



## PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

**LM-PI-GM-INF-07-2020**

# **INFORME DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PUENTES MUNICIPALES EN EL CANTÓN DE CAÑAS**

Preparado por:  
**Unidad de Gestión Municipal**

San José, Costa Rica  
Setiembre 2020



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la ley 8114 según la reforma aprobada en la ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

**Información técnica del documento**

<b>1. Informe</b> LM-PI-GM-INF-07-2020		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> Informe de inspección y evaluación de los puentes municipales en el cantón Cañas		<b>4. Fecha del Informe:</b> Setiembre 2020
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de Cañas, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>6. Notas complementarias</b>		
<b>7. Resumen</b> Este informe forma parte de varios productos generados en función de una asesoría técnica por parte del LanammeUCR hacia la Municipalidad de Cañas, dentro del marco de las competencias establecidas en la Ley 8114 y 8603; por medio de la solicitud planteada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Cañas mediante el oficio OFC-ALC-301-2020 de fecha 12 de Agosto de 2020.  El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de 6 puentes ubicados en la Red Vial Cantonal de Cañas, mostrando los principales aspectos que se consideran necesarios atender en cada caso. La información ha sido recabada en campo por parte de personal del LanammeUCR con el objetivo de priorizar las intervenciones en los puentes, así como contar con una base de datos georreferenciados sobre la condición general de cada estructura.  Para esta evaluación se ha seguido la metodología de inspección establecida en el Manual de Inspección de Puentes, del Ministerio de Obras Públicas (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2007).		
<b>8. Palabras clave</b> Inspección de puentes, Cañas	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Número de páginas:</b> 29
<b>11. Preparado por:</b> Ing. Josué Quesada Campos, MEng. Unidad de Gestión Municipal  _____ Fecha / /		
<b>12. Revisado por:</b> Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad de Gestión Municipal  _____ Fecha / /	<b>13. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor legal LanammeUCR  _____ Fecha / /	<b>14. Aprobado por:</b> Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora PITRA  _____ Fecha / /

## Índice de Contenidos

1. Introducción .....	5
2. Objetivos .....	5
3. Alcance del informe .....	5
4. Descripción general.....	7
5. Resultados principales de la evaluación de cada puente.....	9
Puente: Río Cañas Hotel-Bebedro (Ruta Cantonal 5-06-065) .....	10
Puente: Río Cañas Vergel (Ruta Cantonal 5-06-027) .....	12
Puente: Río Santa Rosa (Ruta Cantonal 5-06-022) .....	15
Puente: Río Corobici Palmira (Ruta Cantonal 5-06-036).....	17
Puente: Río Magdalena (Ruta Cantonal 5-06-001) .....	21
Puente: Río Piedras Santa Fe ( Ruta Cantonal 5-06-061).....	23
6. Conclusiones.....	26
7. Recomendaciones.....	27
8. Referencias .....	28
9. Anexos .....	29

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Descripción de los puentes inspeccionados en Cañas .....	7
<b>Tabla 2:</b> Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente.....	9
<b>Tabla 3:</b> Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Cañas Hotel-Bebedero (5-06-065) .....	10
<b>Tabla 4:</b> Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Cañas Vergel (5-06-027).....	12
<b>Tabla 5:</b> Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Santa Rosa (5-06-022) .....	15
<b>Tabla 6:</b> Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Corobici Palmira (5-06-036) .....	17
<b>Tabla 7:</b> Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Magdalena (5-06-001).....	21
<b>Tabla 8:</b> Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Piedras – Santa Fe (5-06-061) .....	23
<b>Tabla 9:</b> Priorización propuesta de intervenciones en los puentes del cantón de Cañas de acuerdo a su condición .....	26

## 1. Introducción

El presente documento presenta la evaluación de la condición de seis puentes en el cantón de Cañas ubicados en diferentes rutas cantonales, producto de las inspecciones y evaluaciones visuales de campo realizadas por personal de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, como parte de la asesoría técnica solicitada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad, por medio del oficio OFC-ALC-301-2020 emitido por este municipio en Agosto de 2020.

Las inspecciones fueron realizadas en el mes de Setiembre de 2020. Los lineamientos seguidos durante todo el proceso corresponden con los indicados en el *Manual de Inspección de Puentes* (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2007), del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Los formularios establecidos, los cuales han sido procesados por personal del LanammeUCR, constituyen junto con este documento en el principal insumo de diagnóstico y evaluación de la condición de los puentes inspeccionados, los formularios son entregados como anexos a este documento.

## 2. Objetivos

- Presentar los principales deterioros y daños identificados en cada puente inspeccionado, señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención por parte de la Municipalidad de Cañas.
- Proporcionar recomendaciones generales sobre mantenimiento y reparación, para la toma de decisiones por parte de la Municipalidad, en aras de mejorar la condición estructural y funcional de los puentes evaluados.
- Recomendar una priorización para la intervención de las estructuras, mismas que han sido clasificadas dentro de seis categorías generales de condición: satisfactoria, regular, deficiente, seria, alarmante y falla inminente.

## 3. Alcance del informe

La valoración de los puentes se basa en una evaluación visual, por lo que se limita a la presentación de aquellos aspectos que se consideran importantes de atender para cada estructura; esto a partir del estudio de los informes de inspección rutinaria, mismos que son complemento de este informe de condición.

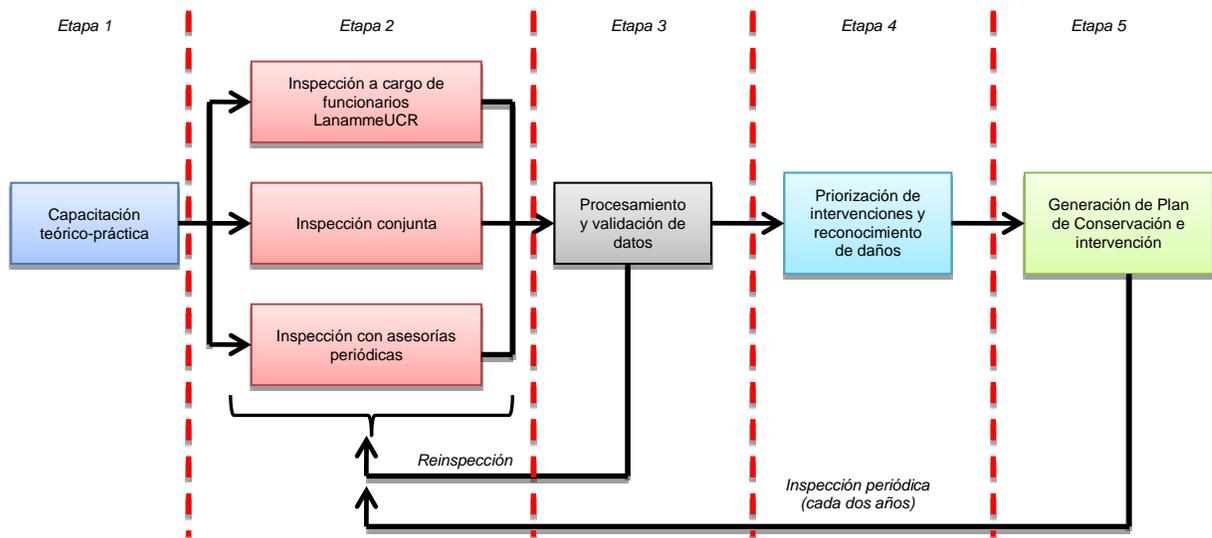
No se brindan soluciones específicas para cada caso, sino que se dan recomendaciones basadas en los deterioros y daños observados y, en las condiciones de los principales componentes estructurales del puente, según sea el caso.

Los criterios utilizados para la clasificación de los puentes y su designación dentro de cada categoría de deterioros y daños, se basan en la revisión en sitio y el registro fotográfico de cada puente, por lo tanto, son criterios basados en la inspección visual, experiencia y criterio profesional. En ningún caso corresponde a la ejecución de pruebas en campo, instrumentación o ensayos de carga en los puentes.

Tampoco se cuenta con la información correspondiente a los planos constructivos, registros de inspecciones previas e historial de mantenimiento. Por lo que esta evaluación no realizará estimaciones de costo de las reparaciones generales propuestas, ni el cálculo de la capacidad de carga de ninguna de las estructuras inspeccionadas.

La información mostrada en este documento y en los formularios de inspección no se considera suficiente para la creación de planos constructivos o carteles de licitación. Constituye un diagnóstico preliminar, a partir de una evaluación visual, de la condición actual de estas estructuras, por lo que corresponde a la Municipalidad de Cañas la decisión sobre la priorización de las intervenciones, así como su diseño y construcción.

En la figura 1 se resume la metodología que se utilizó para este proceso de inspección:



**Figura 1:** Metodología de inspección propuesta

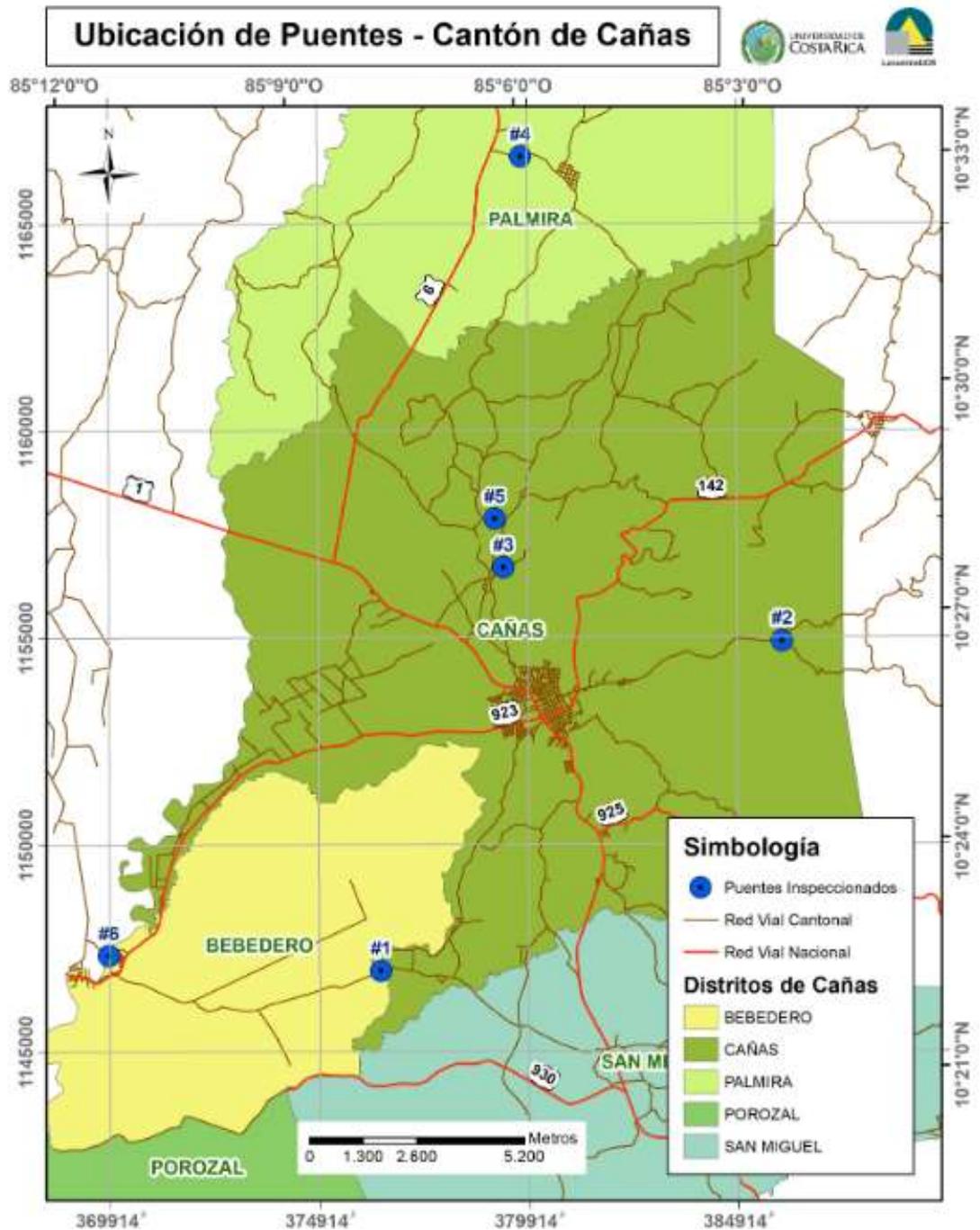
Fuente: Curso inventario e inspección de puentes cantonales (LanammeUCR, 2016)

#### 4. Descripción general

Los puentes que se han inspeccionado se caracterizan por presentar estructuras típicas que consisten, en su mayoría, en puentes simplemente apoyados, dos bastiones y una superestructura; principalmente formados por vigas de acero y concreto, con sistemas de losa y longitudes variables entre 8,1 m y 55,8 m. Los puentes inspeccionados se ubican en los distritos de Cañas, Bebedero y Palmira. La tabla 1 resume sus características principales:

**Tabla 1:**  
*Descripción de los puentes inspeccionados en Cañas*

	Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de superestructura	Coordenadas (CRTM)		Condición
				Latitud	Longitud	
1	Puente Río Cañas Hotel Bebedero (Ruta cantonal 5-06-065)	20,1	Losetas de concreto sobre vigas de acero	10,37051	85,12876	Deficiente
2	Puente Cañas Vergel (Ruta cantonal 5-06-027)	55,1	Modular tipo Bailey	10,44282	85,04133	Regular
3	Puente Río Santa Rosa (Ruta cantonal 5-06-022)	37,0	Losetas de concreto sobre vigas de concreto presforzado	10,45871	85,10209	Regular
4	Puente Río Corobici Palmira (Ruta cantonal 5-06-036)	36,8	Modular tipo Bailey	10,54849	85,09846	Deficiente
5	Puente Río Magdalena (Ruta cantonal 5-06-001)	8,1	Losa de concreto sobre vigas de acero	10,46931	85,10401	Seria
6	Puente Piedras Santa Fe (Ruta cantonal 5-06-061)	55,8	Losa de concreto sobre vigas de acero	10,37374	85,18809	Regular



**Figura 2:** Mapa de ubicación de los puentes inspeccionados en Cañas  
Fuente: LanammeUCR

## 5. Resultados principales de la evaluación de cada puente

En esta sección se presentan los principales deterioros y daños encontrados en cada puente inspeccionado durante este proceso. Se brinda una breve explicación de los posibles riesgos asociados y una recomendación general de cómo proceder para cada caso, tablas 3-8.

La clasificación de cada puente corresponde a una valoración de los tipos de deterioros y daños, el elemento afectado y la extensión del mismo. Los criterios de clasificación se basan en la tabla 2:

**Tabla 2:**

*Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente*

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 (Debe estar 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

Fuente: Informe LM-PI-UP-05-2015 Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes (Muñoz-Barrantes, y otros, 2015)

**Tabla 3:**

*Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Cañas Hotel-Bebedero (5-06-065)*

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
<b>Superestructura</b>			
 <p>Agrietamientos leves en losa superior y desnudamiento de agregados.</p>	<p>La cara superior de la losa presenta desnudamiento de agregados y agrietamientos (severidad baja).</p>	<p>Los agregados expuestos y los agrietamientos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p> <p>Con el paso del tiempo los agregados pueden desprenderse y generar agujeros en la losa.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua. Esto de acuerdo a los lineamientos de la sección 559 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<b>Subestructura</b>			
 <p>Se identifica inicio de socavación en ambos bastiones.</p>	<p>Se identifica inicio de socavación en la fundación de ambos bastiones (severidad regular).</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia según lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

 <p>Falla del muro de gaviones de margen derecha, se considera necesario realizar obras de encauzamiento y retención.</p>	<p>El muro de gaviones contiguo al aletón de margen derecha aguas arriba presenta deformaciones excesivas y colapso parcial (severidad seria).</p>	<p>Se considera necesario construir obras de protección para el acceso de margen derecha pues la evidencia en sitio muestra que el río tiende a impactar esta zona del puente durante las crecientes.</p>	<p>Construir obras de protección para el aletón indicado colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia según los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente. Considerar la reconstrucción del muro de gaviones.</p>
<b>Accesorios</b>			
 <p>El puente no tiene barandas (condición riesgosa).</p>	<p>El puente no tiene barandas, lo cual representa un riesgo a los usuarios (severidad seria).</p>	<p>Al no existir un sistema de contención, todos los usuarios de la vía corren riesgo de una caída al cauce.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (LanammeUCR, 2011).</p>
 <p>Obstrucción parcial de juntas de expansión y material suelto en superficie de ruedo.</p>	<p>Las juntas del puente no poseen un sello en las juntas de expansión, permitiendo el paso de sedimento y aguas hacia los bastiones (severidad regular).</p>	<p>La acumulación de sedimentos favorece la generación de óxido en los apoyos del puente.</p>	<p>Sellar las juntas de expansión con un sello de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta. Esto según los lineamientos de la sección 567 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

**Tabla 4:**

*Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Cañas Vergel (5-06-027).*

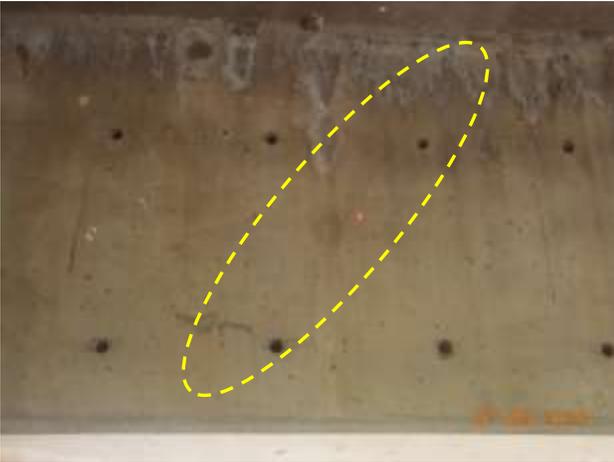
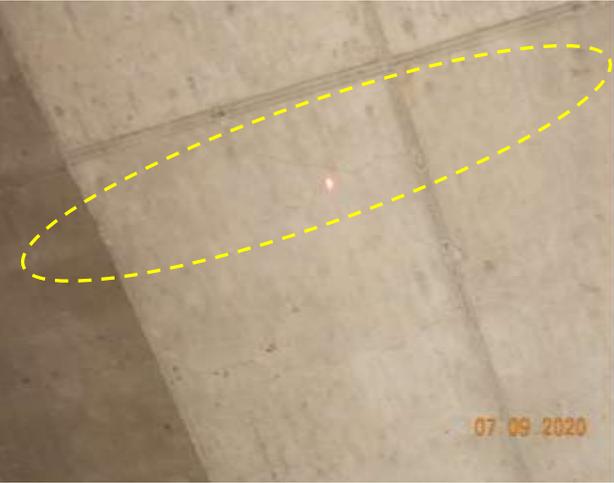
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
<b>Superestructura</b>			
 <p>Desprendimiento de sello asfáltico en algunos paneles.</p>	<p>Se identifican algunos paneles del sistema de piso a los cuales se les ha desprendido parte del sello asfáltico de superficie de ruedo (seeridad regular).</p>	<p>La presencia de este sello asfáltico permite una mayor fricción y adherencia de los vehículos, aumento la efectividad del frenado de los mismos. El desprendimiento de este sello aumenta la posibilidad de un accidente por pérdida de control de los vehículos.</p>	<p>Realizar un reemplazo del sello asfáltico en los paneles de piso que presentan el desprendimiento. Esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 411 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Algunos pasadores presentan oxidación e inicios de corrosión.</p>	<p>Se identifica oxidación e inicios de corrosión en algunos pasadores de conexión entre los paneles laterales del puente (severidad regular).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

 <p>Las vigas principales del puente presentan deformación longitudinal en ambos costados.</p>	<p>Se identifica en ambos costados del puente que las vigas principales presentan deformaciones longitudinales (severidad regular).</p>	<p>Este tipo de deformaciones longitudinales son esperables en este tipo de puente modular, sin embargo las mismas indican la presencia de sobrecargas en el puente que han ocasionado el desalineamiento de las vigas.</p>	<p>Colocar señalización vertical que restrinja el paso de vehículos con cargas superiores a las establecidas por el fabricante para esta configuración y longitud establecida (puente marca Acrow double simple con cuerda reforzada). Esto según los lineamientos del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001) o su versión vigente.</p>
<b>Subestructura</b>			
 <p>Mal manejo de aguas ha generado carcavas en protección de talud del bastión de margen izquierda.</p>	<p>El encauzamiento inadecuado de las aguas de escorrentía provenientes de una cuneta en el acceso de margen izquierda ha provocado el deslizamiento del material colocado frente al bastión (severidad regular).</p>	<p>Este material se ha comenzado a deslizar hacia el cauce del río poniendo en riesgo la estabilidad del material de soporte del bastión.</p>	<p>Realizar obras de canalización de las aguas de escorrentía hacia una zona alejada del bastión, según los lineamientos de la sección 204 y 608 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

 <p>Inicios de socavación en bastión de margen derecha.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en las fundaciones del bastión de margen derecha (severidad regular).</p>	<p>Esta socavación puede avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo del bastión y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia de acuerdo con la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<b>Accesorios</b>			
 <p>Se requiere limpieza en la zona de apoyos y remoción de vegetación en accesos.</p>	<p>La zona de los apoyos se muestra con sedimentos y acumulaciones de humedad que facilitan la oxidación (severidad regular).</p>	<p>Los apoyos son las zonas de transición entre superestructura y subestructura, por lo que su condición debe ser adecuada.</p>	<p>Realizar una limpieza profunda de los apoyos aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

**Tabla 5:**

*Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Santa Rosa (5-06-022).*

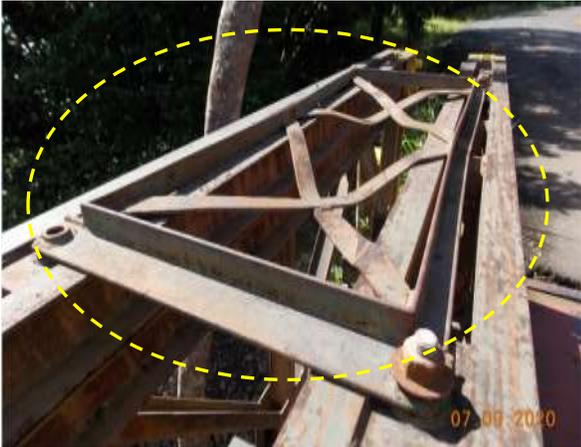
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
<b>Superestructura</b>			
 <p>Se identifican agrietamientos por cortante en las vigas principales de concreto reforzado (margen derecha).</p>	<p>Se identifican grietas por cortantes en las vigas de concreto reforzado (severidad media).</p>	<p>Las grietas por cortante representan un mecanismo de falla indeseable para este tipo de vigas (secciones usualmente controladas por fallas a tensión).</p>	<p>Dar seguimiento periódico a la aparición de nuevas grietas o ampliación de las actuales.</p> <p>De agravarse el problema considerar la utilización de refuerzos externos (utilizando fibra de carbono, por ejemplo).</p>
 <p>Se identifican grietas por flexión leves en la zona inferior de la losa (superestructura #2).</p>	<p>Se identifican grietas por flexión en la zona inferior de la losa en superestructura #2 (severidad regular).</p>	<p>Este tipo de agrietamiento es esperable para este tipo de elemento estructural.</p>	<p>Dar seguimiento periódico a la aparición de nuevas grietas o ampliación de las actuales.</p> <p>De agravarse el problema considerar la utilización de refuerzos externos (utilizando fibra de carbono, por ejemplo).</p>

	<p>Desgaste superficial leve en losa del puente, algunos agregados están expuestos (severidad baja).</p>	<p>Los agregados expuestos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua. Esto de acuerdo a los lineamientos de la sección 559 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p><b>Accesorios</b></p>			
	<p>Los drenajes del puente no tienen extensiones, esto puede ocasionar daños en las vigas (severidad regular).</p>	<p>El manejo inadecuado de las aguas de escorrentía favorece la generación de daños en las vigas.</p>	<p>Colocar extensiones de al menos 1 metro de longitud por debajo del nivel inferior de las vigas en cada salida de los drenajes de la losa.</p>
<p>Es necesario extender los tubos de drenaje para alejarlos de la estructura.</p>	<p>Las barandas del puente presentan desprendimiento de la pintura (severidad regular).</p>	<p>Se requiere que estos elementos sean visibles y se reparen los deterioros observables.</p>	<p>Aplicar una capa de pintura retroreflectiva que ofrezca mayor visibilidad de la misma, según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
	<p>Se requiere pintar las barandas del puente.</p>		

**Tabla 6:**

*Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Corobici Palmira (5-06-036)*

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
<b>Superestructura</b>			
 <p>Oxidación y corrosión inicial de cerchas (se requieren labores de remoción de oxidación y pintura).</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (severidad: regular).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Los tensores del puente están flojos, considerar un ajuste de tensión.</p>	<p>Los tensores del sistema de piso del puente han perdido su tensión y actualmente no ofrecen rigidez lateral (severidad media).</p>	<p>La función de los tensores del sistema de piso es evitar deformaciones laterales entre módulos, al estar flojos los mismos no colaboran con la reducción de deformaciones en el sistema de piso.</p>	<p>Evaluar la condición de cada uno de los tensores, retirar la oxidación presente, aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente. Utilizar los dispositivos mecánicos de ajuste existentes para volver a ajustarlos.</p>

 <p>Algunos rigidizadores de las cerchas estan torcidos y con tornillos faltantes.</p>	<p>Se identificaron en el puente dos elementos de deformaciones y pérdidas de algunos de los tornillos de sujeción (severidad regular).</p>	<p>Estos elementos tienen la función de mantener la separación entre las dos líneas de vigas principales (barandas). Las deformaciones vistas y la rotura de tornillos son indicativos de sobrecargas en el puente.</p>	<p>Restituir los elementos dañados y tornillos faltantes con elementos nuevos de resistencias iguales o superiores.</p>
 <p>Superficie de rodamiento presenta agrietamientos con bordes filosos (múltiples puntos), los paneles están sueltos y generan golpes a las vigas transversales.</p>	<p>El sistema de piso del puente fue remodelado (originalmente fue de madera). Las láminas de acero muestran fracturas que presentan bordes filosos que representan un riesgo para los usuarios (severidad seria).</p>	<p>Estos elementos rotos son coincidentes con zonas de paso de las ruedas de los vehículos donde el sistema de piso remodelado no cuenta con apoyo directo. Esto puede causar cortes en las llantas de los vehículos y lesiones en los demás usuarios de la vía (peatones, ciclistas, motociclistas).</p>	<p>Realizar sustituciones de las láminas con mayores daños y reparaciones puntuales en los casos menos severos según los lineamientos de la sección 467 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

<b>Subestructura</b>			
	<p>Se identifica perdida de material relleno del acceso de margen izquierda a través de marco del bastión (severidad seria) .</p>	<p>Este tipo de bastión cuenta con dos columnas de soporte y una viga cabezal pero no tiene una pantalla de soporte para el material de relleno del acceso, a través de este espacio se puede ver como el material de relleno tiende a deslizarse.</p>	<p>Construir una obra de retención tipo muro entre las columnas del marco del bastión para que brinde soporte a este material, esto según los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>Se requieren obras de retención para el relleno de aproximacion de margen izquierda por debajo del bastión.</p>			
<b>Accesos</b>			
	<p>Existe un desnivel de al menos 0,1 m entre el nivel de rasante de los accesos y el nivel de rasante del puente generando golpes fuertes al ingreso de los vehículos (severidad seria).</p>	<p>La remoción de las piezas de madera (tablones) del puente y su sustitución por láminas de acero en asocio con la construcción de capas sucesivas de mezcla asfáltica en ambos accesos provoca este importante desnivel que puede afectar considerablemente el funcionamiento del sistema de piso en estas zonas. Adicionalmente, esta condición provoca maniobras que pueden ocasionar un accidente.</p>	<p>Se considera necesario realizar obras de nivelación en ambos accesos del puente. Para esto sería necesario retirar el material asfáltico y realizar una reconformación de la estructura de pavimento para crear una transición suave hacia el puente (estilo rampa) siguiendo los lineamientos de la sección 303 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>Existen desniveles en ambos accesos por la diferencia de altura entre la rasante y la superficie de ruedo.</p>			

	<p>En la margen derecha del cauce del puente se identifican obras de protección en las cercanías del puente, sin embargo las mismas podrían ser extendidas para mejorar la seguridad de la estructura (severidad regular).</p>	<p>La morfología del río hace que el mismo tienda a desgastar la margen derecha, esto ha generado afectaciones en el pasado por lo que se ha colocado un enrocado en las cercanías del puente, sin embargo la zona de afectación es mayor aguas arriba.</p>	<p>Extender la protección de la margen derecha del cauce según los lineamientos de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<b>Accesorios</b>			
	<p>La zona de los apoyos se muestra con sedimentos y acumulaciones de humedad que facilitan la oxidación (severidad regular).</p>	<p>Los apoyos son las zonas de transición entre superestructura y subestructura, por lo que su condición debe ser adecuada.</p>	<p>Realizar una limpieza profunda de los apoyos aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
	<p>La demarcación de línea central en el puente puede generar un accidente al indicar a los conductores que existe espacio suficiente para el paso de dos vehículos a la vez.</p>	<p>El puente es de un único carril (ancho de calzada de 3,5m) por lo que esta demarcación es inadecuada.</p>	<p>Remover la demarcación existente de línea de centro según los lineamientos de la sección 633.07 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>La demarcación de línea de centro del puente es peligrosa, pues el puente no cuenta con el ancho para dos carriles.</p>			

**Tabla 7:**

*Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Magdalena (5-06-001).*

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
<b>Superestructura</b>			
 <p>Vigas principales presentan una deformación considerable producto de impacto.</p>	<p>Las vigas principales del puente muestran una deformación considerable producto de un impacto lateral durante una creciente del río (severidad seria).</p>	<p>Una deformación de esta magnitud reduce considerablemente la capacidad de soporte del puente, por lo que se considera necesario realizar un reforzamiento.</p>	<p>Considerar la colocación de un elemento estructural externo adicional que permita recuperar la capacidad de soporte de la viga deformada (viga de características similares a las existentes).</p>
 <p>Agrietamientos leves en la losa superior.</p>	<p>La cara superior de la losa presenta desnudamiento de agregados y agrietamientos (severidad baja).</p>	<p>Los agregados expuestos y los agrietamientos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p> <p>Con el paso del tiempo los agregados pueden desprenderse y generar agujeros en la losa.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua. Esto de acuerdo a los lineamientos de la sección 559 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

 <p>Oxidación generalizada e inicios de corrosión en vigas principales.</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (severidad regular).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Acumulación de sedimento en la superficie de ruedo.</p>	<p>Sobre la losa del puente se tiene una capa de material procedente del camino (severidad regular).</p>	<p>La presencia de este material genera un peso adicional a la estructura. La naturaleza de este material reduce la capacidad de frenado de los vehículos.</p>	<p>Retirar este material en su totalidad y construir losas de aproximación para evitar la migración por arrastre hacia el puente según los lineamientos de la sección 567 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

**Tabla 8:**

*Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Piedras-Santa Fe (5-06-061).*

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
<b>Superestructura</b>			
 <p>Grietas en dos direcciones en losa superior.</p>	<p>Se identifican agrietamientos en dos direcciones en la losa del puente (condición local no generalizada) (severidad regular).</p>	<p>Este tipo de agrietamiento pueden corresponder a un efecto de fatiga (no reflejado en la cara inferior), o bien, a un proceso de fractura por contracción al momento del colado de la losa.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua. Esto de acuerdo a los lineamientos de la sección 559 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Desnudamiento de agregados y reparaciones en superficie de ruedo.</p>	<p>La cara superior de la losa presenta desnudamiento de agregados y múltiples reparaciones puntuales (severidad regular).</p>	<p>Los agregados expuestos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p> <p>Con el paso del tiempo los agregados pueden desprenderse y generar agujeros en la losa.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua. Esto de acuerdo a los lineamientos de la sección 559 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p> <p>En esta sección del puente se dan los daños presentados en el punto anterior, de agravarse estas condiciones se podría valorar la sustitución de la losa.</p>

	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (severidad regular).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
<p><b>Subestructura</b></p>			
	<p>Existe una acumulación de árboles, ramas y demás desechos en los pilotes y vigas principales del puente.</p>	<p>Estos materiales generan impacto en los elementos estructurales y facilitan procesos de socavación local (caso de los pilotes).</p>	<p>Retirar los materiales existentes e incluir en un programa de mantenimiento la ejecución de esta actividad después de eventos de lluvia importantes.</p>
	<p>Varios pilotes que soportan la pila central se muestran desalineados con respecto a los demás pilotes.</p>	<p>Este tipo de diferencias (cargas no simétricas) pueden generar agrietamientos en la viga cabezal de concreto.</p>	<p>Dar seguimiento para estimar si estas diferencias de alineamiento se agravan con el tiempo.</p>

**Accesorios**



Barandas con daños en acceso de margen izquierda.

Uno de los extremos de las barandas del puente muestra daños por impacto (severidad regular).

Al no contar con una terminal adecuada se tiene una vulnerabilidad que podría generar mayores daños ante una nueva colisión.

Reemplazar la sección dañada y colocar en el puente terminales adecuadas de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (LanammeUCR, 2011).

## 6. Conclusiones

Producto de la inspección realizada a los puentes solicitados por la Municipalidad de Cañas se han identificado y categorizado, como sigue:

- 1 puente en condición seria, que requiere atención al identificarse deterioro significativo en alguno de sus elementos estructurales primarios, o bien, presenta deficiencias de seguridad vial muy riesgosas. En caso de no atenderse estos deterioros podrían conducir a una situación inestable a futuro. Estas intervenciones podrían incluir obras de reconstrucción o sustitución de componentes.
- 2 puentes en condición deficiente, que requieren de intervenciones de rehabilitación para mejorar la condición de los elementos que presentan algún deterioro antes de que pierdan su funcionalidad, o bien, deficiencias en seguridad vial.
- 3 puentes en condición regular, que requieren atención de los deterioros ligeros que deben ser tratados por aspectos de durabilidad para evitar la progresión del daño, o bien, deficiencias en aspectos de seguridad vial. Estas intervenciones están enfocadas en labores de mejoramiento y mantenimiento preventivo.

En la siguiente tabla se propone una priorización de la intervención en los puentes cantonales de Cañas con base en la clasificación de su condición. Cabe aclarar que los puentes clasificados dentro de una misma categoría tienen igual nivel de importancia y por lo tanto igual nivel de priorización.

**Tabla 9:**

*Priorización propuesta de intervenciones en los puentes del cantón de Cañas de acuerdo a su condición.*

Nombre del puente	Condición
Puente Río Magdalena (Ruta cantonal 5-06-001)	Seria
Puente Río Corobici Palmira (Ruta cantonal 5-06-036)	Deficiente
Puente Río Cañas Hotel Bebedero (Ruta cantonal 5-06-065)	Deficiente
Puente Piedras Santa Fe (Ruta cantonal 5-06-061)	Regular
Puente Cañas Vergel (Ruta cantonal 5-06-027)	Regular
Puente Río Santa Rosa (Ruta cantonal 5-06-022)	Regular

- Se considera necesario establecer un plan de mantenimiento rutinario que incluya actividades de preservación de las estructuras tipo puente que incluya actividades como: chapea, limpieza general, aplicación de pintura a elementos como barandas, bordillos, vigas principales y sistemas de arriostamiento, reparaciones menores en elementos de concreto. Este plan de mantenimiento podría aplicarse de forma anual haciendo una revisión general de los puentes para definir las tareas necesarias.
- Los deterioros estructurales identificados durante la inspección consisten principalmente en agrietamientos en elementos de concreto, daños por corrosión y deformación de elementos metálicos como vigas principales y problemas de socavación. Cada uno de estos casos debe abordarse de forma

individual y buscar asesoría de parte de especialistas en caso de ser necesario. No se omite manifestar que en el caso de puentes clasificados en condición seria estas intervenciones son prioritarias.

- La mayoría de los puentes inspeccionados presentaron deficiencias a nivel de seguridad vial, principalmente enfocados en deterioros en las barandas (o la ausencia de éstas). Así como ausencia o deterioro de señales de prevención y reglamentación en los accesos de los puentes. Se considera prioritario realizar mejoramientos en estos aspectos para solventar las deficiencias observadas.

## 7. Recomendaciones

- Se recomienda que este proceso de evaluación no debe quedar en esta etapa preliminar, los puentes deben ser inspeccionados al menos cada dos años. Esta labor la puede realizar el personal de la Unidad Técnica de la Municipalidad una vez que reciban la capacitación correspondiente.
- Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están basados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos a la municipalidad tome las medidas necesarias y oportunas que considere, para evitar un colapso de los casos clasificados en condición seria y evitar que los ubicados en las restantes categorías no prosigan en el grado deterioro ocasionando una mayor inversión de recursos, así como la afectación a los usuarios. Por lo que, será la municipalidad la que deba establecer la forma en cómo se realizará la intervención de estos puentes.

## 8. Referencias

- American Concrete Institute. (2013). *Concrete Repair Manual-4th Edition*. Farmington Hiill, MI.: ACI.
- LanammeUCR. (2011). *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San Pedro: UCR.
- LanammeUCR. (2016). *Curso de inventario e inspección de puentes cantonales*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.
- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. San José: MOPT.
- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes*. San José: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José, Costa Rica.
- Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., & Loría-Salazar, L. G. (2015). *Actualización de los criterios de evaluación visual de*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.
- NCHRP 20-07. (2012). *Guide to recommended practice for the repair of impact-damaged prestressed concrete bridge girders*. Washington DC: NCHRP.
- Sieca. (2001). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito*. Guatemala: USAID.

## 9. Anexos

Se adjuntan a continuación los formularios de inspección e inventario de cada puente. Los registros fotográficos son entregados en formato digital.