

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

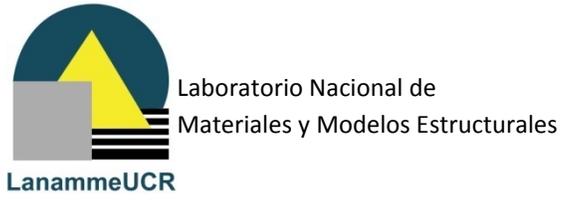


San José, Costa Rica

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.





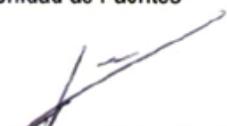
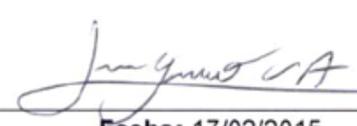
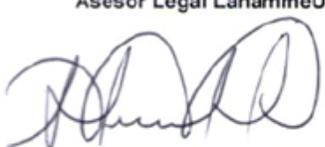
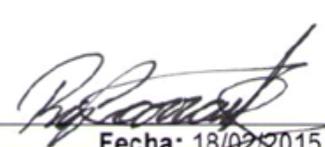
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



1. Informe: LM-PI-UP-PN05-2015		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: FISCALIZACIÓN DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA CALDERÓN RUTA NACIONAL No. 32		4. Fecha del Informe 20 de Febrero de 2015
5. Organización y dirección 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		
6. Notas complementarias Ninguna		
7. Resumen 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.		
8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional 32, Quebrada Calderón, Inspección.	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 56
11. Inspección e informe por: Ing. Jorge Muñoz Barrantes, Ph.D. Unidad de Puentes  Fecha: 16/02/2015	12. Inspección y revisión por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes  Fecha: 17/02/2015	
14. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 19/02/2015	15. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes  Fecha: 18/02/2015	16. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loria Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  Fecha: 20/02/2015



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Página intencionalmente dejada en blanco

TABLA DE CONTENIDO

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

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.

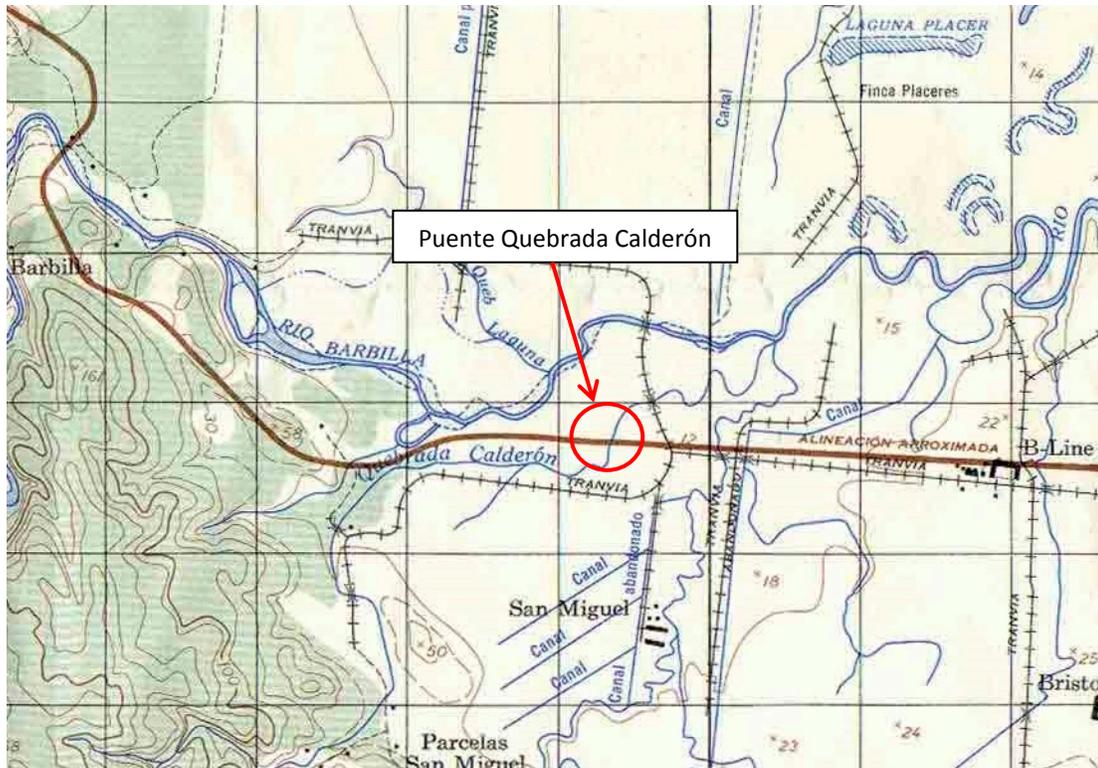


Figura A. Ubicación del puente en la hoja cartográfica MATINA 1:50 000.

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

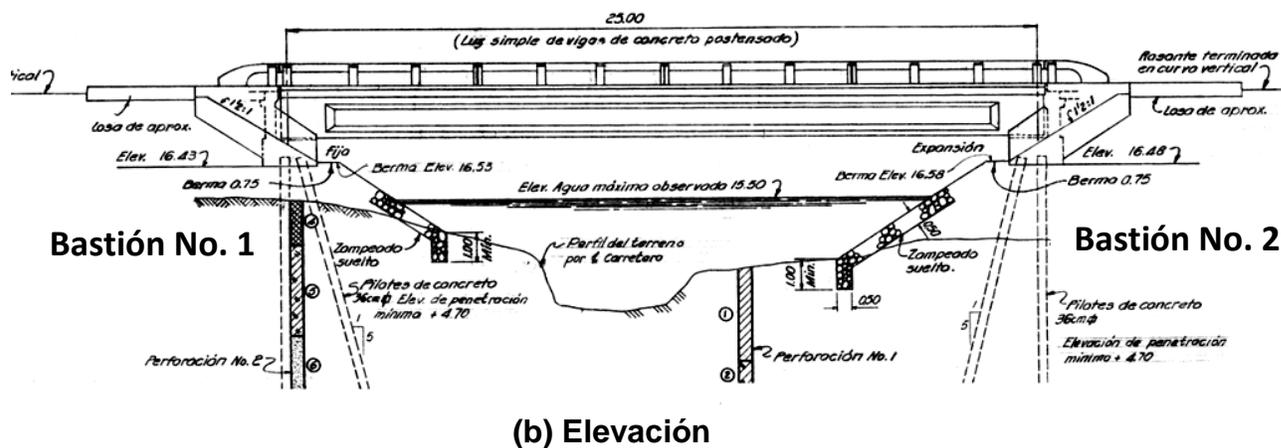
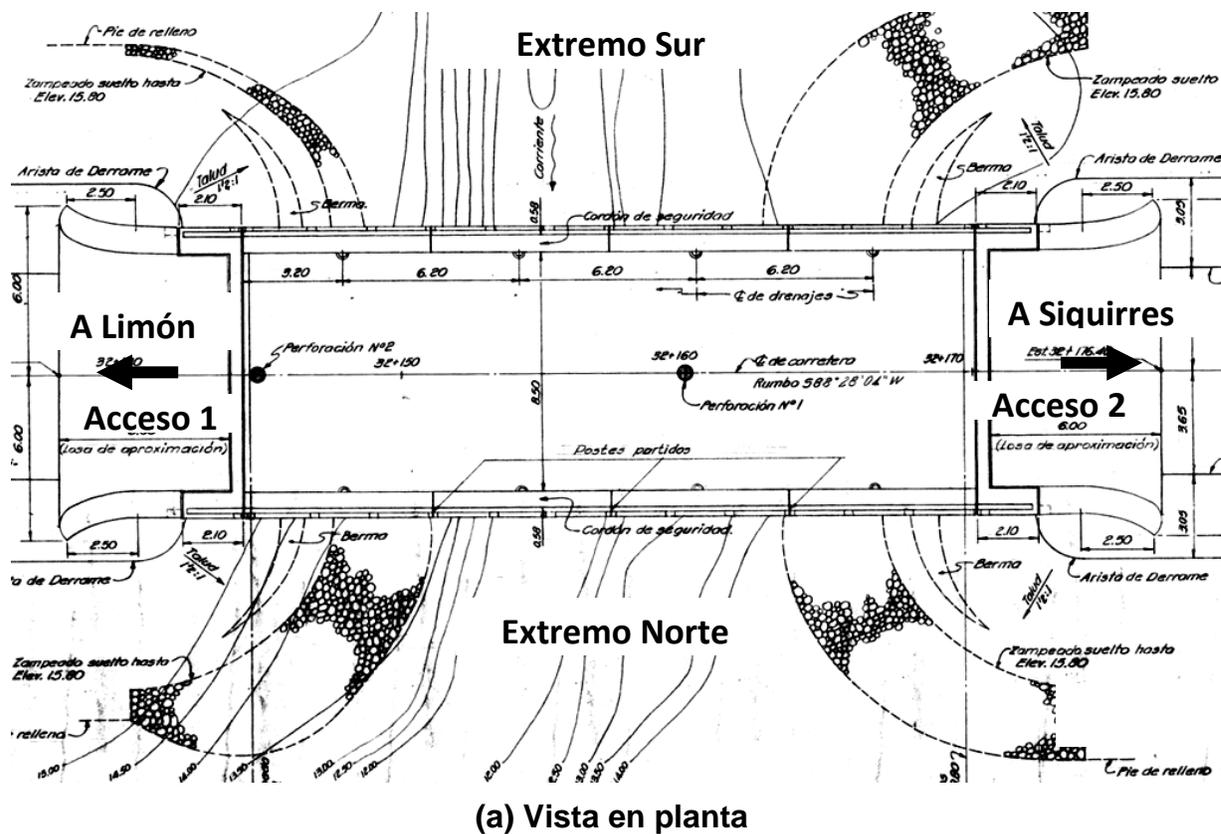


Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre la Quebrada Calderón.

Tabla No 1. Características básicas del puente.

Geometría	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
Superestructura	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
Apoyos	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
Subestructura	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)
Diseño y construcción	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"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	<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"> • Superficie de rodamiento • Rellenos de aproximación • Taludes • Muros de retención • Losa de aproximación 	<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 observo 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.

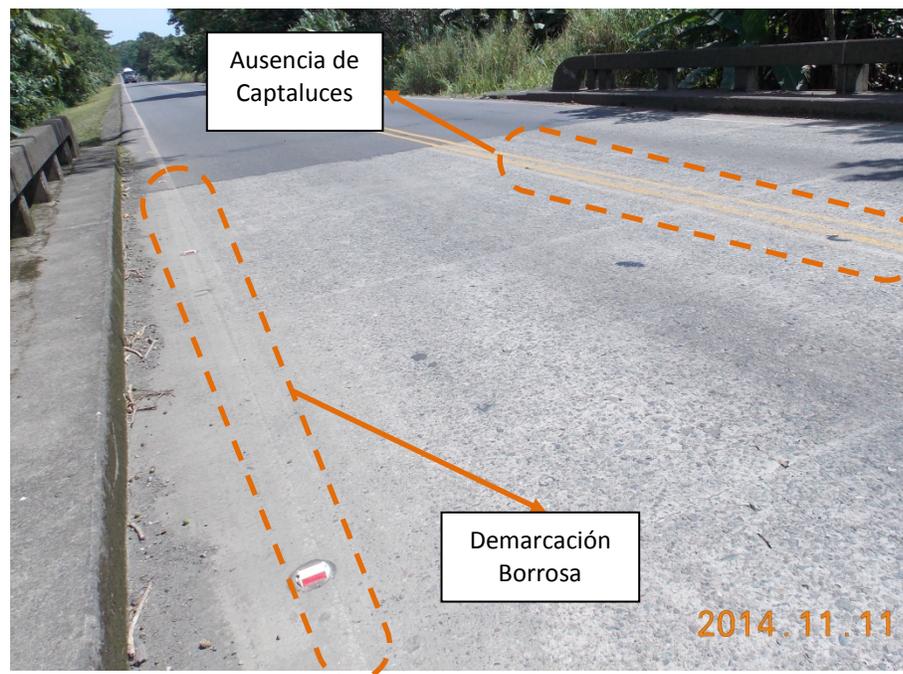


Figura 2: Demarcación borrosa y ausencia de captaluces en línea de centro.



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
--------------------------------	---	-----------------

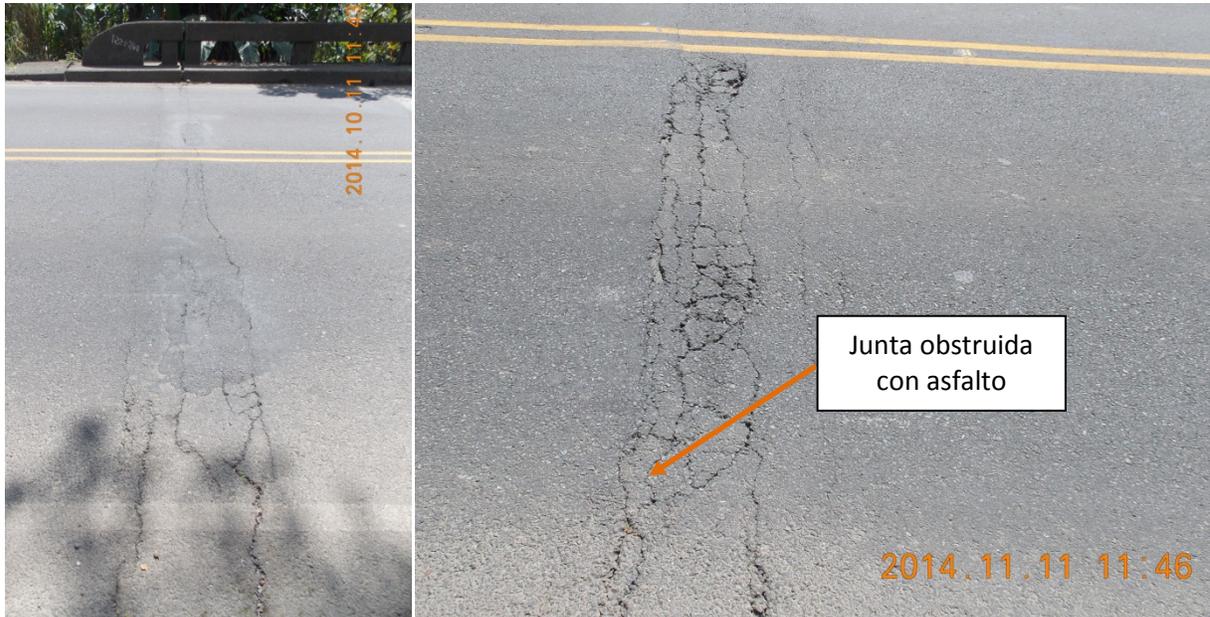


Figura 5: Obstrucción de las juntas de expansión con asfalto.



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.

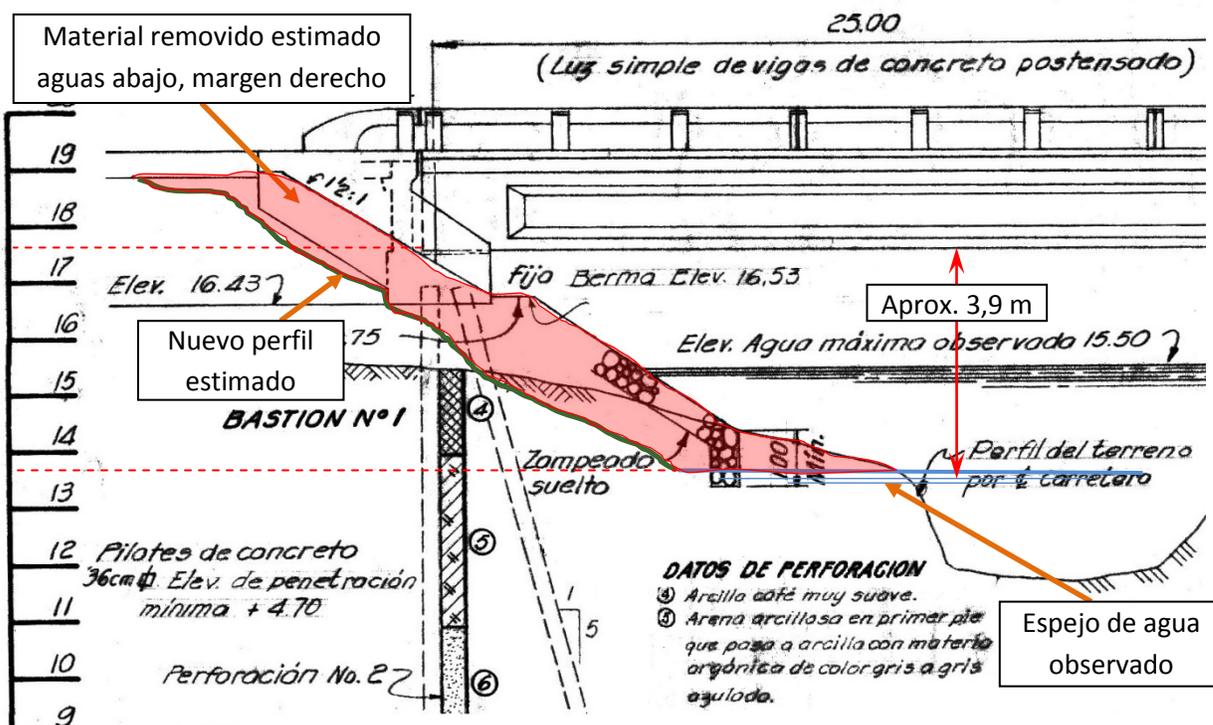


Figura 10: Estimación del nuevo perfil del terreno en el lado aguas abajo del puente que evidencia cambio de alineamiento del río hacia el bastión 1 provocando socavación del margen derecho de la quebrada.



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

Informe No. LM-PI-UP-PN05-2015	Fecha de emisión: 20 de Febrero de 2015	Página 27 de 56
--------------------------------	---	-----------------



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

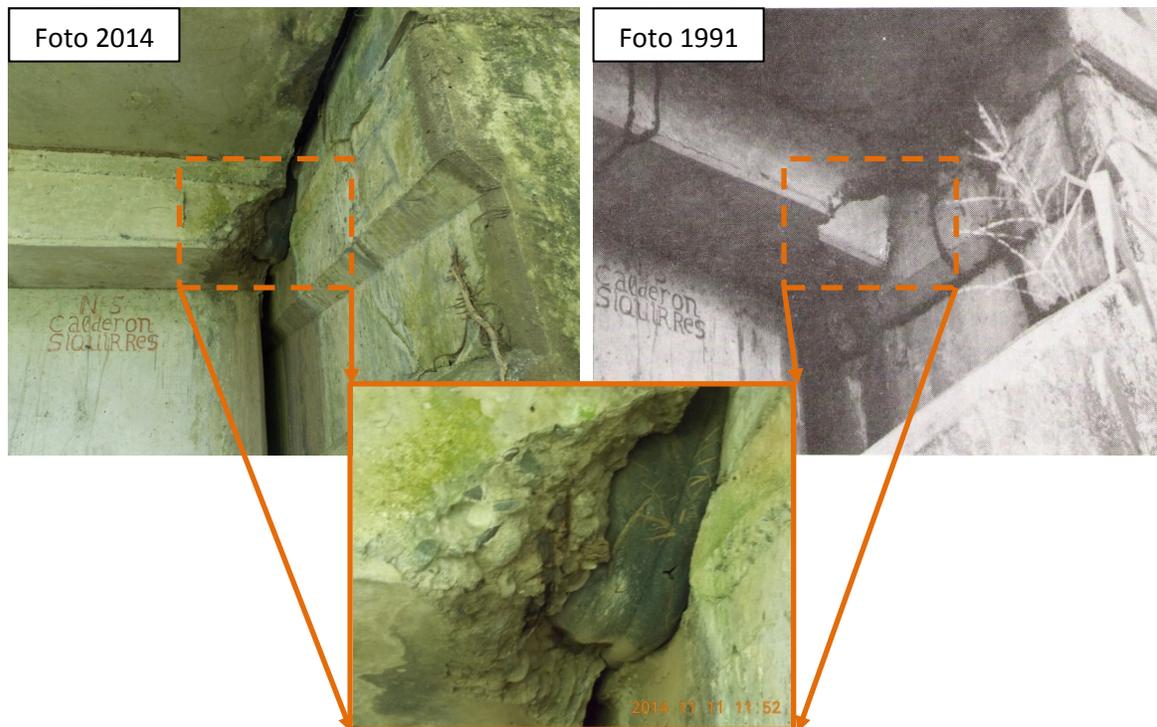


Figura 13: Desprendimiento de esquina en viga principal luego del sismo de limón 1991.

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.



a)

b)

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.

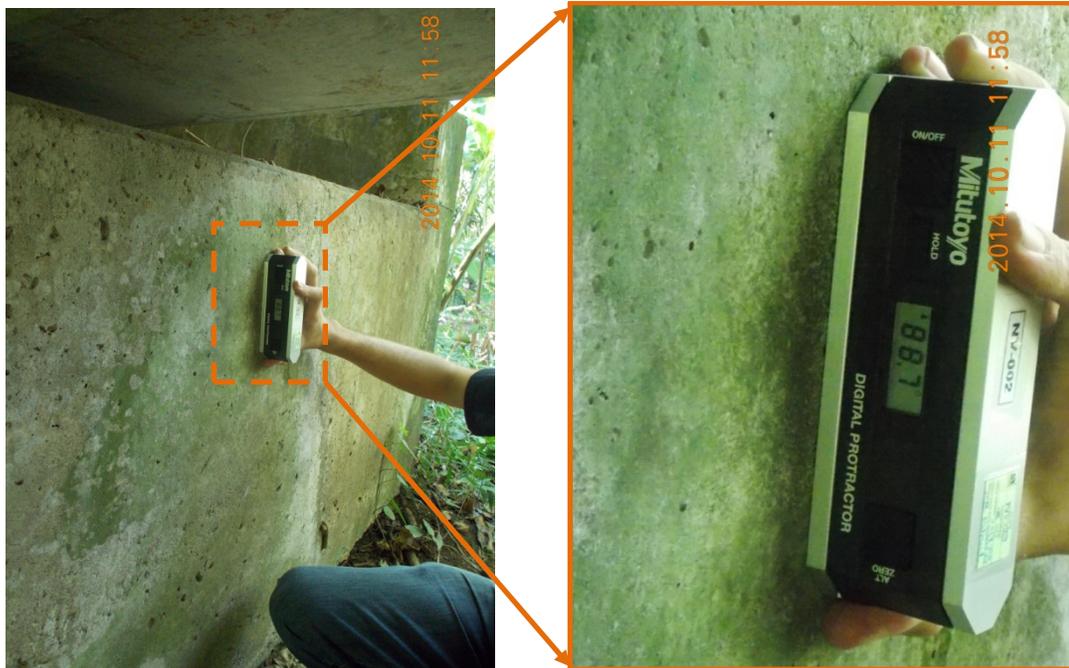


Figura 16: Rotación en el bastión 2.



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 tránsito 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

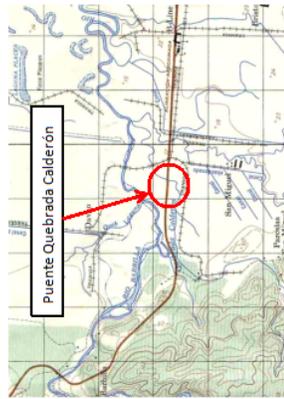
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACION
MANTENIMIENTO GENERAL	No se han observado daños importantes. Podrían existir daños mínimos en elementos no estructurales. Estos daños no implican un riesgo para la seguridad de los usuarios del puente. Los daños requieren ser reparados durante los 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		DIRECCION DE PUENTES		INVENTARIO BASICO DE PUENTES		Quebrada Calderon		Limón		CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)		UBICACION																																											
No. DE LA RUTA	CLASIFICACION	12	Nacional	120,720	km	Provincia	Canton	Localidad	Administrado por	Latitud Norte	Longitud Oeste	Fecha de Diseño	Año																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="14">ELEMENTOS BASICOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">DIRECCION DE LA VIA HACIA</th> <td colspan="2">Limón</td> <th colspan="2">ANCHO TOTAL</th> <td colspan="2">10,300</td> <th colspan="2">CALZADA</th> <td colspan="2">8,600</td> <th colspan="2">m</th> </tr> <tr> <th colspan="2">TIPO DE ESTRUCTURA</th> <td colspan="2">Puente</td> <th colspan="2">ITEMS</th> <td colspan="2">1 2 3 4</td> <th colspan="2">5</th></tr></thead></table>														ELEMENTOS BASICOS														DIRECCION DE LA VIA HACIA		Limón		ANCHO TOTAL		10,300		CALZADA		8,600		m		TIPO DE ESTRUCTURA		Puente		ITEMS		1 2 3 4		5		6		7	
ELEMENTOS BASICOS																																																							
DIRECCION DE LA VIA HACIA		Limón		ANCHO TOTAL		10,300		CALZADA		8,600		m																																											
TIPO DE ESTRUCTURA		Puente		ITEMS		1 2 3 4		5																																															
CARGA VIVA		HS 20-44		W(m)		0,250 0,590 4,300		0,000 4,300 <td colspan="2">0,590 0,250</td> <th colspan="2"> </th>		0,590 0,250																																													
LONGITUD TOTAL		26,60		H(m)		0,000 0,700 0,230		0,000 0,230 <td colspan="2">0,700 0,000</td> <th colspan="2"> </th>		0,700 0,000																																													
ESPECIFICACION		AASHTO 1965		No. DE SUPER ESTRUCTURA		1		No. DE TRAMOS		1		No. DE SUB ESTRUCTURA		2																																									
LONGITUD DE DESVIO		5,1		km				PENDIENTE LONGITUDINAL		NA %		FECHA DE ULT. PINTURA		NA NA NA																																									
SERVICIOS PUBLICOS		1 2		fibra o tel		3 4		ALTAURA LIBRE VERTICAL		SUPERIOR INFERIOR		NA m 3,9 m		WAPROX		8,9 m																																							
CRUZA SOBRE		1 2		Quebrada Calderon <td colspan="2"></td> <th colspan="2">ANTECEDENTES DE INSPECCION</th> <td colspan="2">DIA MES AÑO INSPECTOR</td>				ANTECEDENTES DE INSPECCION		DIA MES AÑO INSPECTOR		TIPO DE INSPECCION		ND																																									
PAVIMENTO		TIPO		ORIGINAL SOBRECAPA		Concreto		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS <td colspan="2">OBSERVACIONES</td> <td colspan="2">NA = No Aplica, ND = Información No Disponible, SR = Sin restricción. El desvío mas corto se calculo atravez del centro de Matina. 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.</td>		OBSERVACIONES		NA = No Aplica, ND = Información No Disponible, SR = Sin restricción. El desvío mas corto se calculo atravez del centro de Matina. 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.																																									
CONTEO DE TRAFICO		AÑO		TOTAL DE VEHICULOS % DE VEHICULOS PESADOS		2013 Year 8,135 Car 36,64 %		RESTRICCIONES		POR CARGA POR ALTURA POR ANCHO		SR t NA m SR m		 																																									

 DIRECCION DE PUENTES INVENTARIO BASICO DE PUENTES (DETALLE DE SUPERESTRUCTURA)																
NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)				DIA	MES	AÑO				
No. DE LA RUTA	32	CLASIFICACION	Nacional	CANTON	Matina	LATITUD NORTE	10 ° 2 ' 48.5 "	FECHA DE DISEÑO			4	1968				
KILOMETRO	120,720 km		LOCALIDAD	Matina	LONGITUD OESTE	83 ° 20 ' 0.5 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION					1974				
No. DE ESTRUCTURA	No. DE TRAMOS		ALINEACION DE PLANTA		VIGAS PRINCIPALES DE SUPERESTRUCTURA											
1	1	Recto	MATERIALES	Concreto reforzado	SUPERESTRUCTURA	Viga simple	TIPOS	tipo I	LONGITUD TOTAL	26,60 m	TRAMO MAXIMO	26,60 m	No. DE PRINCIPALES	5	ALTURA	1,16 m
No. DE ESTRUCTURA	TIPO DE JUNTAS DE EXPANSION		LOSA		CARACTERISTICAS DE PINTURA											
1	UBICACION INICIAL	UBICACION FINAL	MATERIALES	Concreto reforzado	ESPESOR	TIPO DE PINTURA		AREA PINTADA	FECHA DE ULT. PINTURA		EMPRESA ENCARGADA					
	junta sellada	junta sellada	Concreto reforzado	0,16 m	NA		NA									
OBSERVACIONES																
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	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)			AÑO				
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	TIPO DE PILOTES		TIPO	FECHA DE DISEÑO		
KILOMETRO	32	Nacional	CANTON	DISTRITO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ANCHO	LARGO	TIPO DE PILOTES	TIPO	INICIAL	FINAL	ANCHO DE ASIENTO
		120,720	Matina	Matina	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	DIMENSIONES		TIPO DE PILOTES		TIPO		ANCHO DE ASIENTO
		km	BASTION - PILA		PILA		DIMENSIONES		TIPO DE PILOTES		TIPO		ANCHO DE ASIENTO
No. DE	MATERIALES	TIPO	ALTURA	FORMA	TIPO		DIMENSIONES		TIPO DE PILOTES		TIPO		ANCHO DE ASIENTO
B1	Concreto reforzado	Cabezal sobre pilotes	2,61 m	NA	Pilotas		ANCHO	LARGO	Concreto reforzado		fijo		NA m
B2	Concreto reforzado	Cabezal sobre pilotes	2,61 m	NA	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				LONGITUD OESTE
	32	Nacional		Matina		10	2	48.5	-	4	1968	
KILOMETRO	120,720	km	DISTRITO	Matina		83	20	0.5	-	-	1974	
No.	1	UBICACION	No.	2	UBICACION	Linea de centro			Vista general			
NOTA	Puente sin rotulo		NOTA	Vista desde el acceso Este		DIA	MES	AÑO	NOTA	Vista desde el costado Norte, acceso Este		
						11	11	2014		11	11	2014
No.	4	UBICACION	No.	5	UBICACION	Vista lateral			Vista inferior			
NOTA	Vista desde el costado Norte, acceso Este		NOTA	Vista desde el bastión 2		DIA	MES	AÑO	NOTA	Vista aguas abajo		
						11	11	2014		11	11	2014

ANEXO C

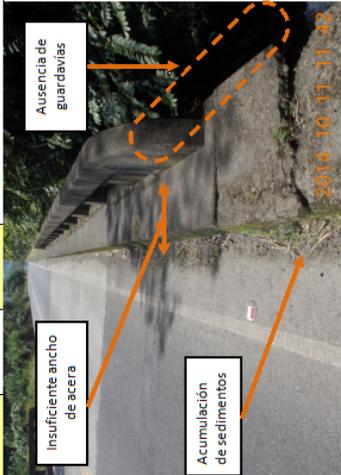
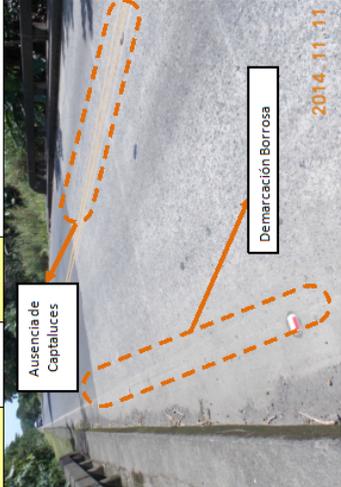
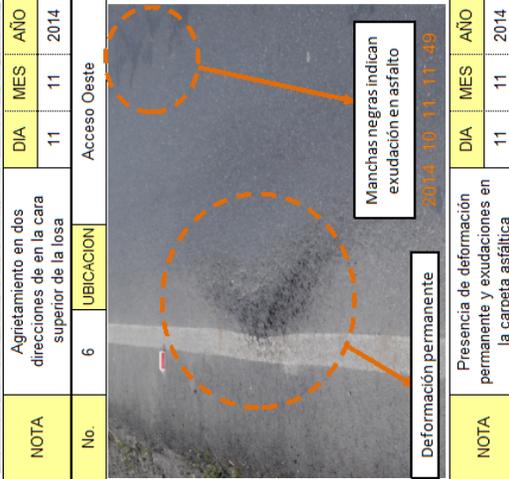
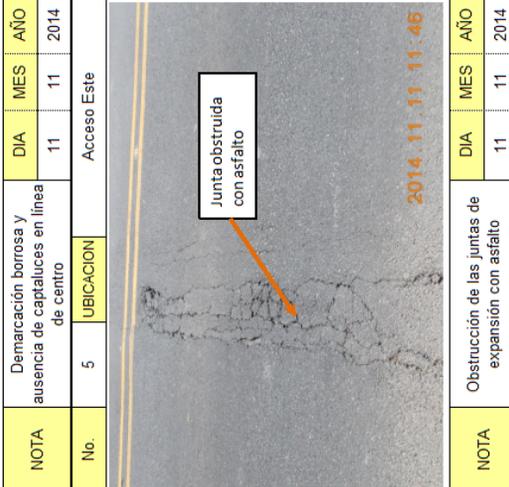
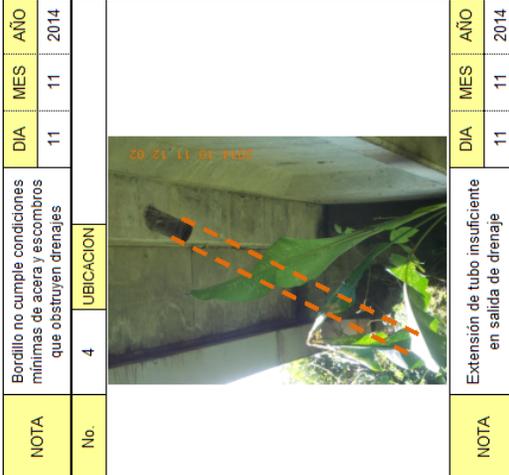
Formulario de inspección rutinaria

Página intencionalmente dejada en blanco

**DIRECCION DE PUENTES
INSPECCION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)**

NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		LOCALIDAD	PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	No. DE ESTRUCTURA					
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					Nacional	CONAVI ZONA 5-2 (Sección control 70471)	DIAS	MES	AÑO	
32	120,720	km	CANTON	Matina	LATITUD NORTE	10 ° 2 ' 48.5 "	FECHA DE DISEÑO	-	4	1968		
			DISTRITO	Matina	LONGITUD OESTE	83 ° 0 ' 20 "	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	<p>COMENTARIOS</p> <p>Viga principal de concreto con daños puntuales en el extremo de los apoyos seguidamente por golpe de las vigas con el bastión durante el sismo de Limón. Si bien es un daño por descascamiento grado 3 y acero de refuerzo expuesto grado 5, por su ubicación no representa un riesgo importante para la estructura. Apoyos inclinados en bastión 2. Deformación de apoyos debido a sismo y daños por falta de mantenimiento. NA = No aplica</p>					
2. BARANDA (ACERO)	ITEM EVALUACION	1. DEFORMACION	2. OXIDACION	3. CORROSION	4. FALTANTE							
3. BARANDA (CONCRETO)	ITEM EVALUACION	1. AGRETIAMIENTO	2. ACERO DE REFUERZO EXPLESTO	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						
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. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	ITEM EVALUACION	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. PERDIDA DE PERNOS	6. EFLORESCENCIA						
7. SISTEMA DE ARRIGOSTAMIENTO	ITEM EVALUACION	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. ROTURA DE ELEMENTOS	7. AGUEROS						
8. PINTURA	ITEM EVALUACION	1. DECOLORACION	2. AIMPOLLAS	3. DESCASCAMIENTO	4. ROTURA DE ELEMENTOS	8. GRETAS EN SOLDADURA O PLACA						
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	9. NIDOS DE PIEDRA						
10. VIGA DIAFRAGMA CONCRETO	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	10. NIDOS DE PIEDRA						
11. APOYOS	ITEM EVALUACION	1. ROTURA DE APOYOS	2. DEFORMACION EXTRAÑA	3. INCLINACION	4. DESPLAZAMIENTO	11. NIDOS DE PIEDRA						
12. CUBO CABEZAL Y ALFONDES (BASTION)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	12. NIDOS DE PIEDRA						
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTION)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	13. NIDOS DE PIEDRA						
14. MARTILLO (PILA)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	14. NIDOS DE PIEDRA						
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	ITEM EVALUACION	1. GRETAS EN UNA DIRECCION	2. GRETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	15. NIDOS DE PIEDRA						
							EVALUACION	GRADO DEL DAÑO	SOCAVACION			
							1	Ningún daño visible	Sin Socavación			
							2	En pocos lugares	Tendencia a socavarse			
							3	En muchos lugares	Socavación no peligrosa			
							4	En menos de la mitad	Socavación peligrosa			
							5	En la mayoría de las partes	Condición de Emergencia			
							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					CANTON	DISTRITO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	DIA	MES	AÑO		
	32	Nacional			Matina		10 ° 2 '	48.5 "	-	4	1968				
KILOMETRO	120,720 km				Matina		83 ° 20 '	0.5 "	-	-	1974				
No.	1	UBICACION	Acceso Este	No.	2	UBICACION	Puente		No.	3	UBICACION	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>Ausencia de Captaluces</p>		 <p>Demarcación Borrosa</p>		 <p>Junta obstruida con asfalto</p>		 <p>Manchas negras indican exudación en asfalto</p>		
	DIA	MES	AÑO		DIA	MES	AÑO		DIA	MES	AÑO		DIA	MES	AÑO
	11	11	2014		11	11	2014		11	11	2014		11	11	2014
No.	4		UBICACION	No.	5		UBICACION	Acceso Este		No.	6		UBICACION	Acceso Oeste	
NOTA	Extensión de tubo insuficiente en salida de drenaje		Obstrucción de las juntas de expansión con asfalto		Demarcación borrosa y ausencia de captaluces en línea de centro		Agrietamiento en dos direcciones de en la cara superior de la losa		Deformación permanente		Presencia de deformación permanente y exudaciones en la carpeta asfáltica				

NO. DEL PUENTE	NOMBRE DEL PUENTE	LOCALIDAD	PROVINCIA	LIMÓN	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Sección control 70471)			UBICACION	DIA	MES	AÑO
						CLASIFICACION	CANTON	LATITUD NORTE				
32	Quebrada Calderón	Nacional	Matina	Matina	Matina	10 ° 2 '	83 ° 20 '	48,5 "	0,5 "	4	1968	
		120,720 km										
No. 7	UBICACION	Acceso Este	No. 8	UBICACION	Bastion 1	No. 9	UBICACION	Aguas abajo				
NOTA	Socavación de losa de aproximación		Socavación al margen derecho de la quebrada, cimiento bastion 1		Obstrucción por troncos en el cauce de la quebrada		Escombros en cauce, Paso inapropiado de oleoducto					
No. 10	UBICACION	margen derecha	No. 11	UBICACION	Losa vista inferior	No. 12	UBICACION	Eflorescencia en el borde de la losa del puente				
NOTA	Material removido estimado		Presencia de nidos de piedra en la losa		Agregamiento en dos direcciones y nidos de piedra en la cara inferior de la losa		Eflorescencia y agrietamiento vertical en vigas					
DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	
11	11	2014	11	11	2014	11	11	2014	11	11	2014	



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

NOMBRE DEL PUENTE		Quebrada Calderon		PROVINCIA		Limón		ADMINISTRADO POR		CONAVI ZONA 5-2 (Seccion control 70471)		NÚMERO		AÑO	
No. DE LA RUTA	CLASIFICACION	Nacional	LOCALIDAD	CANTÓN	Matina	LATITUD NORTE	10 ° 2 '	48.5 "	FECHA DE DISEÑO	-	4	1968	DIA	MES	AÑO
KILOMETRO	120.720	km	DISTRITO	Matina	LONGITUD OESTE	83 ° 20 '	0.5 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	-	-	-	1974			
2. SEGURIDAD VIAL															
ELEMENTO		* ITEM Nº		OBSERVACIONES											
2.1 BARRERA VEHICULAR		3		Se debe evaluar si su estado es el adecuado para las condiciones de servicio actuales según los requerimientos de AASHTO LRFD 2012.											
2.2. GUARDAVIAS		No está contemplado en el formulario		Evaluar la necesidad de construir guardavías en los accesos, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Procurar la asesoría de un profesional experto en seguridad vial.											
2.3. ACERAS Y SUS ACCESOS		No está contemplado en el formulario		Evaluar la necesidad de construir aceras de acuerdo con los requisitos de la Ley 7600.											
2.4. IDENTIFICACION		No está contemplado en el formulario		Colocar rótulos de identificación. Evaluar la necesidad de incluir el número de ruta en la rotulación del puente.											
2.5. SENALIZACION		No está contemplado en el formulario		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. Procurar la asesoría de un profesional experto en seguridad vial.											
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.											

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

NOMBRE DEL PUENTE	Quebrada Calderon		LOCALIDAD	PROVINCIA	Límite	ADMINISTRADO POR	NO.				
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					Nacional	CONAMI ZONA 5-2 (Sección control 70471)	DIA	MES	AÑO
KILOMETRO	120,720	km									
ELEMENTO	*ITEM Nº	OBSERVACIONES									
3.1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEL PUENTE	1	3. SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESOS Y OTROS Ver recomendaciones punto 4.1 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 OESTE	83 ° 20 ' 0.5 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	-	-	1974
ELEMENTO	* ITEM N°	OBSERVACIONES		RECOMENDACIONES						
4. SUPERESTRUCTURA DE VIGAS DE CONCRETO										
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	Límbon	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2 (Sección control 70M71)		DÍA	MES	AÑO
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				Nacional	LATITUD NORTE			
KILOMETRO	32	120.720	Matina	Matina	83	20	0.5	-	-	1974
ELEMENTO	* ITEM Nº	OBSERVACIONES		RECOMENDACIONES						
5.1. AFOYOS EN PILAS Y BASTIONES - Estado del apoyo - Longitud de asiento	11	<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>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.</p> <p>El puente fue diseñado en 1968, previo a la entrada en vigencia del CSCR 1974.</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>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>Ver recomendaciones 3.3, y 5.1.</p> <p>Procurar la asesoría de un profesional experto en ingeniería geotécnica.</p>						
5.2. BASTIONES Y ALETONES - Viga cabezal - Cuerpo del bastión	12,13	<p>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.</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>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, hidráulica e hidrología.</p> <p>Ninguna</p>						
5.3. TALUDES FRENTE A LOS BASTIONES	13	<p>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.</p> <p>Los materiales removidos son arcillas según lo detalla los planos del diseño del puente.</p>		<p>Ver recomendaciones 5.1, y 5.3.</p>						
5.4. PILAS - Viga cabezal - Cuerpo de la pila	14,15	<p>No hay pilas</p>		<p>Ninguna</p>						
5.5. CIMENTACIONES DE PILAS Y BASTIONES	13,15	<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>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>Ver recomendaciones 5.1, y 5.3.</p>						
* ITEM Nº* SE REFIERE A LOS ÍTEMES CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCIÓN (GRADO DE DAÑO)										