

 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 1/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-UP-PN10-2016

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

Preparado por:  
**Unidad de Puentes  
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica  
 Mayo, 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-PN10-2016</b>	<b>Página 2/32</b>

Información técnica del documento

<b>1. Informe:</b> LM-PI-UP-PN10-2016		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO SAN MIGUEL RUTA NACIONAL No.32		<b>4. Fecha del Informe</b> Mayo, 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 San Miguel, 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 San Miguel, Evaluación de condición.		<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 32
<b>11. Inspección e informe por:</b> Ing. Silvia Vargas Barrantes Unidad de Puentes	<b>12. Inspección y revisión por:</b> Ing. Pablo Agüero Barrantes Unidad de Puentes		
Fecha: 01/04/2016	Fecha: 01/04/2016		
<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	
Fecha: 25/05/2016	Fecha: 20/05/2016	Fecha: 30/05/2016	

 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 3/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ALCANCE DEL INFORME.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE .....</b>	<b>10</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>7. REFERENCIAS.....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....</b>	<b>29</b>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  INFORME DE INSPECCIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN10-2016</b>	<b>Página 4/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

## INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación de la condición del puente sobre el Río San Miguel, 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. La evaluación de la condición en sitio se realizó el día 03 de febrero de 2016, se había realizado una inspección previamente en marzo de 2015.


### 1. 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 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.

### 2. 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. Como resultado de la evaluación se brinda una calificación al puente según su estado de

Informe LM-PI-UP-PN10-2016	Fecha de emisión: 30 de mayo de 2016	Página 4 de 32
----------------------------	--------------------------------------	----------------

	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-PN10-2016</b>	<b>Página 5/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

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, la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición. Sin embargo, la atención de la estructura se debe de realizar haciendo un análisis integral de todos los daños detallados en la evaluación que se realiza en este informe.

Como complemento a la evaluación visual de los componentes estructurales del puente, es preferible disponer de los planos de diseño con el fin de comprender el sistema estructural del mismo. La existencia de los planos permite recolectar información 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.

### **3. DESCRIPCIÓN**

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 32, en la sección de control 70472 y cruza el río San Miguel. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito Matina, del cantón Matina, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°02'47,17"N de latitud y 83°19'30,86"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica 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-PN10-2016</b>	<b>Página 6/32</b>



**Figura A.** Ubicación geográfica 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 sus vistas principales, la vista a lo largo de la línea de centro y una vista lateral respectivamente.

Para éste puente en particular, no 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.

En el Anexo B se adjunta el formulario de inventario donde se incluyen las características básicas de la estructura.



 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 7/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

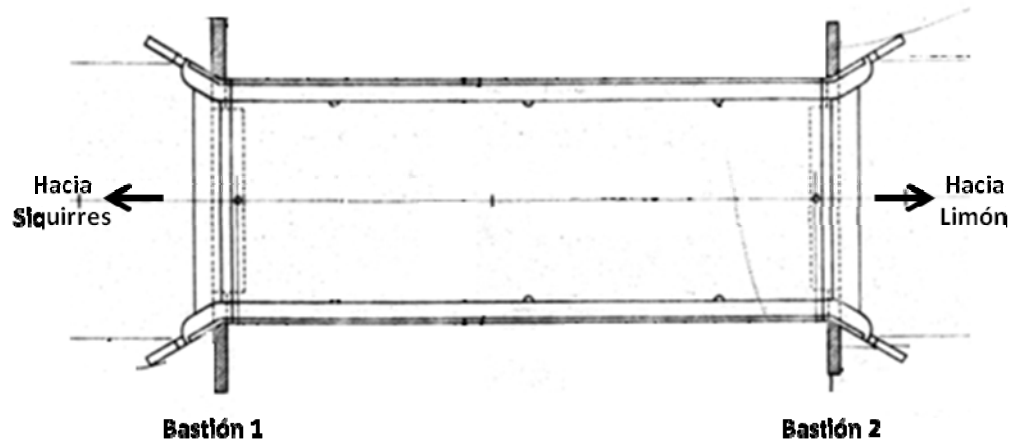


**Figura B.** Vista a lo largo de la línea de centro



**Figura C.** Vista lateral

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código: RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN10-2016</b>	<b>Página 8/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>



**(a) Vista en planta**



**(b) Elevación**


**Figura D.** Identificación utilizada para el puente sobre el río San Miguel.



 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 9/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

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

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	25,6
	Ancho total (m)	10,15
	Ancho de calzada (m)	8,4
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recta
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1, 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	Bastión 1: apoyo expansivo. Bastión 2: apoyo fijo.
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2
	Tipo de bastiones	Bastión 1, tipo cabezal sobre pilotes de concreto reforzado. Bastión 2, tipo cabezal sobre pilotes de concreto reforzado.
	Tipo de cimentación	Pilotes
<b>Diseño y construcción</b>	Año de diseño	No se tiene información
	Año de construcción	1974-1978
	Especificación de diseño original	No se tiene información
	Carga viva de diseño original	No se tiene información
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No hay evidencia de reforzamiento o rehabilitaciones
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No aplica
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No aplica

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  INFORME DE INSPECCIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN10-2016</b>	<b>Página 10/32</b>	VERSIÓN 02

#### 4. 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.6 las cuales se presentan a continuación.

En la tabla 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  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN10-2016</b>		<b>Página 11/32</b>  <b>VERSIÓN 02</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	No se observaron daños en el sistema de contención vehicular.	0	1	No hay recomendaciones.
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	Los guardavías de ambos accesos aparentaban no tener la longitud, el ángulo de esviaje, los terminales, los anclajes y las transiciones hacia la barrera rígida del puente adecuados (Valverde, 2011). Además, los postes estaban colocados en una base de concreto que no permitiría la disipación de energía del sistema, lo que disminuye su capacidad de contener vehículos en la vía en caso de un accidente (ver Figura 1 y Figura 2).	3	3	<p>Revisar las longitudes, ángulos de esviaje, terminales y anclar los guardavías a la barrera vehicular mediante un sistema de transición adecuado. Se recomienda tomar como referencia las especificaciones del capítulo 2 del <i>Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras</i> (Valverde, 2011).</p> <p>Verificar que los guardavías, terminales y transiciones estén colocados según las recomendaciones del fabricante.</p>
2.3. Aceras y sus accesos	<p>El puente contaba con bordillos de seguridad de 60cm de ancho, que es inferior al ancho mínimo de 120cm establecido por la Ley 7600 para el tránsito seguro de personas con discapacidad. Tampoco existían rampas de acceso. Las condiciones para el tránsito peatonal de personas con discapacidad en el puente son inseguras.</p> <p>La población más cercana al puente es "B-Line" y se encuentra junto al Almacén Castro, por lo que no se puede descartar la existencia de tránsito peatonal.</p>	2	3	<p>Por la edad y estado de deterioro que presenta este puente se recomienda realizar un estudio detallado para determinar si es más conveniente su sustitución o su rehabilitación.</p> <p>En caso de rehabilitación, evaluar la necesidad de construir una acera en el puente para el tránsito peatonal que cumpla con los requisitos de la Ley 7600.</p> <p>En caso de sustitución, el nuevo puente debe contar con aceras que cumplan los requisitos de la Ley 7600.</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-PN10-2016</b>		<b>Página 12/32</b>  <b>VERSIÓN 02</b>

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.4. Rótulos de carga/ altura máxima e Identificación	Se encontraron rótulos de identificación en ambos accesos al puente.	NA	NA	No hay 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>La demarcación horizontal se encontró en muy mal estado, prácticamente ausente y no se encontraron captaluces (ver Figura 3).</p> <p>No se observaron marcadores de objetos frente a la barrera vehicular en los accesos al puente.</p> <p>La ausencia de iluminación en el puente (ver 2.6) hace que el mal estado de la señalización vial sea una condición altamente riesgosa para los usuarios.</p>	3	3	<p>Volver a pintar la demarcación horizontal en el puente, colocar captaluces sobre las líneas de centro y de borde, así como marcadores de objetos en los accesos frente a la barrera vehicular.</p> <p>Establecer un programa de mantenimiento rutinario que incluya, entre otras labores, el mantenimiento de la señalización vial.</p>
2.6. Iluminación	No se observó iluminación en el puente, pero sí en sus proximidades.	2	2	Ver 2.5.

 <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-PN10-2016</b>		<b>Página 13/32</b>  <b>VERSIÓN 02</b>

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

<b>ELEMENTOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>GD</b>	<b>CE</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
3.1. Superficie de rodamiento del puente	Se observó desgaste generalizado de la carpeta asfáltica y desprendimiento de agregado. Se detectaron también varias grietas longitudinales en la carpeta (ver Figura 4).	2	2	Debido al estado de deterioro que presenta la losa (ver 4.1), en caso de rehabilitación del puente sería necesario y oportuno sustituir la superficie de rodamiento.
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	<p>Los ductos de drenaje de la superestructura se encontraban totalmente obstruidos por sedimentos y vegetación (ver Figura 4). Esta situación propicia la acumulación de agua sobre la calzada, que podría causar el hidroneo de vehículos y accidentes de tránsito sobre el puente.</p> <p>La extensión de los ductos de salida del sistema de drenaje es insuficiente según los requerimientos de la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014 (ver Figura 5). La salida del bajante debe estar 10cm por debajo de la superficie inferior de las vigas. Los ductos cuentan con una ligera inclinación hacia afuera y no se observaron manchas de humedad en las vigas exteriores que evidencien que el agua está descargando directamente sobre ellas.</p>	2	2	<p>Limpiar los bordillos del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.</p> <p>Tanto en caso de rehabilitación como de sustitución del puente, proveer a la estructura de ductos de drenaje de la extensión requerida por la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014.</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-PN10-2016</b>		<b>Página 14/32</b>  <b>VERSIÓN 02</b>

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.2. Juntas de expansión	Las juntas de expansión se encontraron totalmente obstruidas por una sobrecapa asfáltica, lo cual puede limitar la capacidad de desplazamiento del puente. Sobre la junta de expansión del acceso 2 se observaron baches y agrietamiento en sentido transversal (ver Figura 6 y Figura 7).	3	3	En caso de rehabilitar el puente, se recomienda remover el asfalto sobre las juntas de expansión, revisar la condición en que se encuentran y hacer las reparaciones correspondientes.
3.3. Superficie de rodamiento de los accesos	No se observaron daños en la superficie de rodamiento de los accesos.	0	1	No hay recomendaciones.
3.4. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	No se observaron daños en los rellenos de aproximación ni en los taludes de los accesos.	0	1	No hay recomendaciones.
3.5. Losa de aproximación	No se tuvo acceso visual a la losa de aproximación, no obstante no se observaron signos de algún problema.	0	1	No hay recomendaciones.
3.6. Sistema de drenaje de los accesos	El puente no cuenta con un sistema de drenaje en los accesos. Los taludes de los accesos están cubiertos de vegetación densa y no se observaron señales de erosión.	NA	NA	Tanto en caso de rehabilitación como de sustitución del puente, es recomendable construir un sistema de drenaje adecuado en los accesos para prevenir la erosión de los rellenos de aproximación.
3.7. Vibración	La vibración de la estructura es perceptible ante el tránsito de vehículos pesados.	NA	NA	No hay recomendaciones.

 <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-PN10-2016</b>		<b>Página 15/32</b>  <b>VERSIÓN 02</b>

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

<b>ELEMENTOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>GD</b>	<b>CE</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
4.1. Tablero (losa de concreto, rejilla de acero, tablero de acero, tablero de madera).	<p>No se tuvo acceso visual a la cara superior de la losa pues existe una superficie de rodamiento asfáltica.</p> <p>En la cara inferior se observaron grietas de 0,2mm a 0,4mm de espesor espaciadas a menos de 30cm (ver Figura 8).</p> <p>Además se encontraron varios nidos de piedra de distintos tamaños, uno de ellos de diámetro mayor a 10cm (ver Figura 8 y Figura 9), los cuales reducen el recubrimiento efectivo del acero de refuerzo y permiten la entrada de humedad y contaminantes al interior del elemento, pudiendo llegar a comprometer su durabilidad.</p>	1	3	Por la edad y el estado de deterioro que presenta este puente se recomienda realizar un estudio detallado para determinar si es más conveniente su sustitución o su rehabilitación.
4.2. Vigas principales de concreto	No se observaron daños en las vigas principales de concreto.	0	1	No hay recomendaciones.
4.3. Vigas diafragma	Se observaron algunos nidos de piedra a lo largo de los bordes de las vigas diafragma de concreto (ver Figura 10), los cuales reducen el recubrimiento efectivo del acero de refuerzo y permiten la entrada de humedad y contaminantes al interior del elemento, pudiendo llegar a comprometer su durabilidad.	1	2	<p>Ver 4.1.</p> <p>En caso de rehabilitación y de que esta contemple la conservación de las vigas diafragma, se recomienda reparar los nidos de piedra observados.</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-PN10-2016</b>		<b>Página 16/32</b>  VERSIÓN 02

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


ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p>Debido a la alta pendiente de los taludes circundantes, no fue posible aproximarse al bastión 1 por lo que no se tuvo acceso visual a los apoyos sobre este elemento.</p> <p>En los apoyos sobre el bastión 2 se observó oxidación superficial de los elementos metálicos (ver Figura 11).</p>	0	1	Tanto en caso de rehabilitación como de sustitución, establecer un programa de mantenimiento rutinario que incluya, entre otras labores, el mantenimiento del sistema de protección de pintura de los elementos metálicos de los apoyos.
5.2. Bastiones	<p>Debido a la alta pendiente de los taludes circundantes, no fue posible aproximarse al bastión 1 para inspeccionarlo de cerca.</p> <p>En el bastión 2 se detectó una grieta horizontal de espesor mayor a 1mm en la pared del cabezal (ver Figura 12).</p>	1	3	Ver 5.4.
5.3. Aletones	No se observaron daños en los aletones de los bastiones.	0	1	Ver 5.4
5.4. Cimentaciones (bastiones)	<p>Se observó exposición de los pilotes del bastión 1 (ver Figura 13), probablemente como consecuencia del fenómeno de licuación durante un evento sísmico.</p> <p>La exposición de pilotes reduce la capacidad de resistir carga axial debido a la pérdida de confinamiento del terreno circundante que aumenta la vulnerabilidad a una falla por pandeo.</p> <p><i>(continúa en página siguiente)</i></p>	2	4	En caso de rehabilitación y de que esta contemple la conservación de las cimentaciones, se recomienda restituir el terreno que se ha perdido alrededor de los pilotes expuestos del bastión 1.

	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-PN10-2016</b>		<b>Página 17/32</b>  VERSIÓN 02

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.4. Cimentaciones (bastiones)	Lo anterior se puede agravar en el caso de un evento sísmico ya que se induce esfuerzos de flexión en los pilotes que son elementos diseñados para soportar carga axial y generalmente cuentan con una capacidad a flexión limitada.			(ver página anterior)

**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	Por limitaciones de acceso no fue posible medir la longitud de asiento en los bastiones.	NI	NI	No hay recomendaciones.
6.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte, cadenas, anclajes o dispositivos de aislamiento sísmico).	Al momento de la inspección no se observaron dispositivos de este tipo en el puente.  Los apoyos fijos del puente únicamente están unidos al bastión mediante pernos de anclaje.	3	4	Realizar un análisis estructural ante cargas sísmicas que lleve a diseñar y construir dispositivos para prevención de colapso para el puente. Para esto se recomienda seguir las disposiciones establecidas en el Manual para rehabilitación sísmica de puentes de FHWA (FHWA, 2006) y lo establecido en los Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes (CFIA, 2013).
6.3. Protección de taludes de relleno	Los taludes del relleno de aproximación están cubiertos de vegetación densa y no se observaron señales de erosión.	0	1	No hay recomendaciones.

 <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-PN10-2016</b>		<b>Página 18/32</b>  <b>VERSIÓN 02</b>

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.4. Protección de taludes frente al bastión	<p>Al momento de la inspección no se observaron escolleras ni ningún otro elemento de protección en los taludes frente a los bastiones.</p> <p>Dada la condición de exposición en que se encuentran los pilotes del bastión 1, la ausencia de estos elementos aumenta la vulnerabilidad de la estructura.</p>	3	4	Tanto en caso de rehabilitación como de sustitución, se recomienda incorporar un sistema de protección para los taludes frente a los bastiones.
6.5. Cauce del río	Al momento de la inspección no se detectaron signos de problemas en el cauce del río.	NA	NA	No hay recomendaciones.



**Figura 1.** Transición inadecuada de los guardavías hacia la barrera vehicular 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-PN10-2016</b>	<b>Página 19/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>



**Figura 2.** Terminación inadecuada de los guardavías y postes enterrados en bases de concreto.



**Figura 3.** Demarcación horizontal en mal estado y captaluces ausentes.

	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-PN10-2016</b>	<b>Página 20/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>



**Figura 4.** Desgaste de la carpeta asfáltica con desprendimiento de agregado, grieta longitudinal paralela al bordillo y obstrucción de los ductos de drenaje.



**Figura 5.** Extensión insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje.

Informe LM-PI-UP-PN10-2016	Fecha de emisión: 30 de mayo de 2016	Página 20 de 32
----------------------------	--------------------------------------	-----------------



 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 21/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>



**Figura 6.** Obstrucción de la junta de expansión del acceso 2 por una sobrecapa asfáltica, agrietamiento y baches sobre la junta.



**Figura 7.** Obstrucción de la junta de expansión del acceso 1 por una sobrecapa asfáltica.

 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 22/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>



**Figura 8.** Agrietamiento y nido de piedra de dimensión mayor a 10cm en la cara inferior de la losa.



**Figura 9.** Nidos de piedra de menor tamaño en la cara inferior de la losa.



 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 23/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>



**Figura 10.** Nidos de piedra en los bordes de las vigas diafragma.



**Figura 11.** Oxidación superficial de los elementos metálicos de los apoyos.



 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 24/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>



**Figura 12.** Grieta horizontal en la pared del cabezal del bastión 2.



**Figura 13.** Pilotes del bastión 1 expuestos.

 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 25/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente río San Miguel 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 SERIO, según la Tabla No.7:

**Tabla No. 7.** Estado de conservación del puente sobre el río San Miguel (RN32).

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

Se asigna esta condición debido a los siguientes hallazgos:

- a. Una sección de los pilotes del bastión 1 se encuentra totalmente expuesta, muy probablemente como consecuencia del fenómeno de licuación durante un evento sísmico. La ausencia de escolleras o elementos de protección similares aumenta la vulnerabilidad de la estructura.
- b. Ausencia de dispositivos de prevención de colapso.

Además, se observó lo siguiente:

- c. Agrietamiento y nidos de piedra en la cara inferior de la losa de concreto.

	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-PN10-2016</b>	<b>Página 26/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

- d. Grieta horizontal de espesor mayor a 1mm en la pared del cabezal del bastión 2.
- e. Nidos de piedra a lo largo de los bordes de las vigas diafragma de concreto.
- f. Oxidación superficial de los elementos metálicos de los apoyos sobre el bastión 2.
- g. Instalación inadecuada del sistema de contención vehicular de los accesos, lo que disminuye su capacidad de contener vehículos en la vía en caso de un accidente. Su terminal inadecuada representa un riesgo para los usuarios.
- h. Obstrucción de las juntas de expansión por una sobrecapa asfáltica.
- i. Obstrucción de los ductos de drenaje de la superestructura por sedimentos y vegetación.
- j. Extensión insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje según los requerimientos de AASHTO LRFD 2014.
- k. Desgaste generalizado, desprendimiento de agregado y grietas longitudinales en la carpeta asfáltica.
- l. Demarcación horizontal en mal estado, ausencia de captaluces y ausencia de marcadores de objeto frente a la barrera vehicular. La ausencia de iluminación en el puente hace que el mal estado de la señalización vial sea una condición altamente riesgosa para los usuarios.

Por la edad y el estado de deterioro que presenta este puente se recomienda realizar un estudio detallado para determinar si es más conveniente su sustitución o su rehabilitación.

En caso de rehabilitación, se recomienda:

1. Sustituir la superficie de rodamiento del puente.
2. Remover el asfalto sobre las juntas de expansión, revisar la condición en que se encuentran y hacer las reparaciones correspondientes.

Informe LM-PI-UP-PN10-2016	Fecha de emisión: 30 de mayo de 2016	Página 26 de 32
----------------------------	--------------------------------------	-----------------

 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 27/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

3. Estudiar con detalle la condición de la losa para determinar si es más conveniente su reparación o su sustitución.
4. Evaluar la necesidad de construir una acera en el puente para el tránsito peatonal que cumpla con los requerimientos de la Ley 7600.

Tanto en caso de rehabilitación como de sustitución, se recomienda:

1. Incorporar un sistema de protección para los taludes frente a los bastiones.
2. Construir un sistema de drenaje adecuado en los accesos para prevenir la erosión de los rellenos de aproximación.
3. Proveer a la estructura de ductos de drenaje de la extensión requerida por la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014.
4. Colocar marcadores de objeto en los accesos frente a la barrera vehicular.
5. Colocar guardavías con terminales y transiciones según las recomendaciones del fabricante y del capítulo 2 del *Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras* (Valverde, 2011).
6. Establecer un programa de mantenimiento rutinario que incluya el mantenimiento del sistema de protección de pintura de los elementos metálicos de los apoyos, de señalización vial y la limpieza de los bordillos.
7. En caso de sustitución, el nuevo puente debería contar con aceras que cumplan los requisitos de la Ley 7600.

Por último, se recomienda realizar los trabajos de rehabilitación y mantenimiento necesarios siguiendo las mejores prácticas y estándares internacionales en ingeniería de puentes, procurando la asesoría de profesionales con experiencia en este tema.

 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 28/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

## 6. REFERENCIAS

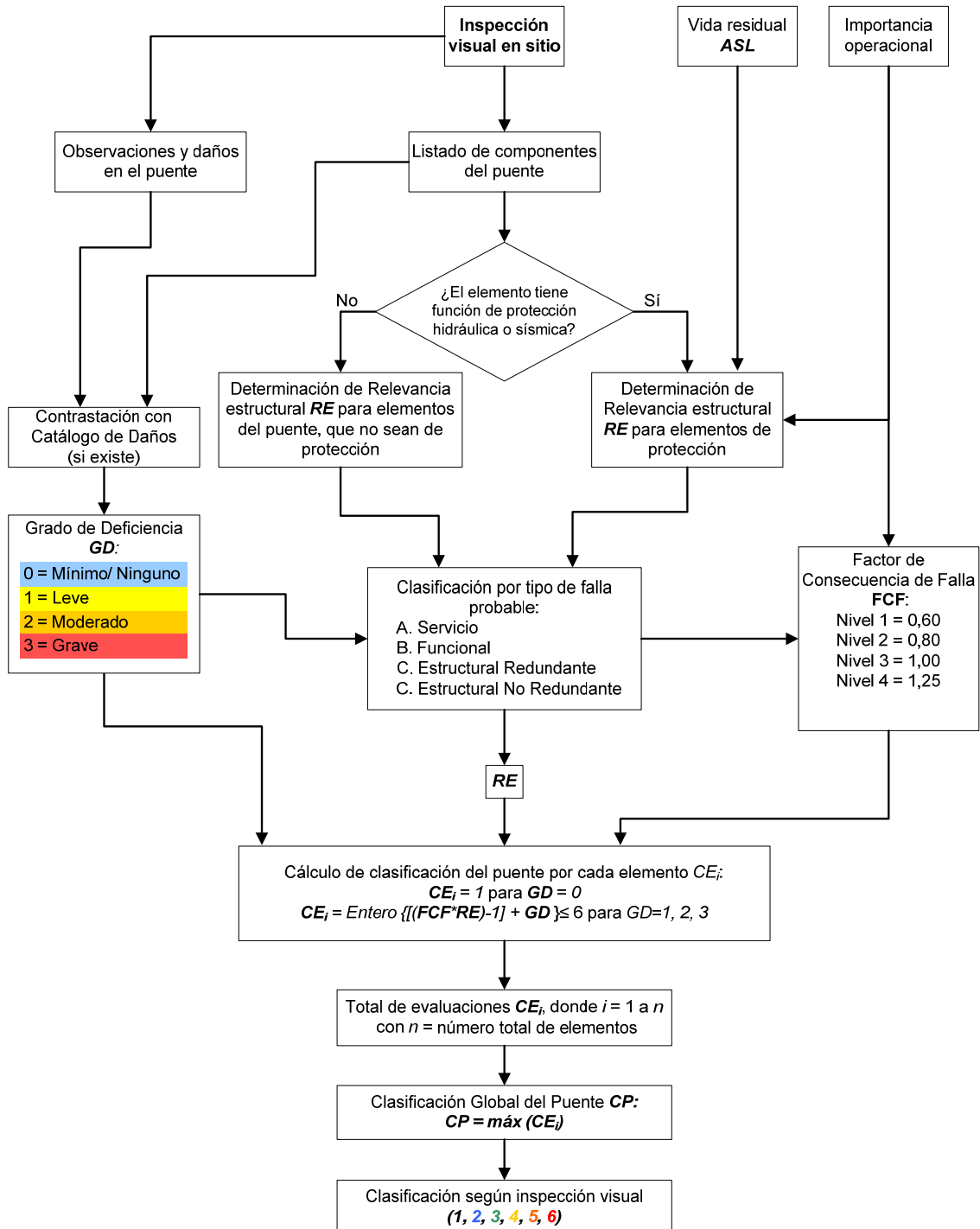
1. AASHTO (2014). *LRFD Bridge Design Specifications. Seventh Edition with 2015 Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. AASHTO (2014). *Manual for Bridge Element Inspection. First Edition with 2015 Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
3. CFIA (2013). *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes*. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica.
4. MOPT (2013). *Anuario de Información de Tránsito 2013*. Dirección de Planificación Sectorial. Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

 <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-PN10-2016</b>	<b>Página 29/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

# ANEXO A

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





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

 <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-PN10-2016</b>		<b>Página 31/32</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
	INFORME DE INSPECCIÓN		
<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN10-2016</b>		<b>Página 32/32</b>	<b>VERSIÓN 02</b>

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

Nombre del puente y Ruta	Río San Miguel	Importancia Operacional (LDSP 2013)	Crítico	Código Importancia	CR		
Fecha Evaluación	03/02/2016	TPD (veh/día)	8135	Edad (años)	40		
Año de construcción o diseño	1976	Vida de diseño según código (años)	50	Vida de servicio remanente (LDSP 2013)	10	ASL1	
ELEMENTO	RE	GD	REFERENCIA A TABLA DE DAÑOS O	TIPO DE FALLA	FCF	CE <sub>i</sub>	
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	0	2.1	B	0,8	1
	Barrera vehicular (accesos)	1	3	2.2	A	0,6	3
	Aceras	2	2	2.3	B	0,8	3
	Señalización Vial	1	3	2.5	A	0,6	3
	Rotulación Carga/Altura Máxima Iluminación	1	No Aplica	2.6	A	0,6	2
ACCESORIOS	Superficie de rodamiento (puente)	1	2	3.1	A	0,6	2
	Sistema de drenaje del puente	1	2	3.2	A	0,6	2
	Juntas de expansión	1	3	3.3	A	0,6	3
ACCESOS	Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	3.4	A	0,6	1
	Relleno de aproximación	2	0	3.5	B	0,8	1
	Losa de aproximación	2	0	3.6	B	0,8	1
SUPERES-TRUCTURA TIPO VIGAS	Muros de contención en accesos	2	No Aplica		B	0,8	
	Tablero	3	1	4.1	C	1	3
	Vigas principales de concreto o acero	3	0	4.2	C	1	1
SUPERES-TRUCTURA TIPO	Vigas diafragma de concreto o acero	2	1	4.3	B	0,8	2
	Sistema de arriostramiento de acero	2	No Aplica		B	0,8	
	Tablero	3	No Aplica		C	1	
TIPO ARMADURA	Armaduras de acero	4	No Aplica		ELEGIR		
	Sistema de arriostramiento	2	No Aplica		B	0,8	
	Vigas transversales y largueros de piso	3	No Aplica		C	1	
SUPERES-TRUCTURA TIPO CAJÓN	Tablero	3	No Aplica		C	1	
	Cajón de concreto o acero	3	No Aplica		C	1	
	Vigas diafragma de concreto o acero	2	No Aplica		B	0,8	
SUPERES-TRUCTURA TIPO COLGANTE/ATIRANTADA	Sistema de arriostramiento	2	No Aplica		B	0,8	
	Tablero	3	No Aplica		C	1	
	Cables principales	4	No Aplica		ELEGIR		
SUPERESTRUCTURA TIPO ARCO	Tirantes o péndolas	4	No Aplica		B	1	
	Anclajes	4	No Aplica		B	1	
	Vigas/Armaduras rigidizadora	3	No Aplica		B	1	
SUPERESTRUCTURA TIPO ARCO	Vigas transversales y largueros de piso	3	No Aplica		C	1	
	Tablero	3	No Aplica		B	1	
	Cuerpo principal del arco	4	No Aplica		ELEGIR		
SUBESTRUCTURA	Apoyos	3	0		C	1	1
	Aletones	2	0		B	0,8	1
	Bastiones: Viga cabezal	3	1		C	1	3
	Bastiones: Cuerpo	3	No Aplica		C	1	
	Bastiones: Cimentación	3	2		C	1	4
	Pilas: Viga cabezal	3	No Aplica		C	1	
	Pilas: Cuerpo tipo columna	4	No Aplica		ELEGIR		
	Pilas: Cuerpo tipo marco	4	No Aplica		ELEGIR		
	Pilas: Cuerpo tipo muro o marco con pa	3	No Aplica		ELEGIR		
	Pila: Cimentación	4	No Aplica		ELEGIR		
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Torres (puente colgante o atirantado)	4	No Aplica		D	1	
	Bloques de anclaje (puente colgante o	4	No Aplica		D	1	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	2	No Insp.	6.1	C	0,8	
	Llaves de corte	2	3	6.2	C	0,8	4
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	2	3	6.2	C	0,8	4
	Dispositivos especiales	2	3	6.2	C	0,8	4
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Protección de taludes de rellenos	2	0		A	0,8	1
	Escollera de protección	2	3	6.4. Amenaza Ocasional, Crítico, ASL1	B	0,8	4
PROTECCIÓN	Protección de socavación en pilas	2	No Aplica		ELEGIR		
						CP =	4
						Condición Seria	

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

Informe LM-PI-UP-PN10-2016	Fecha de emisión: 30 de mayo de 2016	Página 32 de 32
----------------------------	--------------------------------------	-----------------