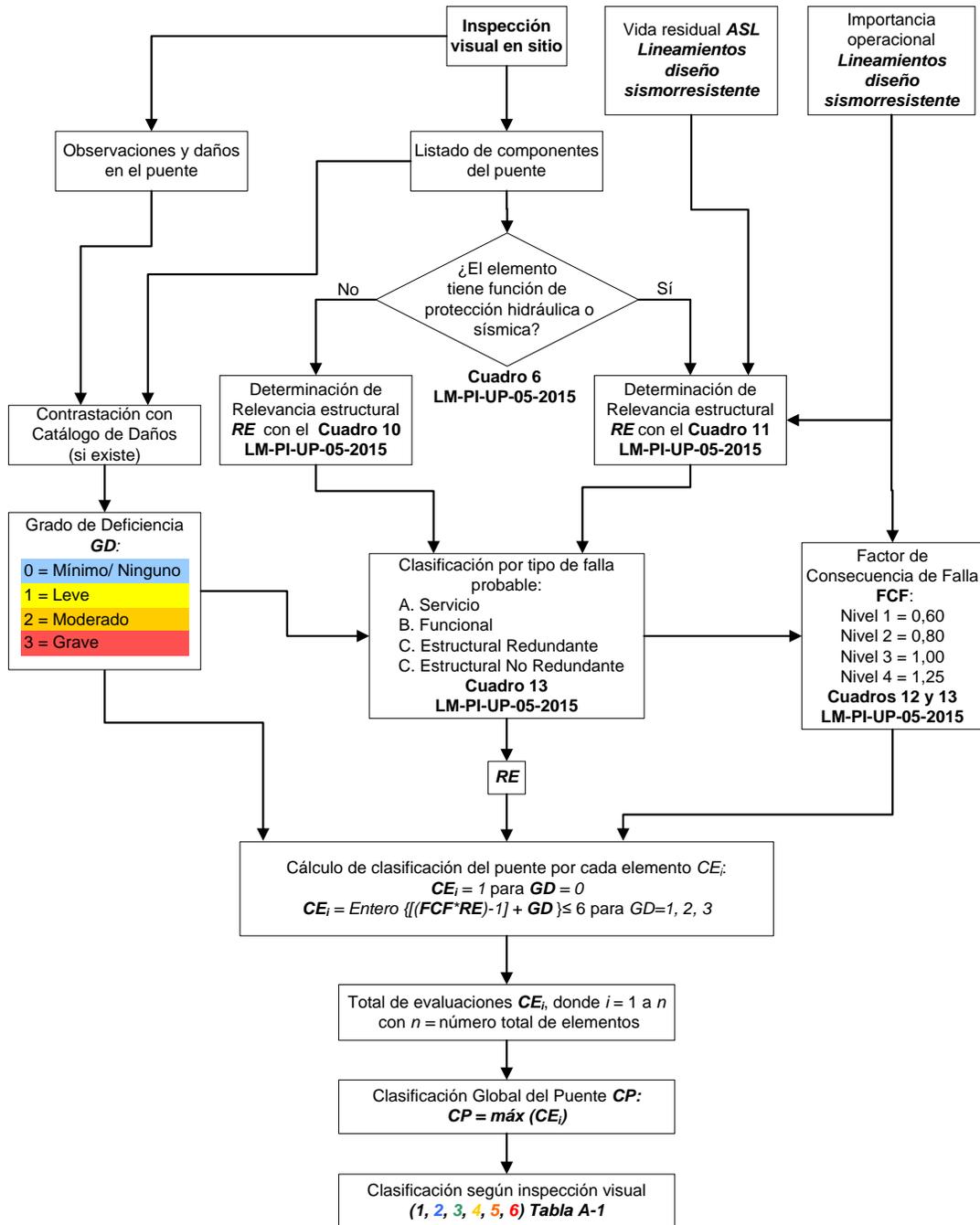


Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 52/53	VERSIÓN 04

Tabla A-1. Descripción de los niveles de calificación cualitativa de la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
1	SATISFACTORIA	Estado bueno. Sin daño o daños son leves. La estabilidad estructural, seguridad vial y durabilidad están asegurados	Mantenimiento rutinario (Se asume que está programado para todos los puentes de la Red Vial Nacional)
2	REGULAR	Deterioros ligeros que deben ser tratados por aspectos de durabilidad o progresión del daño. Deficiencias en aspectos de seguridad vial	Reparaciones se programan en conjunto con el siguiente mantenimiento rutinario del puente
3	DEFICIENTE	Deficiencia importante pero los componentes del puente funcionan aún de forma adecuada. Daño o defecto en seguridad vial peligroso	Es necesario programar la reparación previo al próximo mantenimiento rutinario
4	SERIA	Puente estable pero con deterioro significativo en uno o varios elementos estructurales primarios, o falla en secundarios. Si no se trata la proliferación del deterioro, este podría conducir a una situación inestable a futuro. Deficiencia en seguridad vial muy riesgosa para los usuarios	<u>Atención pronta.</u> Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Se debe atender una situación peligrosa en la seguridad vial de forma prioritaria incluyendo el señalamiento de la situación vial riesgosa
5	ALARMANTE	Situación crítica. La estabilidad del puente puede estar comprometida en un periodo de tiempo corto gracias a la progresión del daño. Procurar reparación o tratamiento inmediato para asegurar estabilidad y evitar daños irreversibles en los elementos	<u>Atención prioritaria.</u> Se debe señalar la condición estructural peligrosa del puente y los trabajos de reparación son prioritarios. Evaluar la capacidad estructural residual del puente para juzgar si es necesario restringir la carga permitida
6	RIESGO INACEPTABLE o FALLA INMINENTE	Condición de deterioro inaceptable en puentes de importancia muy alta o situación de puente inestable con riesgo alto de colapso de la estructura. Daño severo en un elemento crítico o daños severos extendidos sobre varios elementos principales. Daño irreversible que posiblemente requiera el cambio del puente o la sustitución de elementos dañados	<u>Atención inmediata.</u> Cerrar el puente o restringir el paso de vehículos pesados (según criterio de la Administración). Evaluar necesidad de colocación de soportes temporales o un puente temporal. Estudio estructural del puente y propuesta de reparación o cambio del puente

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P04-2017	Página 53/53
		VERSIÓN 04

LanammeUCR		RC-451 Calificación de la condición del puente según la evaluación visual					Versión: 01 Página: 1/1	
Nombre del puente y Ruta	R. Corredores. RN 02	Importancia Operacional (LDSP 2013)		Crítico				
Fecha Evaluación	1/9/2016	TPD (veh/día)		6337				
Año de construcción o diseño	1961	Vida de diseño según código (años)		50				
ELEMENTO	RE	GD	A TABLA DE INFORME	TIPO DE FALLA	FCF	CE _i		
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	1	Tabla 2. Punto 2.1.	B	0.8	2	
	Barrera vehicular (accesos)	1	3	Tabla 2. Punto 2.2.	A	0.6	3	
	Aceras	2	1	Tabla 2. Punto 2.3.	B	0.8	2	
	Señalización Vial	1	2	Tabla 2. Punto 2.5.	A	0.6	2	
	Rotulación Carga/Altura Máxima	1	1	Tabla 2. Punto 2.4.	A	0.6	1	
	Iluminación	1	0	Tabla 2. Punto 2.6.	A	0.6	1	
ACCESORIOS	Superficie de rodamiento (puente)	1	3	Tabla 3. Punto 3.1.	A	0.6	3	
	Sistema de drenaje del puente	1	2	Tabla 3. Punto 3.2.	A	0.6	2	
	Juntas de expansión	1	3	Tabla 3. Punto 3.3.	A	0.6	3	
ACCESOS	Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	Tabla 3. Punto 3.4.	A	0.6	1	
	Relleno de aproximación	2	0	Tabla 3. Punto 3.5.	B	0.8	1	
	Losa de aproximación	2	No Insp.	Tabla 3. Punto 3.7.	B	0.8		
	Muros de contención en accesos	2	No Aplica	Tabla 3. Punto 3.6.	B	0.8		
SUPERES-TRUCTURA TIPO VIGAS	Tablero	3	0	Tabla 4. Punto 4.1.	C	1	1	
	Vigas principales de concreto o acero	3	0	Tabla 4. Punto 4.2.	C	1	1	
	Vigas diafragma de concreto o acero	2	0	Tabla 4. Punto 4.3.	B	0.8	1	
	Sistema de arriostramiento de acero	2	No Aplica		B	0.8		
SUPERES-TRUCTURA TIPO ARMADURA	Tablero	3	0	Tabla 5. Punto 5.1.	C	1	1	
	Armaduras de acero	4	0	Tabla 5. Punto 5.2.	D	1	1	
	Sistema de arriostramiento	2	1	Tabla 5. Puntos 5.5. y 5.6.	B	0.8	2	
SUBESTRUCTURA	Vigas transversales y largueros de piso	3	0	Tabla 5. Puntos 5.3. y 5.4.	C	1	1	
	Apoyos	3	1	Tabla 6. Punto 6.1.	C	1	3	
	Aletones	2	0	Tabla 6. Punto 6.3.	B	0.8	1	
	Bastiones: Viga cabezal	3	0	Tabla 6. Punto 6.2.	C	1	1	
	Bastiones: Cuerpo	3	0	Tabla 6. Punto 6.2.	C	1	1	
	Bastiones: Cimentación	3	No Insp.	Tabla 6. Punto 6.5.		1		
	Pilas: Viga cabezal	3	0	Tabla 6. Punto 6.4.	C	1	1	
	Pilas: Cuerpo tipo columna	4	0	Tabla 6. Punto 6.4.	D	1	1	
Pila: Cimentación	4	No Insp.	Tabla 6. Punto 6.5.		1			
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	2	2	Tabla 7. Punto 7.1.	C	1	3	
	Llaves de corte	2	2	Tabla 7. Punto 7.2.	C	1	3	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	2	No Aplica		C	1		
	Dispositivos especiales	2	No Aplica		C	1		
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Protección de taludes de rellenos	2	0	Tabla 7. Punto 7.3.	C	1	1	
	Escollera de protección	2	1	Tabla 7. Punto 7.4.	C	1	2	
	Protección de socavación en pilas	2	1	Tabla 7. Punto 7.5.	C	1	2	
						CP =	3	
							Condición Deficiente	

Figura A-2. Metodología para evaluar la condición del puente