

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

LM-PI-UP-PN05-2015

## FISCALIZACIÓN DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA CALDERÓN RUTA NACIONAL No. 32

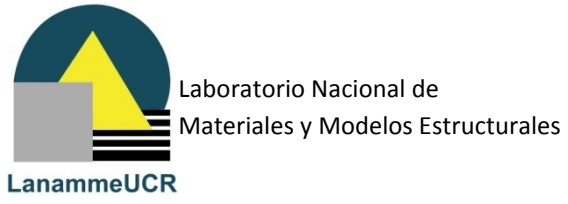
Preparado por:  
Unidad de Puentes



San José, Costa Rica  
20 de Febrero de 2015



Documento generado con base en el Art. 6 de la Ley 8114 y lo señalado  
Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto  
DE-37016-MOPT.



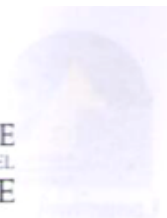


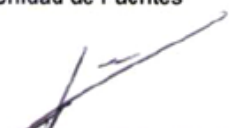
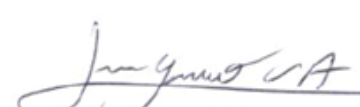
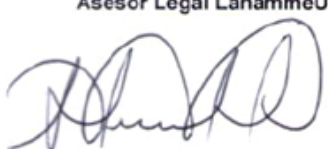
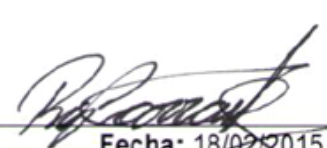
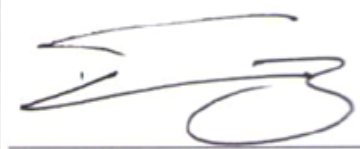
Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR



PROGRAMA DE  
INFRAESTRUCTURA DEL  
TRANSPORTE



<b>1. Informe:</b> LM-PI-UP-PN05-2015		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> FISCALIZACIÓN DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA CALDERÓN RUTA NACIONAL No. 32		<b>4. Fecha del Informe</b> 20 de Febrero de 2015
<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> Este informe de fiscalización y evaluación estructural y funcional del puente sobre la Quebrada Calderón, en la Ruta Nacional No.32, es un producto del programa de inspección de estructuras de puentes de la Unidad de Puentes del Lanamme 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.		
<b>8. Palabras clave</b> Puentes, Ruta Nacional 32, Quebrada Calderón, Inspección.	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 56
<b>11. Inspección e informe por:</b> Ing. Jorge Muñoz Barrantes, Ph.D. Unidad de Puentes  Fecha: 16/02/2015	<b>12. Inspección y revisión por:</b> Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes  Fecha: 17/02/2015	
<b>14. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 19/02/2015	<b>15. Revisado por:</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes  Fecha: 18/02/2015	<b>16. Aprobado por:</b> Ing. Luis Guillermo Loria Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  Fecha: 20/02/2015



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR



PROGRAMA DE  
INFRAESTRUCTURA DEL  
TRANSPORTE

PITRA

Página intencionalmente dejada en blanco



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>ALCANCE DEL INFORME .....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
	<b>ANEXO A TABLA CON CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....</b>	<b>37</b>
	<b>ANEXO B FORMULARIO DE INVENTARIO .....</b>	<b>41</b>
	<b>ANEXO C FORMULARIO DE INSPECCIÓN RUTINARIA.....</b>	<b>47</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de fiscalización y evaluación estructural y funcional del puente sobre la Quebrada Calderón, en la Ruta Nacional No.32, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Lanamme 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 inspección estructural se realizó los días 14 de Agosto y 11 de noviembre de 2014.

## 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 inspección de todos los componentes estructurales y no estructurales para evaluar su estado de deterioro.
- c) Evaluar la seguridad vial para reducir la probabilidad de accidentes.
- d) Proporcionar recomendaciones generales para mantenimiento y/o reparación.
- e) Completar los formularios de inventario y de inspección del puente utilizando como referencia el Manual de Inspección de Puentes del MOPT.

## 3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de inspección estructural 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 la inspección.

Se entiende por inspección estructural el reconocimiento de todos los elementos estructurales y no estructurales del puente a los cuales se tiene acceso por parte de un

Informe No. LM-PI-UP-PN05-2015	Fecha de emisión: 20 de Febrero de 2015	Página 7 de 56
--------------------------------	---	----------------

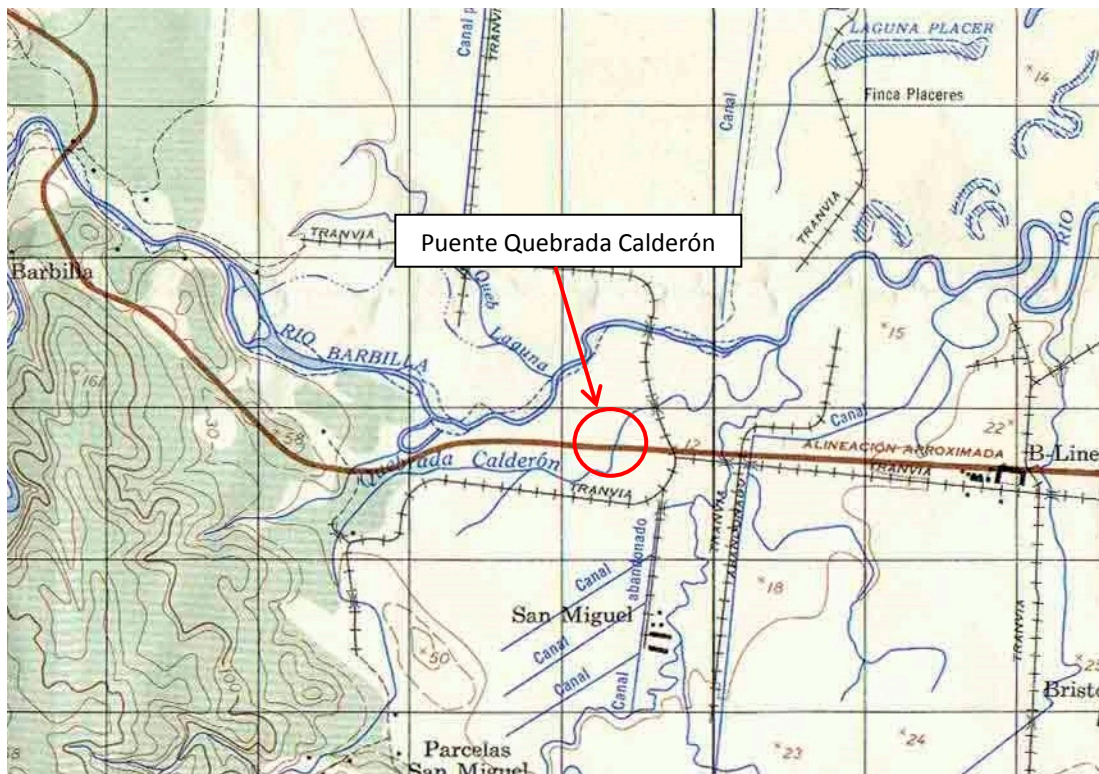
ingeniero calificado con el fin de evaluar su estado de deterioro al día de la inspección. Para realizar dicha labor, se utilizó como referencia el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

Como complemento a la inspección estructural y funcional 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 con estas inspecciones 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 inspección estructural detallada complementada con ensayos no destructivos, un análisis hidrológico e hidráulico y un estudio geotécnico.

#### **4. DESCRIPCIÓN**

El puente inspeccionado se ubica en la Ruta Nacional No.32 (Carretera Braulio Carrillo) y cruza la Quebrada Calderón. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito Matina, del cantón del mismo nombre, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°02'48,5"N de latitud y 83°20'00,5"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica MATINA 1:50 000.



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

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 este puente en particular, sí se tuvo acceso a los planos del diseño original con fecha Abril del 1968. 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.

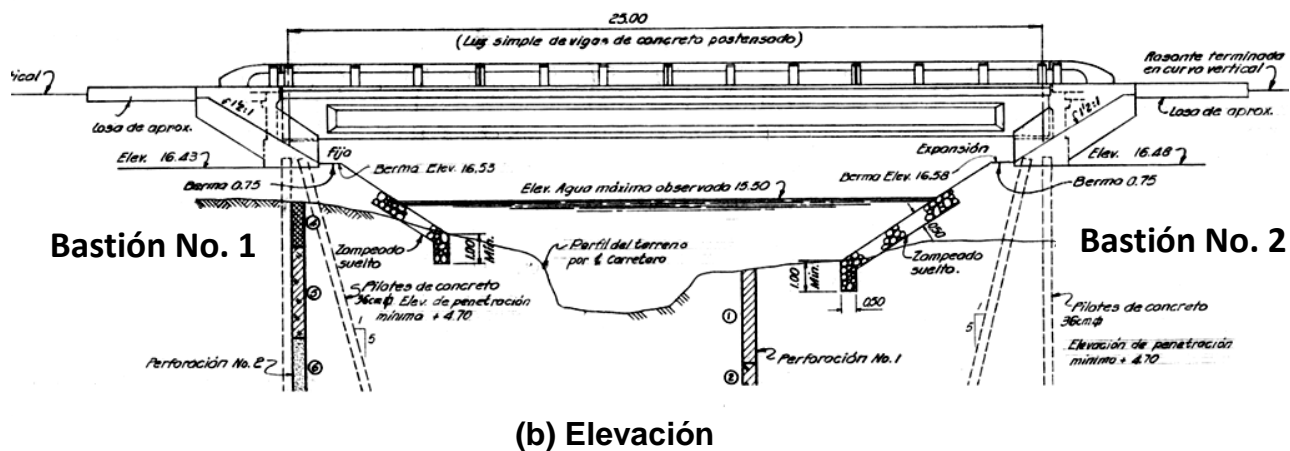
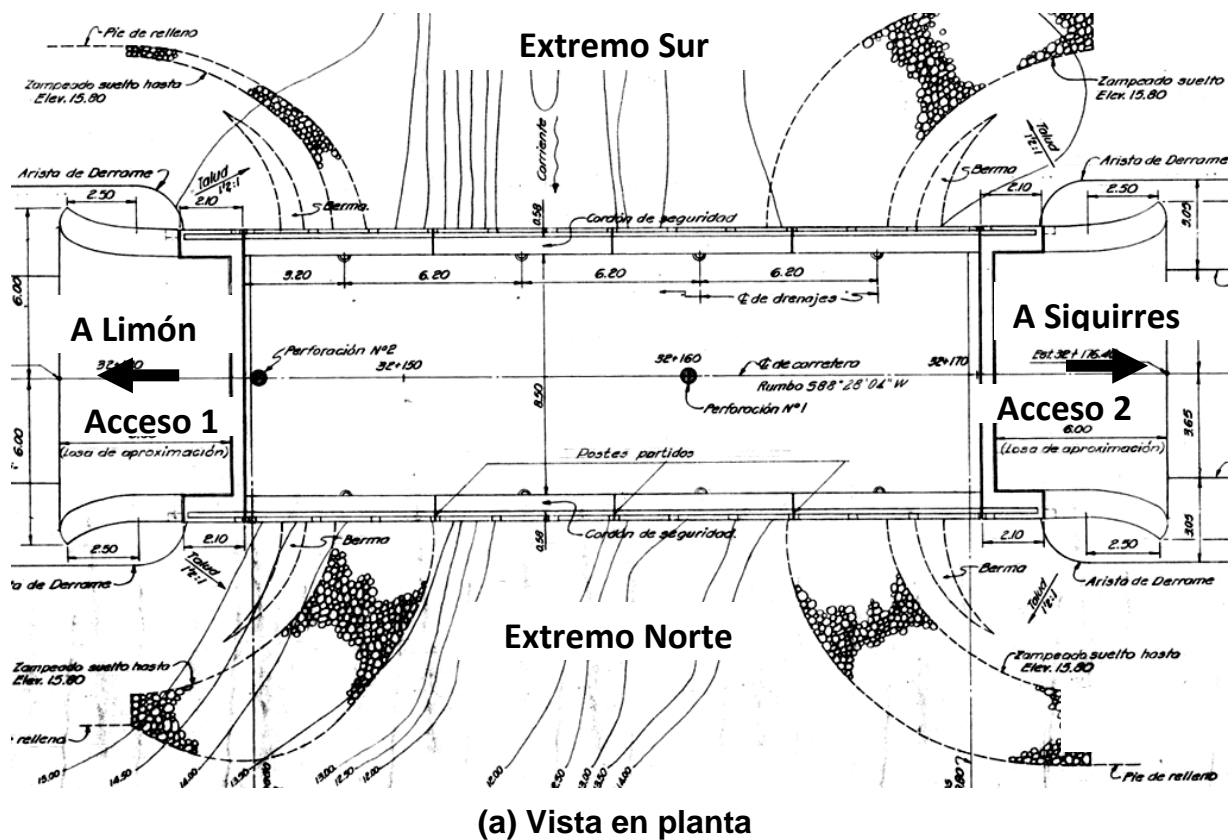




**Figura B:** Vista a lo largo de la línea de centro



**Figura C:** Vista lateral



**Figura D.** Identificación utilizada para el puente sobre la Quebrada Calderón.

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

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	26,60 (medida en campo)
	Ancho total (m)	10,3 (medida en campo)
	Ancho de calzada (m)	8,6 (medida en campo)
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Tipo viga; con vigas principales tipo I de concreto pre-esforzado con acero post-tensado
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: apoyos fijos sobre almohadilla de neopreno y placa de acero. (indicado en planos) Bastión 2: apoyos de expansión tipo ojo chino sobre almohadilla de neopreno y placa de acero. (indicado en planos)
	Tipo de apoyo en pilas	No hay pilas
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 0
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2 tipo cabezal de concreto sobre pilotes de concreto reforzado
	Tipo de pilas	No hay pilas
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: tipo cabezal con pilotes de concreto reforzado (ver figura D)
<b>Diseño y construcción</b>	Especificación de diseño original	AASHO 1965
	Carga viva de diseño original	HS20-44
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No aplica
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No aplica

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

Los resultados de la inspección 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 el Anexo C se incluye el formulario de inspección rutinaria del puente en donde se evalúa el grado de daño de sus elementos. La información incluida en este formulario se puede registrar en el programa informático del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) administrado por el MOPT.

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

Elementos	Observaciones	Riesgo	Recomendaciones
2.1. Barrera vehicular	La barrera podría no cumplir con las especificaciones de AASHTO LRFD 2012 para barreras vehiculares ya que el año de diseño del puente es de 1968.	Por su año de diseño, la barrera podría no cumplir satisfactoriamente su función de contención vehicular.	Se debe evaluar si su estado es el adecuado para las condiciones de servicio actuales según los requerimientos de AASHTO LRFD 2012.
2.2. Guardavías	No se observaron guardavías en los accesos del puente (ver figura 1).	Caída de vehículos al cauce desde los accesos debido a la inexistencia de elementos de retención en la vía.  Además, se incrementa el riesgo de una colisión frontal de un vehículo contra la barrera del puente.	Evaluar la necesidad de construir guardavías en los accesos, siguiendo las recomendaciones del fabricante.  Procurar la asesoría de un profesional experto en seguridad vial.



<p>2.3. Aceras y sus accesos</p>	<p>El puente no tenía aceras, cuenta con un bordillo de seguridad de 0,60 m de ancho que no cumple con el ancho mínimo de 1,20 m exigido por la ley 7600 (ver figura 1). Las barreras vehiculares tenían 70 cm de altura por lo que no cumple los requisitos de altura mínima de baranda (90 cm).</p> <p>No se observaron peatones transitando por el puente durante la inspección.</p>	<p>Riesgo de accidentes de tránsito por atropello de peatones o ciclistas.</p>	<p>Evaluar la necesidad de construir aceras de acuerdo con los requisitos de la Ley 7600.</p>
<p>2.4. Identificación</p>	<p>El puente no contaba con rótulos de identificación en ambos accesos del puente.</p>	<p>Ninguno aparente.</p>	<p>Colocar rótulos de identificación. Evaluar la necesidad de incluir el número de ruta en la rotulación del puente.</p>
<p>2.5. Señalización</p> <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 en el puente presentaba una condición pobre. Estaba obstruida por sedimentos y era muy borrosa sobre el puente y los accesos (ver figura 2). Además las barreras vehiculares estaban sin pintura reflectiva en los accesos.</p> <p>Los Captaluces se observaron en estado regular ya que había ausencia de los mismos en sectores del puente como por ejemplo en la línea de centro del puente.</p> <p>No hay delineadores verticales o marcadores de objeto.</p>	<p>La pobre demarcación horizontal y ausencia de delineadores verticales aumenta el riesgo a accidentes de tránsito en condiciones de escasa visibilidad.</p>	<p>Colocar elementos de señalización faltantes y seguir un plan de mantenimiento con el fin de mantener el puente bien señalado, libre de sedimentos y maleza.</p> <p>Procurar la asesoría de un profesional experto en seguridad vial.</p>
<p>2.6. Iluminación</p>	<p>No hay iluminación.</p>	<p>Aumenta el riesgo de atropello a peatones y ciclistas, y choques. También aumenta el riesgo de colisión vehicular con el puente.</p>	<p>Evaluar la necesidad de colocar iluminación en el puente para mejorar sus condiciones de seguridad vial.</p>



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

Elementos	Observaciones	Riesgo	Recomendaciones
3.1. Superficie de rodamiento del puente	Se observó agrietamiento en dos direcciones en toda de cara superior de la losa de concreto reforzado (ver figura 3).	Ninguno aparente para el tránsito.  Ver riesgo punto 4.1.	Ver recomendaciones punto 4.1.
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	La altura del bordillo respecto a la calzada es mayor a 10 cm (23 cm).  Se observo acumulación de sedimentos en los bordillos, lo que causa obstrucción en drenajes (ver figura 1).  Los tubos de extensión de los drenajes no tenían la longitud requerida por AASHTO LRFD 2012 (al menos 100mm por debajo de la cara inferior de la viga), los tubos tenían una leve inclinación hacia afuera sin embargo las vigas principales mostraban evidencia de que el agua estuviera esta descargando directamente sobre ellas (ver figura 4).	Un bordillo con altura mayor a 10 cm aumenta el riesgo de que un vehículo salte sobre la barrera vehicular a altas velocidades.  Un insuficiente desarrollo del drenaje contribuye al deterioro de los elementos estructurales porque el agua descarga sobre ellos.  Los sedimentos en los bordillos y la obstrucción de los ductos de drenaje favorecen la formación de charcos en condiciones de lluvia, volviendo resbalosa la ruta y propiciando el peligro por hidropneumático vehicular, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios.	Establecer un programa de mantenimiento rutinario del puente donde se incluya la limpieza de los bordillos del puente.
3.3. Juntas de expansión	En las juntas ubicadas sobre los bastiones se encontraban obstruidas con asfalto muy agrietado (ver figura 5).  Se observo manchas de humedad en los bastiones y acumulación de sedimentos que evidencian filtraciones de agua y escombros a través de las juntas (ver figuras 14 y 17).	Una mala condición de las juntas puede limitar la capacidad de desplazamiento del puente por cambios de temperatura y sismo.  Las filtraciones por faltantes o permeabilidad del sello afectan los elementos en la subestructura.	Sujeto a recomendaciones del punto 5.1.  En caso de rehabilitación del puente, procurar la asesoría de un profesional con experiencia en reparación de sistemas de juntas para puentes.

<p>3.4. Accesos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de rodamiento</li> <li>• Rellenos de aproximación</li> <li>• Taludes</li> <li>• Muros de retención</li> <li>• Losa de aproximación</li> </ul>	<p>La carpeta asfáltica presentaba exudación y deformación permanente (ver figura 6).</p> <p>Se observó socavación del relleno bajo la losa de aproximación como se detalla en la figura 7.</p>	<p>Un asfalto con problemas de exudación acarrea a una superficie resbalosa en condiciones de humedad.</p> <p>La socavación de los rellenos puede llevar a asentamientos en la losa de aproximación y pérdida de sección de la calzada por causa de colapsos progresivos en el talud de relleno.</p>	<p>Ver recomendaciones puntos 5.1. y 5.3.</p>
<p>3.5. Sistema de drenaje de los accesos</p>	<p>No se observó algún sistema de control de aguas en los accesos.</p>	<p>Erosión de taludes en rellenos de aproximación no protegidos.</p>	<p>Realizar un adecuado manejo de aguas en las zonas de los accesos buscando minimizar los efectos negativos del agua sobre los taludes. Procurar asesoría experto en hidráulica.</p>
<p>3.6. Vibración</p>	<p>Son fuertemente perceptibles y causan molestia al tránsito peatonal.</p> <p>Fuertes vibraciones son esperables cuando hay una reducción de la rigidez y un deterioro de las condiciones de apoyo de los elementos estructurales; esta condición se ve evidenciada y acentuada en este puente por el agrietamiento de la losa del puente (ver observaciones 4.1. y figura 3).</p>	<p>La percepción de vibraciones fuertes podría ser evidencia de posibles daños importantes en los elementos principales del puente.</p> <p>Además, la vibración produce ciclos de carga que podrían progresivamente agravar los daños derivados de los efectos de la fatiga en los materiales.</p>	<p>Ver recomendaciones 4.1.</p>
<p>3.7. Cauce del río</p>	<p>Se observó que el bastión 1, al margen derecho del río, presenta socavación de su cimiento con exposición de aproximadamente 1,5 m de los pilotes (ver figura 8 y 18).</p> <p><i>Continúa siguiente pagina</i></p>	<p>En caso de una crecida del río, el puente está en riesgo de posibles daños mayores por socavación en el bastión 1.</p> <p><i>Continúa siguiente pagina</i></p>	<p>Realizar limpieza del cauce del río y evaluar la condición de paso por la quebrada de la tubería del oleoducto.</p> <p>Ver recomendaciones 5.3.</p>

	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>Comparando el perfil aproximado observado del terreno en la actualidad con el perfil planteado en los planos originales del puentes (año 1968), es evidente que hubo un cambio de alineamiento del río hacia el bastión 1 (ver esquema figura 10).</p> <p>Se observo obstrucción por empresamiento de troncos en el cauce. Tubería de oleoducto posiblemente pasa a una altura insuficiente.</p>	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>El lavado progresivo del material de relleno en el acceso 1 hacia la carretera al margen derecho de la quebrada. Los tipos de suelos en el sitio han demostrado ser susceptibles a ser erosionados por el río (ver figura 10).</p> <p>Posible empresamiento del río por obstrucción de troncos.</p>	
--	---	--	--

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

Elementos	Observaciones	Riesgo	Recomendaciones
<p>4.1. Tablero (losa de concreto, rejilla de acero, tablero de acero, tablero de madera).</p>	<p>Se observó agrietamiento en dos direcciones tanto en la cara superior de losa como en la cara inferior (ver figuras 3 y 11). El ancho de grieta es mayor a 0,2 mm (0,6 mm ver medición figura 11) y en intervalos menores a 50 cm. El agrietamiento en dos direcciones en la losa está normalmente asociado a fatiga. La losa emitía crujidos bajo carga de tránsito pesado.</p> <p>Se observo además la presencia de nidos de piedra y eflorescencia en la cara inferior (ver figura 11 y 12).</p> <p><i>Continua siguiente pagina</i></p>	<p>Existe el riesgo de que por efecto de las grietas generalizadas en el elemento y las fuertes vibraciones, la losa pudiese sufrir desprendimientos exponiendo el acero de refuerzo. Con esto, se puede iniciar también la formación de baches sobre la cara superior de la losa que afecta no solo la estructura sino que también el tránsito.</p> <p>El agrietamiento de la losa podría implicar un problema de durabilidad ya que el agua de lluvia se podría filtrar por las grietas y causar corrosión del acero.</p>	<p>Ver recomendaciones 5.1.</p> <p>Realizar labores de reparación e impermeabilización de grietas y nidos de piedra en el tablero.</p> <p>Asesoría de un profesional en reparación de estructuras de concreto reforzado.</p>

	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>Las condiciones que pudieron haber potenciado los daños por fatiga son el espesor de losa (16cm), desplazamientos o golpes sobre la losa por sismos y crecidas del río.</p>		
4.2. Vigas principales de concreto	<p>Algunas vigas principales presentaban desprendimientos con acero expuesto luego del sismo de Limón de 1991 (ver figura 13).</p> <p>En la figura 13 se evidencia además la deformación del sello de la junta de expansión.</p>	Por ubicación el daño observado no conlleva consecuencias importantes desde el punto de vista estructural.	<p>Ver recomendación 5.1.</p> <p>Realizar labores de reparación con el fin de que la corrosión del acero de refuerzo no continúe en las vigas afectadas.</p>
4.3. Vigas diafragma de concreto	Se observó indicios de desprendimientos de concreto (ver figura 14).	Ninguno aparente.	Realizar labores de reparación con el fin de dar protección adecuada al acero de refuerzo.

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

Elementos	Observaciones	Riesgo	Recomendaciones
5.1. Apoyos en bastiones y pilas (longitud de asiento, estado del apoyo)	<p>En los apoyos en los bastiones se observó el efecto de la falta de mantenimiento de los elementos evidentes por una extensa corrosión de los elementos metálicos (ver figura 15), y la acumulación de sedimentos en los apoyos (ver figura 14)</p> <p>También, las almohadillas de neopreno presentaban aspectos como presión no uniforme y agrietamiento.</p> <p><i>Continúa siguiente pagina</i></p>	<p>El pobre estado observado de los apoyos podría causar daños extensos en caso de una fuerte crecida del río o un sismo dado que algunos de los apoyos de las vigas ya no tienen un funcionamiento de acuerdo a las condiciones con que fueron diseñados. Por su fecha de diseño en 1968, el puente es muy vulnerable a sismo como fue evidente por los daños sufridos en 1991.</p> <p><i>Continúa siguiente pagina</i></p>	<p>Se recomienda que los apoyos deben ser reconstruidos, incluyendo la construcción de llaves de corte o dispositivos para restringir el movimiento del puente siguiendo lo que establece la norma AASHTO LRFD 2012.</p> <p>Tomando en cuenta la importancia del puente y la magnitud del daño observado, se recomienda la construcción de un nuevo puente o su rehabilitación inmediata</p> <p><i>Continúa siguiente pagina</i></p>

	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>En el bastión 1 (Siquirres) se midió una longitud de asiento de 1,10 m. De los planos se puede obtener una longitud de asiento de diseño de 1,15 m aproximadamente en los bastiones, la estructura no tenía llaves de corte o algún otro dispositivo distinto de de los pernos de anclaje de los apoyos que pudiese evitar que se desplace hacia afuera la estructura del puente en caso de sismo.</p> <p>El puente fue diseñado en 1968, previo a la entrada en vigencia del CSCR 1974.</p>	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>Al no tener llaves de corte en el sentido transversal hace que el puente sea más frágil a desplazamientos excesivos en el sentido transversal en crecidas del río, de sismo o de impacto de objetos como vehículos o escombros que arrastre el río. Al no tener llaves de corte o algún otro dispositivo en el sentido longitudinal hace que el puente sea muy vulnerable ante movimientos sísmicos ya que la superestructura esta actualmente libre de desplazarse y caer al cauce.</p>	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>Esto se justifica dado el impacto económico y social que podría tener para el país la salida de operación de la estructura.</p> <p>Se debe evaluar si se justifica una rehabilitación dada la edad avanzada de la estructura y los daños detallados en las observaciones de los puntos 3.7., 4.1., 5.1., 5.3. y 5.5.</p> <p>El diseño de un nuevo puente o la conceptualización de una rehabilitación deben cumplir con los requerimientos de normas como la AASHTO LRFD 2012 y los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes del 2013.</p> <p>Realizar labores de inspección inmediatamente después de un evento extraordinario como fuertes crecidas del río, sismo o impacto vehicular.</p> <p>Procurar la asesoría de un profesional experto en ingeniería estructural.</p>
<p>5.2. Bastiones y aletones</p>	<p>Se observo socavación tanto en el bastión 1 como en los aletones en el acceso 1 del puente. Esto se evidencia para los aletones en la figura 7 y para el caso del bastión en la figura 8.</p> <p>Se constató rotación en el bastión 2 (1,30° ver figura 16) y filtraciones de agua en ambos bastiones (ver figura 17).</p>	<p>La socavación expone los pilotes a daños y reduce la capacidad de carga del cimiento.</p> <p>Asentamientos, rotaciones o desplazamientos en los bastiones son aspectos que podrían generar daños en los pilotes de cimiento.</p> <p>La fecha de diseño es previa a la publicación de códigos sismorresistentes en el país.</p>	<p>Ver recomendaciones 3.3. y 5.1.</p> <p>Procurar la asesoría de un profesional experto en ingeniería geotécnica.</p>

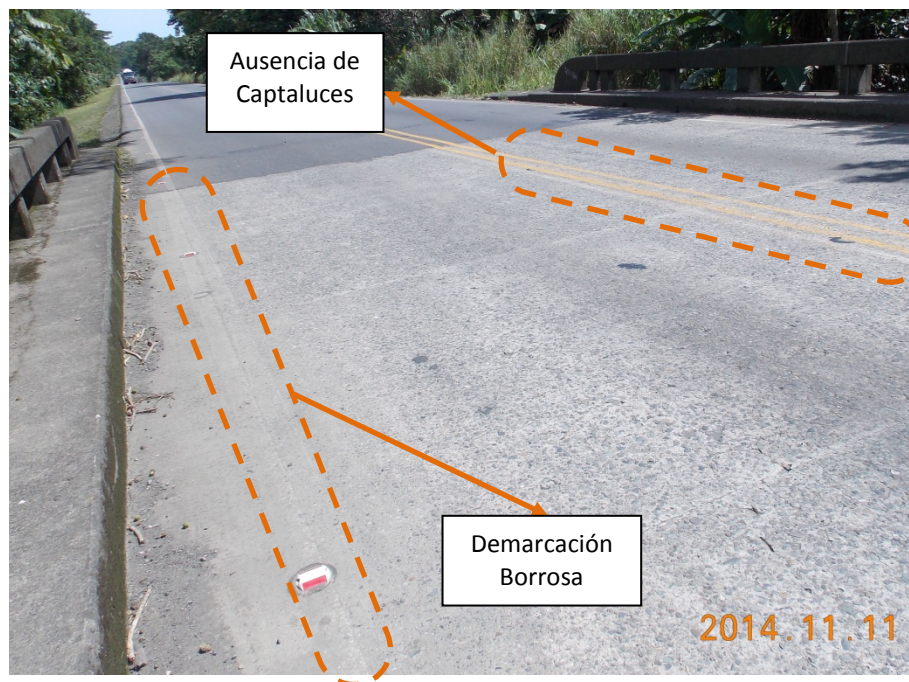


<p>5.3. Taludes frente a los bastiones</p>	<p>Según lo indicado en planos, existían zampeados sueltos de protección para el bastión 1 y 2, para el bastión 1 el zampeado y el terreno fue removido por el río aproximadamente como se indica en la figura 10 y 17.</p> <p>Los materiales removidos son arcillas según lo detalla los planos del diseño del puente.</p>	<p>La ausencia de sistemas de protección frente al bastión hace que este sea más vulnerable a la socavación ante el embate de crecidas del río.</p> <p>Dado la inexistencia de este elemento la erosión avanza progresivamente.</p>	<p>Se recomienda la construcción de estructuras de protección temporal en el bastión 1, al margen derecho del río con el fin de evitar que la erosión llegue a los rellenos y proteger los cimientos y bastión dañados.</p> <p>La estructura temporal se recomienda como una medida inmediata enfocada en evitar un mayor daño tomando en cuenta la importancia del puente y el periodo prolongado que toma en nuestro país realizar rehabilitaciones u obra nueva de puentes.</p> <p>Procurar la asesoría de un profesional experto en ingeniería geotécnica, estructuras, hidráulica e hidrología.</p>
<p>5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)</p>	<p>No hay pilas</p>	<p>Ninguno</p>	<p>Ninguna</p>
<p>5.5. Cimentaciones (pilas y bastiones)</p>	<p>Para los cimientos en el Bastión 2, no fue posible realizar una inspección visual.</p> <p>Los pilotes en el cimiento del Bastión 1 se observaron expuestos por efecto de socavación del río. La socavación expone las 2 filas de pilotes como se observa en la figura 8 y 17. El daño es mayor en el extremo norte del puente.</p> <p><i>Continúa siguiente pagina</i></p>	<p>La capacidad estructural (axial y lateral) de los pilotes podría estar reducida por los daños sufridos por efectos de socavación, en particular su resistencia a fuerzas laterales como las generadas por ondas de corte en sismo o presiones de tierra. En caso de sismo, la estructura es vulnerable a experimentar daño estructural en los pilotes.</p> <p><i>Continúa siguiente pagina</i></p>	<p>Ver recomendaciones 5.1. y 5.3.</p>

	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>Según planos, los pilotes de cimentación tienen una longitud de penetración mínima de 4,7 metros, de los cuales en su punto más crítico los cimientos están expuestos en 1,5 metros por erosión del río sobre el margen derecho.</p>	<p><i>Continuación de pagina previa</i></p> <p>Por su fecha de diseño en 1968, previa a la entrada en vigencia del Código Sísmico de Costa Rica en 1974 y al terremoto de Limón de 1991, la cimentación es vulnerable a sismos y otros fenómenos colaterales como la licuación del terreno.</p> <p>De seguir erosionándose el cimiento del bastión 1, se continúa reduciendo tanto su capacidad lateral como vertical, aumentando la vulnerabilidad del puente.</p>	
--	---	---	--



**Figura 1:** El bordillo no cumple con las condiciones mínimas de acera y esta presenta escombros que obstruyen los drenajes.



**Figura 2:** Demarcación borrosa y ausencia de captaluces en línea de centro.





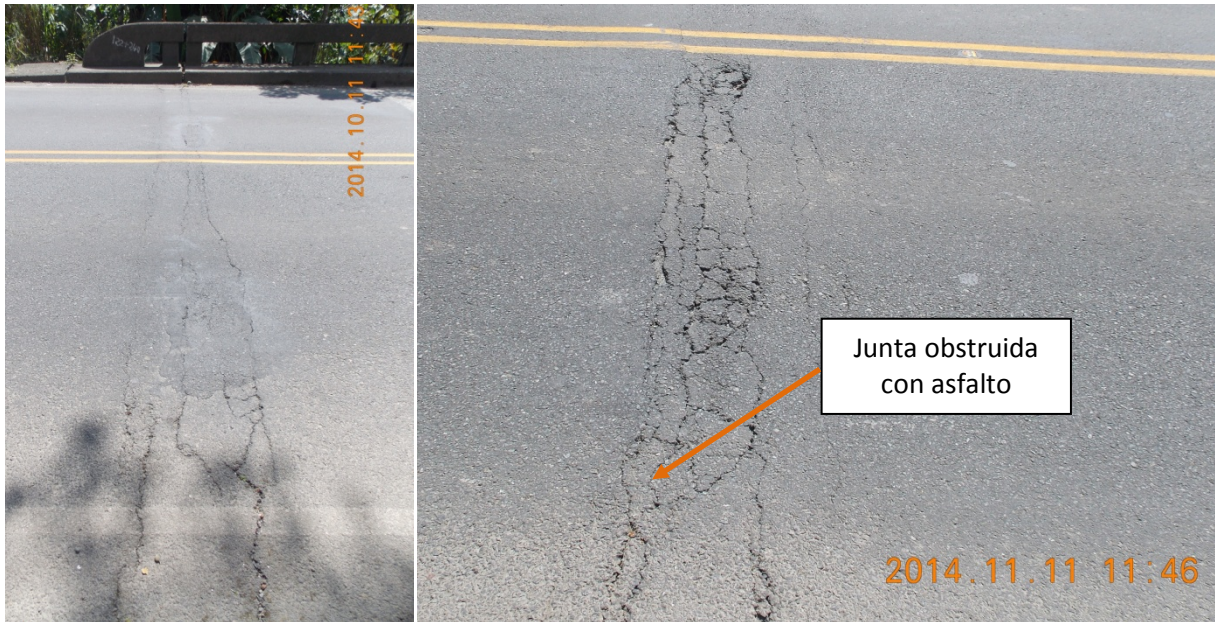
**Figura 3:** Agrietamiento en dos direcciones de en la cara superior de la losa.



**Figura 4:** Extensión de tubo insuficiente en salida de drenaje.

Informe No. LM-PI-UP-PN05-2015	Fecha de emisión: 20 de Febrero de 2015	Página 23 de 56
--------------------------------	---	-----------------





**Figura 5:** Obstrucción de las juntas de expansión con asfalto.



**Figura 6:** Presencia de deformación permanente y exudaciones en la carpeta asfáltica.





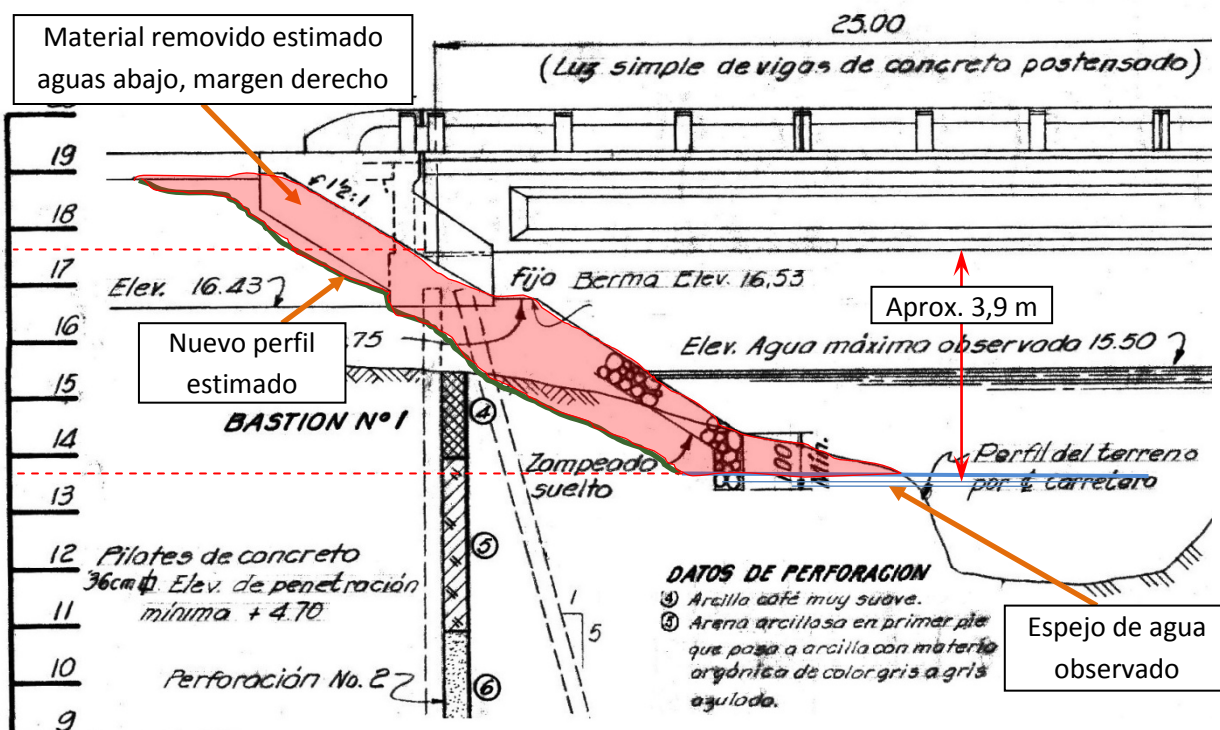
**Figura 7:** Socavación en losa de aproximación del puente.



**Figura 8:** Socavación al margen derecho de la quebrada, cimiento bastión 1.



**Figura 9:** Obstrucción por troncos en el cauce de la quebrada.



**Figura 10:** Estimación del nuevo perfil del terreno en el lado aguas abajo del puente que evidencia cambio de alineamiento del río hacia el bastión 1 provocando socavación del margen derecho de la quebrada.

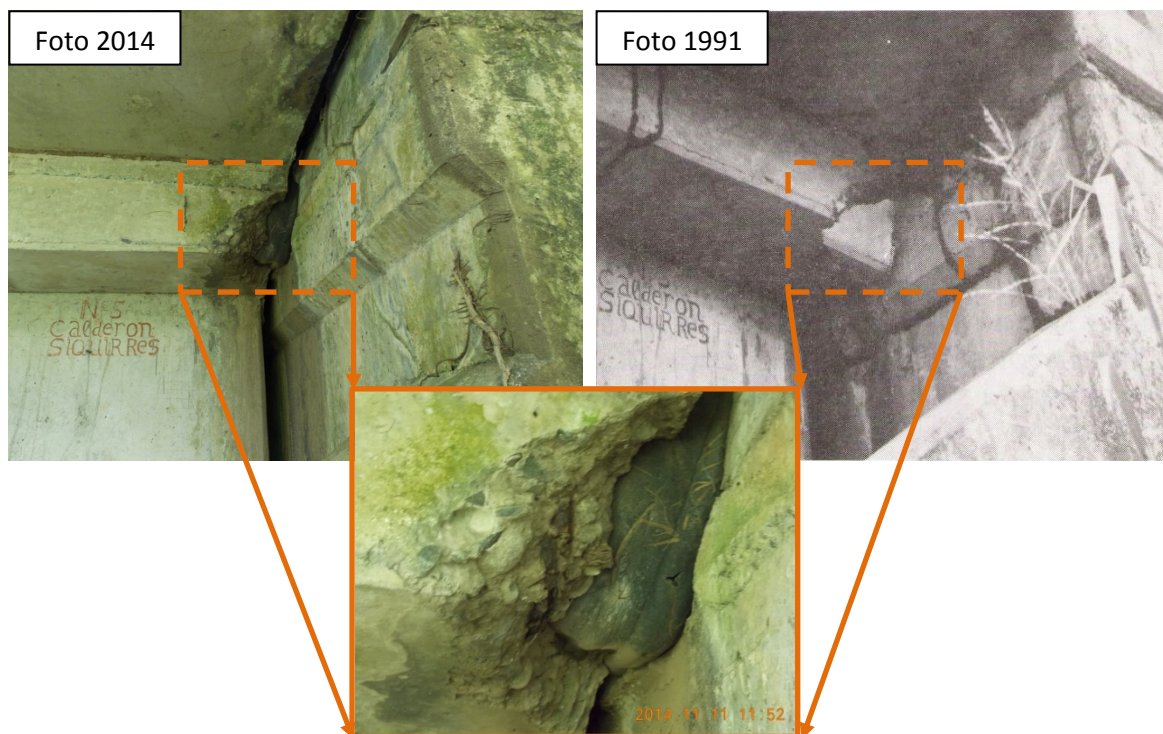




**Figura 11:** Agrietamiento en dos direcciones y nidos de piedra en la cara inferior de la losa.



**Figura 12:** Daño por eflorescencia en la losa del puente.



**Figura 13:** Desprendimiento de esquina en viga principal luego del sismo de limón 1991.

Pérdida del acero de refuerzo y deformación del sello de la junta.

Informe No. LM-PI-UP-PN05-2015	Fecha de emisión: 20 de Febrero de 2015	Página 28 de 56
--------------------------------	---	-----------------



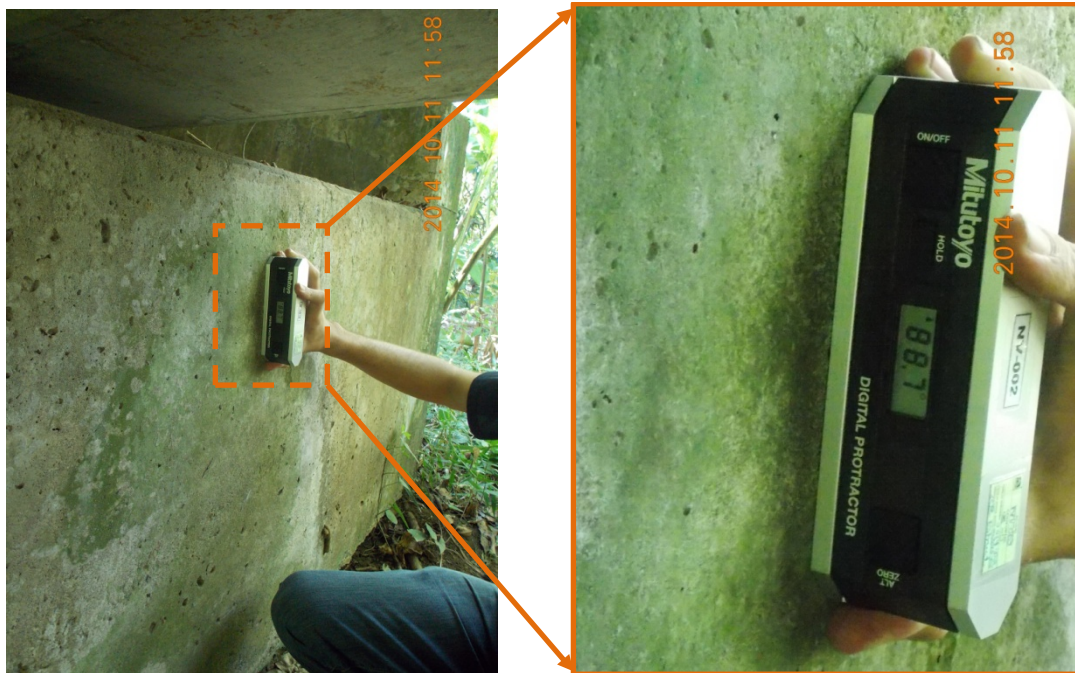


**Figura 14:** Desprendimiento en la viga diafragma y acumulación de escombros en apoyo.



**Figura 15:** Corrosión con pérdida de sección en los elementos metálicos de los apoyos; a) apoyo expansivo sobre bastión 2, b) apoyo fijo sobre bastión 1.





**Figura 16:** Rotación en el bastión 2.



**Figura 17:** Ausencia de protección de talud y socavación en bastión 1.

Informe No. LM-PI-UP-PN05-2015	Fecha de emisión: 20 de Febrero de 2015	Página 30 de 56
--------------------------------	---	-----------------





**Figura 18:** Cimentación expuesta por socavación del margen derecho de la quebrada en el bastión 1.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la inspección visual del puente Quebrada Calderón de Limón ubicado en la ruta nacional Braulio Carrillo (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 información provista en el ANEXO A, se concluye que el estado de conservación del puente es considerado como CRITICO debido a que:

- a. Agrietamiento en dos direcciones generalizado que presenta la losa tanto en su cara superior como inferior, emitiendo inclusive crujidos bajo cargas de tránsito pesado;
- b. en los apoyos de las vigas se observó corrosión extensa y acumulación de sedimentos debido a las consecuencias de una falta de mantenimiento;
- c. se observó que el bastión 1, al margen derecho del río presenta socavación de su cimiento con exposición de sus 2 filas de pilotes, esto se dio debido a un cambio de alineamiento del río hacia el bastión 1;
- d. la fecha del diseño en 1968 es previa a la entrada en vigor del primer Código Sísmico de Costa Rica en 1974 y a las experiencias derivadas luego del terremoto de Limón de 1991. Además, también es una fecha previa a que en las especificaciones para diseño de puentes de AASHTO se incluyeran aspectos sísmicos relevantes para el diseño de puentes. Por tanto el puente es muy vulnerable a sismo y otros fenómenos colaterales como la licuación del terreno;
- e. en caso de colapso o cierre temporal del puente, se dificulta el acceso terrestre a muchas zonas de la provincia de Limón, principalmente a su puerto, el cual es el más grande del país.

Además, se observó lo siguiente:

- f. Las consideraciones de diseño de la barrera vehicular (año 1968) podría comprometer su función de contención vehicular ante las condiciones actuales de servicio;
- g. no se construyeron guardavías a los accesos del puente;
- h. las aceras no cumplen con la ley 7600;
- i. la demarcación horizontal en el puente estaba obstruida por escombros y era muy borrosa sobre el puente y los accesos. Además las barreras vehiculares estaban sin pintura reflectiva en los accesos del puente;
- j. en las juntas de expansión presentaban obstrucciones de asfalto muy agrietado;
- k. existen manchas de humedad en los bastiones y acumulación de sedimentos que evidencian filtraciones de agua y escombros por las juntas de expansión;
- l. no hay un adecuado manejo de aguas en los accesos, en el acceso 1 inclusive hay socavación del relleno de aproximación;
- m. las vibraciones son fuertemente perceptibles en el puente bajo transito pesado;
- n. no existe un elemento de protección para el bastión 1 que evite la progresión de la socavación del cimiento, existía un zampeado suelto pero este fue removido por el río;
- o. el cauce de la quebrada se encuentra obstruido por troncos.
- p. las almohadillas de neopreno presentaron problemas como presión no uniforme y agrietamiento.

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

1. Se recomienda evaluar inmediatamente la necesidad de la construcción de un nuevo puente o su rehabilitación dado las consecuencias graves para el país que conlleva la salida en operación de la estructura.
2. Incluir dentro de las cláusulas contractuales para futuros trabajos de rehabilitación o ampliación de la ruta 32, el carácter prioritario relacionado con la construcción de un nuevo puente o rehabilitación de este puente.
3. El diseño de un nuevo puente o la conceptualización de una rehabilitación deben cumplir con los requerimientos de normas como la AASHTO LRFD 2012 y los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes del 2013. Se debe evaluar si es realmente justificada una rehabilitación dada la edad, normativa de diseño y los daños estructurales que se observaron en el puente.
4. Realizar labores de inspección después de un evento extraordinario como crecidas del río, sismo o impacto de objetos (vehículos o escombros).
5. Se deben realizar estudios hidráulicos e hidrológicos que evalúen la susceptibilidad de los materiales a ser erosionados por el río, y que cuantifiquen profundidad estimada de erosión en los bastiones.
6. Se recomienda la construcción a la mayor brevedad posible de estructuras de protección temporal en el bastión 1, al margen derecho del río, con el fin de evitar que la erosión llegue a los rellenos (cortando la ruta), y proteger los cimientos y bastión de un daño aun mayor.
7. Realizar un adecuado manejo de aguas en las zonas de los accesos buscando minimizar los efectos negativos del agua sobre los taludes del relleno.
8. Revisar si la barrera vehicular existente es adecuada para las condiciones de servicio actuales haciendo uso de las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2012 (sujeto a punto 1).

9. Evaluar la necesidad de colocar iluminación en el puente para mejorar sus condiciones de seguridad vial (sujeto a punto 1).
10. Evaluar la construcción de las aceras cumpliendo con lo establecido en la ley 7600 (sujeto a punto 1).
11. Construcción de guardavías en los accesos.
12. Limpiar el cauce de la Quebrada y valorar elevar o reubicar la tubería del oleoducto ya que se observo muy próxima al espejo de agua de la Quebrada.
13. Corregir las inconformidades correspondientes a la seguridad vial señaladas en este informe (ver punto 2.5. en la tabla 2).
14. Procurar la asesoría de profesionales expertos en seguridad vial, análisis estructural, diseño de puentes, geotecnia, hidráulica de ríos, hidrología y sistemas constructivos para puentes para evaluar las deficiencias observadas.
15. Realizar tareas periódicas de limpieza y mantenimiento del puente.

En los anexos B y C se incluyen, respectivamente, los formularios de inventario e inspección rutinaria del puente, en los cuales se recopilan la información básica del puente y se evalúa el deterioro según las recomendaciones del Manual de Inspección de Puentes del MOPT. La información presentada en estos formularios puede utilizarse para actualizar el programa informático de gestión de puentes SAEP administrado por el MOPT.





# ANEXO A

## Tabla con criterios para clasificar el estado de conservación del puente.

Página intencionalmente dejada en blanco

**Tabla A-1. Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente**

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACION
MANTENIMIENTO GENERAL	No se han observado daños importantes. Podrían existir daños mínimos en elementos no estructurales. Estos daños no implican un riesgo para la seguridad de los usuarios del puente. Los daños requieren ser reparados durante los trabajos de mantenimiento rutinario que se debería realizar. Por ejemplo: acumulación de maleza y sedimentos sobre la calzada y en los accesos al puente, obstrucción de los drenajes del puente y sus accesos, daños menores en las barandas existentes y falta de señalización.
REGULAR	Se han observado daños en elementos no estructurales y daños mínimos en elementos principales. Estos daños implican un riesgo bajo para la seguridad de los usuarios. Se requiere brindar mantenimiento y realizar reparaciones mínimas lo antes posible. Por ejemplo: daños mayores en barandas, decoloración o pérdida de la señalización del puente (líneas de centro o de borde), faltante de captaluces o delineadores verticales, oxidación localizada y baches en los accesos del puente.
DEFICIENTE	Se observan daños en elementos principales como vigas, losas, bastiones y pilas. Estos daños no implican una reducción en la capacidad del puente. Además existen daños que afectan la funcionalidad del puente. Es necesaria la intervención inmediata para evitar que el daño se extienda o empeore y se convierta en crítico. Por ejemplo: daños en juntas de expansión que requieren su sustitución, ausencia de barandas, refuerzo expuesto, corrosión en elementos de acero, inicio de erosión del cauce, comienzos de socavación, falta de mantenimiento en dispositivos de amortiguamiento y rotura o pérdida de pernos en conexiones de elementos secundarios.
CRÍTICO	Se observan daños severos en elementos principales como vigas, losas, bastiones y pilas. Estos daños podrían implicar una reducción en la capacidad del puente y podría ser necesario colocar una restricción de carga. Cuando el puente se encuentra en este estado puede requerir de una intervención inmediata y la realización de estudios para determinar la capacidad de carga. Entre los daños que implican este estado se pueden mencionar: agujeros en losas, grietas en una y dos direcciones en losas, grietas estructurales en elementos principales (grietas por cortante y flexión), pérdida importante de sección en los elementos de acero por corrosión, longitud de asiento insuficiente, socavación avanzada en pilas y bastiones, rotura o pérdida de pernos en conexiones entre elementos principales y grietas en placas de conexión.

Página intencionalmente dejada en blanco


# ANEXO B

## Formulario de inventario



Página intencionalmente dejada en blanco

NOMBRE DEL PUENTE		Quebrada Calderón		DIRECCION DE PUENTES INVENTARIO BASICO DE PUENTES		PROVINCIA		Limón		ADMINISTRADO POR		CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)		UBICACION		AÑO									
No. DE LA RUTA	CLASIFICACION	12		Nacional		LOCALIDAD	CANTON	Maitima	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	10 °	20 °	48,5 "	0,5 "	FECHA DE DISEÑO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	DIA	MES							
KILOMETRO		120,720		km		DISTRITO		Maitima	DIMENSIONES		ANCHO TOTAL		CALZADA		8,600		m								
DIRECCION DE LA VIA HACIA		Limón		Puente		ITEMS		1		2		3		4		5		6		7					
TIPO DE ESTRUCTURA		HS 20-44		LONGITUD TOTAL		26,60		m		W(m)		0,250		0,590		4,300		0,000		4,300		0,250			
CARGA VIVA		AASHTO 1965		W(m)		0,700		0,230		H(m)		0,000		0,700		0,230		0,000		0,700		0,000			
LONGITUD TOTAL		26,60		m		Especificación		AASHTO 1965		W1		W2		W3		W4		W5		W6		W7			
ESPECIFICACION		AASHTO 1965		No. DE SUPER ESTRUCTURA		1		No. DE TRAMOS		1		No. DE SUB ESTRUCTURA		2		Diagrama de estructura con pilas B1-B7 y vanos W1-W7.		CLARO LIBRE		SUPERIOR		INFERIOR			
LONGITUD DE DESVIO		5,1		km		PENDIENTE LONGITUDINAL		NA		%		ALTIMETRIA		NA		m		WAPROX		8,9		m			
FECHA DE ULT. PINTURA		NA		DIA		MES		AÑO		NA		NA		NA		ANTECEDENTES DE INSPECCION		SUPERIOR		INFERIOR		3,9			
SERVICIOS PUBLICOS		1		fibra o tel		3		DIA		MES		AÑO		INSPECTOR		TIPO DE INSPECCION		NA		ND		ND			
CRUZA SOBRE		1		Quebrada Calderon		2		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA			
TIPO		ORIGINAL		CONCRETO		SOBRECAPA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA			
PAVIMENTO		ESPESOR		AÑO		2013		Year		TOTAL DE VEHICULOS		8,135		Car		% DE VEHICULOS PESADOS		36,64		%		POR CARGA			
CONTEO DE TRAFICO		POR ALTURA		SR		t		POR ANCHO		SR		m		m		RESTRICCIONES		SR		m		m			
RESTRICCIONES		POR ALTURA		SR		t		POR ANCHO		SR		m		m		OBSERVACIONES		NA = No Aplica, ND = Información No Disponible, SR = Sin restricción. El desvío mas corto se calculo atravez del centro de Maitima. Conteo de tránsito se tomo del anuario de tránsito del 2013 publicado por el MOPT, donde los vehículos pesados se contaron a partir de la clasificación "buses". La altura libre inferior se aproximó al espejo de agua observado el día de la inspección. Para el pavimento, el espesor total de la losa de concreto es de 16 cm.		2014 11 17 12:48		VISTA PANORAMICA		2014 11 17 12:48	

 <b>DIRECCION DE PUENTES</b> <b>INVENTARIO BASICO DE PUENTES (DETALLE DE SUPERESTRUCTURA)</b>																		
NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)												
No. DE LA RUTA	32	CLASIFICACION	Nacional	CANTON	Matina	LATITUD NORTE	10 ° 2 ' 48.5 "	FECHA DE DISEÑO					1968					
KILOMETRO	120,720 km		LOCALIDAD	Matina	DISTRITO	LONGITUD OESTE	83 ° 20 ' 0.5 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION					1974					
No. DE ESTRUCTURA	No. DE TRAMOS		ALINEACION DE PLANTA		MATERIALES		SUPERESTRUCTURA		TIPOS		LONGITUD TOTAL		TRAMO MAXIMO		No. DE PRINCIPALES		ALTURA	
1	1		Recto		Concreto reforzado		Viga simple		tipo I		26,60 m		26,60 m		5		1,16 m	
No. DE ESTRUCTURA	TIPO DE JUNTAS DE EXPANSION		UBICACION FINAL		MATERIALES		ESPESOR		TIPO DE PINTURA		AREA PINTADA		FECHA DE ULT. PINTURA		EMPRESA ENCARGADA			
1	junta sellada		junta sellada		Concreto reforzado		0,16 m						DIA MES AÑO					
OBSERVACIONES														NA				
NA = No Aplica.																		
Bastión 1: apoyos fijos sobre almohadilla de neopreno y placa de acero. (indicado en planos)																		
Bastión 2: apoyos de expansión tipo ojo chino sobre almohadilla de neopreno y placa de acero. (indicado en planos)																		



**DIRECCION DE PUENTES**  
**INVENTARIO BASICO DE PUENTES (DETALLE DE SUBESTRUCTURA)**

NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		PROVINCIA	LOCALIDAD	CANTON	DISTRITO	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)			AÑO		
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION						10 °	2 '	48.5 "		FECHA DE DISEÑO	DIA
KILOMETRO	120,720 km					LONGITUD OESTE			83 °	20 '	0.5 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	1974
No. DE	MATERIALES	TIPO	ALTURA	PILA		TIPO		DIMENSIONES		TIPO DE PILOTES		APOYO	
				FORMA	FORMA	ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	INICIAL	FINAL
B1	Concreto reforzado	Cabezal sobre pilotes	2,61 m	NA	10,26 m	0,71 m	Pilotes	10,26 m	1,86 m	Concreto reforzado	fijo	NA	m
B2	Concreto reforzado	Cabezal sobre pilotes	2,61 m	NA	10,26 m	0,71 m	Superficial	10,26 m	1,86 m	NA	-	expansivo	1,1 m
OBSERVACIONES													
NA = No Aplica.													
La altura en pilas y bastiones incluye el espesor del cimientto y la viga superior del elemento, incluyendo las llaves de corte.													
En el bastión 1 y 2 hay 17 pilotes de concreto reforzado de 0,36 x 0,36m, en dos filas.													



**DIRECCION DE PUENTES**  
**INVENTARIO BASICO DE PUENTES(FOTOS)**



NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)			DIA	MES	AÑO
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				LOCALIDAD	CANTON	LATITUD NORTE			
	32	Nacional		Matina		10	2	48.5		4	1968
KILOMETRO	120,720 km		DISTRITO	Matina		83	20	0.5			1974
No.	1	UBICACION	Rotulo		No.	Linea de centro		3	Ubicacion		
											
NOTA	Puente sin rotulo		NOTA	Vista desde el acceso Este		DIA	MES	AÑO	Vista desde el costado Norte, acceso Este		
						11	11	2014	11	11	2014
No.	4	UBICACION	Vista lateral		No.	Vista inferior		6	Ubicacion		
											
NOTA	Vista desde el costado Norte, acceso Este		NOTA	Vista desde el bastión 2		DIA	MES	AÑO	Vista aguas abajo		
						11	11	2014	11	11	2014

# ANEXO C

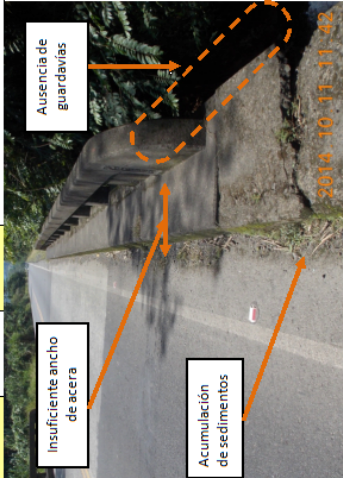
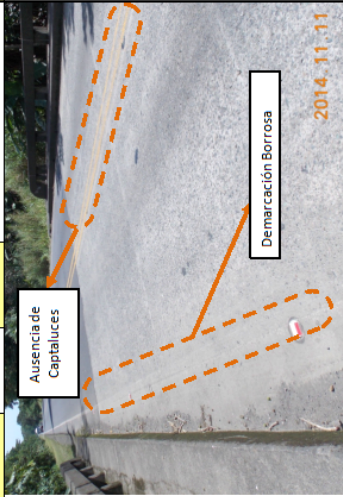

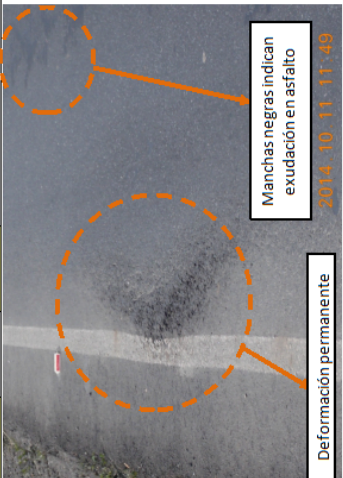
## Formulario de inspección rutinaria

Página intencionalmente dejada en blanco

DIRECCION DE PUENTES  
INSPECCION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)

NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		LOCALIDAD	PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	COMENTARIOS				
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					Nacional	CANTON	DISTRITO	Matina	Matina
32	120,720	km	120,720	CANTON	Matina	LATITUD NORTE	10 ° 2 ' 48.5 "	FECHA DE DISEÑO	-	4	1968
				DISTRITO	Matina	LONGITUD OESTE	83 ° 20 ' 0.5 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	-	-	1974
1. TIPO DE DAÑO Y EVALUACION DEL GRADO DEL DAÑO											
1. PAVIMENTO	ITEM EVALUACION	1. ONDULACION	2. ZURCOS	3. AGRETIAMIENTO	4. BACHES	5. SOBRECAPAS DE ASFALTO					
2. BARANDA (ACERO)	ITEM EVALUACION	1. DEFORMACION	2. OXIDACION	3. CORROSION	4. FALTANTE						
3. BARANDA (CONCRETO)	ITEM EVALUACION	1. AGRETIAMIENTO	2. ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	3. FALTANTE							
4. JUNTA DE EXPANSION	ITEM EVALUACION	1. SONDOS EXTRAIDOS	2. FILTRACION DE AGUAS	3. FALTANTE O DEFORMACION	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSTRUIDAS	6. ACERO DE REFUERZO				
5. LOSA	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. AGUEROS			
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	ITEM EVALUACION	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. PERDIDA DE PERNOS	5. GRETAS EN SOLDADURA O PLACA					
7. SISTEMA DE ARRIGISTAMIENTO	ITEM EVALUACION	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. ROTURA DE UNIONES	5. ROTURA DE ELEMENTOS					
8. PINTURA	ITEM EVALUACION	1. DECOLORACION	2. AMPOLLAS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. NA	5. NA					
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	Ver comentarios			
10. VIGA DIAFRAGMA DE CONCRETO	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA				
11. APOYOS	ITEM EVALUACION	1. ROTURA DE APOYOS	2. DEFORMACION EXTRAÑA	3. INCLINACION	4. DESPLAZAMIENTO	Ver comentarios					
12. CUBO CABEZAL Y ALFONJES (BASTION)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. PROTECCION DE TERRAJE EN TALUD			
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTION)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. PENDIENTE EN TALUD			
14. MARTILLO (PILA)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA				
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. INCLINACION	NA		
EVALUACION											
							1	2	3	4	5
							Ningún daño visible	En pocos lugares	En muchos lugares	En la mayoría de las partes	SOCAVACION
							1	2	3	4	5
							Sin socavación	Tendencia a socavarse	Socavación no peligrosa	Socavación peligrosa	Condición de Emergencia
							11	11	11	11	11
							FECHA	INSPECCION	NOMBRE DE INSPECTOR	FIRMA	
							11	11	2014	Ing. Jorge Muñoz Barantes	


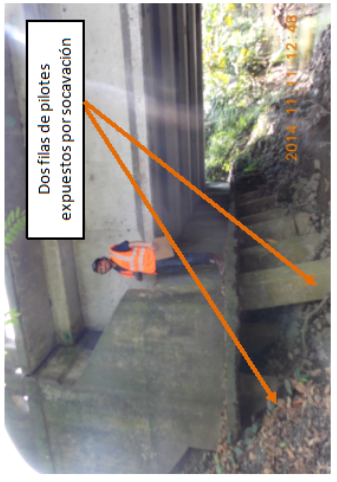

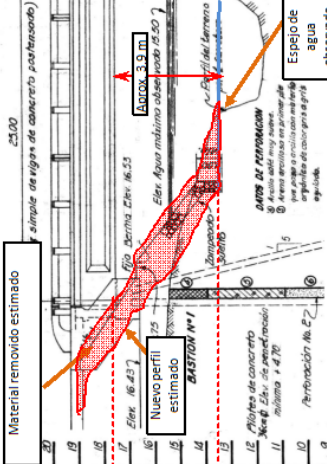
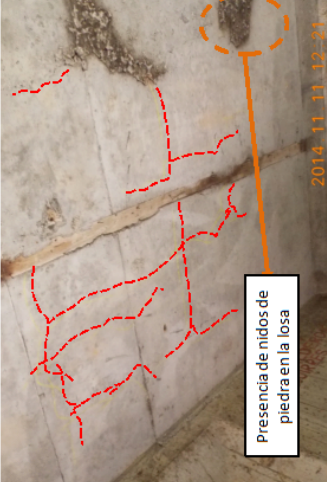
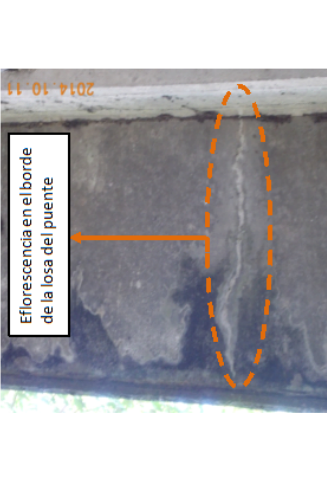
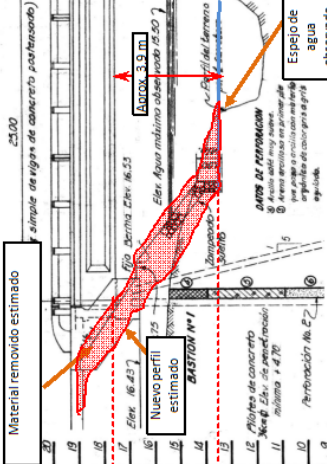
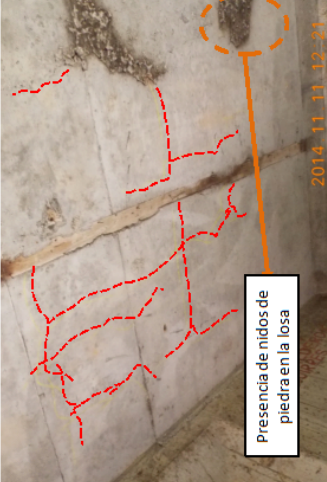
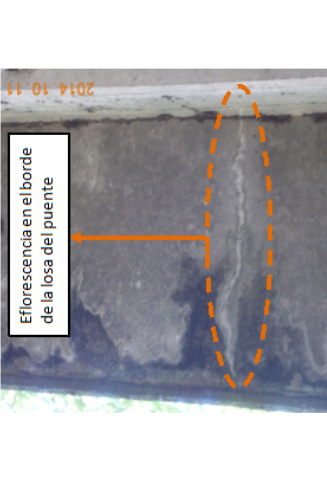
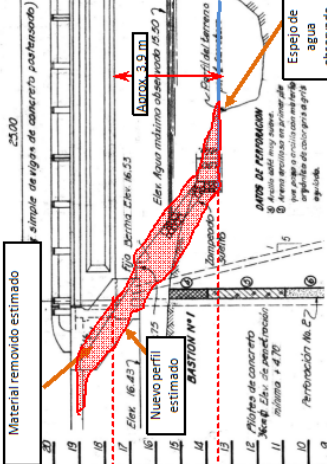
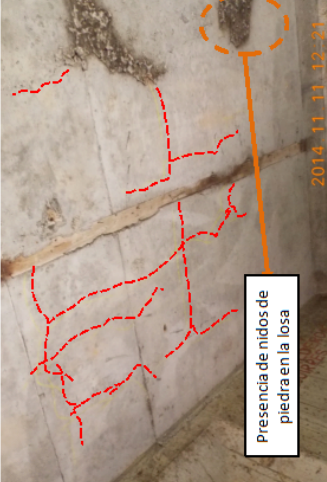
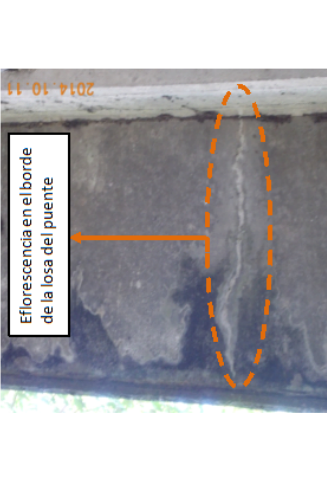
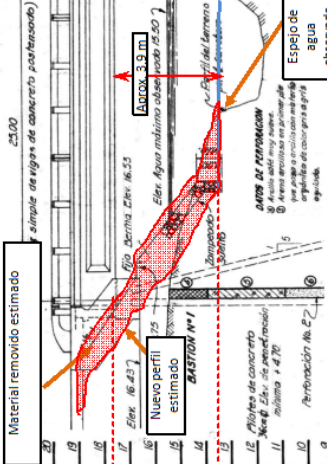
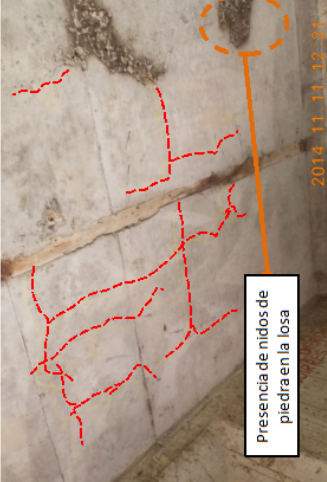
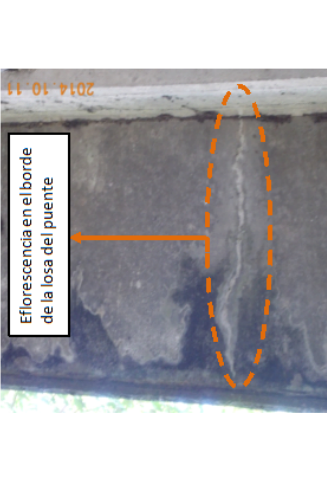


DIRECCION DE PUENTES INSPECCION DE PUENTES(FOTOS)																	
NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		LOCALIDAD	PROVINCIA	LIMÓN	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)			NO. / 1 / 3							
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					Nacional	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE		FECHA DE DISEÑO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	DIA	MES	AÑO		
KILOMETRO	120,720 km		Matina			Matina			1968								
No.	1	UBICACION	Acceso Este			Puente			Losa de puente								
NOTA	Bordillo no cumple condiciones mínimas de acera y escombros que obstruyen drenajes		 <p>Insuficiente ancho de acera</p> <p>Acumulación de sedimentos</p> <p>Ausencia de guardavías</p> <p>2014.10.11.11.43</p>			 <p>Ausencia de Captaluces</p> <p>2014.11.11</p>			 <p>Demarcación Borrosa</p> <p>2014.10.11.12.31</p>			 <p>Manchas negras indican exudación en asfalto</p> <p>2014.10.11.11.49</p>					
No.	4	UBICACION	No.			5	UBICACION	No.			6	UBICACION	No.				
DIA	MES	AÑO	DIA			MES	AÑO	DIA			MES	AÑO	DIA			MES	AÑO
11	11	2014	11			11	2014	11			11	2014	11			11	2014
NOTA			Extensión de tubo insuficiente en salida de drenaje			Obstrucción de las juntas de expansión con asfalto			Deformación permanente			Presencia de deformación permanente y exudaciones en la carpeta asfáltica			NOTA		
NOTA			Extensión de tubo insuficiente en salida de drenaje			Obstrucción de las juntas de expansión con asfalto			Deformación permanente			Presencia de deformación permanente y exudaciones en la carpeta asfáltica			NOTA		


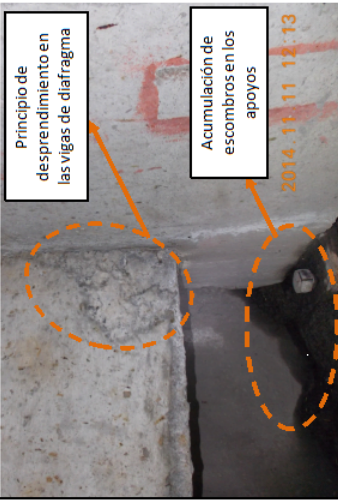





**mopt**  
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

**DIRECCION DE PUENTES  
INSPECCION DE PUENTES(FOTOS)**

NOMBRE DEL PUENTE		Quebrada Calderon		LOCALIDAD		Limón		Bastion 1		Aguas abajo	
No. DE LA RUTA	CLASIFICACION	Nacional	120,720	PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	UBICACION	No.	UBICACION	No.	UBICACION
KILOMETRO	UBICACION	Acceso Este	7	ADMINISTRADO POR	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	UBICACION	No.	UBICACION	No.	UBICACION
FECHA DE DISEÑO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)	10 ° 2 ' 48.5 "	LATITUD NORTE	83 ° 20 ' 0.5 "	LONGITUD OESTE	UBICACION	No.	UBICACION	No.	UBICACION
DIAS	MES	AÑO	11	DIAS	MES	AÑO	UBICACION	No.	UBICACION	No.	UBICACION
DIAS	MES	AÑO	11	DIAS	MES	AÑO	UBICACION	No.	UBICACION	No.	UBICACION
Socavación de losa de aproximación			 <p>Socavación de losa de aproximación</p>			 <p>Dos filas de pilotes expuestos por socavación</p>			 <p>Escombros en cauce. Paso inapropiado de oleoducto</p>		
Socavación en losa de aproximación del puente			 <p>Material removido estimado</p> <p>Alto aprox. 3.3 m</p> <p>Nuevo perfil estimado</p> <p>Espejo de agua observado</p>			 <p>Presencia de nidos de piedra en la losa</p>			 <p>Eflorescencia en el borde de la losa del puente</p>		
Estimación del nuevo perfil del terreno en el lado aguas abajo del puente			 <p>Material removido estimado</p> <p>Alto aprox. 3.3 m</p> <p>Nuevo perfil estimado</p> <p>Espejo de agua observado</p>			 <p>Presencia de nidos de piedra en la losa</p>			 <p>Eflorescencia en el borde de la losa del puente</p>		
Obstrucción por troncos en el cauce de la quebrada			 <p>Material removido estimado</p> <p>Alto aprox. 3.3 m</p> <p>Nuevo perfil estimado</p> <p>Espejo de agua observado</p>			 <p>Presencia de nidos de piedra en la losa</p>			 <p>Eflorescencia en el borde de la losa del puente</p>		
Efectorescencia en el borde de la losa del puente			 <p>Material removido estimado</p> <p>Alto aprox. 3.3 m</p> <p>Nuevo perfil estimado</p> <p>Espejo de agua observado</p>			 <p>Presencia de nidos de piedra en la losa</p>			 <p>Eflorescencia en el borde de la losa del puente</p>		

**DIRECCION DE PUENTES**  
**INSPECCION DE PUENTES(FOTOS)**

NOMBRE DEL PUENTE		Quebrada Calderon		LOCALIDAD		Limón		ADMINISTRADO POR		CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)		NO. 3 / 3				
No. DE LA RUTA	CLASIFICACION	Nacional	CANTON	Matina	LATITUD NORTE	10 °	LONGITUD OESTE	83 °	20 °	48,5 "	FECHA DE DISEÑO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	DIAS	MES	AÑO	
KILOMETRO	120,720 km		DISTRITO	Matina												
No.	13	UBICACION	Bastion 2		No.	14	UBICACION	Bastion		No.	15	UBICACION	Bastion 2			
NOTA	Desprendimiento de esquina en viga principal luego del sismo de limón 1991	2014-11-11 11:53			NOTA	Desprendimiento en la viga diafragma y acumulación de escombros en apoyo	2014-11-11 12:13			NOTA	Corrosión con pérdida de sección en los elementos metálicos de los apoyos	2014-10-11 17:52				
No.	16	UBICACION	Bastion 2		No.	17	UBICACION	Bastion 1		No.	18	UBICACION	Bastion 1			
DIAS	11	MES	11	AÑO	2014	DIAS	11	MES	11	AÑO	2014	DIAS	11	MES	2014	
MEDICION ROTACION EN EL BASTION 2 (LECTURA 86,7°)	86 11 11 07 43:08				NOTA	Ausencia de protección de talud y socavación	2014-10-11 12:09			NOTA	Cimentación expuesta por socavación del margen derecho (lectura 1,5m)	2014-10-11				
DIAS	11	MES	11	AÑO	2014	DIAS	11	MES	11	AÑO	2014	DIAS	11	MES	2014	
NOTA	Medición rotación en el bastión 2 (lectura 86,7°)				NOTA					NOTA						

**DIRECCION DE PUENTES**  
**INSPECCION DE PUENTES (COMENTARIOS)**

NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)	DIA	1	MES	4	AÑO	1968
No. DE LA RUTA	32	CLASIFICACION	Nacional	CANTÓN	Matina	LATITUD NORTE	10 °	2	48.5	FECHA DE DISEÑO	-	1974
KILOMETRO	120.720	km	LOCALIDAD	Matina	DISTRITO	LONGITUD OESTE	83 °	20	0.5	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	-	1974
ELEMENTO	* ITEM N°	OBSERVACIONES										
<b>2. SEGURIDAD VIAL</b>												
2.1 BARRERA VEHICULAR	3	La barrera podria no cumplir con las especificaciones de AASHTO LRFD 2012 para barreras vehiculares ya que el año de diseño del puente es de 1968.										
2.2. GUARDAVIAS	No está contemplado en el formulario	No se observaron guardavías en los accesos del puente (ver figura 1).										
2.3. ACERAS Y SUS ACCESOS	No está contemplado en el formulario	El puente no tenía aceras, cuenta con un bordillo de seguridad de 0.60 m de ancho que no cumple con el ancho mínimo de 1.20 m exigido por la ley 7600 (ver figura 1). Las barreras vehiculares tenían 70 cm de altura por lo que no cumple los requisitos de altura mínima de baranda (90 cm). No se observaron peatones transitando por el puente durante la inspección.										
2.4. IDENTIFICACION	No está contemplado en el formulario	El puente no contaba con rótulos de identificación en ambos accesos del puente.										
2.5. SENALIZACION	No está contemplado en el formulario	La demarcación horizontal en el puente presentaba una condición pobre. Estaba obstruida por sedimentos y era muy borrosa sobre el puente y los accesos (ver figura 2). Además las barreras vehiculares estaban sin pintura reflectiva en los accesos. Los Capilaluces se observaron en estado regular ya que había ausencia de los mismos en sectores del puente como por ejemplo en la línea de centro del puente. No hay delineadores, verticales o matradores, de tránsito.										
2.6. ILUMINACION	No está contemplado en el formulario	Evaluar la necesidad de colocar iluminación en el puente para mejorar sus condiciones de seguridad vial.										
<b>* ITEM N° SE REFIERE A LOS ITEMS CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCION (GRADO DE DAÑO)</b>												



**DIRECCION DE PUENTES  
INSPECCION DE PUENTES (COMENTARIOS)**

NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		LOCALIDAD	PROVINCIA	Límite	ADMINISTRADO POR	NO.				
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					Nacional	DIA	MES	AÑO	
	32					CONAMI ZONA 5-2 (Sección control 70471)	10	2	48.5	4	1968
		120,720	km				LATITUD NORTE	83	20	0.5	1974
							LONGITUD OESTE				
ELEMENTO	*ITEM Nº	OBSERVACIONES									
3.1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEL PUENTE	1	3. SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESOS Y OTROS Se observó agrietamiento en dos direcciones en toda de cara superior de la losa de concreto reforzado (ver figura 3).									
3.2. BORDILLOS Y SISTEMA DE DRENAJE DEL PUENTE	No está contemplado en el formulario	La altura del bordillo respecto a la calzada es mayor a 10 cm (23 cm). Se observó acumulación de sedimentos en los bordillos, lo que causa obstrucción en drenajes (ver figura 1). Los tubos de extensión de los drenajes no tenían la longitud requerida por AASHTO LRFD 2012 (al menos 100mm por debajo de la cara inferior de la viga), los tubos tenían una leve inclinación hacia afuera sin embargo las vigas principales mostraban evidencia de que el agua estuviera esta descargando directamente sobre ellas (ver figura 4).									
3.3. JUNTAS DE EXPANSIÓN	4	En las juntas ubicadas sobre los bastiones se encontraban obstruidas con asfalto muy agrietado (ver figura 5). Se observó manchas de humedad en los bastiones y acumulación de sedimentos que evidencian filtraciones de agua y escombros a través de las juntas (ver figuras 14 y 17).									
3.4. ACCESOS -Superficie de rodamiento - Rellenos	12	La carpeta asfáltica presentaba exudación y deformación permanente (ver figura 6). Se observó socavación del relleno bajo la losa de aproximación como se detalla en la figura 7.									
3.5. SISTEMA DE DRENAJES DE LOS ACCESOS	No está contemplado en el formulario	No se observó algún sistema de control de aguas en los accesos.									
3.6. VIBRACION DEL PUENTE	No está contemplado en el formulario	Son fuertemente perceptibles y causan molestia al tránsito peatonal. Fuerzas vibracionales son esperables cuando hay una reducción de la rigidez y un deterioro de las condiciones de apoyo de los elementos estructurales, esta condición se ve evidenciada y acentuada en este puente por el agrietamiento de la losa del puente (ver observaciones 4.1. y figura 3).									
3.7. CAUCE DEL RIO	No está contemplado en el formulario	Se observó que el bastión 1, al margen derecho del río, presenta socavación de su cimiento con exposición de aproximadamente 1,5 m de los pilotes (ver figura 8 y 18). Comparando el perfil aproximado observado del terreno en la actualidad con el perfil planteado en los planos originales del puente (año 1988), es evidente que hubo un cambio de alineamiento del río hacia el bastión 1 (ver esquema figura 10). Se observó obstrucción por empresamiento de troncos en el cauce. Tubería de oleoducto posiblemente pasa a una altura insuficiente.									
* ITEM N° SE REFIERE A LOS ÍTEMES CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCIÓN (GRADO DE DAÑO)											

**DIRECCION DE PUENTES  
INSPECCION DE PUENTES (COMENTARIOS)**

NOMBRE DEL PUENTE		Quebrada Calderon		PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)	NO	3	4
No. DE LA RUTA	CLASIFICACION	Nacional		LOCALIDAD	Matina	LATITUD NORTE	10 ° 2 ' 48.5 "	FECHA DE DISEÑO	-	4
KILOMETRO	120,720 km		DISTRITO	Matina	LONGITUD DEESTE	83 ° 20 ' 0.5 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	-	-	1974
ELEMENTO	* ITEM N°	OBSERVACIONES		RECOMENDACIONES						
<b>4. SUPERESTRUCTURA DE VIGAS DE CONCRETO</b>										
4.1. TABLERO (Losa de concreto, rejilla de acero, tablero de acero, tablero de madera)	5	Se observó agrietamiento en dos direcciones tanto en la cara superior de losa como en la cara inferior (ver figuras 3 y 11). El ancho de grieta es mayor a 0.2 mm (0.6 mm ver medición figura 11) y en intervalos menores a 50 cm. El agrietamiento en dos direcciones en la losa está normalmente asociado a fatiga. La losa emite crujidos bajo carga de tránsito pesado. Las condiciones que pudieron haber potenciado los daños por fatiga son el espesor de losa (16cm), desplazamientos o golpes sobre la losa por sismos y crecidas del río. Se observó además la presencia de nidos de piedra y eflorescencia en la cara inferior. (ver figura 11 y 12).		Ver recomendaciones 5.1. Realizar labores de reparación e impermeabilización de grietas y nidos de piedra en el tablero. Asesoría de un profesional en reparación de estructuras de concreto reforzado.						
4.2. VIGAS PRINCIPALES DE CONCRETO	9	Algunas vigas principales presentaban desprendimientos con acero expuesto luego del sismo de Limón de 1991 (ver figura 13). En la figura 13 se evidencia además la deformación del sello de la junta de expansión.		Ver recomendación 5.1. Realizar labores de reparación con el fin de que la corrosión del acero de refuerzo no continúe en las vigas afectadas.						
4.3. VIGAS DIAFRAGMA DE CONCRETO	10	Se observó indicios de desprendimientos de concreto (ver figura 14).		Realizar labores de reparación con el fin de dar protección adecuada al acero de refuerzo.						
* ITEM N° SE REFIERE A LOS ÍTEMES CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCIÓN (GRADO DE DAÑO)										



**DIRECCION DE PUENTES  
INSPECCION DE PUENTES (COMENTARIOS)**

NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Cálidron		PROVINCIA	Lumón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Sección control 70M71)		DÍA	MES	AÑO
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				Nacional	LATITUD NORTE			
KILOMETRO	120.720		CANTON	Matina	LATITUD NORTE	83	20	0.5	4	1968
ELEMENTO	* ITEM Nº	OBSERVACIONES	LOCALIDAD	DISTRITO <th>LONGITUD OESTE <td colspan="5">RECOMENDACIONES</td> </th>	LONGITUD OESTE <td colspan="5">RECOMENDACIONES</td>	RECOMENDACIONES				
5.1. AFOYOS EN PILAS Y BASTIONES - Estado del apoyo - Longitud de asiento	11	En los apoyos en los bastiones se observó el efecto de la falta de mantenimiento de los elementos evidentes por una extensa corrosión de los elementos metálicos (ver figura 15), y la acumulación de sedimentos en los apoyos (ver figura 14). También, las almohadillas de neopreno presentaban aspectos como presión no uniforme y agrietamiento. En el bastión 1 (Siquires) se midió una longitud de asiento de 1,10 m. De los planos se puede obtener una longitud de asiento de diseño de 1,15 m aproximadamente en los bastiones, la estructura no tenía llaves de corte o algún otro dispositivo distinto de los pernos de anclaje de los apoyos que pudiese evitar que se desplace hacia afuera la estructura del puente en caso de sismo. El puente fue diseñado en 1968, previo a la entrada en vigencia del CSCR 1974.	Matina	Matina	LATITUD NORTE	83	20	0.5	4	1974
5.2. BASTIONES Y ALETONES - Viga cabezal - Cuerpo del bastión	12,13	Se observó socavación tanto en el bastión 1 como en los aletones en el acceso 1 del puente. Esto se evidencia para los aletones en la figura 7 y para el caso del bastión en la figura 8. Se constató rotación en el bastión 2 (1,30" ver figura 16) y filtraciones de agua en ambos bastiones (ver figura 17).								
5.3. TALUDES FRENTE A LOS BASTIONES	13	Según lo indicado en planos, existen zampeados sueltos de protección para el bastión 1 y 2, para el bastión 1 el zampeado y el terreno fue removido por el río aproximadamente como se indica en la figura 10 y 17. Los materiales removidos son arcillas según lo detalla los planos del diseño del puente.								
5.4. PILAS - Viga cabezal - Cuerpo de la pila	14,15	No hay pilas								
5.5. CIMENTACIONES DE PILAS Y BASTIONES	13,15	Para los cimientos en el Bastión 2, no fue posible realizar una inspección visual. Los pilotes en el cimiento del Bastión 1 se observaron expuestos por efecto de socavación del río. La socavación expone las 2 filas de pilotes como se observa en la figura 8 y 17. El daño es mayor en el extremo norte del puente. Según planos, los pilotes de cimentación tienen una longitud de penetración mínima de 4.7 metros, de los cuales en su punto más crítico los cimientos están expuestos en 1.5 metros por erosión del río sobre el margen derecho.								
* ITEM Nº* SE REFIERE A LOS ÍTEMES CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCIÓN (GRADO DE DAÑO)										