

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

LM-PI-UP-PN27-2014

FISCALIZACIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CUBA RUTA NACIONAL No. 32

Preparado por:
Unidad de Puentes



San José, Costa Rica
16 de diciembre de 2014



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.

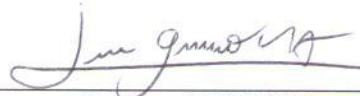

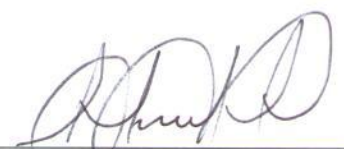
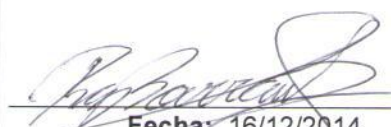

Página intencionalmente dejada en blanco



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

1. Informe: LM-PI-UP-PN27-2014		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: FISCALIZACIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CUBA RUTA NACIONAL No. 32		4. Fecha del Informe 16 de diciembre de 2014
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 el Río Cuba, 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, Río Cuba, Inspección.	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 60
11. Inspección e informe por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes  Fecha: 16/12/2014	12. Revisado por: Ing. Pablo Agüero Barrantes Unidad de Puentes  Fecha: 16/12/2014	
13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 16/12/2014	14. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes  Fecha: 16/12/2014	15. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  Fecha: 16/12/2014



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. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE	13
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
ANEXO A TABLA CON CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	39
ANEXO B FORMULARIO DE INVENTARIO.....	43
ANEXO C FORMULARIO DE INSPECCIÓN RUTINARIA.....	49

Página intencionalmente dejada en blanco

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de fiscalización y evaluación estructural y funcional del puente sobre el Río Cuba 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 10 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

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 y cruza sobre el Río Cuba. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito Carrandí, del cantón de Matina, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°01'20,43"N de latitud y 83°13'5,52"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica MOIN 1:50 000.

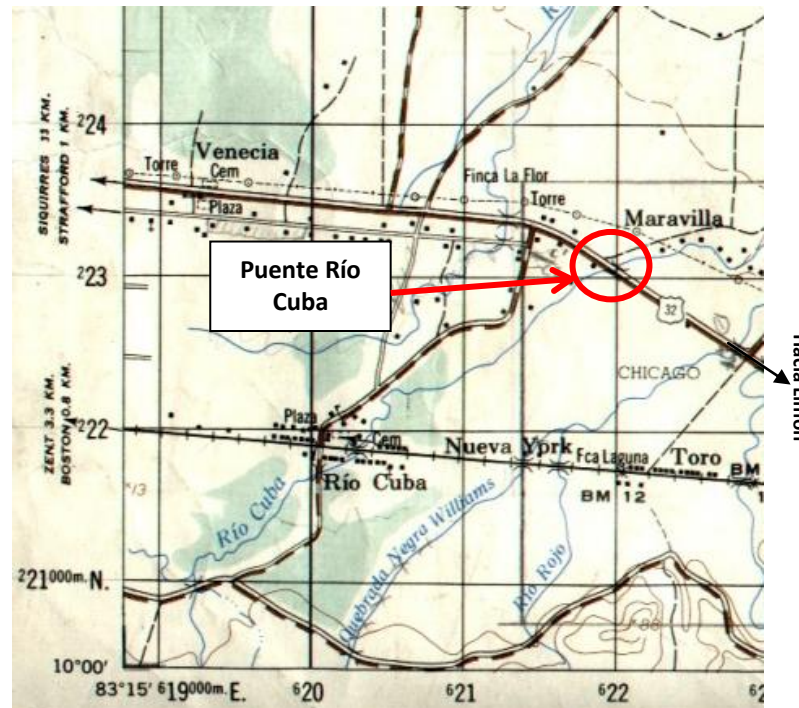


Figura A. Ubicación del puente en la hoja cartográfica MOIN 1:50 000.

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 éste puente en particular, si se tuvo acceso a los planos del diseño original con fecha de Julio de 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 desde el acceso este a lo largo de la línea de centro



Figura C: Vista lateral del costado sur

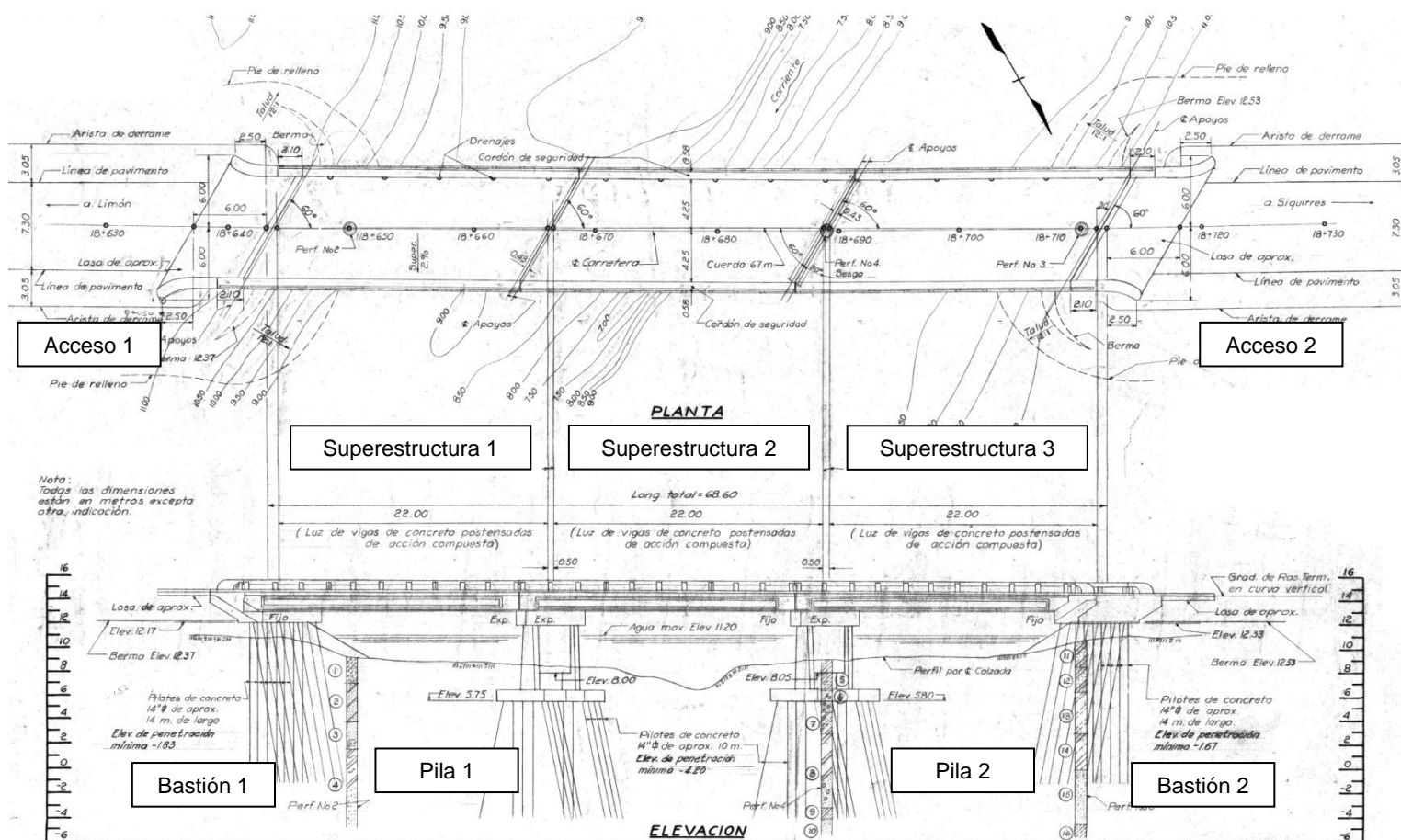


Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el Río Cuba

Tabla No 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	68,5
	Ancho total (m)	10,40
	Ancho de calzada (m)	8,7
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	Sesgado
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	3
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1: tipo viga simplemente apoyada de concreto preesforzado de 22 m de largo (según planos). Superestructura 2: tipo viga simplemente apoyada de concreto preesforzado de 22 m de largo (según planos). Superestructura 3: tipo viga simplemente apoyada de concreto preesforzado de 22 m de largo (según planos).
	Tipo de tablero	Losa de concreto
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Apoyo fijo Bastión 2: Apoyo fijo
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: Apoyo inicial expansivo y apoyo final expansivo Pila 2: Apoyo inicial fijo y apoyo final expansivo
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: tipo cabezal de concreto reforzado sobre pilotes de concreto
	Tipo de pilas	Pilas 1 y 2: tipo marco de concreto reforzado.
	Tipo de cimentación	Bastiones: tipo cabezal sobre pilotes de concreto Pilas: tipo pilotes de concreto
Diseño y construcción	Especificación de diseño original	AASHO 1965
	Carga viva de diseño original	HS 20-44
	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 o vulnerabilidad	Recomendaciones
2.1. Barrera vehicular	La barrera vehicular del lado norte del puente presentaba desprendimientos de concreto producto aparentemente del impacto entre superestructuras durante el sismo de Limón de 1991 (ver figura 1). Además, se observó una deformación en el sentido perpendicular a la dirección del tránsito, de 65 mm entre la superestructura 1 y 2 y de aproximadamente 200 mm entre la superestructura 2 y 3, (ver figura 2). <i>(Continúa en la página siguiente)</i>	Los daños en la barrera vehicular reducen la capacidad de la misma para contener vehículos si se produce un accidente de tránsito en el puente. <i>(Continúa en la página siguiente)</i>	Ver recomendaciones en el punto 5.1. Ver recomendaciones para la superestructura del puente en el punto 4.2. <i>(Continúa en la página siguiente)</i>

Tabla No 2. Estado de la seguridad vial. *(continuación)*

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
2.1. Barrera vehicular	<i>(Continúa de la página anterior)</i> La barrera vehicular fue diseñada en 1968 considerando condiciones de tránsito distintas a las que presenta la ruta 32 actualmente. Por eso, aparentemente la barrera no cumple con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2012, según el tipo de carretera, la velocidad y el tipo de vehículos que transitan por la ruta 32 actualmente.	<i>(Continúa de la página anterior)</i> Si la barrera no cumple con las especificaciones de AASHTO podría representar un riesgo de caída al cauce del río ante una colisión de un vehículo pesado en un accidente de tránsito.	<i>(Continúa de la página anterior)</i> Si se decide rehabilitar el puente realizar una evaluación detallada para verificar si la barrera vehicular del puente cumple con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2012, con el fin de decidir si la barrera se debe sustituir, rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones o si sólo se deben reparar los daños.
2.2. Guardavías	No se observaron guardavías en los accesos al puentes (ver figura 3).	La ausencia de guardavías aumenta el riesgo de accidentes de tránsito por caída de vehículos al cauce del río.	Evaluar la necesidad de colocar guardavías en los accesos al puente mientras se construye el puente nuevo o se rehabilita el puente existente.
2.3. Aceras y sus accesos	El puente no tenía aceras, solamente posee un bordillo de seguridad de 0,60 m, que tenía desprendimientos de concreto cerca de las juntas de expansión entre superestructuras (ver figura 3). Durante la inspección se observó tránsito peatonal sobre el puente.	La ausencia de aceras y la presencia de peatones en el puente podría aumentar el riesgo de accidentes de tránsito por atropellos.	Evaluar la necesidad de construir una acera en el puente para el tránsito de peatones de acuerdo con los requisitos de la Ley 7600.
2.4. Rótulo de identificación	El puente no tenía rótulos de identificación.	Ninguno aparente	Evaluar la necesidad de colocar rótulos con la información del número de ruta y nombre del puente.

Tabla No 2. Estado de la seguridad vial. *(continuación)*

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
2.5. Señalización <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Marcadores de objeto 	<p>El puente no tenía captaluces.</p> <p>La condición de las líneas de centro y de borde era mala en los accesos y sobre el puente.</p> <p>El puente no tenía marcadores de objetos.</p> <p>(Ver figura 3)</p>	<p>La ausencia de señalización y el mal estado de la demarcación aumenta el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente en condiciones de baja visibilidad.</p>	<p>Ver recomendaciones en el punto 5.1.</p> <p>Colocar captaluces y marcadores de objetos en el puente. Procurar la asesoría de un profesional experto en seguridad vial.</p> <p>Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Procurar la asesoría profesional en el tema de pinturas para demarcación vial.</p>
2.6. Iluminación	<p>El puente no tenía iluminación.</p>	<p>La ausencia de iluminación, de señalización horizontal y bordillos de seguridad, sumado a la presencia de peatones sobre el puente aumenta el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente.</p>	<p>Evaluar la necesidad de colocar iluminación en el puente y en los accesos, ya que existía acceso al sistema eléctrico.</p>

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

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
3.3. Juntas de expansión (entre superestructuras)	<p>(<i>Continúa de la página anterior</i>)</p> <p>Además, la junta entre el bastión 2 y la superestructura 3 estaba obstruida con asfalto, las otras juntas estaban obstruidas con sedimentos y rocas (ver figuras 4 y 5).</p> <p>La junta entre la superestructura 2 y 3 tenía un espaciamiento de junta variable. El espaciamiento en el lado norte fue de 140 mm y en el lado sur de 50 mm. Esto refleja el aparente desplazamiento de las superestructuras debido al sismo de Limón de 1991.</p>	<p>(<i>Continúa de la página anterior</i>)</p> <p>Las obstrucciones en las juntas de expansión afectan el comportamiento del puente ante los movimientos por expansión y contracción térmica.</p> <p>Los espaciamientos de juntas observados podrían aumentar el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente.</p>	<p>(<i>Continúa de la página anterior</i>)</p> <p>Si se decide rehabilitar el puente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar una inspección detallada en todas las juntas para definir los métodos de rehabilitación más adecuados. • Colocar un nuevo sello impermeable. • Reparar los bordes de la losa adyacentes a la junta. • Buscar la asesoría profesional para elegir el sistema de juntas más adecuado.
3.4. Accesos <ul style="list-style-type: none"> • Superficie de rodamiento • Rellenos de aproximación • Taludes • Muros de retención 	<p>La superficie de rodamiento asfáltica del acceso oeste presentaba agrietamiento en dos direcciones (ver figura 4-b).</p> <p>No se observaron daños en los rellenos de aproximación, ni en los taludes.</p> <p>No se tuvo acceso visual a la losa de aproximación del puente.</p>	Ninguno aparente	Reparar los daños en la superficie de rodamiento asfáltica de los accesos.

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

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
3.5. Sistema de drenaje de los accesos	El puente no poseía un sistema de drenaje en los accesos.	La ausencia de un sistema de drenaje en los accesos podría generar erosión de los taludes de los rellenos de aproximación.	Si se decide rehabilitar el puente, construir un sistema de drenaje en los accesos.
3.6. Vibración	La vibración del puente era fuertemente perceptible con el paso de vehículos pesados. Podría estar asociada con las fallas en los apoyos de pilas y bastiones del puente.	Ver riesgo o vulnerabilidad en el punto 5.1.	Ver recomendaciones en el punto 5.1.
3.7. Cauce del río	El cauce del río presentaba erosión contiguo a la pila 1 del puente (ver figura 6). No se observó cambio en el alineamiento del cauce, socavación u obstrucciones.	Si la erosión del cauce avanza podría generar socavación en la pila 1 del puente.	Monitorear el cauce del río en inspecciones posteriores.

Tabla No 4. Estado de conservación de las superestructuras 1, 2 y 3 tipo viga simple de concreto preesforzado.

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
4.1. Tablero (Losa de concreto).	La superficie superior de la losa de concreto de las tres superestructuras presentaba agrietamiento en dos direcciones, con grietas de ancho mayor que 0,3 mm y espaciada a menos de 0,50 m (ver figura 7) (<i>Continúa en la página siguiente</i>)	El agrietamiento en dos direcciones podría indicar una deficiencia en la capacidad de la losa para soportar las cargas vehiculares actuales. Además, el agrietamiento de la losa podría provocar un problema de durabilidad ya que el agua de lluvia podría filtrarse por las grietas e iniciar el proceso de corrosión del acero de refuerzo.	Ver recomendaciones en el punto 5.1. Si se decide rehabilitar el puente, realizar una evaluación estructural para decidir si la losa debe ser sustituida o rehabilitada. Además, realizar una inspección detallada en la losa de la superestructura 1 del puente, eliminando la sobrecapa de asfalto. (<i>Continúa en la página siguiente</i>)

Tabla No 4. Estado de conservación de la superestructuras 1, 2 y 3 tipo viga simple de concreto preesforzado. *(continuación)*

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
4.1. Tablero (Losa de concreto).	<i>(Continúa de la página anterior)</i> La superficie inferior de la losa de las tres superestructuras presentaba agrietamiento en dos direcciones, con un ancho de grieta mayor que 0,3 mm y espaciadas a menos de 0,50 m. Además, la losa crujía cuando transitaban vehículos pesados sobre el puente (ver figura 8).	<i>Ver riesgo o vulnerabilidad en la página anterior</i>	<i>(Continúa de la página anterior)</i> Si se decide no sustituir la losa de concreto, rellenar las grietas con un sistema de reparación de losas para puentes e impermeabilizar la superficie superior de la losa. Procurar la asesoría profesional para definir el sistema de reparación e impermeabilización de la losa.
4.2. Vigas principales de concreto preesforzado	La viga principal externa del lado sur de las superestructuras 1 y 3 estaban apoyadas directamente sobre el borde exterior de la viga cabezal del bastión, debido a que los apoyos se habían desprendido por la rotación de los bastiones (ver figuras 9, y 10). Ver los puntos 5.1, 5.2 y 5.3 donde se describen, respectivamente, los daños en los apoyos, los bastiones y las pilas.	El cambio en las condiciones de apoyo podría implicar una reducción en la capacidad de carga de las superestructuras 1 y 3 y podrían generar desprendimientos de concreto en los puntos de contacto con los bastiones. Además, este cambio en las condiciones de apoyo aumenta el riesgo de colapso de la estructura, frente a un sismo fuerte o una crecida del río.	Ver recomendaciones para los apoyos del puente en el punto 5.1.
4.3. Vigas diafragma de concreto	No se observaron daños en las vigas diafragma de las tres superestructuras	Ninguno aparente	Ninguna

Tabla No. 5. Estado de conservación de la subestructura

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
<p>5.1. Apoyos en bastiones y pilas</p>	<p>Los apoyos sobre los bastiones y las pilas presentaban daños como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corrosión de los elementos metálicos (placas de apoyo y pernos), en algunos casos con reducción de sección, debido al ingreso de agua a través de las juntas de expansión (ver figuras 10, 11, 12 y 13). • Deformación permanente de los pernos debido al movimiento relativo entre la superestructura y la subestructura en el sismo de Limón de 1991 (ver figura 11). • Desprendimientos de concreto en los pedestales de los apoyos que han reducido la longitud de asiento disponible en las pilas (ver figuras 11 y 13). • Grietas verticales en algunas almohadillas de material elastomérico (ver figura 12). <p>Los apoyos sobre los bastiones y sobre las pilas del puente debieron ser rehabilitados inmediatamente después del terremoto de Limón de 1991, sin embargo, no se observó evidencia de ninguna rehabilitación.</p>	<p>Los apoyos desprendidos, los elementos deformados y los desprendimientos de concreto en los pedestales aumentan el riesgo de colapso del puente por movimientos sísmicos severos o crecidas del río debido principalmente a la reducción de la longitud de asiento.</p> <p>El colapso del puente obligaría cerrar el paso por la ruta 32 lo cual afectaría la única carretera de acceso hacia uno de los principales puertos de exportación del país. Además, la cantidad de tramos del puente dificulta la colocación de un puente temporal para restituir el tránsito de vehículos sobre la ruta.</p>	<p>Iniciar de inmediato con el proceso para construir un nuevo puente o rehabilitar el puente existente.</p> <p>Realizar un estudio de factibilidad económica para decidir entre construir un nuevo puente o rehabilitar el puente existente.</p> <p>Si se decide rehabilitar el puente se recomienda brindar una longitud de asiento a cada superestructura conforme con los requisitos incluidos en la <i>Especificación AASHTO LRFD 2012</i> y el <i>Manual de rehabilitación sísmica FHWA</i>, a los cuales hacen referencia los <i>Lineamientos para diseño sismorresistente de puente de 2013</i>.</p> <p>Mientras se realiza este proceso de construcción o rehabilitación se recomienda inspeccionar el puente una vez al mes y en caso de que suceda un sismo fuerte o una crecida del río, evaluar la necesidad de cerrar el puente como medida de seguridad para los usuarios.</p> <p>Evaluar si se justifica restringir de manera inmediata la velocidad máxima y el peso vehicular máximo que puede transitar sobre el puente con el objetivo de reducir la progresión de los daños observado.</p>

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

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
5.2. Bastiones y aletones	<p>Bastiones 1 y 2: Ambos bastiones presentaban una rotación permanente producto del sismo de Limón de 1991. La rotación del bastión 1 fue de 10,7° y la del bastión 2 de 6,2° (ver figura 17). Esta rotación generó deformaciones permanentes en los pernos de anclaje de los apoyos y desprendimientos de concreto en los pedestales (ver figura 11). Además, el sismo provocó fuerzas laterales en los pilotes, lo cual produjo grietas y desprendimientos de concreto en la viga cabezal de ambos bastiones donde el acero de refuerzo estaba expuesto y corroído (ver figuras 14, 15 y 16).</p>	<p>La rotación permanente de ambos bastiones y los deterioros observados evidencian el estado de falla de ambas subestructuras, lo que ha aumentado el riesgo de colapso del puente ante movimientos sísmicos fuertes o crecidas del río. El colapso del puente obligaría cerrar el paso por la ruta 32 lo cual afectaría la única carretera de acceso hacia uno de los principales puertos de exportación del país.</p>	Ver recomendaciones en el punto 5.1.
5.3. Taludes frente a los bastiones	No se observaron daños en los taludes frente a los bastiones.	Ninguno aparente	Ninguna

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

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
5.4. Pilas	<p>Pilas 1 y 2: Los pedestales de los apoyos de ambas pilas presentaban desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído, aparentemente producto del sismo de Limón de 1991 (ver figuras 11, 12 y 13). Las pilas del puente no tenían llaves de cortante o algún otro dispositivo diferente a los pernos de anclaje de los apoyos que evite el colapso del puente ante un movimiento sísmico, los cuales se encuentran en estado de falla (ver figura 13). En el muro pantalla de la pila 1 se observaron grietas por cortante de 0,90 mm de ancho espaciadas a más de 0,50 m. (ver figura 19) Además en las pilas se observaron manchas de humedad y maleza producto del ingreso de agua a través de las juntas de expansión (ver figuras 12 y 13).</p>	<p><i>Ver riesgo o vulnerabilidad en el punto 5.1</i></p> <p>La corrosión del acero de refuerzo en los pedestales podría extenderse en gran parte del elemento y generar desprendimientos de concreto y agrietamientos, riesgo que aumenta debido a la constante humedad a la que se ve sometida las vigas cabezal de las pilas por el ingreso de agua a través de las juntas.</p> <p>Los daños en los pedestales y pernos de anclaje de los apoyos, que han reducido la longitud de asiento de las pilas, y la ausencia de llaves de cortante en las pilas aumentan el riesgo de colapso del puente ante un movimiento sísmico.</p>	<p><i>Ver recomendaciones en el punto 5.1.</i></p> <p>Si se decide rehabilitar el puente evaluar la necesidad de construir llaves de cortante en las pilas del puente de acuerdo con lo establecido en el <i>Manual de rehabilitación sísmica FHWA</i> y en la <i>Especificación AASHTO LRFD 2012</i>, a los cuales se hace referencia en el documento: <i>Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes de 2013</i>.</p>

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

Elementos	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
5.5. Cimentaciones (pilas y bastiones)	<p>La cimentación de ambos bastiones presentaba pilotes expuestos debido a la rotación de los bastiones (ver figuras 14, 15 y 16). Esta rotación se dio porque el cimientado se vio sometido a cargas laterales del terreno debido al fenómeno de licuefacción de suelos durante el sismo de Limón de 1991.</p> <p>Estas cargas laterales generaron esfuerzos de tensión en los pilotes, lo cual generó agrietamientos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído en las vigas cabeceras de los bastiones (ver figuras 15 y 16).</p> <p>Se tuvo acceso a fotografías del puente tomadas pocos días después del sismo de Limón de 1991, donde se comprueba que no se han realizado trabajos de rehabilitación en el puente desde la falla en el bastión producida por el sismo (ver figura 18)</p> <p>No se tuvo acceso visual a las cimentaciones del bastión 2 ni de las pilas 1 y 2.</p>	<p>Los pilotes expuestos evidencian la falla de la cimentación del bastión 1, que aumenta el riesgo de colapso del puente en caso de que suceda un movimiento sísmico fuerte o una crecida del río.</p> <p>El colapso del puente obligaría cerrar el paso por la ruta 32 lo cual afectaría la única carretera de acceso hacia uno de los principales puertos de exportación del país.</p>	Ver recomendaciones en el punto 5.1.



Figura 1: Daños en la barrera vehicular norte del puente, obstrucción del sistema de drenaje con sedimentos y maleza.



(A) Medición entre superestructuras 2 y 3



(B) Medición entre superestructuras 1 y 2

Figura 2: Deformación permanente de las barreras en el sentido perpendicular a la dirección del tránsito.

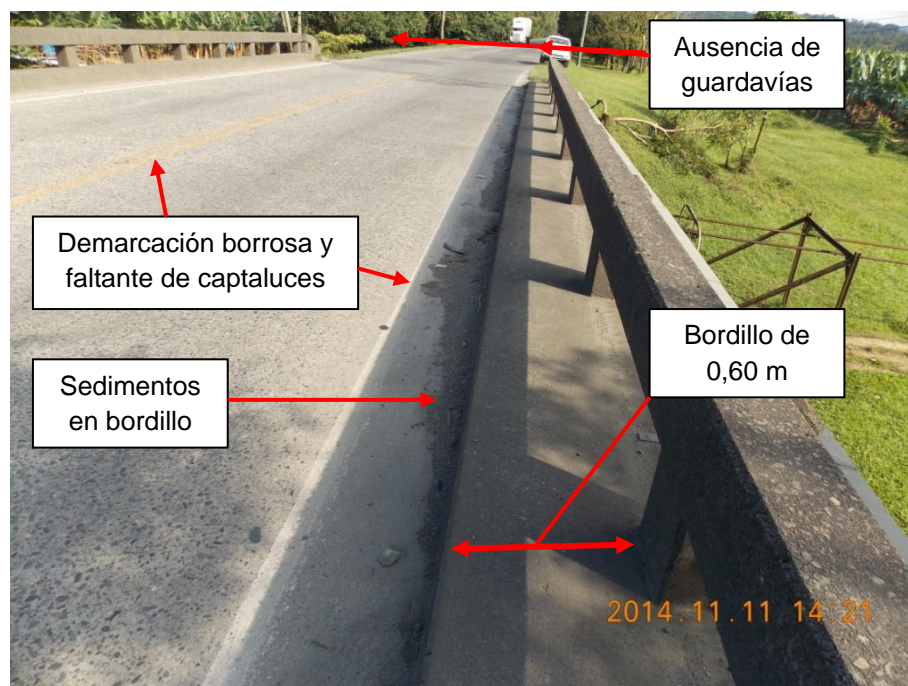


Figura 3: Vista de daños típicos en seguridad vial del puente.

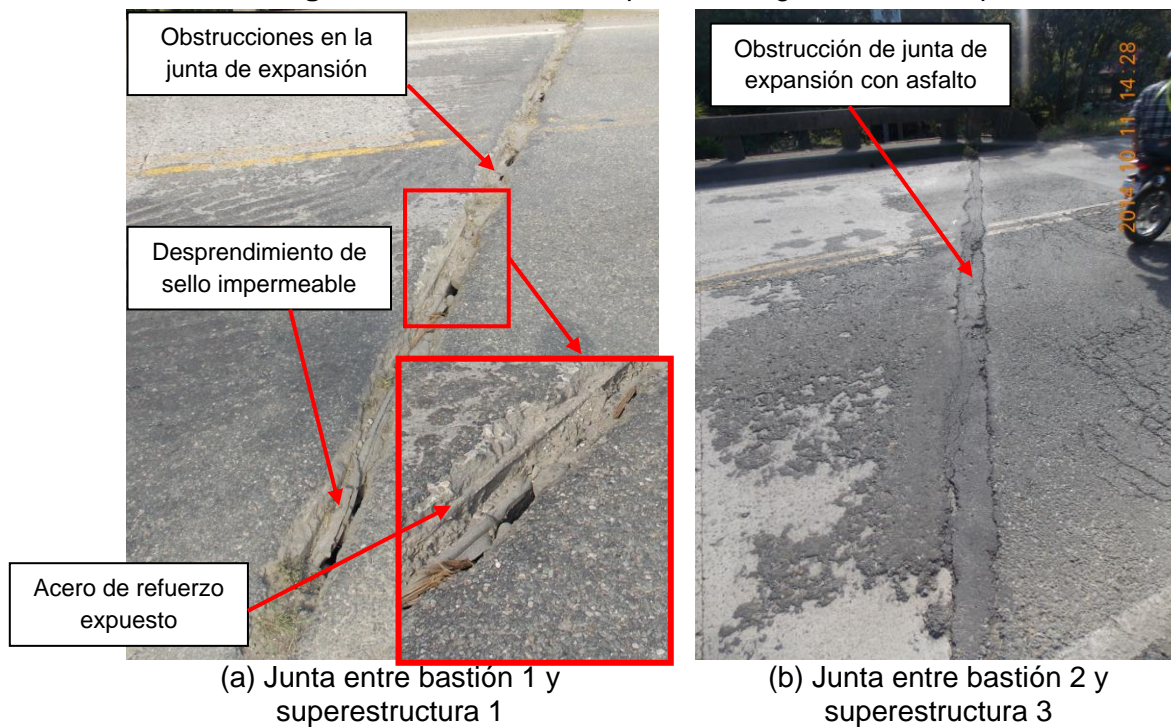


Figura 4: Daños en las juntas de expansión ubicadas sobre los bastiones desprendimiento de sello impermeable, obstrucciones y desprendimientos de concreto.



(a) Junta entre superestructuras 1 y 2



(a) Junta entre superestructuras 2 y 3

Figura 5: Daños en las juntas de expansión ubicadas sobre las pilas: desprendimiento de sello impermeable, obstrucciones y desprendimientos de concreto.



Figura 6: Erosión en el cauce del río contiguo a la pila 1 del puente.



Figura 7: Agrietamiento típico en dos direcciones en la superficie superior de la losa de concreto del puente



Figura 8: Agrietamiento típico en la superficie inferior de la losa del puente (grietas resaltadas).



Figura 9: Vista del bastión 1 mostrando agrietamientos en la viga cabezal, exposición de pilotes y una viga principal apoyada directamente sobre la viga cabezal.



(a) Apoyo sobre el bastión 1

(b) Apoyo sobre el bastión 2

Figura 10: Daños en apoyos ubicados sobre los bastiones y acumulación de agua sobre viga cabezal de ambos bastiones.

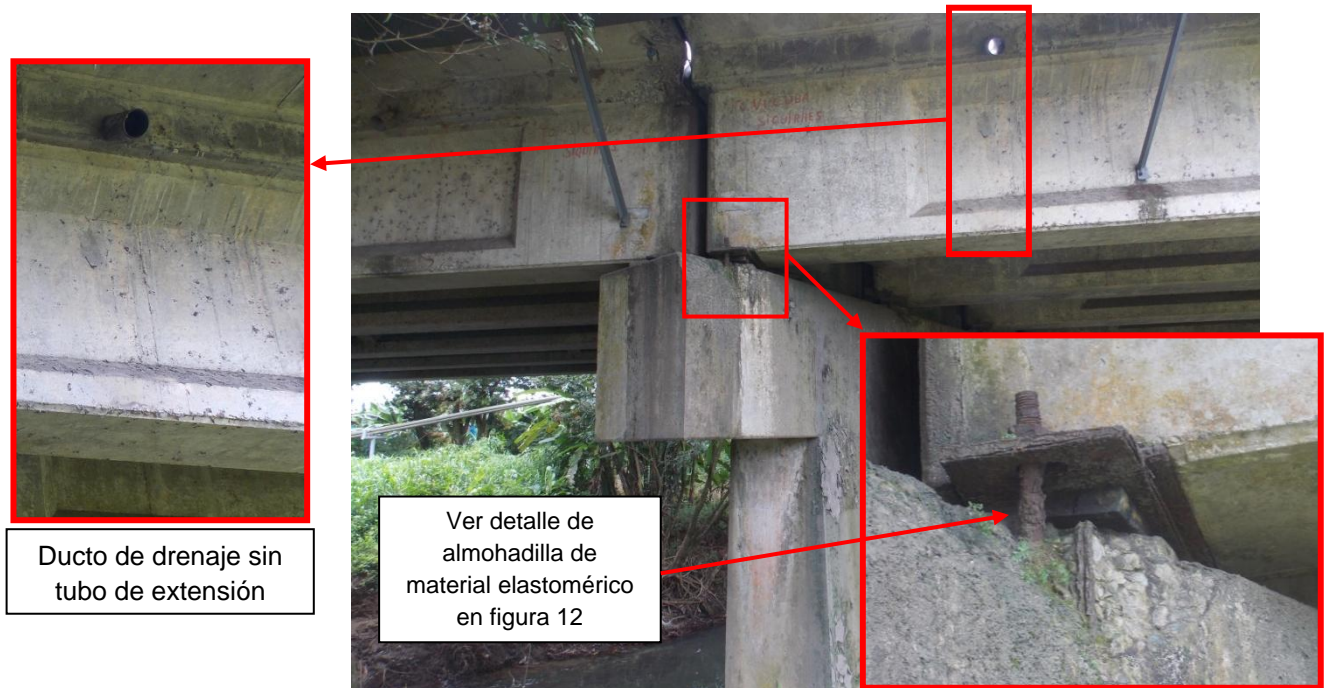


Figura 11: Desprendimientos de concreto en pila 1 que han reducido la longitud de asiento y ductos de drenaje sin tubos de extensión que eviten la descarga directa de agua sobre las vigas.

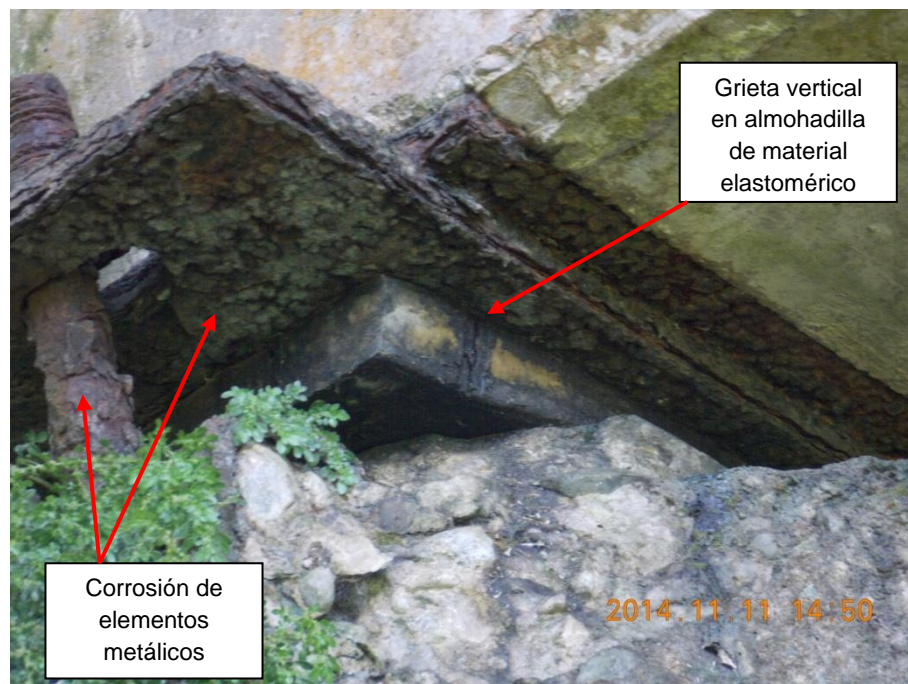


Figura 12: Detalle de almohadilla de material elastomérico sobre la pila 1.



Figura 13: Desprendimientos de concreto en pedestales de los apoyos sobre la pila 2 que ha reducido la longitud de asiento y corrosión de elementos metálicos.



Figura 14: Rotación permanente del bastión 1, pilotes expuestos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído.



Figura 15: Agrietamiento típico en pilotes, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído (vista del bastión 1).



Figura 16: Pilotes expuestos y agrietados en bastión 2.



(a) Bastión 1



(b) Bastión 2

Figura 17: Rotación de bastiones medida con nivel de precisión



(a) Fotografía de 1991



(b) Fotografía de 2014

Fuente: Watanabe, Yasuda and Yoshida, 1992¹

Figura 18: Evidencia de daños sin atención desde 1991 en el puente sobre el río Cuba (Vista del bastión 1).

¹ Watanabe, H., Yasuda, S. y Yoshida, N. (1992) Reporte de reconocimiento en el Terremoto de 1991 en Telire-Limón: Asociación para el desarrollo de predicción de terremotos [Título original en Japonés]



Figura 19: Grietas por cortante en muro pantalla de las pilas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la inspección visual del puente sobre el Río Cuba, ubicado en la ruta nacional No. 32. Las Tablas No. 2 a No. 5 resumen la condición de deterioro del puente y proveen algunas recomendaciones generales.

Con base en lo observado y la información provista en el ANEXO A, se concluye que el estado de conservación del puente es considerado como CRITICO debido a:

- a. La rotación permanente experimentada por ambos bastiones del puente debido al sismo de Limón de 1991, que produjo daños como: exposición de pilotes, desprendimiento de algunos apoyos, deformación de pernos de anclaje de los apoyos, grietas y desprendimientos de concreto en la viga cabezal del bastión y en los pilotes.

- b. Los desprendimientos de concreto en los pedestales de los apoyos de las pilas, que han reducido la longitud de asiento disponible, lo cual ha hecho que el puente aumente el riesgo de colapso ante un movimiento sísmico fuerte o una crecida del río.
- c. El agrietamiento en dos direcciones de la losa de concreto del puente, la cual, emitía crujidos al pasar vehículos pesados sobre el puente.
- d. La corrosión con pérdida de sección de los elementos metálicos de los apoyos del puente y la deformación permanente de los pernos de anclaje.
- e. El muro pantalla de la pila 1 tenía grietas por cortante.
- f. El colapso del puente obligaría cerrar el paso por la ruta 32, lo cual afectaría la única carretera de acceso de los vehículos que transportan carga hacia uno de los principales puertos de exportación del país.

Además, se observó lo siguiente:

- g. La vibración del puente era fuertemente perceptible con el paso de vehículos pesados.
- h. Desprendimientos del sello impermeable de las juntas, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto en los bordes de la losa adyacente a las juntas. Además, se observaron obstrucciones con sedimentos en las juntas y con asfalto en la junta entre el bastión 2 y la superestructura 3.
- i. También un espaciamiento de junta variable entre la superestructura 2 y 3.
- j. La barrera vehicular presentaba desprendimientos de concreto, acero de refuerzo expuesto y deformaciones en el sentido perpendicular a la dirección del tránsito.
- k. La barrera vehicular fue diseñada en 1968 considerando condiciones de tránsito distintas a las que presenta la ruta 32 actualmente. Por eso, aparentemente la barrera no cumple con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2012, según el tipo de carretera, la velocidad y el tipo de vehículos que transitan por la ruta 32 actualmente.

- l. El puente no tenía guardavías.
- m. El puente no tenía aceras, solamente un bordillo de seguridad de 0,60 m, que tenía desprendimientos de concreto cerca de las juntas de expansión.
- n. El puente tenía mala demarcación horizontal, captaluces, marcadores de objetos ni iluminación.
- o. Los accesos no tenían un sistema de drenaje.
- p. Los bordillos y los ductos de desagüe del puente estaban obstruidos por sedientos y maleza, y los ductos de drenaje no tenían tubos de extensión que eviten que el agua descargue directamente sobre las vigas de concreto.
- q. El cauce del río presentaba erosión contiguo a la pila 1 del puente.
- r. En el acceso oeste se encontró agrietamiento en dos direcciones.

Los apoyos sobre los bastiones y sobre las pilas del puente, los bastiones y su cimentación debieron ser rehabilitados inmediatamente después del terremoto de Limón de 1991, sin embargo, no se observó evidencia de ninguna rehabilitación.

El gobierno de Costa Rica se encuentra en un proceso de estudio y aprobación de un contrato con una empresa china para la ampliación de la ruta 32 entre el cruce de Río Frío y Limón centro, en el cual se incluiría la construcción de puentes nuevos paralelos a los puentes existentes y la rehabilitación de los puentes existentes. Por lo tanto con el propósito de resolver los problemas observados y proteger la seguridad a los usuarios del puente se recomienda:

1. Si se aprueba el contrato de ampliación de la Ruta 32, dar prioridad al diseño y construcción del puente nuevo paralelo sobre el Río Cuba, con el fin de desviar el tránsito por el puente nuevo e iniciar a la mayor brevedad con la rehabilitación del puente existente.

2. Si no se aprueba el contrato de ampliación, iniciar de inmediato con el proceso para construir un puente nuevo o rehabilitar el puente existente.
3. Realizar un estudio de factibilidad económica para decidir entre construir un nuevo puente o rehabilitar el puente existente.

Mientras se realiza el proceso para la construcción de un puente nuevo o la rehabilitación del puente existente, se recomienda:

4. Inspeccionar el puente una vez al mes y en caso de que suceda un sismo fuerte o una crecida del río, evaluar la necesidad de cerrar el puente como medida para proteger la seguridad para los usuarios.
5. Evaluar si se justifica restringir de manera inmediata la velocidad máxima y el peso vehicular máximo que puede transitar sobre el puente con el objetivo de reducir la progresión de los daños observado.
6. Colocar captaluces y marcadores de objetos en el puente. Procurar la asesoría de un profesional experto en seguridad vial.
7. Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Procurar la asesoría profesional en el tema de pinturas para demarcación vial.

Si se decide rehabilitar el puente existente, se recomienda:

8. Realizar una evaluación detallada de la estructura del puente para determinar su estado actual. Con base en lo anterior, realizar una evaluación estructural del puente con referencia a la especificación *AASHTO LRFD 2012* y los *Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes*, para determinar los trabajos de rehabilitación que requiere el puente.
9. Evaluar la necesidad de construir llaves de cortante en las pilas del puente de acuerdo con lo establecido en el *Manual de rehabilitación sísmica FHWA* y en la *Especificación AASHTO LRFD 2012*, a los cuales se hace referencia en el documento: *Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes*.

10. Con base en la evaluación estructural del puente decidir si la losa debe ser sustituida o rehabilitada.
11. Si se decide no sustituir la losa de concreto rellenar las grietas con un sistema de reparación de losas para puentes e impermeabilizar la superficie superior de la losa. Procurar la asesoría profesional para definir el sistema de reparación e impermeabilización de la losa.
12. Realizar una inspección detallada en todas las juntas para definir los métodos de rehabilitación más adecuados. Colocar un nuevo sello impermeable y reparar los bordes de la losa adyacente a las juntas. Buscar la asesoría profesional para elegir el sistema de juntas más adecuado.
13. Construir un sistema de drenaje en los accesos
14. Limpiar los ductos de drenaje y colocar tubos de extensión en los desagües del puente que se extiendan al menos 100 mm por debajo del nivel inferior de las vigas principales, según está establecido en la especificación AASHTO LRFD 2012.
15. Realizar una evaluación detallada para verificar si la barrera vehicular del puente cumple con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2012, con el fin de decidir si la barrera se debe sustituir, rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones o si sólo se deben reparar los daños.
16. Evaluar la necesidad de colocar guardavías en los accesos al puente
17. Evaluar la necesidad de construir una acera en el puente para el tránsito de peatones de acuerdo con los requisitos de la Ley 7600.
18. Evaluar la necesidad de colocar rótulos con la información del número de ruta y nombre 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

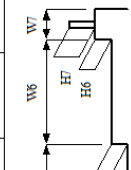
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACION
MANTENIMIENTO GENERAL	No se han observado daños importantes. Podrían existir daños mínimos en elementos no estructurales. Estos daños no implican un riesgo para la seguridad de los usuarios del puente. Los daños requieren ser reparados durante los 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

DIRECCION DE PUENTES INVENTARIO BASICO DE PUENTES											
NOMBRE DEL PUENTE	Río Cuba		PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2		DIA	MES	AÑO	
No. DE LA RUTA	32	CLASIFICACION	Localidad	Maitina	LATITUD NORTE	10 °	1	20,43 "	FECHA DE DISEÑO	7	1968
KILOMETRO	134+100 km		DISTRITO	Carrandí	LONGITUD ESTE	83 °	13	5,52 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	No se encontró información	
ELEMENTOS BASICOS			UBICACION								
DIRECCION DE LA VIA HACIA	Limón		ANCHO TOTAL		CALZADA		8,700 m				
TIPO DE ESTRUCTURA	Puente		ITEMS	1	2	3	4	5	6	7	
CARGA VIVA	HS20-44		W(m)	0,250	0,600	8,700	0,000	0,000	0,600	0,250	
LONGITUD TOTAL	68,50 m		H(m)	0,000	0,720	0,220	0,000	0,220	0,720	0,000	
ESPECIFICACION	AASHO 1965										
No. DE SUPER ESTRUCTURA	3		CLARO LIBRE								
No. DE TRAMOS	3		ALTIMETRIA	SUPERIOR		WAPROX		8,7 m			
No. DE SUB ESTRUCTURA	4		INFERIOR	1,94 m							
LONGITUD DE DESVIO	Desconocida		ANTECEDENTES DE INSPECCION								
PENDIENTE LONGITUDINAL	0 %		DIA	MES	AÑO	No se tiene información					
FECHA DE ULT. PINTURA	No aplica		TIPO DE INSPECCION								
SERVICIOS PUBLICOS	1	Otro	3								
	2		4								
CRUZA SOBRE	1 Río Cuba		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS								
	2		No se tiene información								
TIPO	Concreto		ELEMENTOS								
PAVIMENTO	ORIGINAL	10 mm	No se tiene información								
ESPESOR	SOBRECAPA	0 mm									
AÑO	2013		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS								
CONTEO DE TRAFICO	TOTAL DE VEHICULOS	8.135	No se tiene información								
	% DE VEHICULOS PESADOS	36,64 %									
RESTRICCIONES	POR CARGA	No tiene									
	POR ALTURA	No aplica									
	POR ANCHO	No tiene									
OBSERVACIONES			El dato de Conteo de tráfico se tomó del Anuario de Tránsito del 2013 publicado por el MOPT. El porcentaje de vehículos pesados se tomó como la suma de los porcentajes a partir de la clasificación "Buses".								

 DIRECCION DE PUENTES INVENTARIO BASICO DE PUENTES (DETALLE DE SUPERESTRUCTURA)																	
NOMBRE DEL PUENTE	Río Cuba		LOCALIDAD	PROVINCIA	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2			FECHA DE DISEÑO	DIA	MES	AÑO	No se encontró información				
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				CANTON	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE						LONGITUD TOTAL	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION		
KILOMETRO	134+100																
No. DE ESTRUCTURA	No. DE TRAMOS	ALINEACION DE PLANTA		MATERIALES		SUPERESTRUCTURA		TIPOS		LONGITUD TOTAL		TRAMO MAXIMO		No. DE PRINCIPALES		ALTURA	
		UBICACION INICIAL	UBICACION FINAL	Concreto	Concreto	Viga simple	Viga simple	Viga I	Viga I	Viga I	22,00	22,00	22,00	22,00	5	5	1,22
1	1	Sesgado	30°	Concreto	Concreto	Viga simple	Viga simple	Viga I	Viga I	22,00	22,00	22,00	22,00	5	5	1,22	1,22
2	1	Sesgado	30°	Concreto	Concreto	Viga simple	Viga simple	Viga I	Viga I	22,00	22,00	22,00	22,00	5	5	1,22	1,22
3	1	Sesgado	30°	Concreto	Concreto	Viga simple	Viga simple	Viga I	Viga I	22,00	22,00	22,00	22,00	5	5	1,22	1,22
4																	
No. DE ESTRUCTURA	TIPO DE JUNTAS DE EXPANSION			MATERIALES		ESPESOR		TIPO DE PINTURA		AREA PINTADA		FECHA DE ULT. PINTURA		EMPRESA ENCARGADA			
	UBICACION INICIAL	UBICACION FINAL	ESPESOR	Concreto	0,16	m	No aplica	No aplica	m2	DIA	MES	AÑO	No aplica	No aplica	No aplica		
1	Junta sellada	Junta sellada	0,16	Concreto	0,16	m	No aplica	No aplica	m2				No aplica	No aplica	No aplica		
2	Junta sellada	Junta sellada	0,16	Concreto	0,16	m	No aplica	No aplica	m2				No aplica	No aplica	No aplica		
3	Junta sellada	Junta sellada	0,16	Concreto	0,16	m	No aplica	No aplica	m2				No aplica	No aplica	No aplica		
4																	

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

NOMBRE DEL PUENTE	Río Cuba		LOCALIDAD	PROVINCIA	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2		DIA	MES	AÑO	
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				10 °	1				20,43 "
KILOMETRO	134+100 km		CANTON	DISTRITO	LATTUD NORTE	LONSTUD OESTE	FECHA DE DISEÑO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION			
BASTION • PILA			PILA			FUNDACION			APOYO		
No. DE	MATERIALES	TIPO	ALTURA	FORMA	DIMENSIONES		TIPO DE PILOTES	TIPO		ANCHO DE ASIENTO	
					ANCHO	LARGO		INICIAL	FINAL		
B1	Concreto	Cabezal sobre pilotes	2,54 m	No aplica	9,82 m	1,80 m	Concreto reforzado	No aplica	Fijo	1,10 m	
P1	Concreto	Marco rígido	7,39 m	No aplica	1,40 m	1,20 m	Pilotes	7,20 m	Expansivo	0,35 m	
P2	Concreto	Marco rígido	7,39 m	No aplica	1,40 m	1,20 m	Pilotes	7,20 m	Expansivo	0,35 m	
B2	Concreto	Cabezal sobre pilotes	2,54 m	No aplica	9,82 m	1,80 m	Cabezal sobre pilotes	9,82 m	Fijo	1,10 m	
			m		Última Línea			m		m	

Observaciones:

Las dimensiones de las pilas y bastiones corresponden al ancho y largo medidos en el sentido transversal y longitudinal del puente, respectivamente.

El largo de la pila es variable por lo que la dimensión reportada corresponde al largo promedio del cuerpo principal de la pila.




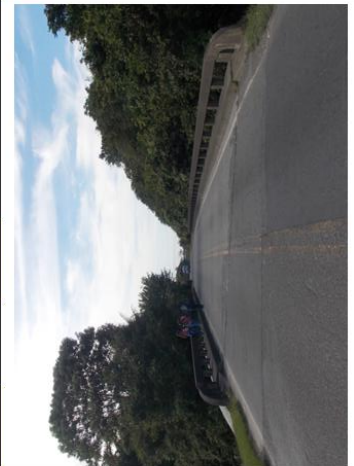






Las dimensiones de las fundaciones corresponden al cabezal en el caso del bastión y a la placa de amarre de los pilotes en el caso de las pilas.

En los bastiones hay 15 pilotes de concreto reforzado de 0,36 m x 0,36 m, colocados en dos filas: la primera fila de pilotes rectos espaciados a lo ancho @ 1,48 m, la segunda fila tiene pilotes inclinados espaciados a lo ancho @ 1,48 m. El espaciamiento entre filas es de 0,90 m en ambos bastiones.

En las pilas hay 40 pilotes de concreto reforzado de 0,36 m x 0,36 m, colocados en dos placas y en una cuadrícula de 4 x 5 pilotes, espaciados a lo ancho y a lo largo @ 0,90 m

DIRECCION DE PUENTES
INVENTARIO BASICO DE PUENTES(FOTOS)



NOMBRE DEL PUENTE	Río Cuba		LOCALIDAD	PROVINCIA	LIMÓN	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2		DIA	MES	AÑO
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					Primaria	10 °			
KILOMETRO	134+100		km	CANTON	Matina	LAITUD NORTE	83 °	13	5,52 "	No se encontró información	
No.	1	UBICACION	Rótulo	No.	2	UBICACION	Línea de centro	No.	3	UBICACION	Vista general
	El puente no tenía rótulo	DIA	MES	AÑO	14	8	2014	NOTA			
No.	4	UBICACION	Vista lateral	No.	5	UBICACION	Vista inferior	No.	6	UBICACION	Cauce del río
		DIA	MES	AÑO	14	8	2014	NOTA			
		DIA	MES	AÑO	11	11	2014	NOTA			
		DIA	MES	AÑO	11	11	2014	NOTA			
		DIA	MES	AÑO	14	8	2014	NOTA			
		DIA	MES	AÑO	14	8	2014	NOTA			

ANEXO C









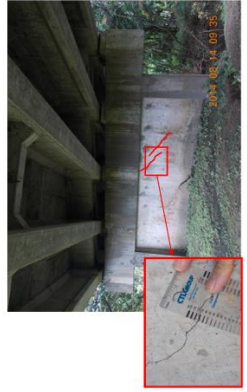
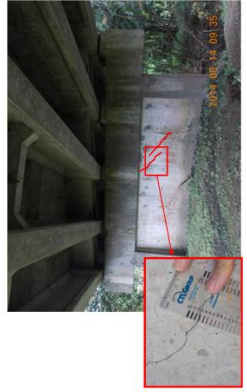


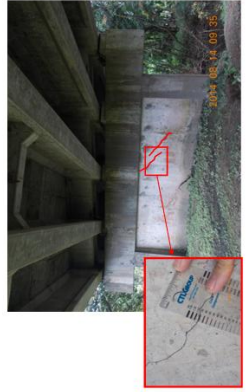
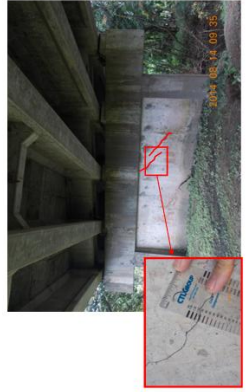


Formulario de inspección rutinaria

Página intencionalmente dejada en blanco

DIRECCION DE PUENTES INSPECCION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)		Río Cuba		LOCALIDAD		PROVINCIA		ADMINISTRADO POR		CONAVI ZONA 5-2		No. DE ESTRUCTURA		2	
No. DE LA RUTA		CLASIFICACION		Primaria		CANTON		LATTITUD NORTE		10 ° 1 ' 20,43 "		FECHA DE DISEÑO		7 1968	
KILOMETRO		134+100		km		DISTRITO		LONGITUD OESTE		83 ° 13 ' 5,52 "		FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION		No se encontró información	
1. TIPO DE DAÑO Y EVALUACION DEL GRADO DEL DAÑO															
ITEM	1. ONDULACION	2. ZURCOS	3. AGRIETAMIENTO	4. BACHES	5. SOBRECAPAS DE ASFALTO	COMENTARIOS									
EVALUACION	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Ver los comentarios en las hojas adjuntas									
ITEM	1. DEFORMACION	2. ONDACION	3. CORROSION	4. FALTANTE											
EVALUACION	3	No aplica	No aplica	No aplica											
ITEM	1. AGRIETAMIENTO	2. ACERO DE REFUERZO	3. FALTANTE												
EVALUACION	1	4	1												
ITEM	1. SONIDOS EXTRAÑOS	2. FILTRACION DE AGUAS	3. FALTANTE O DEFORMACION	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSTRUIDAS	6. ACERO DE REFUERZO									
EVALUACION	3	5	4	1	3	1									
ITEM	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. AGUEROS								
EVALUACION	4	4	1	1	1	1	1								
ITEM	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. PERDIDA DE PERROS	5. GRIETAS EN SOLDADURA PLACA										
EVALUACION	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica										
ITEM	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. ROTURA DE UNIONES											
EVALUACION	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica											
ITEM	1. DECOLORACION	2. AMPOLLAS	3. DESCASCARAMIENTO												
EVALUACION	No aplica	No aplica	No aplica												
ITEM	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA									
EVALUACION	1	1	1	1	1	1									
ITEM	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA									
EVALUACION	1	1	1	1	1	1									
ITEM	1. ROTURA DE APOYOS	2. DEFORMACION EXTRAÑA	3. INCLINACION	4. DESPLAZAMIENTO											
EVALUACION	5	5	1	5											
ITEM	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. PROTECCION DE TERRAPLEN								
EVALUACION	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica								
ITEM	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. PENDIENTE EN TALLUDES								
EVALUACION	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica								
ITEM	8. INCLINACION	9. SOCAVACION													
EVALUACION	No aplica	No aplica													
ITEM	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA									
EVALUACION	1	1	5	1	1	1									
ITEM	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. INCLINACION								
EVALUACION	4	1	1	1	1	1	1								
ITEM	8. SOCAVACION														
EVALUACION	1														
EVALUACION															
GRADO DEL DAÑO															
EVALUACION															
SOCAVACION															
Sin Socavacion															
Tendencia a socavarse															
Socavacion no peligroso															
Socavacion peligroso															
Condición de Emergencia															
FIRMA															
Ing. Luis Guillermo Vargas Alas															
2014															
11															
12															
11															
1															

DIRECCION DE PUENTES
INSPECCION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)

NOMBRE DEL PUENTE	Río Cuba		LOCALIDAD	PROVINCIA	LIMÓN	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2		No. DE ESTRUCTURA					
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					PRIMARIA	LOCALIDAD	CANTON	DISTRITO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	FECHA DE DISEÑO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION
	32	145+300	km	Matina	Carrañá		10 °	83 °	13 °	20,43 °	5,52 °	-	7	1968
COMENTARIOS														
Ver los comentarios en las hojas adjuntas														
1. TIPO DE DAÑO Y EVALUACIÓN DEL GRADO DEL DAÑO														
1. PAVIMENTO	ITEM EVALUACIÓN	1. ONDULACIÓN	2. ZURCOS	3. AGRIETAMIENTO	4. BACHES	5. SOBRECAPAS DE ASFALTO								
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica								
2. BARANDA (ACERO)	ITEM EVALUACIÓN	1. DEFORMACIÓN	2. OXIDACIÓN	3. CORROSIÓN	4. FALTANTE									
		3	No aplica	No aplica	No aplica									
3. BARANDA (CONCRETO)	ITEM EVALUACIÓN	1. AGRIETAMIENTO	2. ACERO DE REFUERZO	3. FALTANTE										
		1	4	1										
4. JUNTA DE EXPANSION	ITEM EVALUACIÓN	1. SONIDOS EXTRAÑOS	2. FILTRACIÓN DE AGUAS	3. FALTANTE O DEFORMACIÓN	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSTRUÍDAS	6. ACERO DE REFUERZO							
		3	5	4	1	3	1							
5. LOSA	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. AGUEROS						
		4	4	1	1	1	1	1						
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	ITEM EVALUACIÓN	1. OXIDACIÓN	2. CORROSIÓN	3. DEFORMACIÓN	4. PERDIDA DE PERNOS	5. GRIETAS EN SOLDADURA PLACA								
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica								
7. SISTEMA DE ABOSIOTAMIENTO	ITEM EVALUACIÓN	1. OXIDACIÓN	2. CORROSIÓN	3. DEFORMACIÓN	4. ROTURA DE UNIONES	5. ROTURA DE ELEMENTOS								
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica								
8. PINTURA	ITEM EVALUACIÓN	1. DECOLORACIÓN	2. AMPOLLAS	3. DESCASCARAMI ENTO										
		No aplica	No aplica	No aplica										
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA							
		1	1	1	1	1	1							
10. VIGA DE PLACAMA CONCRETO	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA							
		1	1	1	1	1	1							
11. APOYOS	ITEM EVALUACIÓN	1. ROTURA DE APOYOS	2. DEFORMACION EXTRAÑA	3. INCLINACION	4. DESPLAZAMIENTO									
		5	5	1	5									
12. ACERO CABLEADO Y ALEROS (BASTIÓN)	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. PROTECCIÓN DE TERRAPLEN						
		1	1	1	1	1	1	1						
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTIÓN)	ITEM EVALUACIÓN	8. INCLINACIÓN	9. SOCAVACIÓN											
		5	1											
14. MARTILLO (PILA)	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA							
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica							
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	ITEM EVALUACIÓN	1. GRIETAS EN UNA DIRECCIÓN	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMI ENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. INCLINACION						
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica						
EVALUACIÓN														
GRADO DEL DAÑO														
EVALUACIÓN														
SOCAVACION														
Sin Socavación														
Tendencia a socavarse														
SOCAVACION no peligroso														
SOCAVACION peligroso														
Condición de Emergencia														
FIRMA														
Ing. Luis Guillermo Vargas Alas														
FECHA INSPECCION														
12 11 2014														
No aplica														

										NO 3 / 3																			
NOMBRE DEL PUENTE		Río Cuba		PROVINCIA		Limón		ADMINISTRADO POR		CONAVI ZONA 5-2		DIA		MES		AÑO													
No. DE LA RUTA		32		LOCALIDAD		Matina		LATITUD NORTE		10 ° 1 ' 20,43 "		FECHA DE DISEÑO		-		7 1968													
KILOMETRO		134+100		DISTRITO		Carrandi		LONGITUD OESTE		83 ° 13 ' 5,52 "		FECHA DE CONCLUSIÓN DE CONSTRUCCIÓN		0		0													
No.		13		UBICACION		Apoyos sobre pila 2		No.		14		UBICACION		Bastión 1		No.		15		UBICACION		Cimentación Bastión 1							
NOTA		Ausencia de lavas de cordón				Desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto corroído				Rotación permanente del bastión 1, pilotes expuestos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído.		Agrietamiento típico en pilotes, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído (vista del bastión 1).						(a) Fotografía de 1981 Fuente: Watanabe Yasuda and Yoshida, 1992		(b) Fotografía de 2014		11		11		2014			
No.		16		UBICACION		Bastión 2		No.		17		UBICACION		Bastiones		No.		18		UBICACION		Bastión 1							
NOTA		Desprendimientos de concreto en pedestales de los apoyos sobre la pila 2 que ha reducido la longitud de asiento y corrosión de elementos metálicos.				Rotación de bastiones medida con nivel de precisión				Rotación permanente del bastión 1, pilotes expuestos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído.		Agrietamiento típico en pilotes, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído (vista del bastión 1).						(a) Fotografía de 1981 Fuente: Watanabe Yasuda and Yoshida, 1992		(b) Fotografía de 2014		11		11		2014			
No.		19		UBICACION		Pila 1		No.		19		UBICACION		Pila 1		No.		19		UBICACION		Pila 1							
NOTA		Pilotes expuestos y agrietados en bastión 2.				Grietas por cortante en muro pantalla de las pilas.				Rotación de bastiones medida con nivel de precisión		Rotación permanente del bastión 1, pilotes expuestos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído.		Agrietamiento típico en pilotes, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído (vista del bastión 1).						(a) Fotografía de 1981 Fuente: Watanabe Yasuda and Yoshida, 1992		(b) Fotografía de 2014		11		11		2014	
No.		19		UBICACION		Pila 1		No.		19		UBICACION		Pila 1		No.		19		UBICACION		Pila 1							
NOTA		Grietas por cortante en muro pantalla de las pilas.				Grietas por cortante en muro pantalla de las pilas.				Rotación de bastiones medida con nivel de precisión		Rotación permanente del bastión 1, pilotes expuestos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído.		Agrietamiento típico en pilotes, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído (vista del bastión 1).						(a) Fotografía de 1981 Fuente: Watanabe Yasuda and Yoshida, 1992		(b) Fotografía de 2014		11		11		2014	

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

		NO		1		4	
		DIA		MES		AÑO	
		FECHA DE DISEÑO		20,43		7 1968	
		FECHA DE CONCLUSIÓN DE CONSTRUCCIÓN		5,52		No se encontró información	
		CONAVI ZONA 5-2		10		13	
		LATTUD NORTE		83		LONGITUD OESTE	
		ADMINISTRADO POR		LATTUD NORTE		LONGITUD OESTE	
		PROVINCIA		CANTON		DISTRITO	
		LOCALIDAD		CANTON		DISTRITO	
		CLASIFICACION		Primaria		CARRANDÍ	
		KILOMETRO		134+100		km	
		* ITEM Nº		3		2. SEGURIDAD VIAL	
ELEMENTO		OBSERVACIONES		RECOMENDACIONES			
2.1 BARRERA VEHICULAR	3	La barrera vehicular del lado norte del puente presentaba desprendimientos de concreto producto aparentemente del impacto entre superestructuras durante el sismo de Limón de 1991 (Ver figura 1). Además, se observó una deformación en el sentido perpendicular a la dirección del tránsito, de 65 mm entre la superestructura 1 y 2 y de aproximadamente 200 mm entre la superestructura 2 y 3. (Ver figura 2). Los daños en la barrera vehicular reducen la capacidad de la misma para contener vehículos si se produce un accidente de tránsito en el puente. La barrera vehicular fue diseñada en 1968 considerando condiciones de tránsito distintas a las que presenta la ruta 32 actualmente. Por eso, aparentemente la barrera no cumple con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2012, según el tipo de carretera, la velocidad y el tipo de vehículos que transitan por la ruta 32 actualmente. Si la barrera no cumple con las especificaciones de AASHTO podría representar un riesgo de	Ver recomendaciones en el punto 5.1. Ver recomendaciones para la superestructura del puente en el punto 4.2. Si se decide rehabilitar el puente realizar una evaluación detallada para verificar si la barrera vehicular del puente cumple con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2012, con el fin de decidir si la barrera se debe sustituir, rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones o si solo se deben reparar los daños.				
2.2. GUARDAVÍAS	No está contemplado o en el formulario	La ausencia de guardavías aumenta el riesgo de accidentes de tránsito por caída de vehículos al cauce del río.	Evaluar la necesidad de colocar guardavías en los accesos al puente mientras se construye el puente nuevo o se rehabilita el puente existente.				
2.3. ACERAS Y SUS ACCESOS	No está contemplado o en el formulario	El puente no tenía aceras, solamente posee un bordillo de seguridad de 0.60 m, que tenía desprendimientos de concreto cerca de las juntas de expansión entre superestructuras (ver figura 3). Durante la inspección se observó tránsito peatonal sobre el puente. La ausencia de aceras y la presencia de peatones en el puente podría aumentar el riesgo de accidentes de tránsito por atropellos.	Evaluar la necesidad de construir una acera en el puente para el tránsito de peatones de acuerdo con los requisitos de la Ley 7600.				
2.4. IDENTIFICACIÓN	No está contemplado o en el formulario	El puente no tenía rótulos de identificación.	Evaluar la necesidad de colocar rótulos con la información del número de ruta y nombre del puente.				
2.5. SEÑALIZACIÓN -Capitales -Demarcación horizontal -Delineadores verticales	No está contemplado o en el formulario	El puente no tenía capitales. La condición de las líneas de centro y de borde era mala en los accesos y sobre el puente. El puente no tenía marcadores de objetos. (Ver figura 3) La ausencia de señalización y el mal estado de la demarcación aumenta el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente en condiciones de baja visibilidad.	Ver recomendaciones en el punto 5.1. Colocar capitales y marcadores de objetos en el puente. Procurar la asesoría de un profesional experto en seguridad vial. Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Procurar la asesoría profesional en el tema de pinturas para demarcación vial.				
2.6. ILUMINACIÓN	No está contemplado o en el formulario	El puente no tenía iluminación. La ausencia de iluminación, de señalización horizontal y bordillos de seguridad, sumado a la presencia de peatones sobre el puente aumenta el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente.	Evaluar la necesidad de colocar iluminación en el puente y en los accesos, ya que existía acceso al sistema eléctrico.				

* ITEM Nº SE REFIERE A LOS ÍTEMES CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCIÓN (GRADO DE DAÑO)

		NO.		2		4			
		DIA		MES		AÑO			
NOMBRE DEL PUENTE	Río Cuba	PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2	LATITUD NORTE	10 ° 1 ' 20,43 "	FECHA DE DISEÑO	7 1988
No. DE LA RUTA	32	CLASIFICACION	Primaria	CANTON	Matina	LONGITUD OESTE	83 ° 13 ' 5,52 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	No se encontró información
KILOMETRO	134+100	km		DISTRITO	Carrandi				
ELEMENTO	* ÍTEM N°	OBSERVACIONES							
3.1. SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEL PUENTE		3 SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS							
1		La superficie de rodamiento de las tres superestructuras era la misma losa de concreto del puente, la cual presentaba agrietamiento en dos direcciones (ver figura 7)							
3.2. BORDILLOS Y SISTEMA DE DRENAJE DEL PUENTE		Los bordillos y los ductos de desagüe del puente se encontraban obstruidos con sedimentos (ver figura 3). Si los ductos de drenaje están obstruidos se incrementa el riesgo de acumulación de agua de lluvia en la cañada que podría causar hidropneumo de los vehículos y consecuentemente un accidente de tránsito sobre el puente. Además, los ductos de drenaje no tenían tubos de extensión que eviten que el agua descargue directamente sobre las vigas de concreto de las tres superestructuras (ver figura 11). La descarga directa de agua sobre las vigas de las tres superestructuras podría propiciar la aparición de deterioros en el concreto y reducir la vida útil de la estructura.							
3.3. JUNTAS DE EXPANSION		Las cuatro juntas presentaban daños como: <ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento y rotura del sello impermeable, lo cual permitía el ingreso de agua hacia la viga cabezal de las pilas y bastiones. • El ingreso de agua a través de las juntas podría propiciar la corrosión de los elementos metálicos de los apoyos sobre las pilas y los bastiones. • Desprendimientos de concreto en los bordes de la losa adyacente a las juntas y en algunos casos acero de refuerzo expuesto, debido al impacto de las ruedas de los vehículos (ver figuras 4 y 5). • Los desprendimientos de concreto en los bordes de la losa adyacentes a las juntas y podrían aumentar el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente. • Además, la junta entre el bastión 2 y la superestructura 3 estaba obstruida con asfalto, las otras juntas estaban obstruidas con sedimentos y rocas (ver figuras 4 y 5). • Las obstrucciones en las juntas de expansión afectan el comportamiento del puente ante los movimientos por expansión y contracción térmica. • La junta entre la superestructura 2 y 3 tenía un espaciamiento de junta variable. El espaciamiento en el lado norte fue de 140 mm y en el lado sur de 50 mm. Esto refleja el aparente desplazamiento de las superestructuras debido al sismo de Limón de 1991. • Los espaciamientos de juntas observados podrían aumentar el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente. 							
3.4. ACCESOS		La superficie de rodamiento asfáltica del acceso oeste presentaba agrietamiento en dos direcciones (ver figura 4-b). No se observaron daños en los rellenos de aproximación, ni en los taludes. No se tuvo acceso visual a la losa de aproximación del puente.							
3.5. SISTEMA DE DRENAJES DE LOS ACCESOS		El puente no posea un sistema de drenaje en los accesos. La ausencia de un sistema de drenaje en los accesos podría generar erosión de los taludes de los rellenos de aproximación.							
3.6. VIBRACION DEL PUENTE		La vibración del puente era fuertemente perceptible con el paso de vehículos pesados. Podría estar asociada con las fallas en los apoyos de pilas y bastiones del puente.							
3.7. CAUCE DEL RIO		El cauce del río presentaba erosión contigua a la pila 1 del puente (ver figura 6). No se observó cambio en el alineamiento del cauce, socavación u obstrucciones. Si la erosión del cauce avanza podría generar socavación en la pila 1 del puente.							
		* ÍTEM 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		Río Cuba		PROVINCIA	Limón	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 5-2		NO. / DIA / MES / AÑO
No. DE LA RUTA		32		LOCALIDAD	Primaria	CANTON	Maitina	LATITUD NORTE	10 ° 1 ' 20,43 "
KILOMETRO		134+100		DISTRITO	Carrandí	LONGITUD OESTE	83 ° 13 ' 5,52 "	FECHA DE DISEÑO	- / - / 1988
ELEMENTO	* ÍTEM N°	OBSERVACIONES				RECOMENDACIONES			
4. SUPERESTRUCTURA DE VIGAS DE CONCRETO									
4.1. TABLERO (Losa de concreto)	5	<p>La superficie superior de la losa de concreto de las tres superestructuras presentaba agrietamiento en dos direcciones, con grietas de ancho mayor que 0.3 mm y espaciada a menos de 0.50 m (ver figura 7). La superficie inferior de la losa de las tres superestructuras presentaba agrietamiento en dos direcciones, con un ancho de grieta mayor que 0.3 mm y espaciadas a menos de 0.50 m. Además, la losa crujea cuando transitaban vehículos pesados sobre el puente (ver figura 8). El agrietamiento en dos direcciones podría indicar una deficiencia en la capacidad de la losa para soportar las cargas vehiculares actuales. Además, el agrietamiento de la losa podría provocar un problema de durabilidad ya que el agua de lluvia podría filtrarse por las grietas e iniciar el proceso de corrosión del acero de refuerzo.</p>				<p>Ver recomendaciones en el punto 5.1. Si se decide rehabilitar el puente, realizar una evaluación estructural para decidir si la losa debe ser sustituida o rehabilitada. Además, realizar una inspección detallada en la losa de la superestructura 1 del puente, eliminando la sobrecapa de asfalto. Si se decide no sustituir la losa de concreto, rellenar las grietas con un sistema de reparación de losas para puentes e impermeabilizar la superficie superior de la losa. Procurar la asesoría profesional para definir el sistema de reparación e impermeabilización de la losa.</p>			
4.2 VIGAS PRINCIPALES DE CONCRETO PREESFORZADO	9	<p>La viga principal externa del lado sur de las superestructuras 1 y 3 estaban apoyadas directamente sobre el borde exterior de la viga cabezal del bastión, debido a que los apoyos se habían desprendido por la rotación de los bastiones (ver figuras 9 y 10). Ver los puntos 5.1, 5.2 y 5.3 donde se describen, respectivamente, los daños en los apoyos, los bastiones y las pilas. El cambio en las condiciones de apoyo podría implicar una reducción en la capacidad de carga de las superestructuras 1 y 3 y podrían generar desprendimientos de concreto en los puntos de contacto con los bastiones. Además, este cambio en las condiciones de apoyo aumenta el riesgo de colapso de la estructura, frente a un sismo fuerte o una crecida del río.</p>				<p>Ver recomendaciones para los apoyos del puente en el punto 5.1.</p>			
4.3 VIGAS DIAFRAGMA DE CONCRETO PREESFORZADO	10	<p>No se observaron daños en las vigas diafragma de las tres superestructuras</p>				<p>Ninguna</p>			
* ÍTEM N° SE REFIERE A LOS ÍTEMES CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCION (GRADO DE DAÑO)									

NOMBRE DEL PUENTE		Río Cuba		PROVINCIA		Limon		ADMINISTRADO POR		CONAVI ZONA 5-2		NO. 4 / 4	
No. DE LA RUTA		32		LOCALIDAD		Matina		LATITUD NORTE		10 ° 1 ' 20,43 "		DIA MES AÑO	
KILOMETRO		134+100		PRIMARIA		km		LONGITUD OESTE		83 ° 13 ' 5,52 "		FECHA DE DISEÑO	
FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION		7		DISTRICTO		Carrandí		FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION		5,52		No se encontró información	
ELEMENTO		* ITEM Nº		OBSERVACIONES		RECOMENDACIONES		6. SUBESTRUCTURA					
5.1. APOYOS EN PILAS Y BASTIONES - Estado del apoyo - Longitud de asiento	11	Los apoyos sobre los bastiones y las pilas presentaban daños como: - Corrosión de los elementos metálicos (placas de apoyo y pernos), en algunos casos con reducción de sección, debido al ingreso de agua a través de las juntas de expansión (ver figuras 10, 11, 12 y 13). - Deformación permanente de los pernos debido al movimiento relativo entre la superestructura y la subestructura en el sismo de Limón de 1991 (ver figura 11). - Desprendimientos de concreto en los pedestales de los apoyos que han reducido la longitud de asiento disponible en las pilas (ver figuras 11 y 15). - Grietas verticales en algunas armaduras de material elastomérico (ver figura 12). Los apoyos sobre los bastiones y sobre las pilas del puente debieron ser rehabilitados inmediatamente después del terremoto de Limón de 1991, sin embargo, no se observó evidencia de ninguna rehabilitación. Los apoyos desprendidos, los elementos deformados y los desprendimientos de concreto en los pedestales aumentan la el riesgo de colapso del puente por movimientos sísmicos severos o crecidas del río debido principalmente a la reducción de la longitud de asiento. El colapso del puente obligaría cerrar el paso por la ruta 32 lo cual afectaría la única carretera de acceso hacia uno de los principales puertos de exportación del país. Además, la cantidad de tramos del puente dificulta la colocación de un puente temporal para restituir el tránsito de		Iniciar de inmediato con el proceso para construir un nuevo puente o rehabilitar el puente existente. Realizar un estudio de factibilidad económica para decidir entre construir un nuevo puente o rehabilitar el puente existente. Si se decide rehabilitar el puente se recomienda brindar una longitud de asiento a cada superestructura conforme con los requisitos incluidos en la Especificación AASHTO LRFD 2012 y el Manual de rehabilitación sísmica FHWA, a los cuales hacen referencia los Lineamientos para diseño sísmorresistente de puente de 2013. Iniciarse a realizar este proceso de construcción o rehabilitación se recomienda inspeccionar el puente una vez al mes y en caso de que suceda un sismo fuerte o una crecida del río, evaluar si se justifica restringir de manera inmediata la velocidad máxima y el peso vehicular máximo que puede transitar sobre el puente con el objetivo de reducir la progresión de los daños observado.		Ver recomendaciones en el punto 5.1.							
5.2. BASTIONES Y ALETONES - Viga cabezal - Cuerpo del bastión	12 y 13	Bastiones 1 y 2. Ambos bastiones presentaban una rotación permanente producto del sismo de Limón de 1991. La rotación del bastión 1 fue de 10,7° y la del bastión 2 de 6,2° (ver figura 17). Esta rotación generó deformaciones permanentes en los pernos de anclaje de los apoyos y desprendimientos de concreto en los pedestales (ver figura 11). Además, el sismo provocó fuerzas laterales en los pilotes, lo cual produjo grietas y desprendimientos de concreto en la viga cabezal de ambos bastiones donde el acero de refuerzo estaba expuesto y corroído (ver figuras 14, 15 y 16). La rotación permanente de ambos bastiones y los deterioros observados evidencian el estado de falla de ambas subestructuras, lo que ha aumentado el riesgo de colapso del puente ante movimientos sísmicos fuertes o crecidas del río. El colapso del puente obligaría cerrar el paso por la ruta 32 lo cual afectaría la única carretera de acceso hacia uno de los principales puertos de exportación del país. No se observaron daños en los taludes frente a los bastiones.		Ver recomendaciones en el punto 5.1.									
5.3. TALUDES FRENTE A LOS BASTIONES	13	Ninguna											
5.4. PILAS - Viga cabezal - Cuerpo de la pila	14 y 15	Pilas 1 y 2. Los pedestales de los apoyos de ambas pilas presentaban desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído, aparentemente producto del sismo de Limón de 1991 (ver figuras 11, 12 y 13). Las pilas del puente no tenían llaves de cortante o algún otro dispositivo diferente a los pernos de anclaje de los apoyos que evite el colapso del puente ante un movimiento sísmico, los cuales se encuentran en estado de falla (ver figura 13). En el muro pantalla de la pila 1 se observaron grietas por cortante de 0,90 mm de ancho espaciadas a más de 0,50 m. (ver figura 19). Además en las pilas se observaron manchas de humedad y maleza producto del ingreso de agua a través de las juntas de expansión (ver figuras 12 y 13). La corrosión del acero de refuerzo en los pedestales podría extenderse en gran parte del elemento y generar desprendimientos de concreto y agrietamientos, riesgo que aumenta debido a la constante humedad a la que se ve sometida las vigas cabezal de las pilas por el ingreso de agua a través de las juntas. Los daños en los pedestales y pernos de anclaje de los apoyos, que han reducido la longitud de asiento de las pilas, y la ausencia de llaves de cortante en las pilas aumentan el riesgo de colapso del puente ante un movimiento sísmico.		Ver recomendaciones en el punto 5.1. Si se decide rehabilitar el puente evaluar la necesidad de construir llaves de cortante en las pilas del puente de acuerdo con lo establecido en el Manual de rehabilitación sísmica FHWA y en la Especificación AASHTO LRFD 2012, a los cuales se hace referencia en el documento: Lineamientos para el diseño sísmorresistente de puentes de 2013.									
5.5. CIMENTACIONES DE PILAS Y BASTIONES	13 y 15	La cimentación de ambos bastiones presentaba pilotes expuestos debido a la rotación de los bastiones (ver figuras 14, 15 y 16). Esta rotación se dio porque el cimiento se vio sometido a cargas laterales del terreno debido al fenómeno de licuefacción de suelos durante el sismo de Limón de 1991. Estas cargas laterales generaron esfuerzos de tensión en los pilotes, lo cual generó agrietamientos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído en las vigas cabezal de los bastiones (ver figuras 15 y 16). Se tuvo acceso a fotografías del puente tomadas pocos días después del sismo de Limón de 1991, donde se comprueba que no se han realizado trabajos de rehabilitación en el puente desde la falla en el bastión producida por el sismo (ver figura 18). No se tuvo acceso visual a las cimentaciones del bastión 2 ni de las pilas 1 y 2. Los pilotes expuestos evidencian la falla de la cimentación del bastión 1, que aumenta el riesgo de colapso del puente en caso de que suceda un movimiento sísmico fuerte o una crecida del río. El colapso del puente obligaría cerrar el paso por la ruta 32 lo cual afectaría la única carretera de acceso hacia uno de los principales puertos de exportación del país.		Ver recomendaciones en el punto 5.1.									

* ITEM Nº SE REFIERE A LOS ÍTEMES CORRESPONDIENTES CON EL FORMULARIO DE INSPECCIÓN (GRADO DE DAÑO)

