

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 1/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-UP-PN21-2016

### **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO PARISMINA 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-PN21-2016</b>	<b>Página 2/44</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		Código:  RC-444
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 3/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

<b>1. Informe:</b> LM-PI-UP-PN21-2016		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO PARISMINA 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 Parismina 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 Parismina, Evaluación		<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 44
<b>11. Inspección e informe por:</b> Ing. Esteban Villalobos Vega Unidad de Puentes	<b>12. Inspección y revisión por:</b> Ing. Jorge Muñoz Barrantes, Ph.D. Unidad de Puentes		
<b>Fecha:</b> 19/08/2016	<b>Fecha:</b> 19/08/2016		
<b>13. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR	<b>14. Revisado por:</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA	
<b>Fecha:</b> 19/08/2016	<b>Fecha:</b> 19/08/2016	<b>Fecha:</b> 19/08/2016	

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 4/44</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-PN21-2016</b>	<b>Página 5/44</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>31</b>
<b>7. REFERENCIAS.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....</b>	<b>39</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-PN21-2016</b>	<b>Página 6/44</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-PN21-2016</b>	<b>Página 7/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación visual de la condición del puente sobre el río Parismina, 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 el día 02 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-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 7 de 44
----------------------------	--	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 8/44</b>	VERSIÓN 03

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.

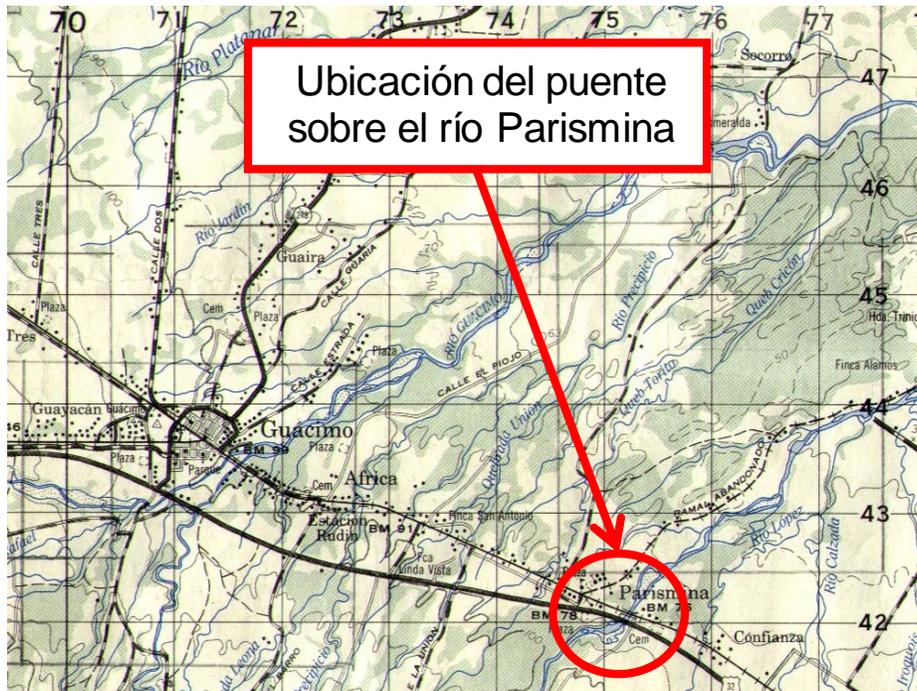
Como complemento a la evaluación visual de los componentes estructurales del puente, es preferible disponer de los planos de diseño del puente con el fin de comprender el sistema estructural del mismo. Lo que se busca es recolectar información que permita completar los formularios de inventario, ya que 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 70141 y cruza el río Parismina. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito de Guácimo, del cantón de Guácimo, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°11'42,86"N de latitud y 83°38'42,77"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica GUACIMO 1:50 000.

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 9/44</b>



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

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 8863 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  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 10/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

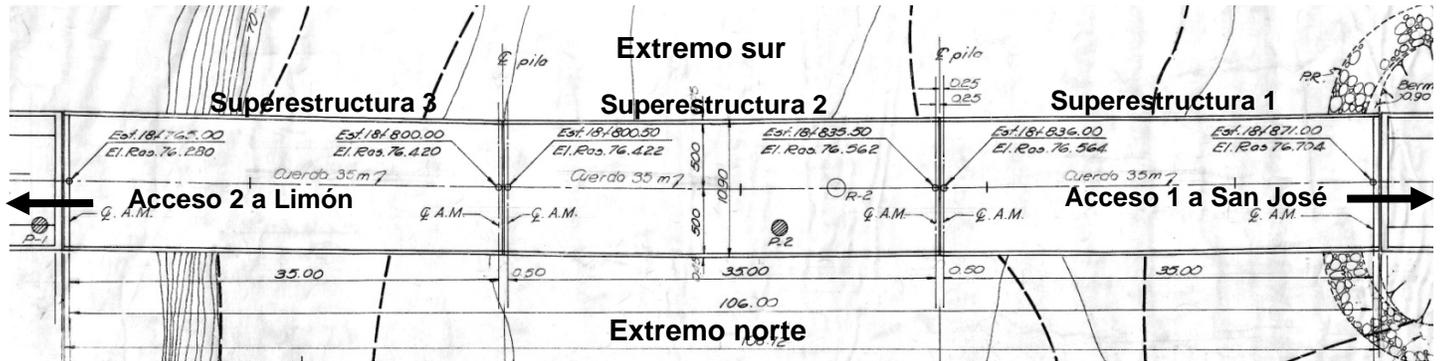


**Figura B.** Vista a lo largo de la línea de centro

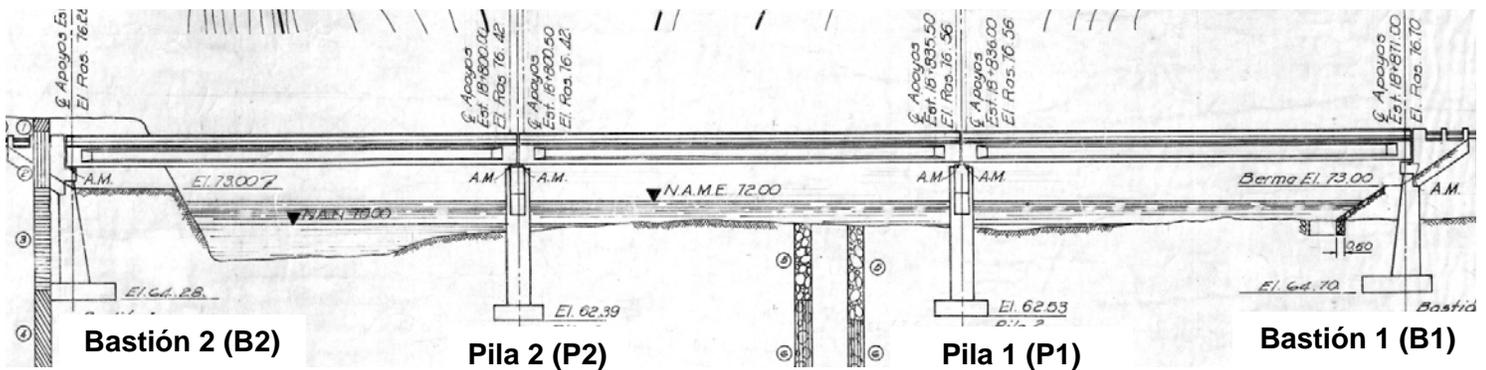


**Figura C.** Vista lateral

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 11/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



(a) Planta



(b) Elevación

Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el Río Parismina.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 12/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	106,9
	Ancho total (m)	10,88
	Ancho de calzada (m)	10
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	Sesgado (01°07'49'') y curvo
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	3
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Tipo viga simple con vigas principales tipo I de concreto preesforzado
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	En todos los casos: apoyo expansivo (almohadilla de neopreno)
	Tipo de apoyo en pilas	En todos los casos: apoyo expansivo (almohadilla de neopreno)
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de pilas	Pilas 1 y 2: tipo columna sencilla de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Todas las cimentaciones: tipo placa aislada
<b>Diseño y construcción</b>	Año de diseño	1974
	Año de construcción	1978-1982
	Especificación de diseño original	AASHO 1969
	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-PN21-2016</b>	<b>Página 13/44</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.

	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-PN21-2016</b>	<b>Página 14/44</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 1974 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 1 y 2), 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 rehabilitar o 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.  En ambos accesos se observaron elementos verticales de concreto que eran parte del sistema de contención original (Ver recuadro de Figura 1), y que representaban un obstáculo adicional en las márgenes para los vehículos que circulan la vía.	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). Eliminar los elementos verticales de concreto que se ubican en los accesos.
2.3. Aceras y sus accesos	El puente no tenía aceras (Ver Figuras 1 y 2).  El día de la visita de evaluación no se evidenció tráfico peatonal de consideración; sin embargo, la estructura se ubica al lado de un poblado por lo que existe la posibilidad de que se presenten situaciones de tráfico peatonal mayores.	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 y acorde con su vida útil.
2.4. Rótulos de Identificación	En el acceso 1 no había rótulo de identificación. El rótulo de identificación del acceso 2 no tenía indicado el número de ruta (Ver Figura 1).	NA	NA	Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en el rótulo de identificación del acceso 2, y de colocar un rótulo con iguales características en el acceso 1.

	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-PN21-2016</b>	<b>Página 15/44</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>Se observó ausencia de captaluces a lo largo de la línea de centro del puente (Ver Figura 2). Se observó que tanto la línea centro como la línea de borde norte 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). La línea de borde sur se encontraba en estado regular. No se observaron marcadores de objeto en el acceso 2 (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	2	<p>Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro, así como marcadores de objeto en el acceso 2 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> o que se identifique que el puente es de paso regular de peatones.

**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 Figura 7).</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; además, aumenta la vulnerabilidad de los vehículos a accidentes al disminuir la fricción durante el frenado.</p>	1	1	<p>Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento. Ver recomendaciones del punto 4.1. <i>Tablero</i>.</p>

	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-PN21-2016</b>	<b>Página 16/44</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). Esto podría provocar la acumulación de agua sobre la superficie de ruedo, lo cual aumenta el riesgo de hidroneo vehicular.</p> <p>Los orificios del sistema de drenaje no tenían ductos de extensión que cumplieran con AASHTO LRFD 2014 (Ver Figura 3) y por lo tanto el agua descargaba directamente sobre la viga principal sur. La descarga directa de agua sobre elementos estructurales aumenta su vulnerabilidad al deterioro.</p>	2	2	<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>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>En la junta de expansión del acceso 1 se evidenció deterioro o pérdida del relleno de la junta así como obstrucción por sobrecapas de asfalto. Adicionalmente se observó deterioro por corrosión del angular de la junta entre la pared del cabezal y el acceso (Ver Figura 4(a)).</p> <p>En la junta de expansión del acceso 2 se observó obstrucción por sobrecapas de asfalto (Ver Figura 4(b)).</p> <p>En el caso de la junta de expansión sobre la pila P1 se evidenció pérdida completa del relleno de la junta y agrietamiento en el concreto (Ver Figura 5(a)). En la junta sobre la pila P2 se observó deterioro o pérdida del relleno de la junta, provocando acumulación de sedimentos (Ver Figura 5(b)).</p> <p>El mal estado o ausencia del material de relleno de las juntas de expansión así como la acumulación de sedimento y de material asfáltico incrementan 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>	2	2	<p>Limpiar las obstrucciones observadas en las juntas de expansión.</p> <p>Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente.</p> <p>Evaluar la necesidad de cambiar los angulares de acero de la junta entre la pared del cabezal y los accesos.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 17/44</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
3.4. Superficie de rodamiento de los accesos	<p>Se observó agrietamiento transversal con espesores entre 5 y 10 mm en la superficie de rodamiento del acceso 2, en la zona de ubicación del relleno de aproximación (Ver Figura- 6).</p> <p>El agrietamiento observado aumenta el riesgo de ocurrencia de filtración de agua y por lo tanto aumenta la vulnerabilidad de la estructura del pavimento del acceso al deterioro sucesivo.</p>	1	1	Se recomienda sellar las grietas utilizando para ello el producto y sistema de aplicación idóneo para la condición presente en el sitio.
3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	Ver las observaciones de 6.3. <i>Protección de taludes de relleno.</i>	0	1	Ver recomendaciones de 6.3. <i>Protección de taludes de relleno.</i>
3.6. Losa de aproximación	<p>No se tuvo acceso a la losa de aproximación.</p> <p>Ver las observaciones de 6.3. <i>Protección de taludes de relleno.</i></p>	NI	NI	Ver recomendaciones de 6.3. <i>Protección de taludes de relleno.</i>
3.7. Muros de retención de los accesos	No se observó la existencia de muros de contención en los accesos.	NA	NA	No hay recomendaciones.
3.8. Sistema de drenaje de los accesos	<p>El puente no contaba con un sistema de drenaje en ambos accesos (Ver Figura 1).</p> <p>La ausencia de un sistema de drenaje en los accesos aumenta el riesgo de erosión de los taludes de los rellenos de aproximación.</p>	NA	NA	Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
3.9. Vibración	Se percibió vibración leve con el tránsito de vehículos pesados que se considera normal.	NA	NA	No hay recomendaciones.

	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-PN21-2016</b>	<b>Página 18/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**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>En la superficie superior de la losa de concreto se evidenció deterioro de las juntas de construcción con aberturas superiores a 1,50 mm en algunos casos (ver Figura 7(a)). Además presentaba desgaste superficial con exposición del agregado grueso y desprendimientos de concreto en algunas zonas (Ver Figura 7).</p> <p>La superficie inferior de la losa de concreto 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 de todas las superestructuras (Ver Figura 8).</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 corrosión del acero de refuerzo de la losa.</p>	1	3	<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>
4.2. Vigas principales de concreto	<p>En varias de las vigas de las superestructuras 1 y 3 se observaron nidos de piedra generalizados que evidenciaban acero de refuerzo con recubrimiento insuficiente y corrosión (Ver Figura 9(a)).</p> <p>En la viga del extremo sur de la superestructura 1 se observó evidencia de eflorescencia distribuida en toda su longitud principalmente en la zona del ala superior de la sección I (Ver Figura 9(b)).</p> <p>En el extremo este de la viga norte de la superestructura 1 y 3 se observó acumulación de escombros y sedimentos (Ver Figura 9(c)).</p> <p>Los nidos de piedra, el insuficiente recubrimiento del acero de refuerzo, la evidencia de eflorescencia así como el contacto directo con sedimentos y humedad aumentan la vulnerabilidad al deterioro de las vigas incrementando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	2	4	<p>Reparar los daños observados determinando previamente la extensión y severidad de los mismos para aplicar las medidas correctivas acorde con el nivel de deterioro.</p> <p>Eliminar los escombros y sedimento acumulado en el extremo este de la viga norte de la superestructura 3.</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-PN21-2016</b>	<b>Página 19/44</b>

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

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.3. Vigas Diafragma	<p>En varias de las vigas diafragma de las tres superestructuras se observaron nidos de piedra severos ubicados en la conexión con las vigas principales, dejando, en algunos casos más críticos, completamente al descubierto el acero de refuerzo (Ver Figura 10(a)).</p> <p>Todos los anclajes de acero del refuerzo longitudinal de las vigas diafragma estaban al descubierto y evidenciaban corrosión (Ver Figura 10(b)).</p> <p>Los deterioros descritos podrían afectar el desempeño estructural de los elementos e incrementan su vulnerabilidad a deterioros aún mayores, aumentando así paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	2	3	<p>Reparar los daños observados determinando previamente la extensión y severidad de los mismos para aplicar las medidas correctivas acorde con el nivel de deterioro encontrado.</p>

**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 bastiones:</b> En los apoyos sobre ambos bastiones se observó pérdida total o parcial del sistema transversal de angulares y pernos (Ver Figura 11). Estos además presentaban hasta un nivel medio de corrosión sin pérdida importante de sección transversal. Ver la observación del punto 6.2. <i>Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte).</i></p> <p>En ambos bastiones se observó acumulación de humedad y sedimentos (Ver Figura 11(a)). El caso más severo es en el extremo norte del bastión B2 en donde el apoyo se encuentra completamente colmatado (Ver Figura 12).</p> <p>La humedad constante en la zona de los apoyos acelera el proceso de corrosión del acero de los elementos metálicos de anclaje y el deterioro de las almohadillas elastoméricas.</p> <p><b>Apoyos en pilas:</b> No se tuvo acceso a los apoyos sobre las pilas.</p>	2	4	<p>Evaluar la necesidad de sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente.</p> <p>Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.</p> <p>Ver la recomendación del punto 3.3. <i>Juntas de expansión.</i></p> <p>Ver la recomendación del punto 3.8. <i>Sistema de drenaje de los accesos.</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-PN21-2016</b>	<b>Página 20/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.2. Bastiones	<p>El costado norte del bastión B2 se encontraba colmatado de sedimentos y escombros (Ver Figura 12).</p> <p>El contacto directo con sedimentos y humedad aumentan la vulnerabilidad al deterioro de los bastiones incrementando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p> <p>Ver las observaciones del punto 6.4. <i>Protección de taludes frente al bastión</i></p>	0	1	<p>Eliminar la acumulación de escombros y sedimentos observada.</p> <p>Ver la recomendación del punto 3.3. <i>Juntas de expansión.</i></p> <p>Ver la recomendación del punto 3.8. <i>Sistema de drenaje de los accesos.</i></p>
5.3. Aletones	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.
5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	<p>Se observó una abertura vertical en la base del cuerpo de la pila P2 con un espesor mayor a 1,5 mm (Ver Figura 13.). El daño observado aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo incrementando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p> <p>En la pila P1 se observó filtración de agua el 100% del área de la viga cabezal así como acumulación de sedimentos y vegetación (Ver Figura 14). El contacto constante de la pila con la humedad proveniente de la losa podría acelerar su deterioro.</p> <p>Ver las observaciones del punto 6.5. <i>Protección de socavación en pilas.</i></p>	1	4	<p>Reparar la abertura observada en la base de la pila P2 determinando previamente si el acero de refuerzo ha sufrido algún deterioro para así aplicar las medidas correctivas acordes con el nivel de daño.</p> <p>Ver la recomendación del punto 3.3. <i>Juntas de expansión.</i></p> <p>Ver la recomendación del punto 6.5. <i>Protección de socavación en pilas.</i></p>
5.5. Cimentaciones	No se tuvo acceso a las cimentaciones.	NI	NI	No hay recomendaciones.

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

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 20 de 44
----------------------------	--	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código:  RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016	Página 21/44

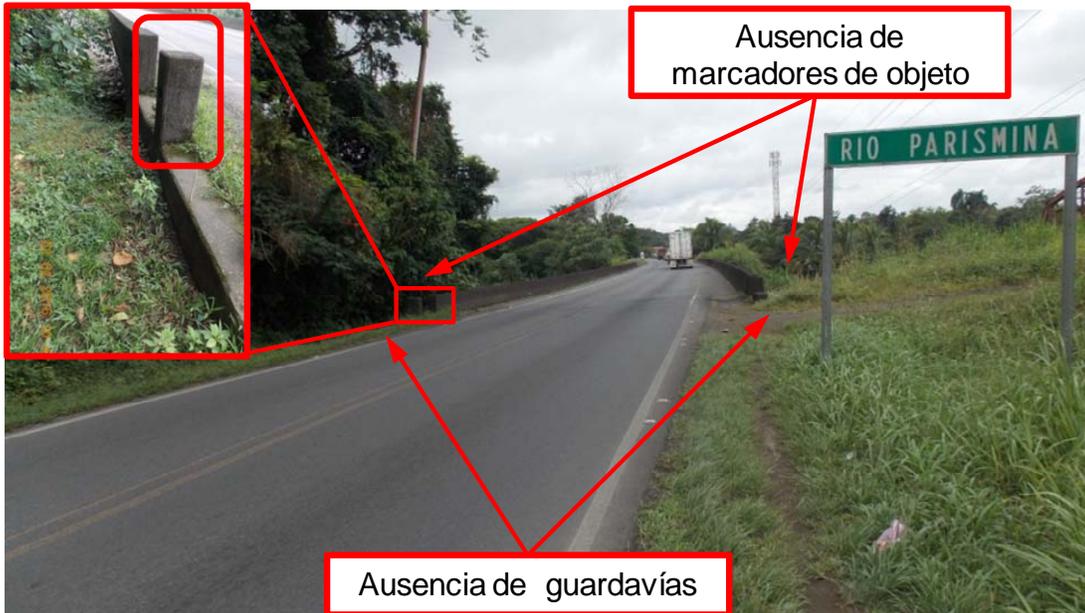
ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Longitud de asiento en bastiones y pilas	<p>La longitud de asiento mínima requerida en la sección 4.7.4.4 de la norma AASHTO LRFD 2014 y considerando la importancia del puente según los <i>Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes del 2013</i>, así como la longitud de asiento existente es en cada caso la siguiente:</p> <p><b>Bastión 1 (B1):</b> Requerido: 61 cm; Existente: 40 cm (Medido en campo).</p> <p><b>Pila 1 (P1):</b> Requerido: 61 cm; Existente: 50 cm (Según planos).</p> <p><b>Pila 2 (P2):</b> Requerido: 61 cm; Existente: 50 cm (Según planos).</p> <p><b>Bastión 2 (B2):</b> Requerido: 61 cm; Existente: 45 cm (Medido en campo).</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>	1	2	<p>Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014, los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013) y el Manual de rehabilitación sísmica FHWA (2006) para definir las acciones a seguir dado que la longitud de asiento mínima requerida es menor a la existente.</p>
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>En el apoyo del extremo norte de la pila P1 se observó la falla y desprendimiento del concreto bajo el apoyo de acero (Ver Figura 14), lo cual podría ser evidencia del efecto de la componente transversal de un sismo sobre el puente.</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>	3	4	<p>Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014, los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013) y el Manual de rehabilitación sísmica FHWA (2006) para evaluar la necesidad de colocar dispositivos para prevención de colapso.</p> <p>En caso de que se decida no colocar dichos dispositivos, se recomienda reparar el daño observado en el apoyo del extremo norte de la pila P1. Ver recomendaciones de 5.1 <i>Apoyos en pilas y bastiones</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-PN21-2016</b>	<b>Página 22/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

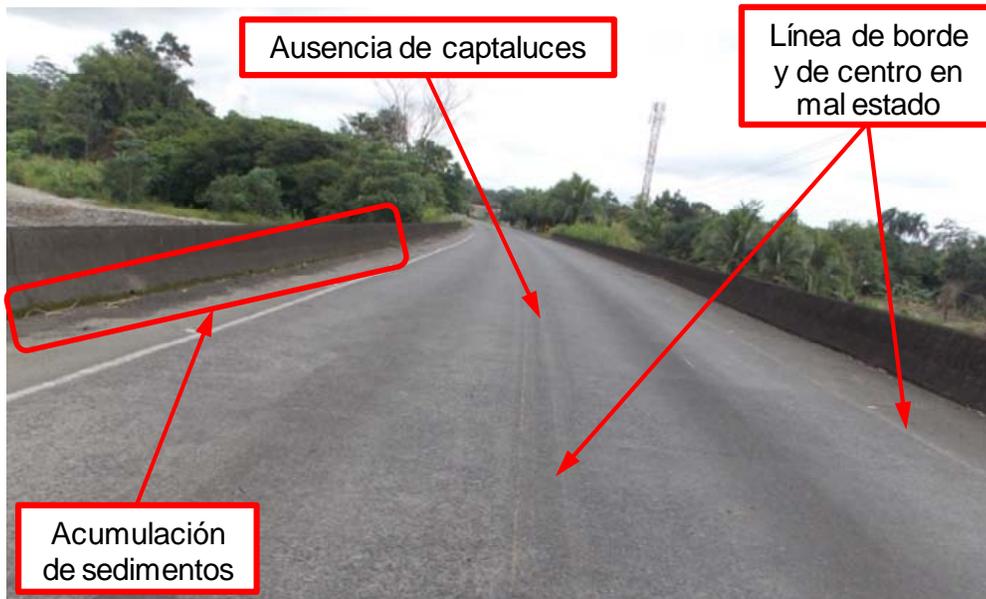
**Tabla No. 6.** Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica  
(continuación).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.3. Protección de taludes de relleno	<p>El día miércoles 2 de octubre de 2013 se socavó por completo el relleno de aproximación del acceso 1 (La Nación, 2013), por lo que los taludes demostraron vulnerabilidad ante las condiciones hidrológicas-hidráulicas del río.</p> <p>El día de la evaluación se observó que se había colocado un enrocado en ambas márgenes tanto aguas arriba como abajo del puente (Ver Figura 15).</p>	2	3	<p>Determinar si el trabajo de enrocado observado en las márgenes se hizo acorde con una evaluación hidrológica-hidráulica del río. De no ser así, se recomienda realizar una y ejecutar los trabajos que dicho estudio considere necesarios.</p>
6.4. Protección de taludes frente al bastión	<p>En el talud frente al bastión B1 se observó socavación del enrocado que se había colocado a tal punto que la viga cabezal estaba completamente expuesta (Ver Figura 16), lo cual aumenta el riesgo de que se presente la migración del material del relleno de aproximación a través del espacio que se generó.</p>	2	3	<p>Ver recomendaciones del punto 6.3 <i>Protección de taludes de relleno</i>. En caso de que se considere que los trabajos de enrocado realizados en las márgenes del río son adecuados, reparar el grado de socavación observado en el bastión B1.</p>
6.5. Protección de socavación en pilas	<p>Si se comparan los planos constructivos con el nivel del lecho del río observado durante la evaluación, se evidencia una erosión general del lecho de aproximadamente 4 m (Ver Figuras 13 y 14).</p> <p>Además, según lo indicado en planos el nivel de terreno hasta la parte superior de la losa de fundación era de aproximadamente 1 m el día de la evaluación (Ver Figura 13).</p> <p>El progreso de la erosión aumenta el riesgo de que la misma llegue a socavar las cimentaciones y a que se reduzca la capacidad portante del terreno. En caso de que la erosión continúe debido a la dinámica fluvial del río o a actividades humanas como la extracción de materiales, el puente podría sufrir daños graves.</p>	3	4	<p>Realizar una evaluación hidrológica-hidráulica del puente para determinar la necesidad y el tipo de intervención requerida para evitar daños por socavación en las pilas, procurando no reconstruir la vulnerabilidad actual.</p> <p>Se recomienda monitorear cambios en el lecho del río así como también regular la extracción de materiales del río.</p>
6.6. Cauce del río	<p>Ver observaciones del punto 6.3 <i>Protección de taludes de relleno</i>.</p>	NA	NA	<p>Ver recomendaciones del punto 6.3 <i>Protección de taludes de relleno</i>.</p>

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 23/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 1.** Ausencia de marcadores de objeto y guardavías, así como presencia de elementos verticales de concreto. Caso del acceso 2.



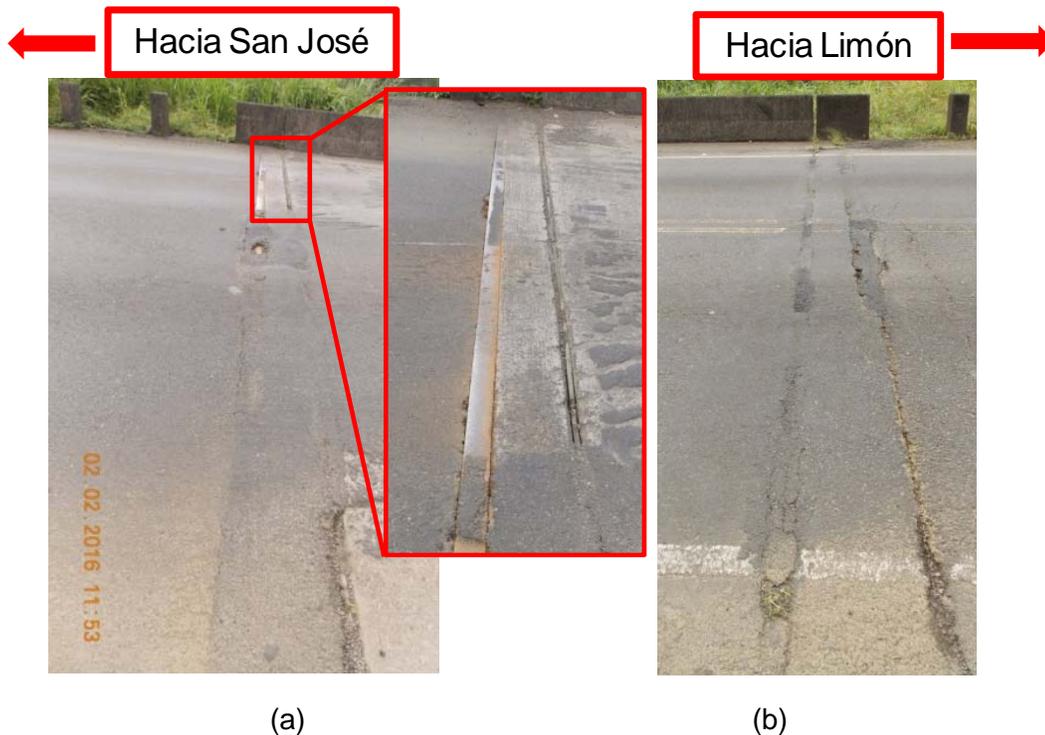
**Figura 2.** Estado de conservación deficiente de la señalización así como acumulación de sedimentos en el extremo sur.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 23 de 44
----------------------------	--	-----------------

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 24/44</b>



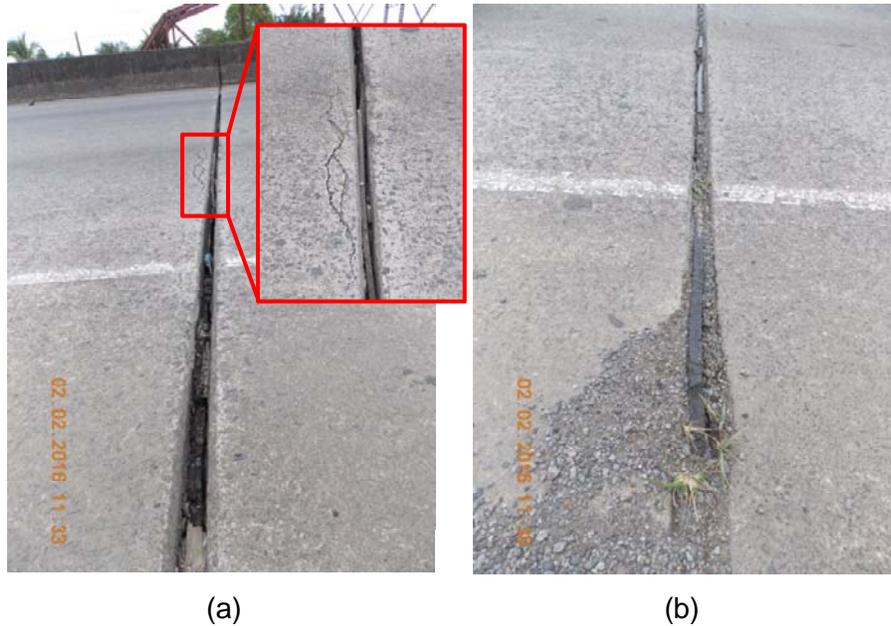
**Figura 3.** Ausencia de ductos de drenaje según los requerimientos de la sección 2.6.6.4 del AASHTO LRFD 2014 y descarga directa del agua de drenaje sobre la viga del extremo sur.



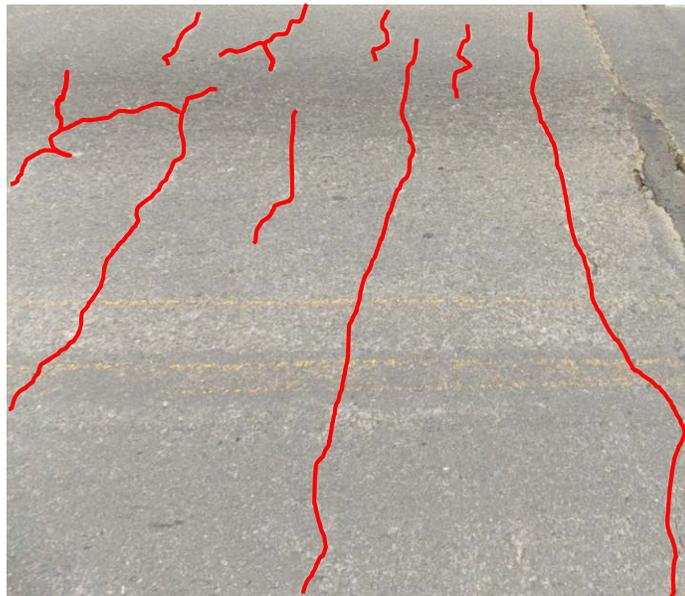
**Figura 4.** Estado de deterioro de las juntas de expansión en los accesos con deterioro o pérdida total del material de relleno, acumulación de sedimentos y de mezcla asfáltica: (a) Caso del acceso 1 (San José); (b) Caso del acceso 2 (Limón).

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 24 de 44
----------------------------	--	-----------------

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 25/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

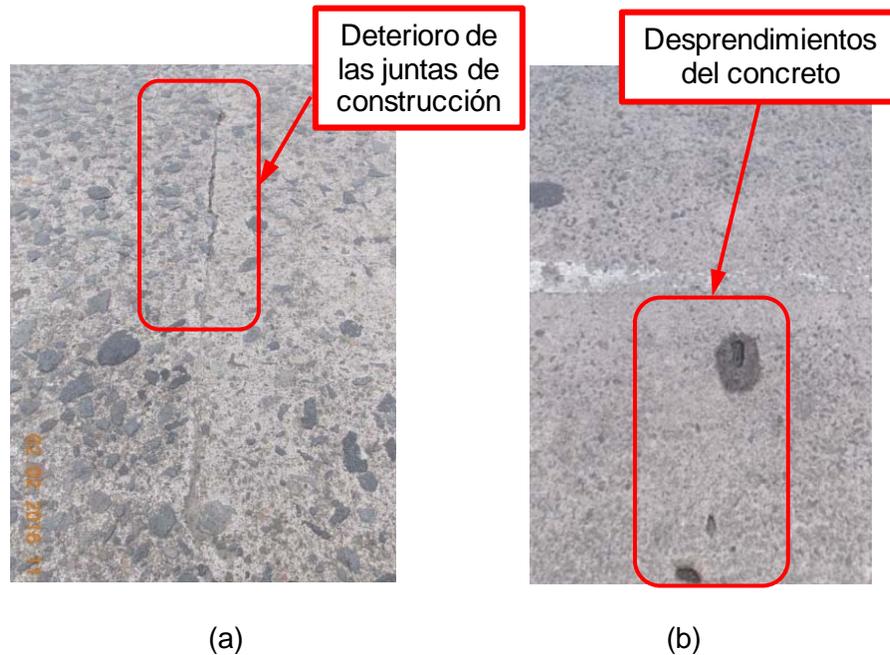


**Figura 5.** Estado de las juntas de expansión en las pilas con deterioro o pérdida del relleno de la junta y acumulación de sedimentos: (a) Pila P1; (b) Pila P2.

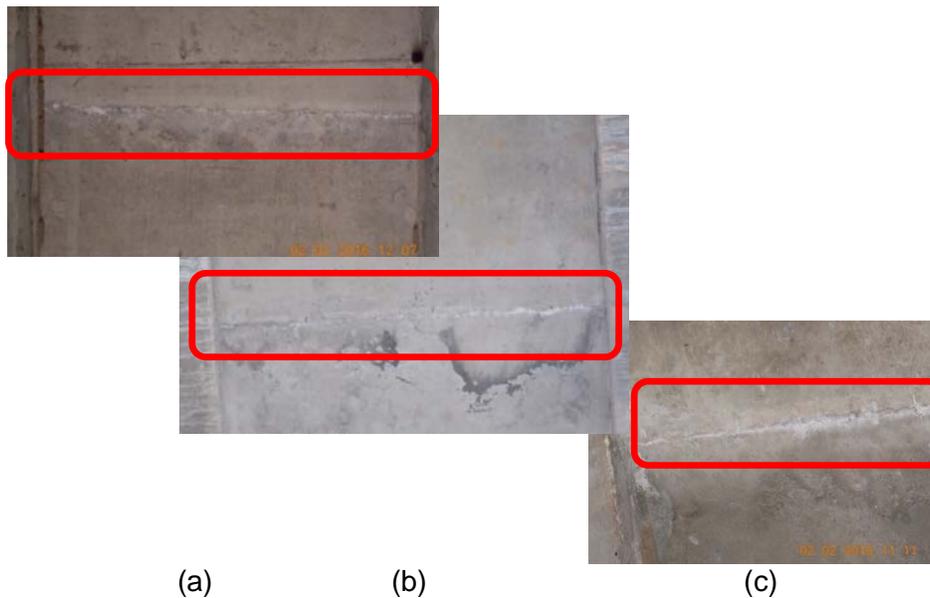


**Figura 6.** Agrietamiento transversal con espesor entre 5 y 10 mm en la superficie de rodamiento del acceso 2.

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 26/44</b>
		<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 7.** Superficie superior de la losa de concreto: (a) Desgaste superficial así como deterioro de las juntas de construcción; (b) Desprendimientos del concreto.



**Figura 8.** Evidencia de eflorescencia en las juntas de construcción: (a) Superestructura 1; (b) Superestructura 2; (c) Superestructura 3.

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 27/44</b>



(a) (b) (c)

**Figura 9.** Deterioros en vigas principales: (a) Eflorescencia generalizada en viga sur de superestructura 1; (b) Nidos de piedra, recubrimiento insuficiente y corrosión del acero de refuerzo; (c) Contacto entre el terreno y la viga norte de superestructura 3.



(a) (b)

**Figura 10.** Deterioros en vigas diafragma: (a) Nidos de piedra y acero de refuerzo expuesto en los extremos de varias de las vigas diafragma; (b) Todos los anclajes del refuerzo longitudinal de las vigas diafragma expuesto y corroído.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 27 de 44
----------------------------	--	-----------------

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 28/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



(a)



(b)

**Figura 11.** Pérdida parcial o completa de sistema de angulares y pernos así como presencia de humedad y sedimentos: (a) Caso de apoyos en bastión B2; (b) Caso de apoyos en bastión B1.



**Figura 12.** Acumulación de sedimentos y escombros en extremo norte de bastión B2.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 28 de 44
----------------------------	--	-----------------

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 29/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 13.** Nivel de socavación en pila P2 así como abertura vertical en la base con espesor mayor a 1,50 mm.



**Figura 14.** Filtración de agua del 100% del área de la viga cabezal en la pila P1, así como falla y desprendimiento del concreto en apoyo del extremo norte.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 29 de 44
----------------------------	--	-----------------

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 30/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 15.** Vista sur del cauce y de las protecciones de los taludes de relleno.



**Figura 16.** Nivel de socavación en el talud al frente del bastión B1.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 31/44</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 Parismina ubicado en la Ruta Nacional No. 32. Las Tablas No. 2 a No. 6 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	<p>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</p>	<p><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</p>

La calificación anterior se brindó por lo siguiente:

- a. En varias de las vigas de las superestructuras 1 y 3 se observaron nidos de piedra generalizados que evidenciaban acero de refuerzo con recubrimiento insuficiente y corrosión. En la viga del extremo sur de la superestructura 1 se observó evidencia de eflorescencia distribuida en toda su longitud principalmente en la zona del ala superior de la sección I. En el extremo este de la viga norte de la superestructura 1 y 3 se observó acumulación de escombros y sedimentos.
- b. En los apoyos sobre ambos bastiones se observó pérdida total o parcial del sistema transversal de angulares y pernos. Estos además presentaban hasta un nivel medio de corrosión sin pérdida importante de sección transversal. En ambos bastiones se observó

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 31 de 44
----------------------------	--	-----------------

	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-PN21-2016</b>	<b>Página 32/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

acumulación de humedad y sedimentos. El caso más severo es en el extremo norte del bastión B2 en donde el apoyo se encuentra completamente colmatado.

- c. Se observó una abertura vertical en la base del cuerpo de la pila P2 con un espesor mayor a 1,5 mm.
- d. El puente no contaba con dispositivos para prevención de colapso o llaves de cortante, sólo con pernos de anclaje en los apoyos. En el apoyo del extremo norte de la pila P1 se observó la falla y desprendimiento del concreto bajo el apoyo de acero, lo cual podría ser evidencia del efecto de la componente transversal de un sismo sobre el puente.
- e. Si se comparan los planos constructivos con el nivel del lecho del río observado durante la evaluación, se evidencia una erosión general del lecho de aproximadamente 4 m. Además, según lo indicado en planos el nivel de terreno hasta la parte superior de la losa de fundación era de aproximadamente 1 m el día de la evaluación.

Además, se observó lo siguiente:

- f. Hay evidencia de que la barrera no cumplía con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2014.
- g. Ausencia de guardavías en ambos accesos, además de la presencia de elementos verticales de concreto que eran parte del sistema de contención original
- h. Ausencia de aceras.
- i. Se observó ausencia de captaluces a lo largo de la línea de centro del puente. Se observó que tanto la línea centro como la línea de borde norte se encontraban en mal estado y por lo tanto es de esperar que su nivel de retro-reflexión sea bajo (Zamora-Rojas, Jiménez-Romero, Acosta-Hernández, Castillo-Barahona, Rodríguez-Roblero, & Quirós-Serrano, 2012). La línea de borde sur se encontraba en estado regular. No se observaron marcadores de objeto en el acceso 2.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 32 de 44
----------------------------	--	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 33/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

- j. Los orificios del sistema de drenaje no tenían ductos de extensión que cumplieran con AASHTO LRFD 2014 y por lo tanto el agua descargaba directamente sobre la viga principal sur.
- k. Acumulación de sedimentos en los bordillos.
- l. El puente no contaba con un sistema de drenaje en ambos accesos.
- m. Se observó agrietamiento transversal con espesores entre 5 y 10 mm en la superficie de rodamiento del acceso 2, en la zona de ubicación del relleno de aproximación.
- n. En la junta de expansión del acceso 1 se evidenció deterioro o pérdida del relleno de la junta así como obstrucción por sobrecapas de asfalto. Adicionalmente se observó deterioro por corrosión del angular de la junta entre la pared del cabezal y el acceso. En la junta de expansión del acceso 2 se observó obstrucción por sobrecapas de asfalto. En el caso de la junta de expansión sobre la pila P1 se evidenció pérdida completa del relleno de la junta y agrietamiento en el concreto. En la junta sobre la pila P2 se observó deterioro o pérdida del relleno de la junta, provocando acumulación de sedimentos.
- o. En la superficie superior de la losa de concreto se evidenció deterioro de las juntas de construcción con aberturas superiores a 1,50 mm en algunos casos. Además presentaba desgaste superficial con exposición del agregado grueso y desprendimientos de concreto en algunas zonas. La superficie inferior de la losa de concreto 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 de todas las superestructuras.
- p. En varias de las vigas diafragma de las tres superestructuras se observaron nidos de piedra severos ubicados en la conexión con las vigas principales, dejando, en algunos casos más críticos, completamente al descubierto el acero de refuerzo. Todos los anclajes de acero del refuerzo longitudinal de las vigas diafragma estaban al descubierto y evidenciaban corrosión.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 33 de 44
----------------------------	--	-----------------

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 34/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

- q. En la pila P1 se observó filtración de agua el 100% del área de la viga cabezal así como acumulación de sedimentos y vegetación.
- r. 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 *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes del 2013*, es mayor a la longitud existente tanto en los bastiones como en las pilas, siendo el caso más crítico el del bastión B2 (61 cm requeridos contra 45 cm existentes).
- s. El día miércoles 2 de octubre de 2013 se socavó por completo el relleno de aproximación del acceso 1 (La Nación, 2013), por lo que los taludes demostraron vulnerabilidad ante las condiciones hidrológicas-hidráulicas del río. El día de la evaluación se observó que se había colocado un enrocado en ambos márgenes tanto aguas arriba como abajo del puente.
- t. En el talud frente al bastión B1 se observó socavación del enrocado que se había colocado a tal punto que la viga cabezal estaba completamente expuesta

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 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 incluyendo los daños observados en la losa de concreto, así como la 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.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 34 de 44
----------------------------	--	-----------------

 <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-PN21-2016</b>	<b>Página 35/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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, con el fin de decidir si se debe sustituir o rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones.
4. En caso de que como resultado de la evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente se decida no colocar dispositivos para prevención de colapso, se recomienda reparar el daño observado en el apoyo del extremo norte de la pila P1.
5. Reparar la abertura observada en la base de la pila P2 determinando previamente si el acero de refuerzo ha sufrido algún deterioro para así aplicar las medidas correctivas acordes con el nivel de daño.
6. Realizar una evaluación hidrológica-hidráulica del puente para determinar la necesidad y el tipo de intervención requerida para evitar daños por socavación en las pilas, procurando no reconstruir la vulnerabilidad actual. Determinar si el trabajo de enrocado observado en las márgenes se hizo acorde con una evaluación hidrológica-hidráulica del río; de no ser así, se recomienda realizar una y ejecutar los trabajos que dicho estudio considere necesarios. En caso de que se considere que los trabajos de enrocado realizados en las márgenes del río son adecuados, reparar el grado socavación observado en el bastión B1. Se recomienda monitorear cambios en el lecho del río así como también regular la extracción de materiales del río
7. Reparar los daños observados en las vigas principales y vigas diafragma de las superestructuras, determinando previamente la extensión y severidad de los mismos para aplicar las medidas correctivas acorde con el nivel de deterioro. Eliminar los escombros y sedimento acumulado en el extremo este de la viga principal norte de la superestructura 3.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 36/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

8. Instalar guardavías en ambos accesos al puente de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011). Eliminar los elementos verticales de concreto que se ubican en los accesos.
9. 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.
10. Limpiar las obstrucciones observadas en las juntas de expansión. Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente. Evaluar la necesidad de cambiar los angulares de acero de la junta entre la pared del cabezal y los accesos.
11. Se recomienda sellar las grietas observadas en la superficie de rodamiento del acceso 2 utilizando para ello el producto y sistema de aplicación idóneo para la condición presente en el sitio.
12. Evaluar la necesidad de sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente. Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor, principalmente en el caso de la acumulación de sedimentos y escombros observada en el Bastión B2.
13. Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en el rótulo de identificación del acceso 2, y de colocar un rótulo con iguales características en el acceso 1.
14. Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro, así como marcadores de objeto en el acceso 2 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.
15. Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.
16. Limpiar los bordillos y ductos de drenaje del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica. 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.

Informe LM-PI-UP-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 36 de 44
----------------------------	--	-----------------

	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-PN21-2016</b>	<b>Página 37/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

17. Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.

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  INFORME DE INSPECCIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 38/44</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. Díaz, Luis y Mata, Esteban. "Lluvias desnudan fragilidad de rutas cruciales del país". La Nación, Sección NACIONAL, 4 de octubre de 2013.
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-PN21-2016	Fecha de emisión: 19 de agosto de 2016	Página 38 de 44
----------------------------	--	-----------------

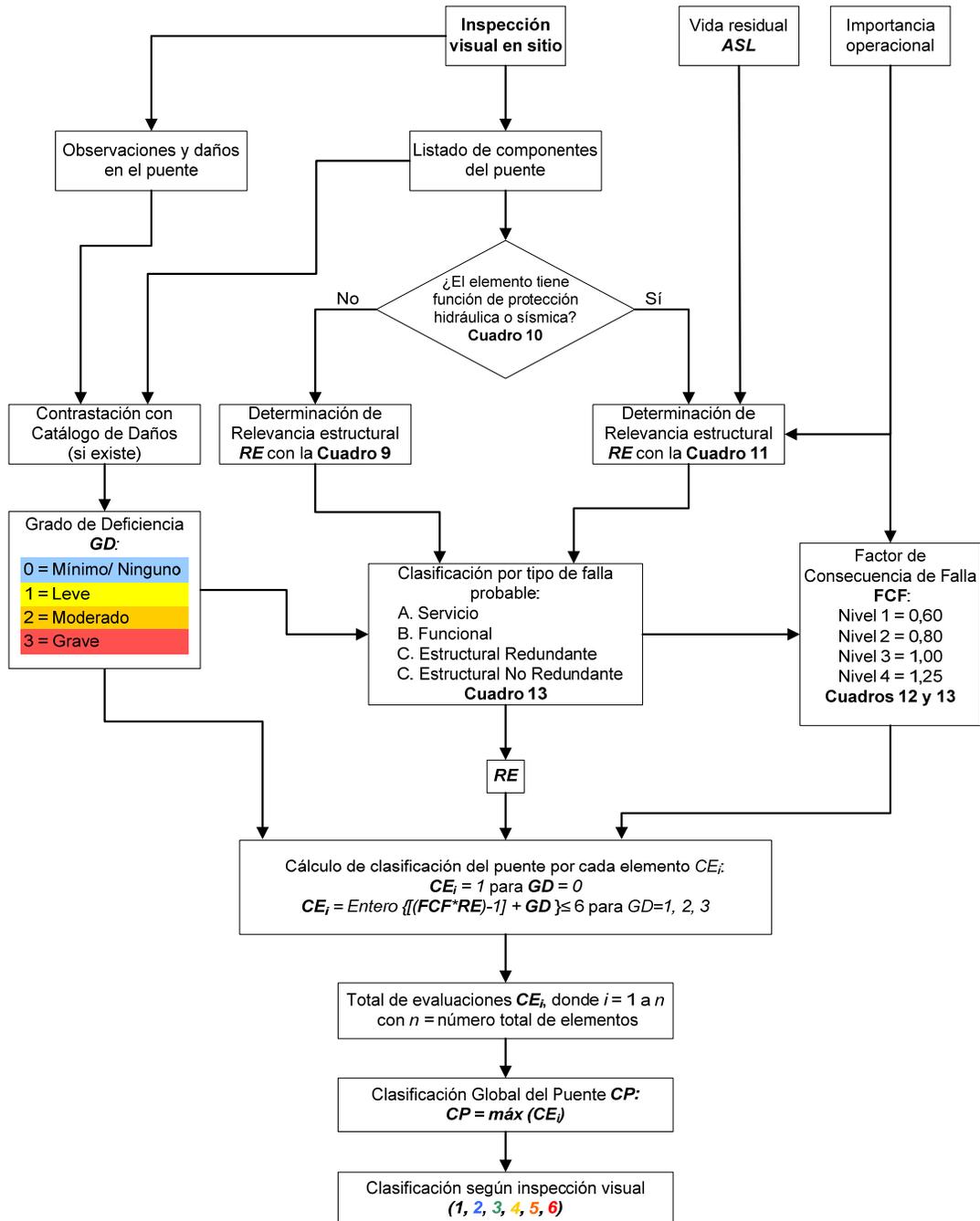
 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN21-2016</b>	<b>Página 39/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

# 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-PN21-2016</b>	<b>Página 40/44</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-PN21-2016</b>	<b>Página 42/44</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-PN21-2016</b>	<b>Página 43/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

<b>Nombre del puente</b>	Puente río Parísmina (RN 32)	<b>Importancia Operacional (LDSP 2013)</b>	Crítico	<b>Código Importancia</b>	CR
<b>Fecha Evaluación</b>	02/02/2016	<b>TPD (veh/día)</b>	8863	<b>Edad (años)</b>	38
<b>Año de construcción o diseño</b>	1978	<b>Vida de diseño según código (años)</b>	50	<b>Vida de servicio remanente (LDSP 2013)</b>	12 ASL1

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS	TIPO DE FALLA	FCF	CE <sub>i</sub>	
SEGURIDAD VIAL	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
	Aceras	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.3	B	0,8	2
	Señalización Vial	1	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.5	A	0,6	2
	Rotulación Carga/Altura Máxima Iluminación	No Aplica		Ver Tabla No. 2; Elemento 2.4			
ACCESORIOS	Superficie de rodamiento (puente)	1	1	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.1	A	0,6	1
	Sistema de drenaje del puente	1	2	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.2	A	0,6	2
	Juntas de expansión	1	2	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.3	A	0,6	2
ACCESOS	Superficie de rodamiento (acceso)	1	1	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	No Insp.		Ver Tabla No. 3; Elemento 3.6			
	Muros de contención en accesos	No Aplica		Ver Tabla No. 3; Elemento 3.7			
SUPERES-TRUCTURA	Tablero	3	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.1	C	1	3
TIPO VIGAS	Vigas principales de concreto	3	2	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.2	C	1	4
	Vigas diafragma de concreto	2	2	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.3	B	0,8	3
SUBESTRUCTURA	Apoyos	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.1	C	1	4
	Aletones	2	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.3	B	0,8	1
	Bastiones: Viga cabezal	3	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	C	1	1
	Bastiones: Cuerpo	No Insp.		Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2			
	Bastiones: Cimentación	No Insp.		Ver Tabla No. 5; Elemento 5.5			
	Pilas: Viga cabezal	3	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.4	C	1	1
	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 PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	2	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.1	B	1	2
	Llaves de corte	2	3	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.2	B	1	4
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	No Aplica					
	Dispositivos especiales	No Aplica					
	Protección de taludes de rellenos	2	2	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.3	B	1	3
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Escollera de protección	2	2	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.4	B	1	3
	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-PN21-2016</b>	<b>Página 44/44</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco