

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 1/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UP-PN20-2016

### **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO MADRE DE DIOS RUTA NACIONAL No. 32**

Preparado por:  
**Unidad de Puentes  
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica  
 19 de agosto, 2016

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código:  RC-444	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 2/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>		<b>Página 3/46</b>  <b>VERSIÓN 03</b>

<b>1. Informe:</b> LM-PI-UP-PN20-2016		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO MADRE DE DIOS RUTA NACIONAL No.32		<b>4. Fecha del Informe</b> 19 de agosto, 2016	
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440			
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna			
<b>7. Resumen</b> <i>Este informe de evaluación de la condición del puente sobre el río Madre de Dios en la Ruta Nacional No. 32, es un producto de la Unidad de Puentes del PITRA - LanammeUCR para valorar 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.</i> <i>Según lo observado en el sitio la condición del puente se valoró como SERIA. 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>			
<b>8. Palabras clave</b> Puentes, Ruta Nacional No.32, Río Madre de Dios, Evaluación		<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 46
<b>11. Inspección e informe por:</b> Ing. Esteban Villalobos Vega Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/08/2016	<b>12. Inspección y revisión por:</b> Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/08/2016		
<b>13. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/08/2016	<b>14. Revisado por:</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/08/2016	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/08/2016	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 4/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 5/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3. ALCANCE DEL INFORME.....</b>	<b>7</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE .....</b>	<b>13</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>7. REFERENCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....</b>	<b>41</b>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 6/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 7/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación visual de la condición del puente sobre el río Madre de Dios, en la Ruta Nacional No. 32, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del PITRA - 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. La evaluación de la condición en sitio se realizó los días 26 de marzo de 2015 y 03 de febrero de 2016.

## 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 estructural realizada en sitio.
- b) Efectuar una evaluación visual de todos los componentes estructurales y no estructurales para valorar su estado de deterioro.
- c) Evaluar la seguridad vial 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 visual de sus componentes

## 3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición 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 sitio durante una evaluación visual. Se entiende por evaluación de la condición 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 estado de deterioro al día de la visita al sitio.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 7 de 46
----------------------------	--	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 8/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Como resultado de la evaluación se brinda una calificación al puente según su estado de deterioro, de acuerdo con una metodología desarrollada por la Unidad de Puentes, en el informe LM-PI-UP-05-2015. En el Anexo A se puede consultar un diagrama que resume los criterios y la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición.

Como complemento a la evaluación visual de los componentes estructurales del puente, es preferible disponer de los planos de diseño del puente con el fin de comprender el sistema estructural del mismo. Lo que se busca es recolectar información que permita completar los formularios de inventario, 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.

#### 4. DESCRIPCIÓN

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 32, en la sección de control 70090 y cruza el río Madre de Dios. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito de Pacuarito, del cantón de Siquirres, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°04'36,96"N de latitud y 83°24'41,45"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica MATINA 1:50 000.



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 9/46</b>
		<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura A.** Ubicación del puente en la hoja cartográfica MATINA 1:50 000.

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 8135 vehículos por día en la sección de control donde se ubica el puente, según el Anuario de tránsito 2013, publicado por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

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, si 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.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 10/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



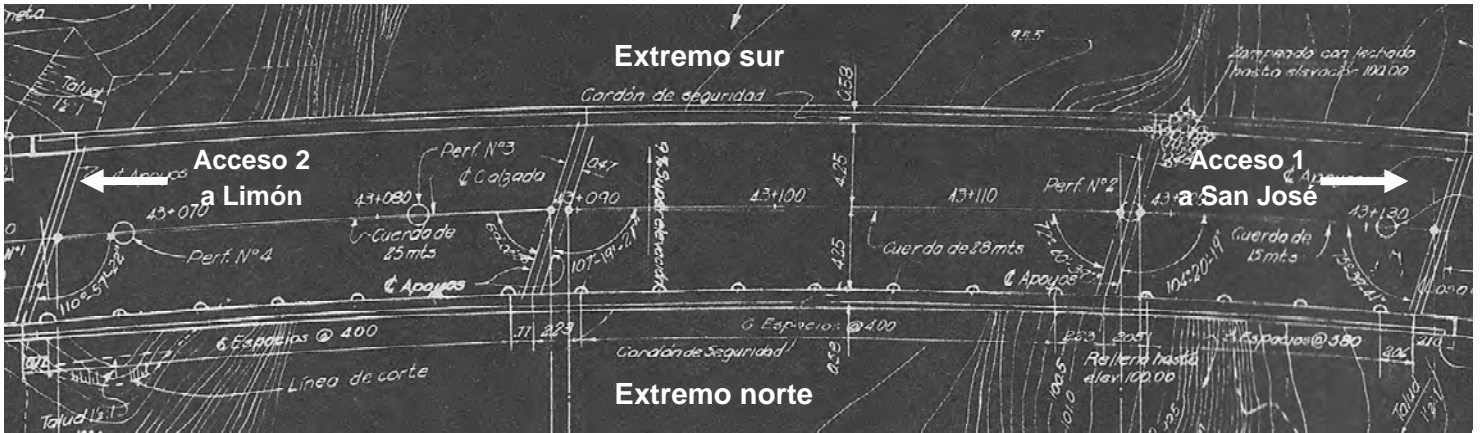
**Figura B.** Vista a lo largo de la línea de centro



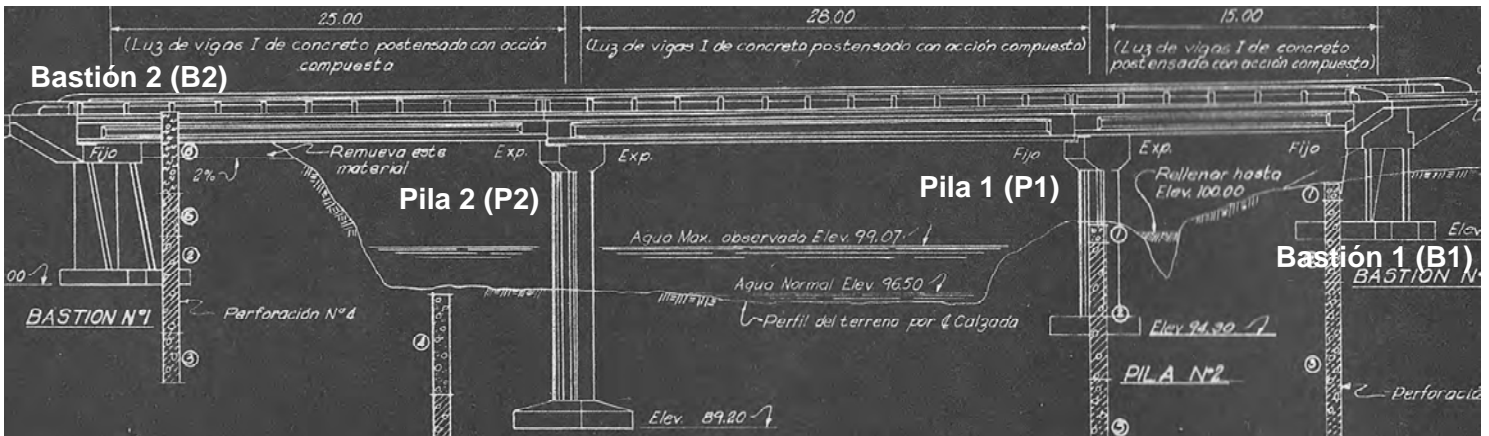
**Figura C.** Vista lateral

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 10 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 11/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



(a) Planta



(b) Elevación

Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el Río Madre de Dios.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 12/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 1.** Características básicas del puente.

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	70
	Ancho total (m)	10,26
	Ancho de calzada (m)	8,5
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	Curvo y sesgo
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	3
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructuras 1, 2 y 3: Tipo viga simple con vigas principales tipo I de concreto preesforzado
	Tipo de tablero	Losas de concreto reforzado
<b>Apoyos</b>	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 expansivo
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: marco
	Tipo de pilas	Pilas 1 y 2: columna sencilla
	Tipo de cimentación	En todos los casos, placa aislada
<b>Diseño y construcción</b>	Año de diseño	1968
	Año de construcción	1974-1978
	Especificación de diseño original	A.A.S.H.O. 1965
	Carga viva de diseño original	HS20-44
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No hay antecedentes de rehabilitación
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No hay antecedentes de rehabilitación
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No hay antecedentes de rehabilitación

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 13/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## 5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE

Los resultados de la evaluación del puente se presenta en 4 áreas: (a) Seguridad vial, (b) Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (c) Superestructura y (d) Subestructura. 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.5 las cuales se presentan a continuación.

En dichas tablas se presentan los valores asignados de Grado de deficiencia (GD) y la Condición Evaluada (CE) resultante para cada elemento del puente, los cuales, se refieren al estado de deterioro observado el día de la evaluación. Estos valores se asignan de acuerdo con el elemento más dañado que se observa en cada ítem de evaluación, sin embargo, la atención de la estructura se debe realizar haciendo un análisis integral de todos los daños detallados en la evaluación que se presenta en este informe.

En el Anexo A se puede observar el procedimiento para determinar la calificación del puente. En las casillas correspondientes a GD y CE pueden aparecer valores numéricos o las siguientes expresiones: "NI" cuando el elemento no pudo ser inspeccionado por dificultades de acceso o "NA" cuando el elemento no es aplicable o no se encontraba en el tipo de puente evaluado.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código:  RC-444	
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 14/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 2.** Estado de la seguridad vial.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	La barrera vehicular fue diseñada en el año 1968 considerando condiciones de tránsito distintas a las que presenta la Ruta Nacional No. 32 actualmente. Por eso, hay evidencia de que la barrera observada el día de la evaluación no cumplía con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2014, según el tipo de carretera, la velocidad y el tipo de vehículos que transitan por la Ruta Nacional No. 32 actualmente (Ver Figuras 7 y 8), y por lo tanto existe el riesgo de que ante el impacto de un vehículo la barrera vehicular no se desempeñe adecuadamente.	1	2	Si se decide intervenir la losa del puente según lo indicado en 4.1 <i>Tablero</i> , realizar una evaluación para verificar si la barrera vehicular del puente cumple con las especificaciones para barreras de contención vehicular de AASHTO LRFD 2014, con el fin de decidir si se debe sustituir o rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones.
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	No se observaron guardavías en ambos accesos al puente (Ver Figura 1).  La ausencia de guardavías aumenta el riesgo de caída de vehículos al cauce.	3	3	Instalar guardavías en ambos accesos al puente de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).
2.3. Aceras y sus accesos	El puente no tenía aceras, sino un bordillo de seguridad con un ancho efectivo de 0,60 m el cual es menor al ancho de 1,20 m recomendado por la ley 7600.  El día de la visita de evaluación no se evidenció tráfico peatonal de importancia, pero el puente se ubica en una zona con varios poblados en ambos accesos por lo que hay probabilidades de que se presenten situaciones de tráfico peatonal mayores.  Los anclajes de placas de acero de los servicios públicos en los bordillos de seguridad evidenciaban corrosión y en algunos casos permitía la filtración de agua (Ver Figura 2).	1	2	Evaluar la necesidad de construir aceras que cumplan con los requisitos de la Ley 7600 y con las medidas de seguridad vial de la Sección 13 del AASHTO LRFD 2014, según las condiciones de tráfico peatonal y vehicular del puente acorde con su vida útil.  Evaluar la necesidad de brindar un sistema de protección contra la corrosión a las placas de anclaje de los servicios públicos.
2.4. Identificación	Los rótulos de identificación de ambos accesos no tenían indicado el número de ruta.	0	1	Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en los rótulos de identificación.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 15/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.5. Señalización <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captaluces</li> <li>• Demarcación horizontal</li> <li>• Delineadores verticales</li> <li>• Marcadores de objeto</li> </ul>	<p>El día de la evaluación se evidenció que no habían captaluces a lo largo de la línea de centro del puente y en los bordes se observó la pérdida de varios de estos dispositivos (Ver Figura 2).</p> <p>Se observó que tanto la línea centro como las líneas de borde se encontraban en mal estado (Zamora-Rojas, Jiménez-Romero, Acosta-Hernández, Castillo-Barahona, Rodríguez-Roblero, &amp; Quirós-Serrano, 2012) y por lo tanto es de esperar que su nivel de retro-reflexión sea bajo (Ver Figura 2).</p> <p>No se observaron marcadores de objeto en ninguno de los accesos (Ver Figura 1).</p> <p>Las deficiencias mencionadas aumentan el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente en condiciones de poca visibilidad.</p>	2	3	<p>Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro y de borde, así como marcadores de objetos en los accesos del puente.</p> <p>Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010.</p> <p>Mantener limpios los bordillos de sedimentos para mantener una adecuada visibilidad de los captaluces.</p>
2.6. Iluminación	El puente no tenía iluminación.	0	1	Se considera que no es evidente la necesidad de iluminación siempre y cuando se mejore la condición indicada en 2.5. <i>Señalización</i> .

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


ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.1. Superficie de rodamiento del puente	<p>La superficie de rodamiento es la superficie superior de la losa de concreto del puente, la cual presentaba desgaste superficial evidente por la exposición del agregado grueso (Ver Figuras 7 y 8).</p> <p>El progreso del desgaste superficial del concreto aumenta el riesgo de que el acero de refuerzo de la losa quede con insuficiente recubrimiento o incluso expuesto y además aumenta la vulnerabilidad de los vehículos a accidentes al disminuir la fricción durante el frenado.</p>	NA	NA	<p>Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.</p> <p>Ver recomendaciones del punto 4.1. <i>Tablero</i>.</p>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 16/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	<p>Se observó acumulación de sedimentos en los bordillos del puente (ver Figura 2), lo cual aumenta el riesgo de acumulación de agua sobre la superficie, lo cual podría provocar el hidroneo de los vehículos.</p> <p>La longitud de los ductos de salida del sistema de drenaje era insuficiente según las recomendaciones de AASHTO LRFD. 2014 y el agua de drenaje descargaba directamente sobre las vigas principales (ver Figura 3). La descarga directa de agua sobre elementos estructurales aumenta su vulnerabilidad al deterioro.</p>	1	1	<p>Limpiar los bordillos y ductos de drenaje del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.</p> <p>Evaluar la necesidad de colocar extensiones en las salidas de los orificios de drenaje de la superestructura que cumplan con los requerimientos de la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014.</p>
3.3. Juntas de expansión	<p>Las juntas de expansión de ambos accesos habían perdido por completo el material de sello entre el bastión y la superestructura y entre el bastión y la losa de aproximación. Lo anterior provocaba que el concreto tanto de la viga cabezal del bastión como de la superestructura evidenciara deterioro y la junta acumulación de sedimento (Ver Figura 4).</p> <p>En el caso de la junta sobre la pila P1 se había perdido por completo el sello y se evidenciaba filtración de agua y deterioro del concreto de la junta (Ver Figuras 5 y Figura 15). En la junta sobre la pila P2 el sello además de evidenciar deterioro se había perdido en más del 50% de su longitud, provocando acumulación de sedimentos (Ver Figura 5).</p> <p>El mal estado o ausencia del sello de las juntas de expansión así como la acumulación de sedimento aumentan la vulnerabilidad de las juntas y de los elementos conexos a daños por condiciones de servicio, condiciones ambientales y eventos sísmicos, aumentando con ello paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	3	3	<p>Limpiar las obstrucciones observadas en las juntas de expansión.</p> <p>Reparar el deterioro evidenciado por el concreto de los bordes de las juntas.</p> <p>Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente.</p>



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 17/46</b>

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

<b>ELEMENTOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>GD</b>	<b>CE</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
3.4. Superficie de rodamiento de los accesos	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.
3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	Ver las observaciones de 3.6. <i>Losa de aproximación.</i>	0	1	Ver recomendaciones de 3.6. <i>Losa de aproximación.</i>
3.6. Losa de aproximación	<p>Las losas de aproximación de ambos accesos presentaban agrietamiento longitudinal a todo lo largo, de un espesor mayor a 1mm y ubicado cerca de la línea centro de la vía (Ver Figura 6). En el caso del acceso 1 se observó además una grieta de iguales características en el carril del sentido Limón-San José. El agrietamiento observado podría ser evidencia de asentamientos o pérdida de material en ambos rellenos de aproximación.</p> <p>El agrietamiento observado aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo, aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p> <p>La losa de aproximación del acceso 2 estaba parcialmente cubierta por una sobrecapa de asfalto no incluida en planos constructivos, y en la zona de transición entre la losa de aproximación y el acceso se generó un bache sobre el angular de acero del borde (Ver Figura 6(a)). El uso parcial de sobrecapas de asfalto produce diferencias de elevación en la superficie de rodamiento que aumentan el riesgo de daño en los elementos conexos debido al impacto de las llantas de los vehículos</p>	2	3	<p>Previo a reparar las grietas observadas en las losas de aproximación se recomienda determinar si las causas del daño se deben a problemas en otros componentes del puente para así poder tomar las acciones del caso según corresponda.</p> <p>Evitar colocar sobrecapas de asfalto sobre las losas de aproximación de concreto, a menos que los planos de una readecuación para el puente indique lo contrario por consideraciones de diseño.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 18/46</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.6. Muros de retención de los accesos	Los desniveles se resolvieron por medio de taludes y por lo tanto no se observó la existencia de muros de contención.	NA	NA	No hay recomendaciones.
3.7. Sistema de drenaje de los accesos	El puente no contaba con un sistema de drenaje en los accesos (ver Figura 1). La ausencia de un sistema de drenaje en los accesos aumenta el riesgo de erosión de los taludes de los rellenos de aproximación.	NA	NA	Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
3.8. Vibración	La vibración del puente es considerable ante el tránsito de vehículos pesados y no era amortiguada inmediatamente.	NA	NA	No hay recomendaciones.

**Tabla No. 4.** Estado de conservación de la superestructura de vigas de concreto.

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.1. Tablero (losa de concreto).	<p>La superficie superior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta mayor a 0,2 mm y con intervalos menores a 50cm principalmente en la zona central de cada carril de circulación (Ver Figura 7). Además presentaba desgaste superficial con exposición del agregado grueso (Ver Figura 8).</p> <p>La superficie inferior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2 mm y con intervalos menores a 50 cm. Se observó evidencia de eflorescencia en varias de las juntas de construcción (Ver Figura 9).</p> <p>El agrietamiento observado y la evidencia de eflorescencia en las juntas de construcción aumenta la vulnerabilidad a que el daño progrese en ambas superficies (superior e inferior) y aumenta el riesgo de deterioro del acero de refuerzo de la losa.</p>	2	4	<p>Realizar una evaluación de la capacidad estructural ante demandas gravitacionales y sísmicas de los elementos del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de sustituir o no la losa.</p> <p>En caso de que se decida no sustituir la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 19/46</b>

**Tabla No. 4.** Estado de conservación de la superestructura de vigas de concreto  
(continuación).

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.2. Vigas principales de concreto	<p>En el extremo de varias de las vigas principales se observó agrietamiento vertical en la interfase con el concreto para recubrir los anclajes de postensión y adicionalmente se observaron nidos de piedra (Ver Figura 10).</p> <p>La condición descrita para aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p>	1	3	Realizar la reparación del daño observado.
4.3. Vigas Diafragma	<p>En una de los diafragmas del extremo oeste del puente se observó un aro sin recubrimiento y corroído (Ver Figura 10(a)). Adicionalmente se observó desprendimiento de concreto en dos de los diafragmas del extremo este de la superestructura 2 (Ver Figura 11(b)).</p> <p>La condición descrita para aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p>	1	2	Realizar la reparación del daño observado.


**Tabla No. 5.** Estado de conservación de la subestructura.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p><b>Apoyos en bastión 2 (B2):</b> Numerando los apoyos de 1 a 5 empezando aguas arriba, en los apoyos 3 y 4 no se observaron los pernos de anclaje, y en los apoyos 2 y 5 los pernos de anclaje estaban deflectados y esta deformación provocó además agrietamiento en los pedestales de concreto (Ver Figura 12(a)). Las placas de acero y pernos presentaban señales de corrosión a un nivel medio y había evidencia de que la cusa es el excremento de los murciélagos que habitan en la junta.</p> <p>El sesgo que posee el puente aumenta su vulnerabilidad ante la acción sísmica y el riesgo de sufrir daños.</p> <p><i>(Continúa en la página siguiente)</i></p>	2	4	<p>Realizar una evaluación de la capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014), los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013) y el Manual de Rehabilitación Sísmica (FHWA, 2006) para definir las medidas de intervención necesarias en el puente tomando en cuenta el comportamiento y daño observado.</p> <p><i>(Continúa en la página siguiente)</i></p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 20/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 5.** Estado de conservación de la subestructura (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p><b>Apoyos en bastión 1 (B1):</b> Las placas de acero así como los pernos de los apoyos mostraban corrosión y en algunos casos el estado de deterioro era severo incluyendo pérdida importante de la sección transversal (Ver Figura 12(b)). Algunas de las almohadillas elásticas de los apoyos mostraban deterioro avanzado (Ver Figura 12(b)). En uno de los apoyos se observó la ausencia de las tuercas y arandelas de los pernos.</p> <p>La humedad constante en la zona de apoyos acelera el proceso de corrosión del acero de los elementos metálicos de anclaje y el deterioro de las almohadillas elásticas.</p> <p>El deterioro del material elástico y el estado avanzado de corrosión de las placas y pernos podría producir un mal funcionamiento del apoyo y generar esfuerzos que podrían conllevar a daños en la superestructura.</p> <p><b>Apoyos en pilas:</b> No se tuvo acceso a los apoyos sobre las pilas.</p>	2	4	<p>Se recomienda sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente.</p> <p>Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.</p>
5.2. Bastiones	<p>En ambos bastiones se observó una grieta vertical en la pared del cabezal. El caso del bastión 1 (B1) era el caso más severo con un ancho de grieta de 0,35 mm (Ver Figura 13). En el caso del bastión 2 (B2) el ancho de grieta era de 0,15 m. El agrietamiento observado aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p> <p>En el bastión 1 (B1) se observó socavación leve de la viga cabezal (Ver Figura 14), lo cual aumenta el riesgo de que el material del relleno de aproximación migre por este espacio y esto aumenta el riesgo de daños en la losa de aproximación.</p>	1	3	<p>Se recomienda monitorear el agrietamiento observado durante la siguiente evaluación para comprobar su estado con respecto al observado para determinar si se requieren aplicar medidas correctivas.</p> <p>Ver la recomendación del punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión.</i></p> <p>Ver la recomendación del punto 5.1 <i>Apoyos en pilas y bastiones.</i></p>
5.3. Aletones	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código:  RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 21/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 5.** Estado de conservación de la subestructura (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	En la pila 1 (P1) se observó filtración de agua a través de la junta de expansión en casi el 100% de su cara este, así como el crecimiento de considerable cantidad vegetación en la zona de los apoyos (Ver Figura 15). El contacto constante de la pila con la humedad podría acelerar su deterioro. Ver punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión.</i>	1	4	Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3. <i>Juntas de expansión.</i> Ver la recomendación del punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión.</i>
5.5. Cimentaciones	No se tuvo acceso a las cimentaciones. Ver punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión.</i>	NI	NI	Ver la recomendación del punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión.</i>

**Tabla No. 6.** Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Longitud de asiento en bastiones y pilas	La longitud de asiento mínima requerida en la sección 4.7.4.4 de la norma AASHTO LRFD 2014 y considerando la importancia del puente según los <i>Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes del 2013</i> , así como la longitud de asiento existente de acuerdo a la información de planos es en cada caso es la siguiente: <b>Bastión 1 (B1):</b> Requerido: 44 cm; Existente: 48 cm <b>Pila 1 (P1):</b> Requerido: 60 cm; Existente: 45 cm <b>Pila 2 (P2):</b> Requerido: 60 cm; Existente: 45 cm <b>Bastión 2 (B2):</b> Requerido: 48 cm; Existente: 45 cm  Una longitud de asiento existente menor a la requerida aumenta el riesgo de que la superestructura colapse durante un evento sísmico de importancia.	1	2	Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014), los <i>Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013)</i> y el <i>Manual de Rehabilitación Sísmica (FHWA, 2006)</i> para definir las acciones a seguir en los casos en los que la longitud de asiento mínima requerida es menor a la existente (P1, P2 y B2).

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 22/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 6.** Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica  
(continuación).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte)	<p>El puente no contaba con dispositivos para prevención de colapso o llaves de cortante, sólo con pernos de anclaje en los apoyos (Ver 5.1 <i>Apoyos en pilas y bastiones.</i>).</p> <p>La ausencia de este tipo de dispositivos aumenta el riesgo de que la superestructura experimente desplazamiento laterales considerables y con ello daños o incluso el colapso durante un evento sísmico de importancia.</p>	1	2	<p>Debido al estado de conservación deficiente y el daño mostrado debido a la acción sísmica por los pernos de anclaje, el sesgo y el año de diseño del puente, se recomienda realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014), los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013) y el Manual de Rehabilitación Sísmica (FHWA, 2006) para evaluar la necesidad de colocar dispositivos para prevención de colapso.</p>
6.3. Protección de taludes de relleno	<p>El puente no contaba con taludes en los rellenos de aproximación.</p>	NA	NA	<p>No hay recomendaciones.</p>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>		<b>Página 23/46</b>  <b>VERSIÓN 03</b>

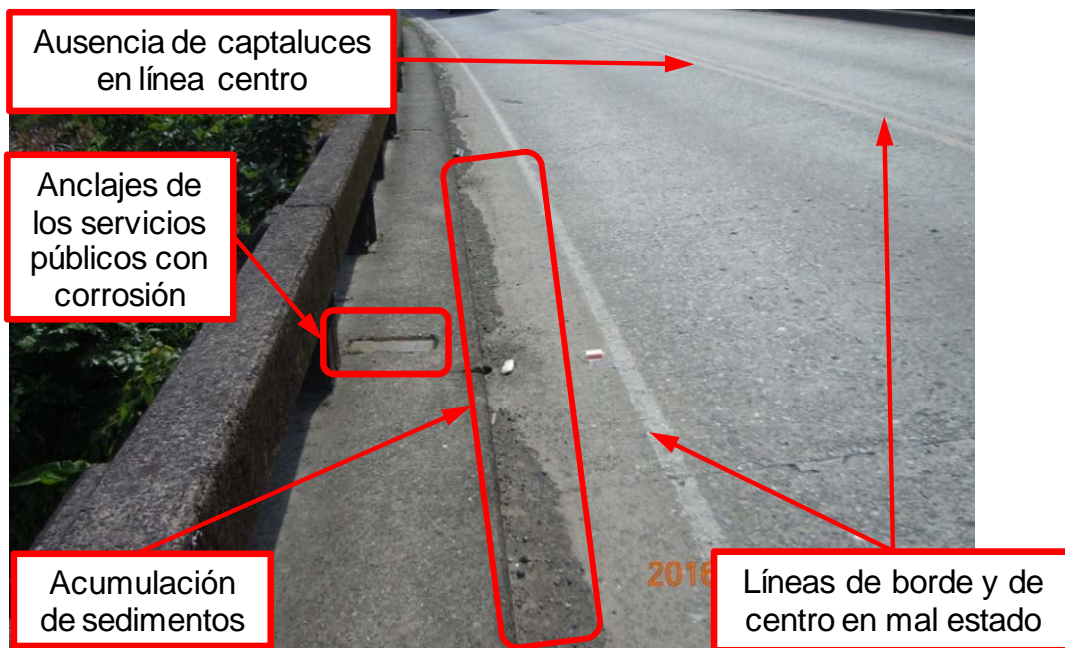
**Tabla No. 6.** Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica  
(continuación).

<b>ELEMENTOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>GD</b>	<b>CE</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
6.4. Protección de taludes frente al bastión	<p>De acuerdo con los planos de diseño y lo observado en sitio el talud original frente al bastión 1 (B1) y pila 1 (P1) se socavó por completo (Ver Figura 17). Si se compara la evaluación llevada a cabo el 26-03-2015 con la del 03-02-2016, se evidencia que se había colocado material para sustituir el volumen perdido y ya se había socavado por completo también (Ver Figura 17). Aguas abajo de la margen izquierda se observó un muro de gaviones no incluido en los planos originales, el cual evidenciaba deformaciones verticales de importancia cerca de la pila 1 (Ver Figura 17).</p> <p>En el caso del talud frente al bastión 2 (B2) se observó un muro de gaviones no incluido en planos originales, el cual se ubicaba sólo aguas arriba y evidenciaba además deterioro (Ver Figura 16).</p> <p>Los daños descritos evidencian una dinámica del río que está provocando deterioro y socavación de los taludes frente a los bastiones y del suelo alrededor de las pilas, lo cual aumenta la vulnerabilidad de las subestructuras a sufrir daños y aumenta el riesgo de que se presente socavación en las cimentaciones.</p>	3	4	Realizar una evaluación hidrológica-hidráulica del puente para determinar el tipo de intervención necesaria para reparar el grado de daño y socavación observado en los taludes frente a los bastiones y pilas, procurando no reconstruir la vulnerabilidad actual a la socavación.
6.5. Protección de socavación en pilas	Ver el punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión</i>	3	4	Ver la recomendación del punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión</i>
6.6. Cauce del río	Ver el punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión</i>	NA	NA	Ver la recomendación del punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión</i>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 24/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 1.** Ausencia marcadores de objeto, sistema de drenajes y guardavías en ambos accesos. Caso del acceso 2.

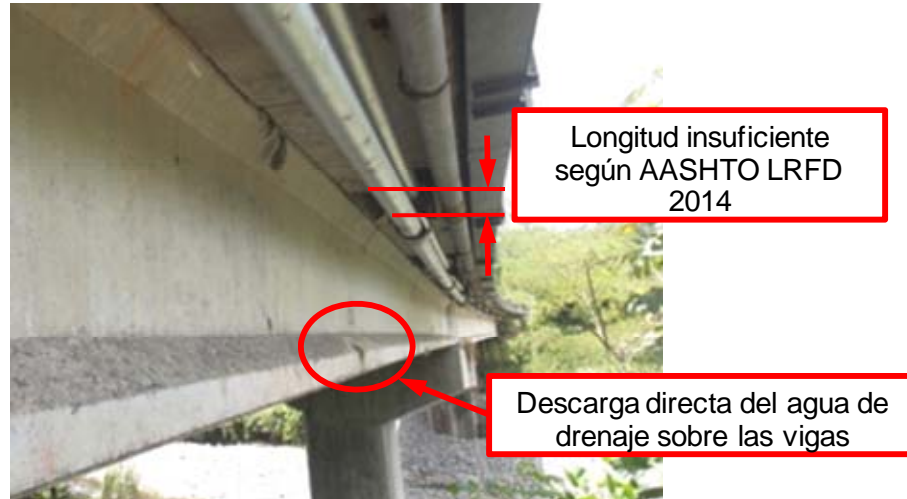


**Figura 2.** Estado de conservación deficiente de la señalización así como acumulación de sedimentos en los bordillos y corrosión de los anclajes de los servicios públicos.

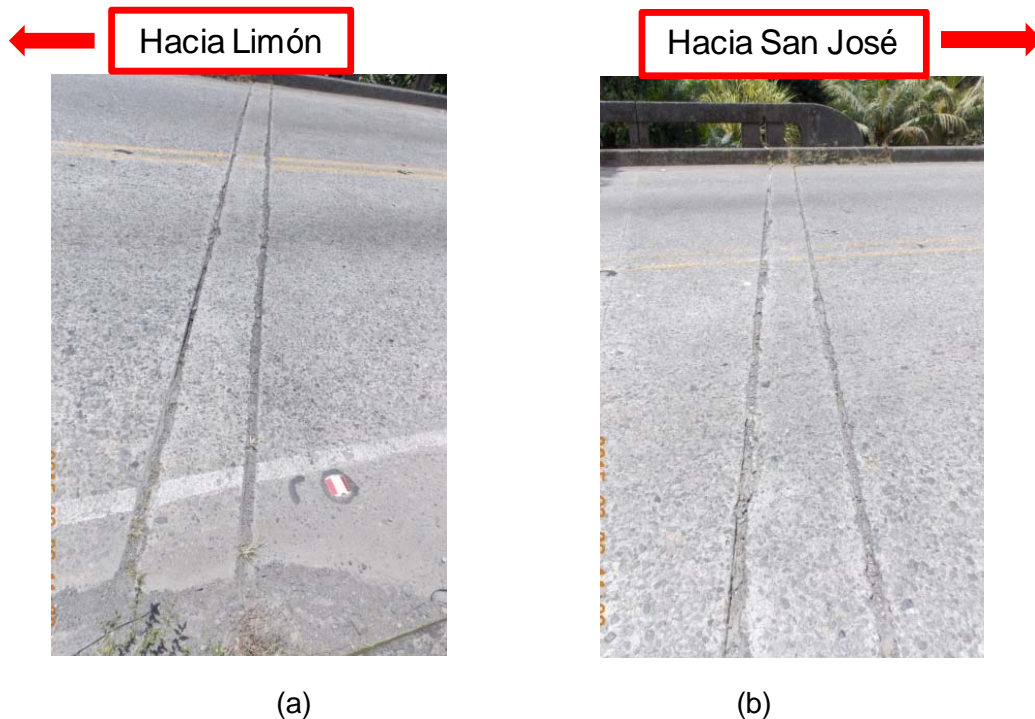
Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 24 de 46
----------------------------	--	-----------------



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código: RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 25/46</b>




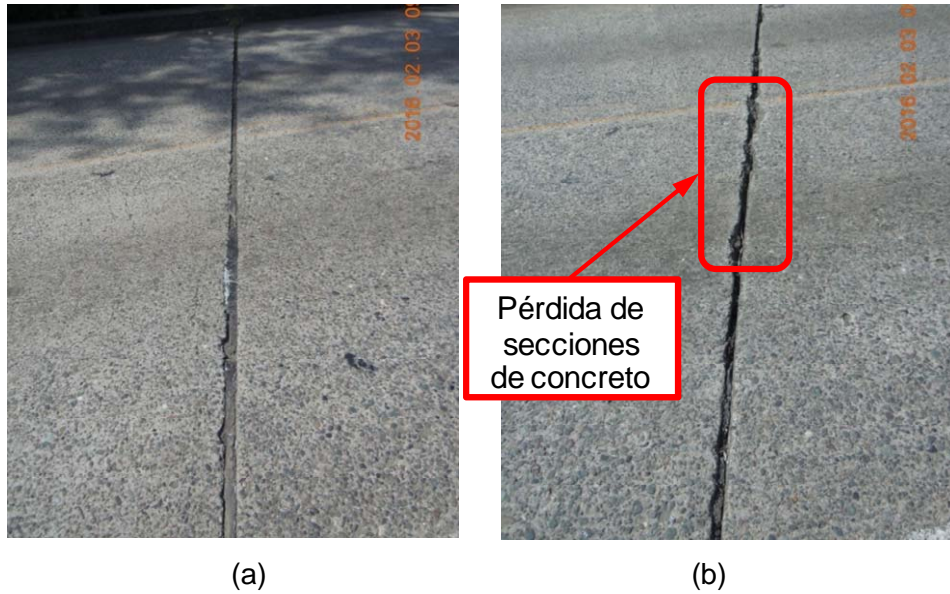
**Figura 3.** Longitud insuficiente de los ductos de drenaje según los requerimientos de la sección 2.6.6.4 del AASHTO LRFD 2014 y descarga directa del agua de drenaje sobre las vigas.



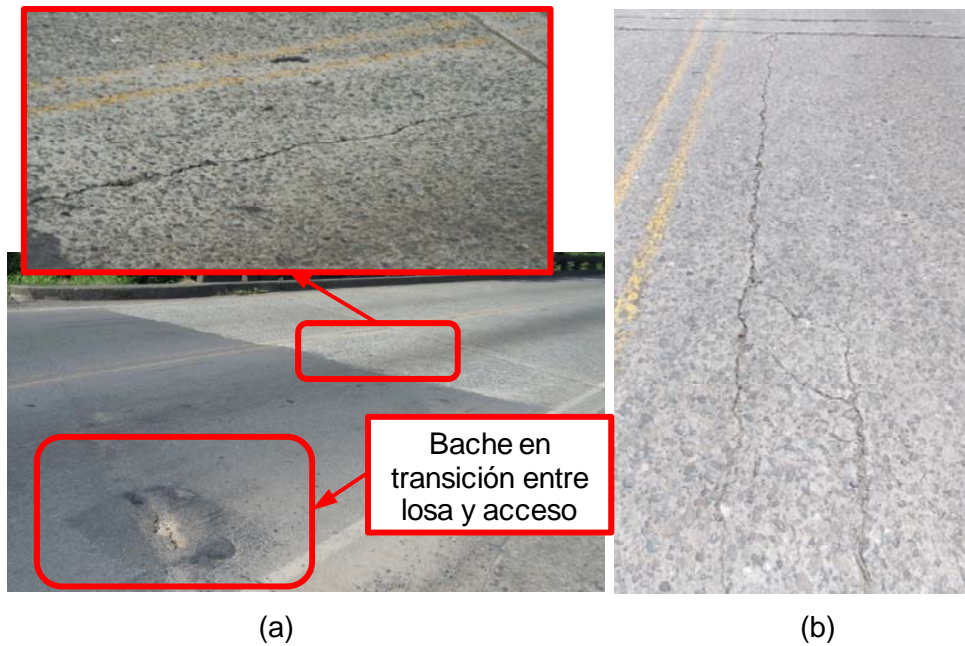
**Figura 4.** Estado de deterioro de las juntas de expansión en los accesos con pérdida total del material de sello y acumulación de sedimentos: (a) Caso del acceso 2 (Limón); (b) Caso del acceso 1 (San José).

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 25 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 26/46</b>
		<b>VERSIÓN 03</b>




**Figura 5.** Estado de deterioro de las juntas de expansión en las pilas con pérdida parcial o total del material de sello, acumulación de sedimentos y pérdida de secciones de concreto: (a) Pila P2; (b) Pila P1.



**Figura 6.** Agrietamiento longitudinal en ambas losas de aproximación: (a) Caso del acceso 2; (b) Caso del acceso 1.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 26 de 46
----------------------------	--	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  INFORME DE INSPECCIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 27/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 7.** Agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta mayor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm observado en la superficie superior de la losa de concreto. Caso de la superestructura 3.



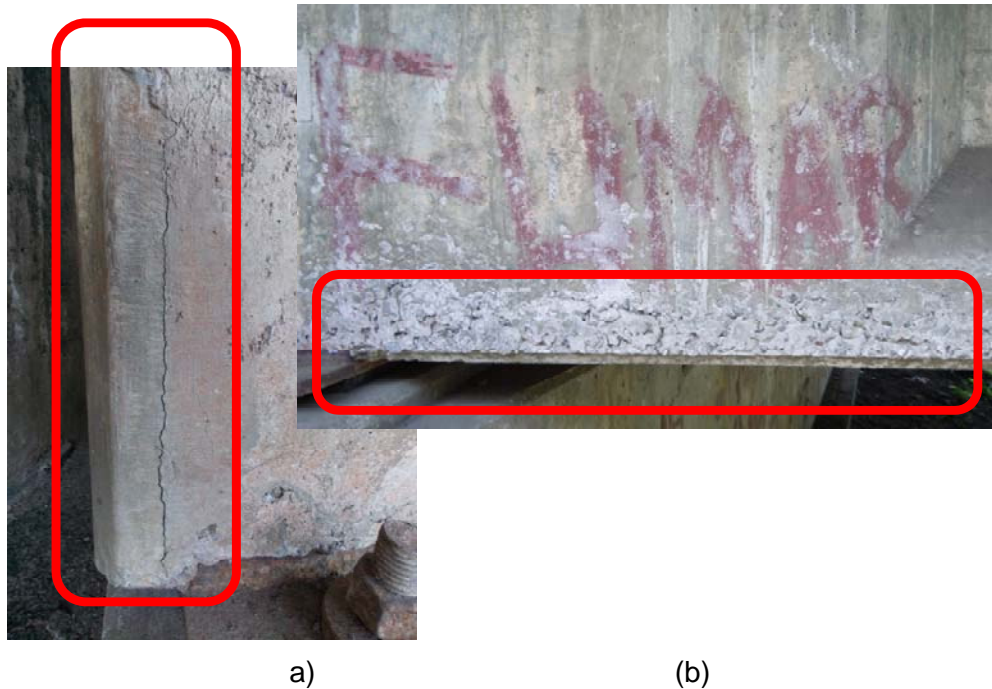
**Figura 8.** Desgaste superficial de losa de concreto.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 27 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 28/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



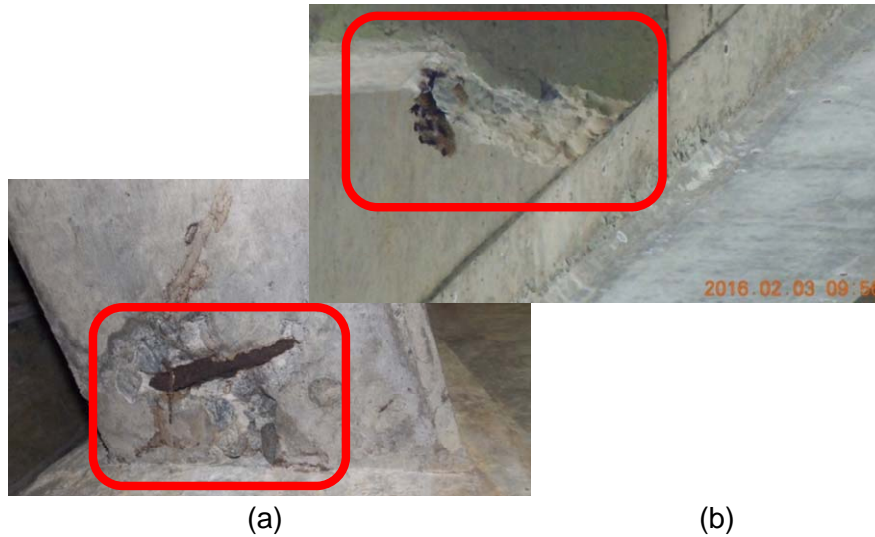
**Figura 9.** Evidencia de eflorescencia en juntas de construcción. Caso de superestructura 2..



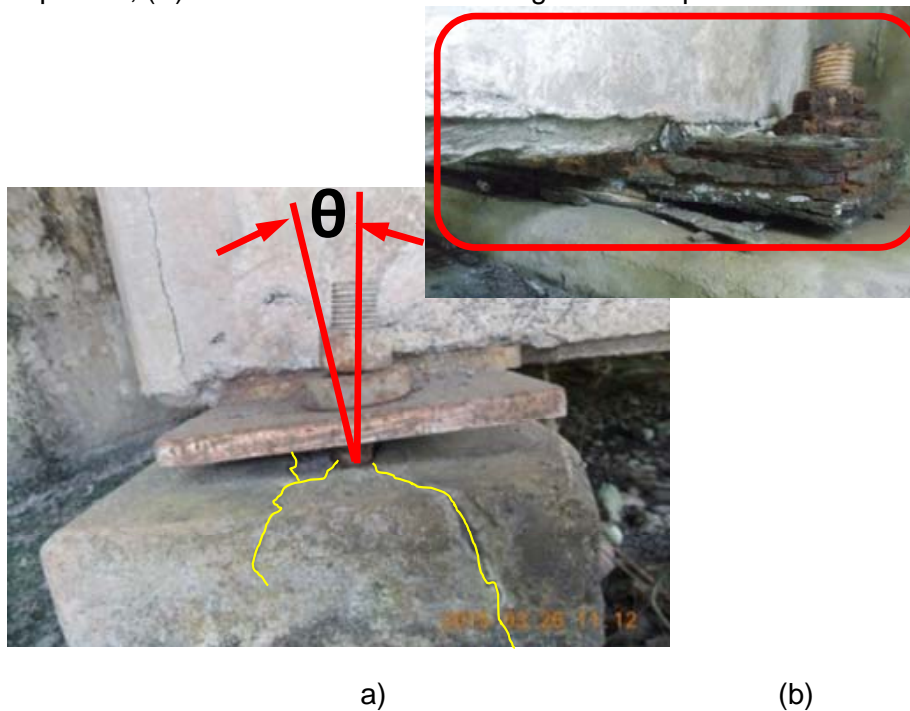
**Figura 10.** Vigas principales de concreto: (a) Agrietamiento vertical en extremo de viga noreste; (b) Nido de piedra en extremo de viga suroeste.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 28 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código: RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 29/46</b>



**Figura 11.** Diafragmas: (a) Aro de refuerzo sin recubrimiento y corroído en extremo oeste del puente; (B) Daño en concreto de difragmas de superestructura 2.



**Figura 12.** Apoyos: (a) Perno con inclinación y daño en pedestal de concreto en extremo este de puente; (b) Corrosión severa y deterioro de almohadilla de neopreno en extremo oeste de puente.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 29 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 30/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 13.** Agrietamiento vertical en la pared del cabezal del bastion B1, con un espesor de 0,35mm.



**Figura 14.** Socavación de la viga cabezal del bastión 1 (B1).

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 30 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 31/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

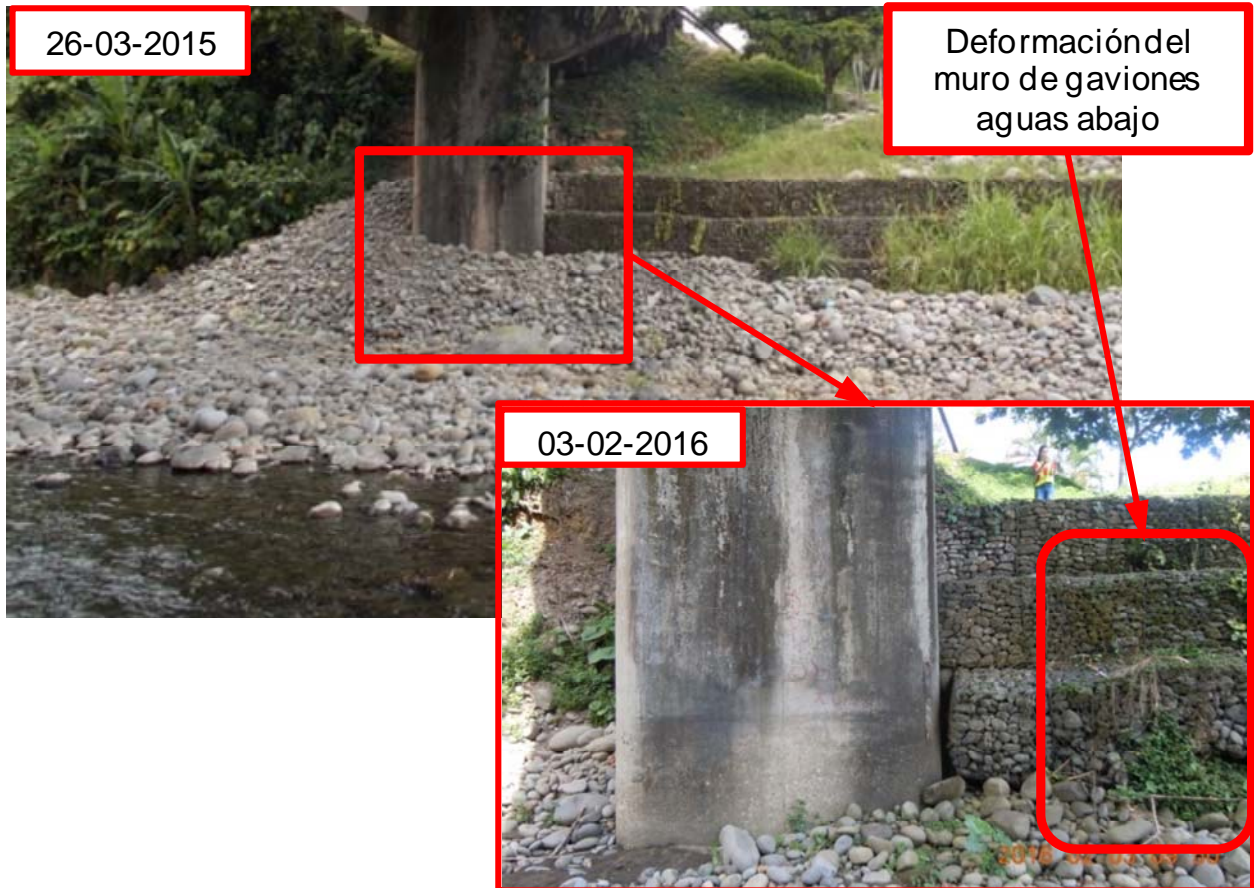


**Figura 15.** Manchas de humedad que evidencian filtración de agua en junta de expansión ubicada en pila 1 (P1) así como crecimiento de vegetación en la zona de los apoyos.



**Figura 16.** Deterioro del muro de gaviones ubicado aguas arriba del talud frente al bastión 2 (B2).

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 32/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 17.** Socavación del talud original y de conformaciones de material posteriores de la protección del talud frente al bastión 1 (B1) y pila 1 (P1), así como deformación del muro de gaviones colocado aguas abajo en la margen izquierda.



	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 33/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente sobre el río Madre de Dios ubicado en la Ruta Nacional No. 32. Las Tablas No. 2 a No. 5 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 SERIA:

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
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

La calificación anterior se brindó por lo siguiente:

- a. Los apoyos sobre el bastión 2 (B2) evidenciaban ausencia de pernos de anclaje en unos casos y en otros los pernos de anclaje estaban deflectados y esta deformación provocó además agrietamiento en los pedestales de concreto, lo cual es evidencia de daño debido a la acción sísmica y al sesgo que posee el puente. En el caso de los apoyos sobre el bastión 1 (B1) las placas de acero así como los pernos de los apoyos mostraban corrosión y en algunos casos el estado de deterioro era severo incluyendo pérdida importante de la sección transversal; además algunas de las almohadillas elastoméricas de los apoyos mostraban deterioro avanzado.
- b. La superficie superior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta mayor a 0,2 mm y con intervalos menores a 50 cm

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 33 de 46
----------------------------	--	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 34/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

principalmente en la zona central de cada carril de circulación; además presentaba desgaste superficial con exposición del agregado grueso. La superficie inferior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2 mm y con intervalos menores a 50 cm; además se observó evidencia de eflorescencia en varias de las juntas de construcción.

- c. Las juntas de expansión de ambos accesos habían perdido por completo el material de sello entre el bastión y la superestructura y entre el bastión y la losa de aproximación. Lo anterior provocaba que el concreto tanto de la viga cabezal del bastión como de la superestructura evidenciara deterioro y la junta acumulación de sedimento. En el caso de la junta sobre la pila P1 se había perdido por completo el sello y se evidenciaba filtración de agua y deterioro del concreto de la junta; lo anterior provocaba que en la pila 1 (P1) se observara filtración de agua en casi el 100% de su cara este, así como el crecimiento de considerable cantidad vegetación en la zona de los apoyos. En la junta sobre la pila P2 el sello además de evidenciar deterioro se había perdido en más del 50% de su longitud, provocando acumulación de sedimentos.
- d. De acuerdo con los planos de diseño y lo observado en sitio el talud original frente al bastión 1 (B1) y pila 1 (P1) se socavó por completo. Si se compara la evaluación llevada a cabo el 26-03-2015 con la del 03-02-2016, se evidencia que se había colocado material para sustituir el volumen perdido y ya se había socavado por completo también. Aguas abajo de la margen izquierda se observó un muro de gaviones no incluido en los planos originales, el cual evidenciaba deformaciones verticales de importancia cerca de la pila 1. En el caso del talud frente al bastión 2 (B2) se observó un muro de gaviones no incluido en planos originales, el cual se ubicaba sólo aguas arriba y evidenciaba además deterioro.
- e. No se observaron guardavías en ambos accesos al puente.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 34 de 46
----------------------------	--	-----------------


	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 35/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

f. Las losas de aproximación de ambos accesos presentaban agrietamiento longitudinal a todo lo largo, de un espesor mayor a 1mm y ubicado cerca de la línea centro de la vía. En el caso del acceso 1 se observó además una grieta de iguales características en el carril del sentido Limón-San José. La losa de aproximación del acceso 2 estaba parcialmente cubierta por una sobrecapa de asfalto no incluida en planos constructivos, y en la zona de transición entre la losa de aproximación y el acceso se generó un bache sobre el angular de acero del borde.

Además, se observó lo siguiente:

- g. Hay evidencia de que la barrera no cumplía con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2014.
- h. Ausencia de aceras.
- i. El día de la evaluación se evidenció que no habían captaluces a lo largo de la línea de centro del puente y en los bordes se observó la pérdida de varios de estos dispositivos. Se observó que tanto la línea centro como las líneas de borde se encontraban en mal estado (Zamora-Rojas, Jiménez-Romero, Acosta-Hernández, Castillo-Barahona, Rodríguez-Roblero, & Quirós-Serrano, 2012) y por lo tanto es de esperar que su nivel de retro-reflexión sea bajo. No se observaron marcadores de objeto en ninguno de los accesos.
- j. Longitud insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje, según las recomendaciones de AASHTO LRFD 2014 y el agua de drenaje descargaba directamente sobre las vigas principales.
- k. Acumulación de sedimentos en los bordillos.
- l. Ausencia de un sistema de drenaje en los accesos.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 35 de 46
----------------------------	--	-----------------


	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 36/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

- m. En el extremo de varias de las vigas principales se observó agrietamiento vertical en la interfase con el concreto para recubrir los anclajes de postensión y adicionalmente se observaron nidos de piedra.
- n. En una de los diafragmas del extremo oeste del puente se observó un aro sin recubrimiento y corroído. Adicionalmente se observó desprendimiento de concreto en dos de los diafragmas del extremo este de la superestructura 2.
- o. En ambos bastiones se observó una grieta vertical en la pared del cabezal; el caso del bastión 1 (B1) era el caso más severo con un ancho de grieta de 0,35 mm; en el caso del bastión 2 (B2) el ancho de grieta era de 0,15 m. En el bastión 1 (B1) se observó además socavación leve de la viga cabezal
- p. La longitud de asiento mínima requerida en la sección 4.7.4.4 de la norma AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014) y considerando la importancia del puente según los *Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes* (CFIA, 2013), es mayor a la longitud existente en los casos de la pila 1 (P1), pila 2 (P2) y bastión 2 (B2).
- q. El puente no contaba con dispositivos para prevención de colapso o llaves de cortante, sólo con pernos de anclaje en los apoyos

Por lo tanto, con el propósito de resolver los problemas observados se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. Realizar una evaluación de la capacidad estructural ante demandas gravitacionales y sísmicas del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014), los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013) y el Manual de rehabilitación sísmica (FHWA, 2006) para definir las medidas de intervención necesarias en el puente incluyendo los daños observados en la losa de concreto y en los apoyos debido a la acción sísmica y al sesgo, así como la

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 36 de 46
----------------------------	--	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 37/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

evaluación de la necesidad de colocar dispositivos para prevención de colapso y la definición de las acciones a seguir en los casos en los que la longitud de asiento mínima requerida es menor a la existente.

2. En caso de que como resultado de la evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente se decida no sustituir la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro.
3. En caso de que se decida intervenir la losa de concreto, realizar una evaluación para verificar si la barrera vehicular del puente cumple con las especificaciones para barreras de contención vehicular de AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014), con el fin de decidir si se debe sustituir o rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones.
4. Realizar una evaluación hidrológica-hidráulica del puente para determinar el tipo de intervención necesaria para reparar el grado de daño y socavación observado en los taludes frente a los bastiones y pilas, procurando no reconstruir la vulnerabilidad actual a la socavación.
5. Instalar guardavías en ambos accesos al puente de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).
6. Evaluar la necesidad de construir aceras que cumplan con los requisitos de la Ley 7600 y con las medidas de seguridad vial de la Sección 13 del AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014), según las condiciones de tráfico peatonal y vehicular del puente acorde con su vida útil.
7. Evaluar la necesidad de brindar un sistema de protección contra la corrosión a las placas de anclaje de los servicios públicos ubicadas en los bordillos de seguridad.
8. Previo a reparar las grietas observadas en las losas de aproximación se recomienda determinar si las causas del daño se deben a problemas en otros componentes del puente para así poder tomar las acciones del caso según corresponda. Evitar colocar sobrecapas de asfalto sobre las losas de aproximación de concreto, a menos que los planos de una readecuación para el puente indique lo contrario por consideraciones de diseño.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 37 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 38/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

9. Se recomienda sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente. Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.
10. Limpiar las obstrucciones observadas en las juntas de expansión. Reparar el deterioro evidenciado por el concreto de los bordes de las juntas. Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente.
11. Se recomienda monitorear el agrietamiento observado en la pared del cabezal de ambos bastiones durante la siguiente evaluación para comprobar su estado con respecto al observado para determinar si se requieren aplicar medidas correctivas.
12. Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en los rótulos de identificación.
13. Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro y marcadores de objetos en los accesos del puente. Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Mantener limpios los bordillos de sedimentos para mantener una adecuada visibilidad de los captaluces.
14. Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.
15. Limpiar los bordillos y ductos de drenaje del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica. Evaluar la necesidad de colocar extensiones en las salidas de los orificios de drenaje de la superestructura que cumplan con los requerimientos de la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014).
16. Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
17. Realizar la reparación de los daños observados en los extremos de varias de las vigas principales.
18. Reparar los daños observados en varias de las viga diafragma de puente.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 38 de 46
----------------------------	--	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 39/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 40/46</b>	VERSIÓN 03

## 7. REFERENCIAS

1. AASHTO (2014). *LRFD Bridge Design Specifications. Seventh Edition with 2015 Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. 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.
3. FHWA (2006). *Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges*. Federal Highway Administration. New York, USA.
4. 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.
5. MOPT (2013). *Anuario de Información de Transito 2013*. Dirección de Planificación Sectorial. Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

Informe LM-PI-UP-PN20-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 40 de 46
----------------------------	--	-----------------



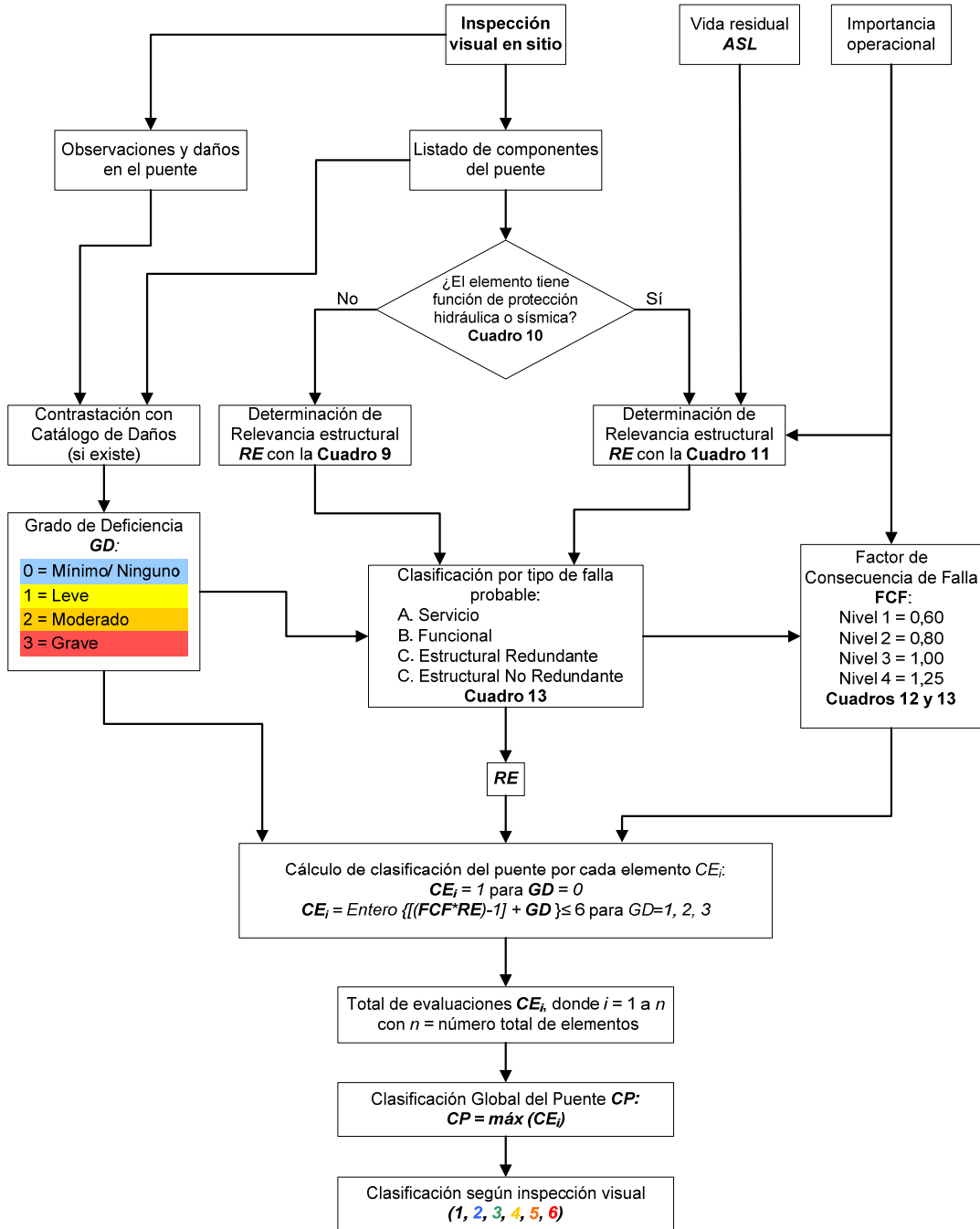
 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 41/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

# ANEXO A

## Criterios para clasificar el estado de conservación del puente.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 42/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco



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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 44/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**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	
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 45/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

### CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

<b>Nombre del puente</b>	Puente río Madre de Dios (RN 32)	<b>Importancia Operacional (LDSP 2013)</b>	Crítico	<b>Código Importancia</b>	CR
<b>Fecha Evaluación</b>	03/02/2016	<b>TPD (veh/día)</b>	8135	<b>Edad (años)</b>	42
<b>Año de construcción o diseño</b>	1974	<b>Vida de diseño según código (años)</b>	50	<b>Vida de servicio remanente (LDSP 2013)</b>	8 ASL1

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS	TIPO DE FALLA	FCF	CE <sub>i</sub>
Barrera vehicular (puente)	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.1	B	0,8	2
Barrera vehicular (accesos)	1	3	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.2	A	0,6	3
SEGURIDAD						
Aceras	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.3	B	0,8	2
VIAL						
Señalización Vial	1	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.5	A	0,6	2
Rotulación Carga/Altura Máxima	1	0	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.4	A	0,6	1
Iluminación	1	0	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.6	A	0,6	1
ACCESORIOS						
Superficie de rodamiento (puente)	No Aplica		Ver Tabla No. 3; Elemento 3.1			
Sistema de drenaje del puente	1	1	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.2	A	0,6	1
Juntas de expansión	1	3	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.3	A	0,6	3
ACCESOS						
Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.4	A	0,6	1
Relleno de aproximación	2	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.5	B	0,8	1
Losa de aproximación	2	2	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.6	B	0,8	3
Muros de contención en accesos	No Aplica		Ver Tabla No. 3; Elemento 3.7			
SUPERES-						
Tablero	3	2	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.1	C	1	4
TRUCTURA						
Vigas principales de concreto	3	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.2	C	1	3
TIPO VIGAS						
Vigas diafragma de concreto	2	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.3	B	0,8	2
Apoyos	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.1	C	1	4
SUBESTRUC-						
TURA						
Aletones	2	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.3	B	0,8	1
Bastiones: Viga cabezal	3	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	C	1	3
Bastiones: Cuerpo	No Insp.	0				
Bastiones: Cimentación	No Insp.	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.5	C	1	1
Pilas: Viga cabezal	3	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.4	C	1	3
Pilas: Cuerpo tipo columna	4	1	Ver Tabla No.5; Elemento 5.4	D	1	4
Pila: Cimentación	No Insp.		Ver Tabla No. 5; Elemento 5.5			
ELEMENTOS						
DE						
Longitud de asiento (pedestales)	2	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.1	B	1	2
Llaves de corte	2	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6,2	B	1	2
PROTECCIÓN						
SÍSMICA						
Cadenas/ anclajes/ postensión externa	No Aplica					
Dispositivos especiales	No Aplica					
ELEMENTOS						
DE						
Protección de taludes de rellenos	No Aplica		Ver Tabla No. 6; Elemento 6.3	B		
Escollera de protección	2	3	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.4	B	1	4
PROTECCIÓN						
Protección de socavación en pilas	2	3	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.5	B	1	4

<b>CP =</b>	<b>4</b>
	<b>Condición Seria</b>

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

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN20-2016</b>	<b>Página 46/46</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco