

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

LM-PI-UP-PN22-2013

INFORME PRELIMINAR INSPECCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO JABILLOS RUTA NACIONAL No. 141

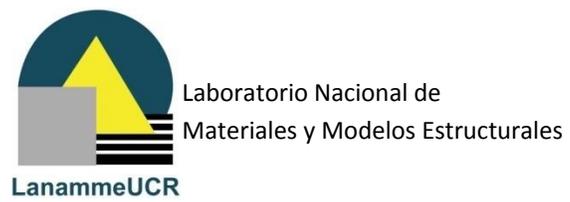
Preparado por:
Unidad de Puentes



San José, Costa Rica
4 de noviembre de 2013



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.

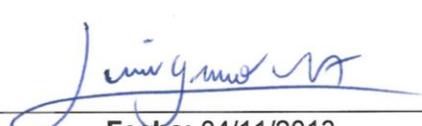
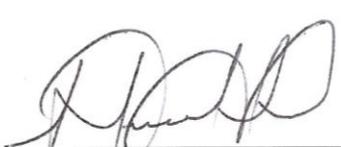
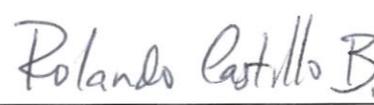
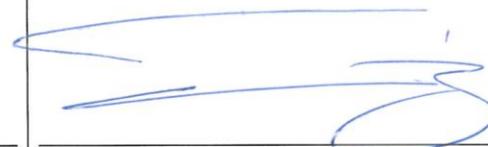




Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

1. Informe: LM-PI-UP-PN22-2013		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: INFORME PRELIMINAR - INSPECCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO JABILLOS - RUTA NACIONAL No. 141		4. Fecha del Informe 4 de noviembre de 2013
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 preliminar de inspección y evaluación estructural del puente sobre el río Jabillos en la Ruta Nacional No.141 es un producto del programa de inspección de la Unidad de Puentes del LanammeUCR para evaluar la condición estructural 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 141, Río Jabillos, Inspección.	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 29
11. Inspección e informe preparado por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes  Fecha: 04/11/2013		
12. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 04/11/2013	13. Revisado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D. Coordinador Unidad de Puentes  Fecha: 04/11/2013	14. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  Fecha: 04/11/2013



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 PRELIMINAR.....	7
4. DESCRIPCIÓN	8
5. CONCLUSIONES	23
6. RECOMENDACIONES.....	24
ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	27



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

P I T R A

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe No. LM-PI-UP-PN22-2013	Fecha de emisión: 04 de noviembre de 2013	Página 6 de 29
--------------------------------	---	----------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr

1. INTRODUCCIÓN

Este informe preliminar de inspección y evaluación estructural del puente sobre el río Jabillos en la Ruta Nacional No.141 es un producto del programa de inspección de la Unidad de Puentes del LanammeUCR para evaluar la condición estructural 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 el día 17 de octubre de 2013 por parte del Ing. Esteban Villalobos Vega y el Ing. Luis Guillermo Vargas Alas.

En el caso de puentes que exhiben daños significativos que ameriten una reparación inmediata debido a la gravedad del daño observado, la Unidad de Puentes tiene la política de informar rápidamente sobre la situación por medio de un informe preliminar, previo a la preparación del informe final de inspección.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de la inspección fueron los siguientes:

1. Efectuar una inspección estructural por métodos visuales y físicos de componentes estructurales del puente para evaluar su estado de deterioro.
2. Proporcionar observaciones del daño observado en elementos estructurales del puente y brindar recomendaciones para su reparación inmediata en caso de ser requerido.

3. ALCANCE

Este informe preliminar de inspección se limita a presentar un resumen sobre el deterioro de los elementos estructurales del puente y a brindar recomendaciones para solucionar el daño observado.

Se entiende por inspección estructural el reconocimiento visual de elementos estructurales y no estructurales que puedan afectar la condición de los elementos estructurales del puente a los cuales se tiene acceso por parte de un inspector o ingeniero calificado con el fin de

evaluar su estado de deterioro el 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, generalmente se examinan los planos de diseño o los planos de cómo quedó construido el puente. Con ello se busca comprender la estructuración del mismo y se busca 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.

Para este puente en particular sí se tuvo acceso al conjunto de planos originales de diseño.

4. DESCRIPCIÓN

El puente inspeccionado se ubica en la Ruta Nacional No.141 y cruza el Río Jabillos según se indica en la hoja cartográfica FORTUNA. Sin embargo, el puente se encuentra identificado en sitio como Río San Carlos. El Río Jabillos resulta ser uno de los afluentes principales del Río San Carlos.

Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito La Tigra, del cantón de San Carlos, en la provincia de Alajuela. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°22'34,0"N de latitud y 84°32'14,5"O de longitud. La figura 1 muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica FORTUNA 1:50 000.

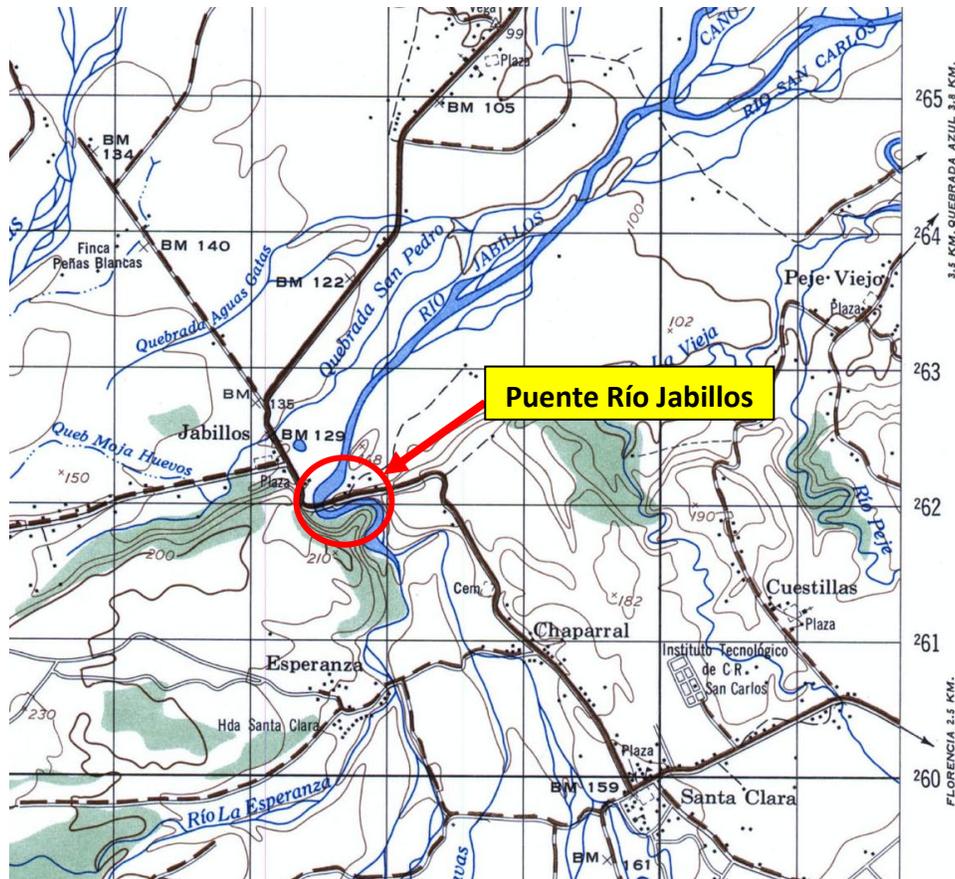


Figura 1. Ubicación del puente en la hoja cartográfica FORTUNA 1:50 000..

La Tabla 1 resume las características básicas del puente y las figuras 2 y 3 presentan dos de las vistas principales del puente, la vista a lo largo de la línea de centro y una vista lateral respectivamente.

La figura 4 muestra la identificación utilizada en este reporte cuando se hace referencia a ciertos elementos del puente, la cual también coincide con la que se utiliza en los planos. Según se corroboró en la inspección realizada, la dirección de la flecha que indica el Norte y la indicación del tipo de apoyo sobre cada bastión están invertidos en los planos. En la figura 4 se muestra la información corregida.



Figura 2: Vista a lo largo de la línea de centro



Figura 3: Vista lateral

Tabla No 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	92,6 m
	Ancho total (m)	9,46 m
	Ancho de calzada (m)	7,4 m
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recta
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo cercha (Warren) con dos elementos principales de acero
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: apoyos expansivos Bastión 2: apoyos fijos
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 0
	Tipo de bastiones	Ambos bastiones son tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de pilas	No aplica
	Tipo de cimentación	Placa
Diseño y construcción	Especificación de diseño original	A.A.S.H.T.O 1977
	Carga viva de diseño original	HS15-44
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información

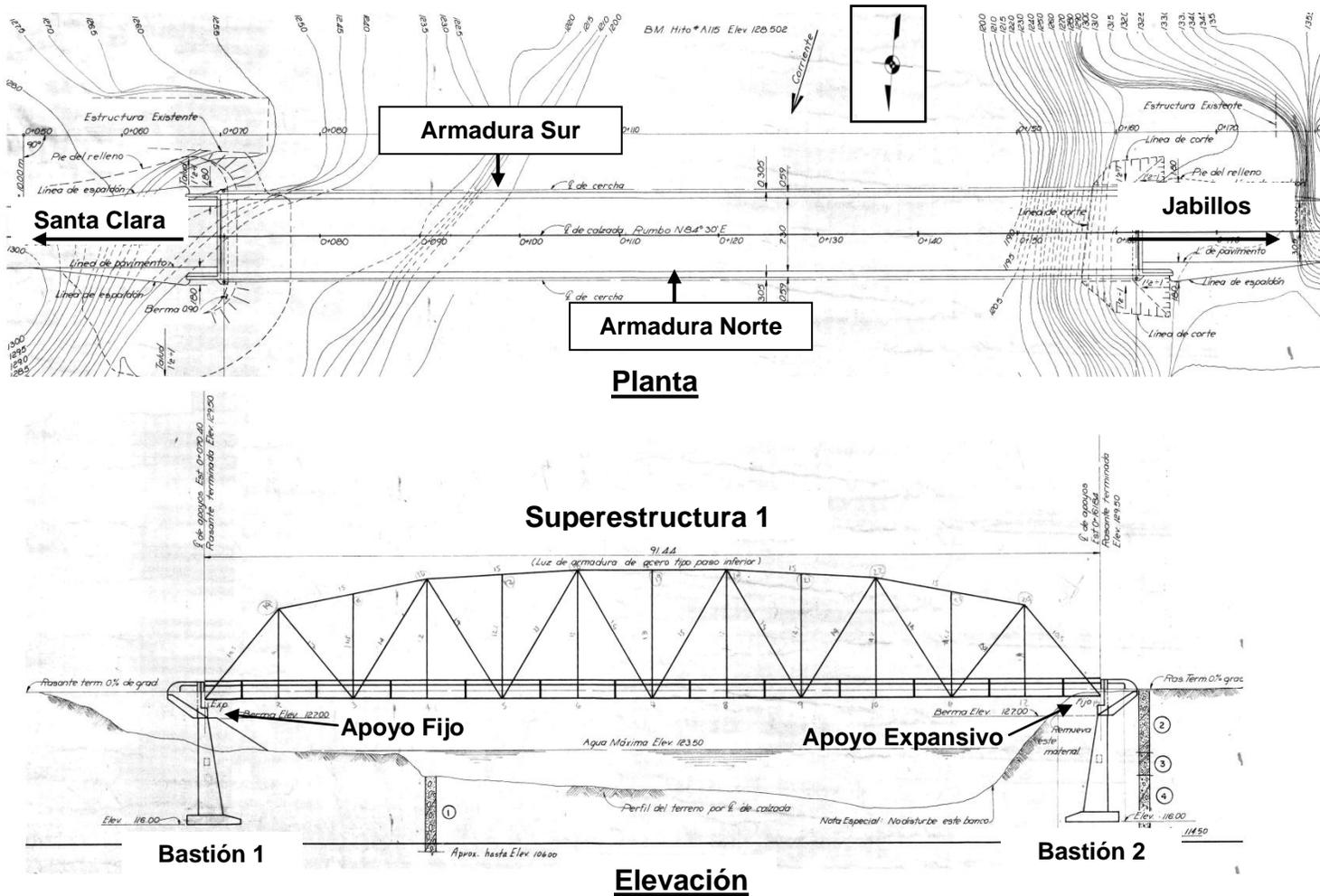


Figura 4: Identificación utilizada para el puente sobre el Río Jabillos

5. PRINCIPALES DAÑOS OBSERVADOS

En la tabla No. 2 se presentan los principales daños observados durante la inspección estructural del puente.

Tabla No 2. Principales daños observados

Elementos	Observaciones
2.1. Vibración del puente	<p>El puente vibraba muy notoriamente con el paso de vehículos pesados. Esta vibración se considera excesiva. Se percibió que la amplitud de la vibración tardaba varios segundos en amortiguarse después del paso de un vehículo pesado sobre el puente.</p> <p>La vibración excesiva se debe a que el puente posee mucha flexibilidad, la cual, incrementa el daño en otros elementos estructurales.</p>
2.2. Losa de concreto reforzado	<p>La losa presentaba agrietamiento en dos direcciones en la superficie superior e inferior (ver figuras 5 y 6) producto de la reversión de esfuerzos que genera el paso de los vehículos pesados por el puente. Las grietas eran más notorias en la superficie inferior de la losa hacia los extremos del puente. (ver figura 6)</p> <p>La superficie superior de la losa presentaba un patrón de grietas transversales a la dirección del tráfico vehicular producto de esfuerzos de flexión asociados con la flexibilidad longitudinal que posee la estructura. Esta grietas se observaban aproximadamente a cada 8 m coincidiendo con la ubicación de las verticales y las vigas transversales de la cercha. (ver figuras 5 y 7).</p> <p>También se observó eflorescencia a lo largo de las juntas de construcción de la losa lo que indica que las juntas se han abierto y que el agua se filtra a través de ellas. (ver figura 8)</p>

Tabla No 2. Daños principales observados (continuación...)

Elementos	Observaciones
2.3. Elementos principales de la cercha	<p>Todos los elementos principales de las cerchas presentaban oxidación generalizada, piquetes de corrosión, decoloración y desprendimiento de la pintura. (ver figuras 9 y 10)</p> <p>La cuerda inferior de las cerchas presentaba acumulación de vegetación y agua. Esto ha producido corrosión y posible pérdida de sección transversal, lo cual conlleva una disminución en la resistencia del elemento. (ver figura 11)</p> <p>La descarga directa de agua a través de los ductos de desagüe también ha contribuido a la corrosión de los elementos de la cuerda inferior de las cerchas. (ver figura 13)</p>
2.4. Sistema de Arriostramiento superior	<p>Los elementos del sistema de arriostramiento superior presentaban oxidación, piquetes de corrosión, decoloración y desprendimiento de la pintura. (ver figura 12)</p> <p>Se observaron elementos deformados debido a impactos de vehículos altos particularmente en los elementos inferiores del arriostramiento vertical y del portal. (ver figura 12)</p>
2.5. Sistema de Arriostramiento inferior	<p>Las placas de conexión de los elementos del sistema de arriostramiento inferior se encontraban corroídas, con pérdida de sección y mantenían un ambiente húmedo constante, lo cual, es producto de la exposición directa a la lluvia y a otros agentes corrosivos del ambiente debido a que la losa no cubre estos elementos. (ver figura 13 y 14)</p> <p>La mayoría de los elementos presentaban corrosión en los bordes y piquetes de corrosión. (ver figura 14)</p> <p>Uno de los elementos de arriostre se encontraba desprendido debido a la corrosión en las placas de conexión de los extremos. (ver figura 15)</p> <p>Además, otro de los elementos de arriostre contiguo al mencionado se encontraba deformado debido a una reparación realizada inadecuadamente, cuando el elemento dañado debía ser sustituido (ver figuras 15 y 16)</p>

Tabla No 2. Daños principales observados (continuación...)

Elementos	Observaciones
2.6. Vigas transversales	Las vigas transversales presentaban corrosión en los extremos debido a al ambiente húmedo que se mantiene en la zona cercana a las conexiones con los elementos del sistema de arriostramiento inferior. Lo anterior es producto de la exposición directa a la lluvia y a otros agentes corrosivos debido a que la losa no cubre los extremos de las vigas transversales (ver figuras 13 y 14)
2.7. Vigas de piso	<p>La mayoría de las vigas presentaban corrosión en los bordes de las alas en contacto con la losa, producto de filtraciones de agua a través de la losa (ver figura 8). Además algunas vigas presentan piquetes de corrosión, decoloración y desprendimiento de la pintura en el alma y las alas inferiores (ver figuras 8 y17).</p> <p>La descarga directa de agua a través de los ductos de desagüe también ha contribuido a la corrosión de las vigas de piso externas. (ver figura 13)</p>
2.8. Apoyos	<p>Los apoyos mecánicos sobre ambos bastiones presentaban oxidación y un ambiente húmedo constante alrededor de ellos debido al ingreso de agua a través de las juntas. (ver figuras 18 y 19)</p> <p>La longitud de asiento en los apoyos expansivos (sobre el bastión 2) era de 0,30 m (ver figura 19). Esta longitud es muy corta y podría generar que en un movimiento sísmico severo la superestructura colapse al desplazarse fuera del asiento.</p> <p>Los apoyos expansivos presentaban una inclinación en la dirección contraria a la que está indicada en los planos estándar de la armadura. (ver figura 19)</p>



Figura 5: Agrietamiento en dos direcciones en la superficie superior de la losa del puente.
(típico)



Figura 6: Agrietamiento en dos direcciones en la superficie inferior de la losa cerca del
bastión 1

Informe No. LM-PI-UP-PN22-2013	Fecha de emisión: 04 de noviembre de 2013	Página 16 de 29
--------------------------------	---	-----------------

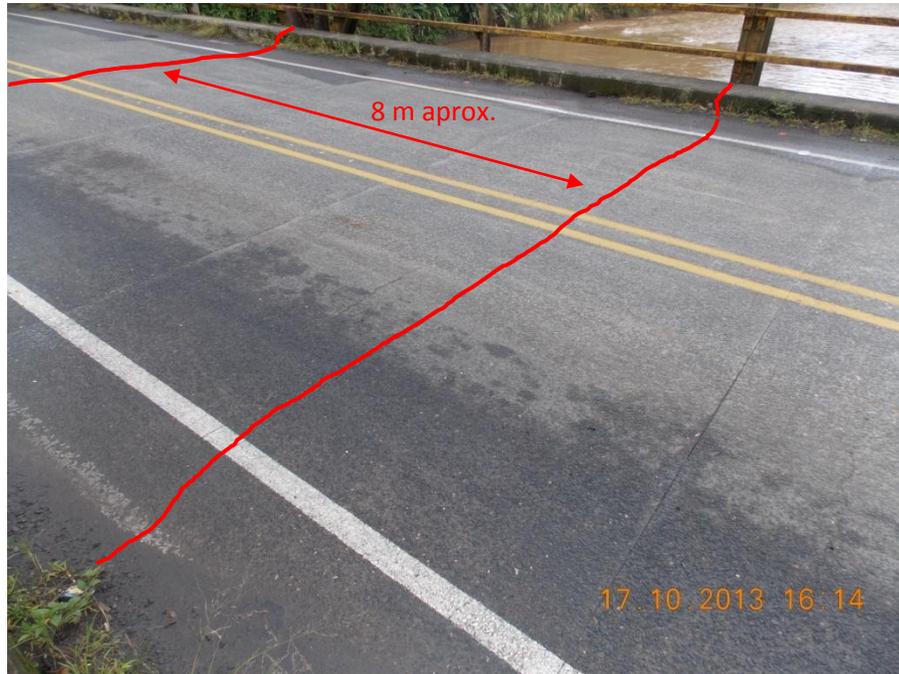


Figura 7: Agrietamiento transversal en la superficie superior de la losa a cada 8 m aproximadamente (típico)

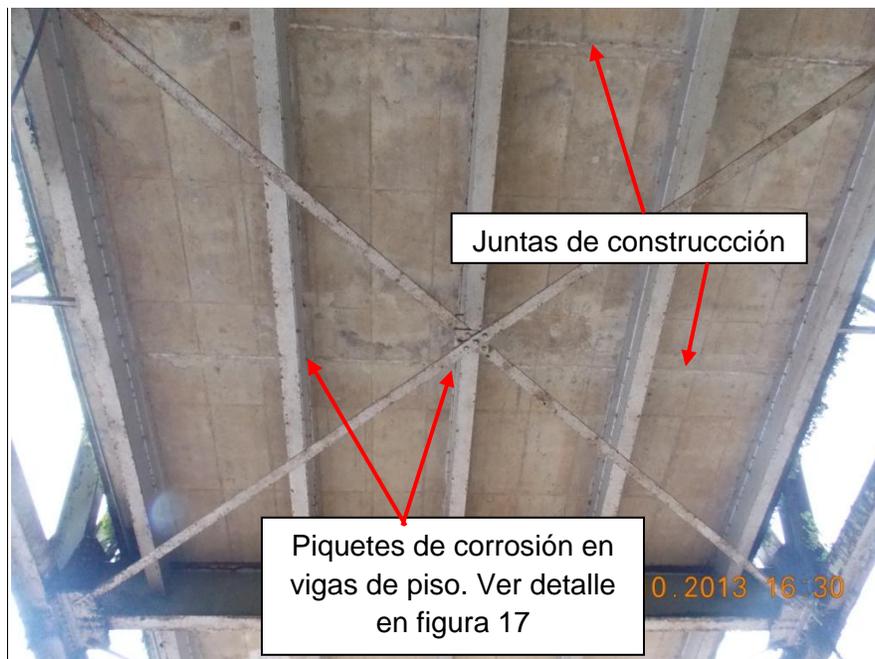


Figura 8: Eflorescencia a través de las juntas de construcción en la superficie inferior de la losa y piquetes de corrosión en vigas de piso(típico)

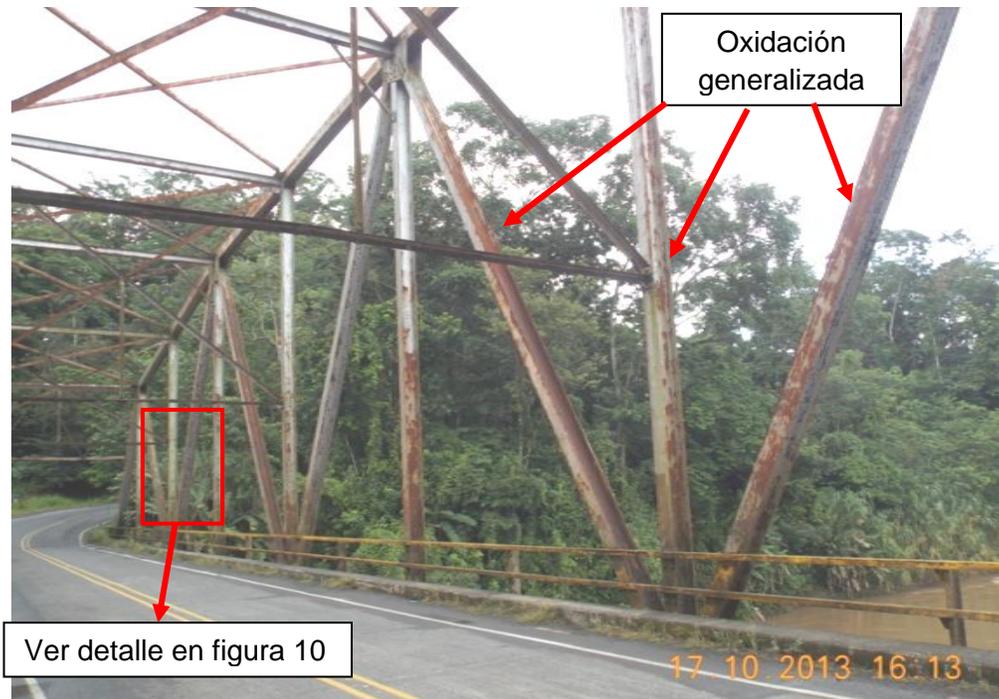


Figura 9: Oxidación en elementos principales y sistema de arriostramiento superior de la armadura (típico)



Figura 10: Detalle de decoloración, desprendimientos de la pintura y piquetes de corrosión en elementos principales de la armadura (típico)



Figura 11: Acumulación de sedimentos, agua y vegetación en cuerda inferior de la armadura



Figura 12: Oxidación del sistema de arriostramiento superior del puente y deformación de elementos por impactos en los arriostres verticales. (típico)



Figura 13: Ductos de drenaje sin extensión que descargan el agua directamente sobre los elementos estructurales y elementos expuestos directamente a la intemperie. (típico)



Figura 14: Corrosión en las conexiones del sistema de arriostramiento inferior y en las vigas transversales debido a la exposición directa a la lluvia (típico)

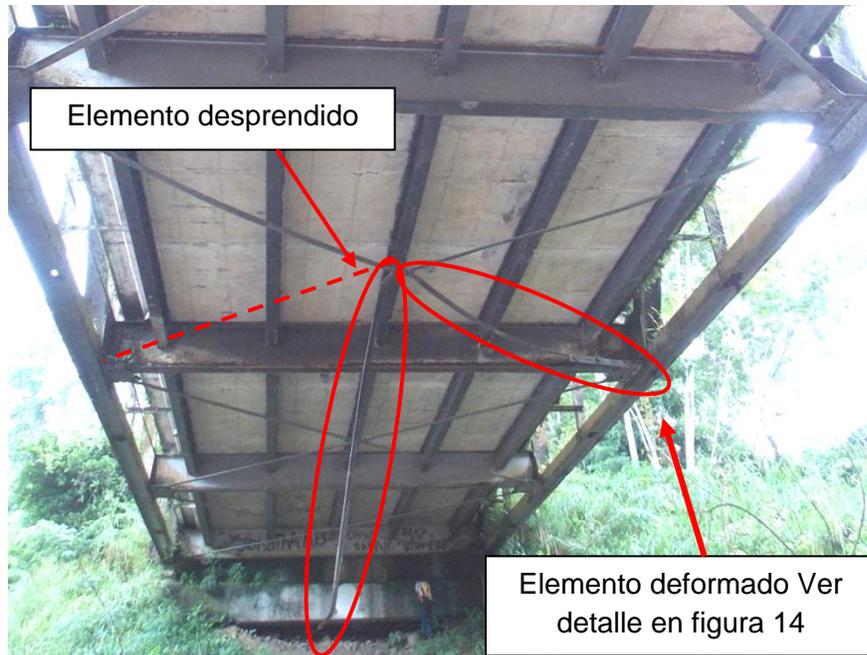


Figura 15: Conexiones expuestas a la lluvia, elemento desprendido y elemento deformado en el sistema de arriostamiento inferior del puente.

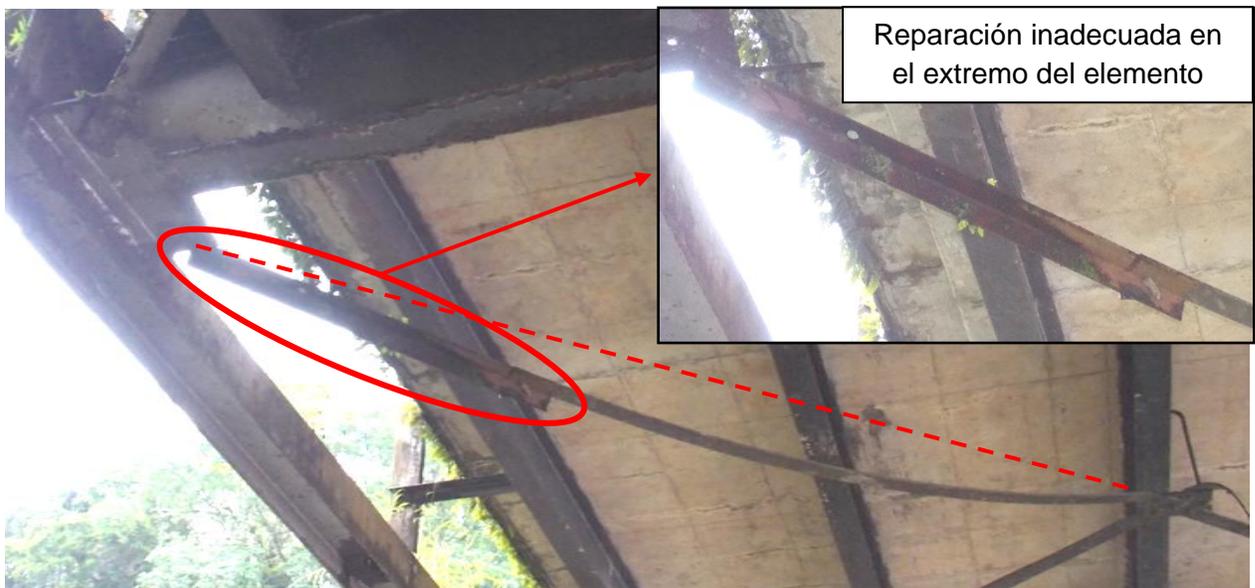


Figura 16: Detalle de la deformación del elemento del sistema de arriostamiento inferior debido a una reparación inadecuada en el extremo.

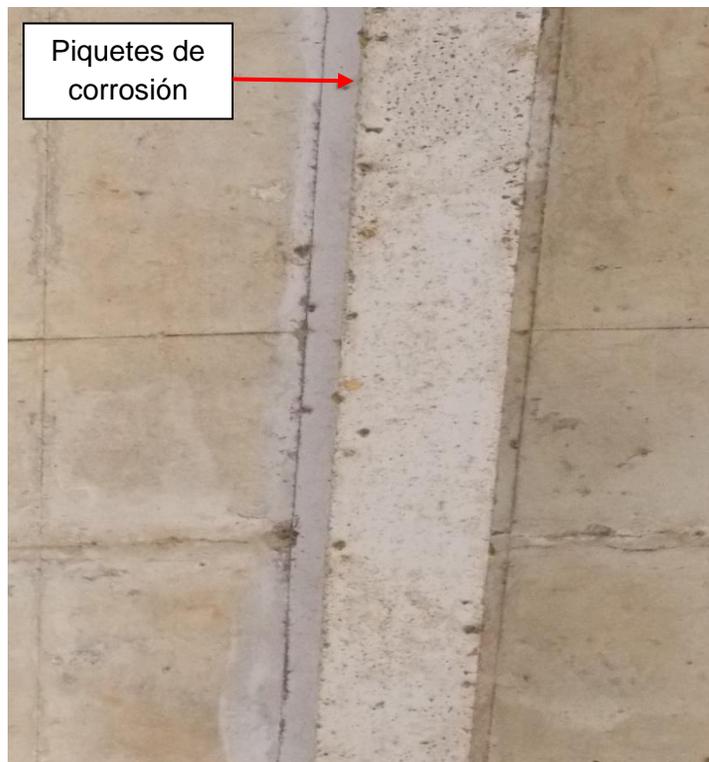


Figura 17: Detalle típico mostrando piquetes de corrosión en las vigas de piso longitudinales.

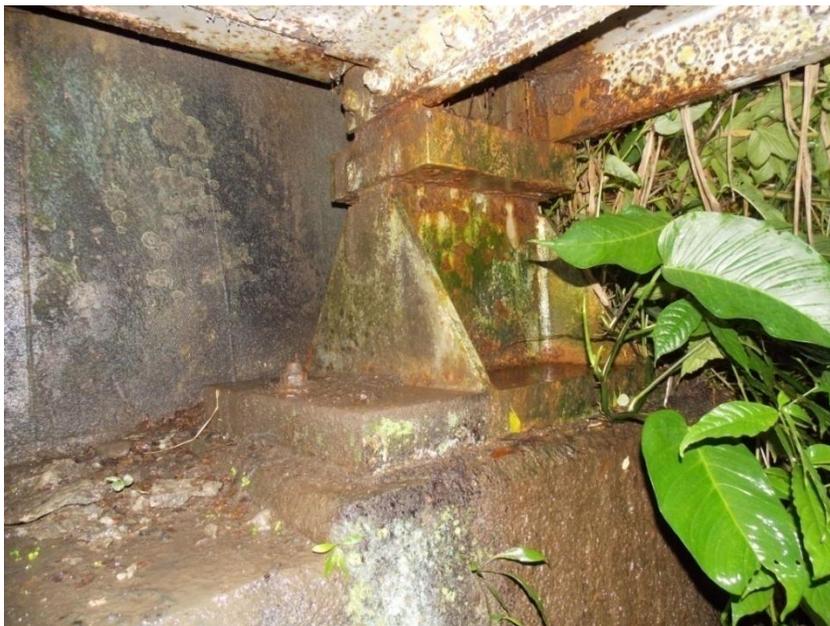


Figura 18: Oxidación y ambiente húmedo en el apoyo fijo sur sobre el bastión 1



Figura 19: Longitud de asiento, inclinación, oxidación y ambiente húmedo en el apoyo expansivo sur sobre el bastión 2

5. CONCLUSIONES

En este informe se presentan los daños principales observados en elementos estructurales del puente durante la inspección estructural realizada al puente sobre el río Jabillos ubicado en la Ruta Nacional No. 141. La Tabla No. 2 resume las observaciones principales sobre la condición de deterioro del puente.

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 CRÍTICO debido a que:

- Se percibió una vibración excesiva con el tránsito de vehículos pesados sobre el puente.

- b) La losa presentaba agrietamiento en dos direcciones en la superficie superior e inferior. La superficie superior de la losa presentaba un patrón de grietas transversales a la dirección del tráfico vehicular producto de esfuerzos de flexión asociados con la flexibilidad de la estructura, las cuales se observaban aproximadamente a cada 8 m y coincidían con las vigas transversales de la cercha.
- c) Todos los elementos principales y secundarios que componen la superestructura del puente presentaban oxidación generalizada, piquetes de corrosión, decoloración y desprendimiento de la pintura.
- d) La cuerda inferior de las cerchas presentaba corrosión y posible pérdida de sección debido a la acumulación de sedimentos y agua.
- e) Las conexiones entre los elementos del sistema de arriostramiento inferior y las vigas transversales presentaban corrosión avanzada, la cual, ha producido pérdida de sección y el desprendimiento de algunos elementos del sistema de arriostramiento inferior.
- f) La longitud de asiento en los apoyos expansivos (sobre el bastión 2) es de 0,30 m. Esta longitud es muy corta y podría generar que en un movimiento sísmico severo la superestructura colapse al desplazarse fuera de la longitud de asiento. Además, los apoyos presentaban oxidación y un ambiente húmedo constante alrededor debido a la filtración de agua a través de las juntas.
- g) Los apoyos expansivos poseen una inclinación en la dirección contraria a la que está indicada en los planos estándar de la armadura.

6. RECOMENDACIONES

Con el propósito de resolver de manera prioritaria los problemas observados se recomiendan realizar las siguientes acciones:

1. Colocar una restricción de peso vehicular de 24 toneladas al puente, la cual está basada en la carga viva de diseño del puente HS15-44. Esta recomendación se fundamenta en

la vibraciones excesivas percibidas durante la inspección del puente durante el tránsito de vehículos pesados.

2. Realizar una evaluación estructural y sísmica del puente de acuerdo con la *Especificación AASHTO LRFD 2012* (que incluye la carga viva de diseño HL-93) y con las especificaciones de los *Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes*, para determinar las medidas de rehabilitación estructural y sísmica que pueda requerir la estructura.
3. Sustituir los elementos de arriostre inferior que están desprendidos y las placas de conexión que han perdido sección debido a la corrosión.
4. Proteger los elementos del puente con un sistema de pintura, siguiendo las recomendaciones del CR2010 para la preparación de la superficie y para las características del sistema de protección. Procurar asesoría profesional en la aplicación de sistemas de pinturas industriales.
5. Con base en la evaluación estructural determinar si se requiere sustituir la losa de concreto del puente debido al alto nivel de agrietamiento que presenta. Si **no** se requiere sustituir la losa, reparar las grietas que presenta e impermeabilizarla. Procurar la asesoría profesional en el tema de reparación de grietas estructurales e impermeabilización de losas de concreto de puentes.
6. En caso que se decida rehabilitar el puente, se recomienda sustituir los apoyos mecánicos existentes en bastiones por apoyos elastoméricos, 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 los *Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes*.
7. Remover el material asfáltico para desobstruir las juntas de expansión y sustituir el sello impermeable de las juntas sobre los bastiones para evitar el ingreso de agua hacia los elementos estructurales de acero ubicados bajo el puente.
8. Colocar tubos de desagüe que se extiendan al menos 100 mm más abajo que la superficie inferior de la cuerda inferior de las armaduras.

9. Crear un programa de mantenimiento periódico del puente sobre el río Jabillos y de las demás estructuras ubicadas en la ruta 141. Incluir en este programa la limpieza de los elementos estructurales y no estructurales para evitar la acumulación de sedimentos y maleza que mantengan un ambiente húmedo y propicien la corrosión.

Con base en la información incluida en este reporte de inspección se realizará un informe que incluya aspectos adicionales sobre la condición del puente y donde se incluyan los formularios de inventario e inspección del Ministerio de Obras Públicas y Transportes para este puente.

ANEXO A

Criterios para Clasificación del 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.