



Universidad de Costa Rica



Universidad de Costa Rica

Laboratorio Nacional de Materiales y
Modelos Estructurales

Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional

Reporte No. PN 10-10

Inspección y evaluación
del puente sobre el Río Platanar

Ruta Nacional 140



05 de julio de 2010

Puente inspeccionado por:

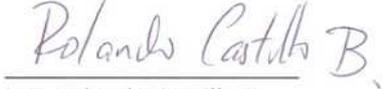

Ing. Diego A. Cordero C.
Ingeniero evaluador
Unidad de Evaluación de
la Red Vial Nacional
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

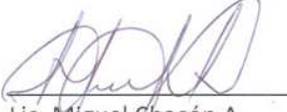
Informe preparado por:


Ing. Diego A. Cordero C.
Ingeniero evaluador
Unidad de Evaluación de
la Red Vial Nacional
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

Informe revisado por:


Ing. Roy Barrantes J.
Coordinador Unidad de
Evaluación de la Red Vial
Nacional (UERVN)
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica


Ing. Rolando Castillo B.
Asesor técnico
Unidad de Puentes,
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica


Lic. Miguel Chacón A.
Asesor Legal Externo
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica


Ing. Luis Guillermo Loria S.
Coordinador General
Programa de Ingeniería del
Transporte (PITRA)
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica



1. Introducción

Se prepara este informe de inspección y evaluación del puente sobre el Río Platanar, ubicado sobre la Ruta Nacional 140, en cumplimiento de las disposiciones que establece el Artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencias Tributarias.

De esta forma se responde al mandato expreso de la ley de realizar “Evaluación bienal de toda la Red Vial Nacional pavimentada” y de informar “para lo que en derecho corresponda, a la Asamblea Legislativa, al Ministerio de la Presidencia, al MOPT, a la Contraloría General de la República y a la Defensoría de los Habitantes, el resultado final de las auditorías técnicas realizadas a proyectos en ejecución y de las evaluaciones efectuadas a la red nacional pavimentada, las carreteras y los puentes en concesión”.

El puente en cuestión cruza el Río Platanar sobre la Ruta 140 y se encuentra en el distrito Quesada, cantón San Carlos, provincia de Alajuela. Su ubicación en coordenadas CRTM es 1141509,5 de latitud y 453699,8 de longitud. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del puente, el cual fue inspeccionado el 19 de mayo de 2010.

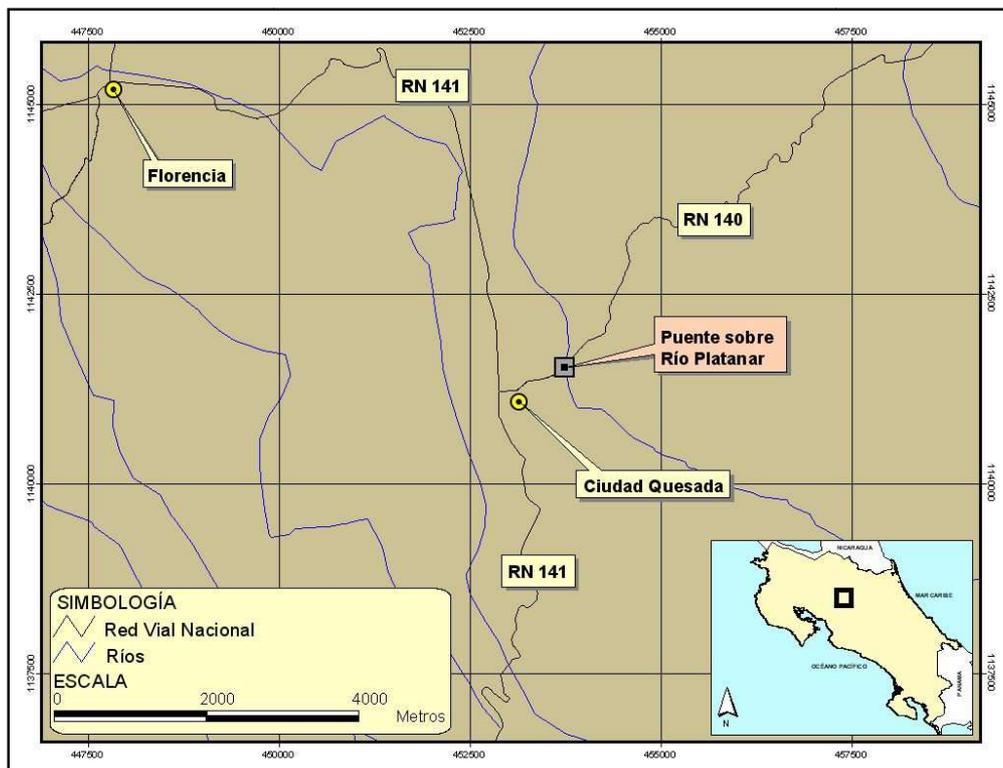


Figura 1. Ubicación geográfica del puente sobre el Río Platanar.
(Preparado por LanammeUCR, 2010).

2. Antecedentes

Como parte de las labores de evaluación de la red vial nacional que realiza el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica, en cumplimiento de los mandatos que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603, se han venido realizando evaluaciones de vulnerabilidad ante amenazas naturales de diferentes elementos que componen la red vial nacional (e.g., susceptibilidad a deslizamientos, vulnerabilidad de alcantarillas, susceptibilidad ante flujo de lodos y detritus, vulnerabilidad de puentes).

La definición de aquellos puntos críticos para la infraestructura vial y que se reconocen como secciones vulnerables ante las amenazas mencionadas es una labor que requiere del aporte de los profesionales que más conocen la red vial por la naturaleza de su trabajo, como son los ingenieros a cargo de los organismos de inspección contratados por el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). De esta forma, la estrategia inicial definida por la Unidad de Evaluación de la Red Vial consistió en solicitar información a los ingenieros de cada uno de los organismos de inspección, para lo cual se les envió comunicación escrita solicitando su colaboración para identificar si, a su criterio, existe algún tramo de la Red Vial Nacional a su cargo que requiera ser evaluado desde un punto de vista de vulnerabilidad ante amenazas naturales.

Es así, como desde marzo del año 2010 la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional (UERNV) implementa una metodología de detección de elementos de la infraestructura vial nacional vulnerables ante amenazas naturales. Por medio de los oficios MSD-SJ-191-2010, OIGD(1-2)-118-2010, MSD-LS-127-2010, FVC(1-4)-170-2010, FCV(1-5)-093-2010, SALASA (1-7)-114-10, COGUSA-206-2010, OI (H)-0184-2010, OI (2-1)-163-2010, MAUCA 097-2010, ILS (2-3)-088-2010, 232-Nicoya-2010, CC 02-017-2010, ILS (3-2)-157-2010, OI-PA-ZONA (4-1)-CO-253-2010, CVRGU (4-2)-034-2010, CVRGU (4-3)-043-2010, UI (5-1)-257-2010, PCVSC-157-2010, OISC (6-2)-G 21-10, enviados por los organismos de inspección al LanammeUCR, se identificaron distintos aspectos que los ingenieros a cargo de los organismos de inspección, como representantes de la Administración, consignan como vulnerables ante eventos naturales. Esta identificación de sectores fue sometida a un análisis de priorización por parte de la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR, la cual permitió definir a los puentes como estructuras vulnerables que necesitan de atención, por lo cual en mayo de 2010 se inició un proceso de inspección y evaluación de estas estructuras a cargo de la UERNV, lo cual compone una primera etapa de análisis de los sectores consignados como vulnerables ante amenazas naturales.

3. Objetivo general

El objetivo de las inspecciones realizadas por la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR es evaluar el estado de los puentes de la red vial nacional, para establecer una base de información organizada que sirva como insumo técnico para promover procesos de planificación y acciones preventivas o correctivas por parte de la Administración Activa del Estado costarricense, facilitándoles la toma de decisiones y la priorización con el fin de reducir el riesgo existente.

4. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la inspección realizada son:

- Realizar un inventario básico del puente que incluye su ubicación exacta y la identificación de sus componentes por medio de una inspección visual.
- Evaluar la seguridad vial del puente.
- Efectuar una inspección visual de los componentes del puente para evaluar su estado actual de conservación.
- Generar un diagnóstico preliminar de la estructura del puente y proporcionar recomendaciones para el mantenimiento y/o reparación del puente.
- Evaluar la vulnerabilidad del puente ante amenaza sísmica según la metodología RMS.

5. Alcance del informe

Este informe de inspección y evaluación del puente sobre el Río Platanar permite realizar recomendaciones sugeridas para mantenimiento y reparación basadas en observaciones visuales realizadas el día 19 de mayo de 2010, a partir de la visita al puente y la inspección visual de los elementos de la estructura.

El alcance de este informe no comprende la revisión de los planos de diseño, de los planos de cómo fue construido el puente, ni de registros previos de inspección, por lo que la evaluación se basa únicamente en la inspección de los componentes a los cuales se tuvo acceso visual.

En el caso que se quisiera verificar la capacidad estructural, hidráulica o funcional del puente, así como las propiedades mecánicas de los materiales que lo componen, se recomienda a la Administración Activa llevar a cabo estudios especializados para tal fin.

Queda pendiente verificar el año de diseño y construcción del puente, así como la carga viva de diseño considerada. Esta información se podría obtener de los planos de diseño y constructivos del puente y corresponde a la Administración Activa, como ente propietario y administrador del puente, contar con esta información y suministrarla, una vez solicitada por cualquiera de los entes fiscalizadores existentes.

Reporte No. PN10-10	Fecha de Emisión: 5 de julio de 2010	Página 5 de 21
---------------------	--------------------------------------	----------------

6. Descripción e inventario

El puente sobre el Río Platanar consiste de un sistema de superestructura de vigas simplemente apoyadas con juntas de expansión al inicio y al final del tramo, las cuales están cubiertas por una carpeta asfáltica de espesor desconocido colocada sobre la losa de concreto.

El puente, de un carril solamente, cuenta con señal de identificación (indicación del nombre del puente) solamente en un sentido. En cuanto a señalización vial, cuenta en ambos sentidos con señales verticales de identificación delineadoras del puente y de prevención que indican cambios en el alineamiento horizontal (señal tipo *Chevron*), así como señales de reglamentación para priorizar el paso (señal de *CEDA EL PASO*). La demarcación horizontal es poco visible durante el día y en condiciones de lluvia, tal como se pudo constatar el día de la inspección.

El puente cuenta con una acera para paso peatonal, el cual consiste en una losa de concreto con barandilla exterior de acero, y como barandilla interna utiliza la baranda de concreto. El puente cuenta solamente con una baranda de concreto reforzado junto al paso peatonal, mientras que la baranda opuesta no existe.

Las fotografías 1 y 2 muestran una vista general y lateral, respectivamente, del puente sobre el Río Platanar, en las cuales se pueden identificar las condiciones antes descritas.



Fotografía 1. Vista general del puente sobre el río Platanar.
(Estado de puente al 19 de mayo de 2010).



Fotografía 2. Vista lateral del puente sobre el río Platanar.
(Estado de puente al 19 de mayo de 2010).

El cauce del río, en el punto de intersección con el puente, muestra una alineación recta con evidencia de arrastre de bloques de roca, lo que es señal del caudal que puede pasar por ese punto durante crecidas del río y que podrían causar daños estructurales y funcionales al puente.

El puente cuenta con sistemas de drenaje a ambos lados de la vía, ambos con señal de poco o nulo mantenimiento. La estructura no cuenta con iluminación y además es utilizado para el paso de servicios públicos.

La subestructura, la cual consiste de bastiones con viga cabezal cuenta con sus respectivos aletones. Las cimentaciones de los bastiones muestran evidencia de socavación por erosión causada por el río.

Se identificó la falta de sistemas de drenaje adecuados, pues en el momento de la inspección el agua de escorrentía no estaba debidamente recolectada a nivel de la carretera, y escurría directamente a la zona de aletones y cimentación del bastión.

De acuerdo con las bases de datos disponibles, este puente brinda servicio a una ruta nacional que sirve de comunicación a la comunidad de Aguas Zarcas con Ciudad Quesada.

7. Evaluación del puente

Para efectos de facilitar la presentación de los hallazgos observados en el puente y ofrecer recomendaciones para mejoras, mantenimiento y reparación, la evaluación del puente se dividió en cuatro áreas: (a) seguridad vial, (b) superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros, (c) superestructura y (d) subestructura. Las observaciones y recomendaciones según estas áreas se resumen en las Tablas 1 a 4, las cuales se presentan a continuación.

7.1. Seguridad vial y estado de conservación actual del puente

Tabla 1. Condiciones de Seguridad Vial.

SEGURIDAD VIAL		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
1.1. Barandas	No existe baranda de concreto a un costado del puente. (Ver Fotografía 4).	Reconstruir la baranda de concreto respectiva, asegurando que cumpla con la altura mínima para resguardar el tránsito vehicular. Esta deberá ser pintada con pintura que cumpla con los estándares de retroreflectividad.
1.2. Guardavías	Los accesos al puente no cuentan con guardavías. (Ver Fotografía 3).	Colocar guardavías en los accesos del puente donde sea posible, pues el puente se encuentra muy cerca de accesos a viviendas y comercios. Los guardavías deben contar con la debida señalización y cumplir con aspectos de seguridad vial en su construcción, para asegurar que sirvan como elementos de protección y no representen un peligro potencial para los usuarios.
1.3. Paso peatonal y accesos	El paso peatonal del puente no cuenta con accesos apropiados, pues su alineamiento no corresponde con el alineamiento de la acera, y el acceso a este no está debidamente señalizado. (Ver Fotografía 3).	Proveer el puente con una acera segura para el tránsito de peatones, para lo cual se deben construir los accesos respectivos marcando con pintura retroreflectiva los accesos. Se recomienda construir la acera con un nivel de fricción suficiente para evitar el deslizamiento de los peatones.

Tabla 1 (cont.). Condiciones de Seguridad Vial.

SEGURIDAD VIAL		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
1.4. Identificación	El puente no está debidamente identificado en ambos sentidos. (Ver Fotografía 3).	Colocar un rótulo que identifique al puente en ambos sentidos. La rotulación debe cumplir con los estándares solicitados de retroreflectividad para este tipo de señalización.
1.5. Señalización	<p>No existen rótulos de velocidad y carga máxima. Además, el puente no cuenta con “ojos de gato” para facilitar el tránsito nocturno. (Ver Fotografía 3).</p> <p>La señalización vertical de identificación y prevención muestra señales de falta de mantenimiento, lo cual ha disminuido su retroreflectividad. La señalización horizontal es poco visible, lo que disminuye su función de ordenamiento vial y retroreflectividad, sobre todo en horas de la noche. (Ver Fotografía 3).</p>	Colocar rótulos de velocidad y carga máxima en los accesos al puente. Instalar balizas luminosas (ojos de gato) sobre la superficie de rodamiento del puente y sus accesos. Implementar sistema de limpieza y mantenimiento de la señalización vertical y pintar la señalización horizontal. Complementar las recomendaciones planteadas con mejoras en el alumbrado público en los accesos al puente.

Tabla 2. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
2.1. Superficie de rodamiento	La superficie de rodamiento no presenta problemas.	Se desconoce el espesor de la carpeta asfáltica, lo cual debería estar registrado para poder determinar la carga muerta impuesta a la estructura del puente.
2.4. Cunetas y drenajes del puente	Las cunetas del puente se encuentran cubiertas de tierra y vegetación, lo que impide el adecuado desagüe del agua recolectada provocando acumulación de agua en la superficie de rodamiento, lo que a su vez puede resultar en problemas de adherencia entre los carros y la superficie de rodamiento e infiltración. (Ver Fotografía 3). Los drenajes a ambos lados del puente se encuentran obstruidos.	Limpiar las cunetas y drenajes del puente. Mejorar el sistema de drenajes por medio de alcantarillas que recolecten el agua de las cunetas y las descarguen al río directamente, evitando que el agua drenada percole en el material de relleno detrás de los aletones.
2.3. Drenajes de accesos	No existen cunetas adecuadas que recolecten y guíen las aguas de escorrentía superficial lejos de los aletones del puente. Actualmente los caños descargan las aguas en los aletones o a las bases de los mismos, los que pueden erosionar la cimentación de los mismos; asimismo, la intrusión de material incompresible que ante el efecto de expansión y compresión del concreto puedan provocar deterioros de borde que faciliten la entrada de agua y el consecuente daño para el acero de refuerzo. (Ver fotografías 3, 5, 10 y 11).	Construir sistemas de recolección de agua de escorrentía superficial que descarguen el agua recolectada de forma adecuada al río, evitando que el agua percole en el material de relleno detrás del bastión o que erosione su cimiento.

Tabla 2 (cont.). Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
2.4. Juntas de expansión	Las dos juntas de expansión de la superestructura ubicadas sobre los bastiones del puente están cubiertas por la carpeta asfáltica, lo que eventualmente resultará en grietas en la capa de mezcla asfáltica ubicadas sobre estas. (Ver Fotografía 3).	Se recomienda eliminar la capa de mezcla asfáltica sobre las juntas e implementar un sistema de mantenimiento periódico para eliminar el sedimento que pueda acumularse en las juntas.
2.5. Accesos	Los accesos al puente no cuentan con un sistema de drenaje adecuado.	Se recomienda construir un sistema de drenaje para evitar la erosión de los accesos y taludes próximos a la estructura del puente.
2.6. Cauce del río	Se observaron piedras de gran tamaño cerca de los bastiones, lo que refleja que el río tiene capacidad hidráulica para arrastrar este tipo de material y socavar la cimentación del puente. (Ver fotografías 5 y 10).	Construir sistemas adecuados de protección al cauce y a la subestructura del puente cerca del punto de unión río-puente.

Tabla 3. Estado de conservación de la superestructura.

SUPERESTRUCTURA		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
3.1. Losa	<p>La losa del puente en su parte inferior tiene varias secciones con exposición del acero de refuerzo, el cual presenta evidencia de oxidación y corrosión.</p> <p>Se identificaron espacios abiertos en la unión losa-viga principal, que puede deberse a que durante el proceso constructivo se dejaron juntas frías. Por estos espacios abiertos podría infiltrarse humedad ambiental que afectaría eventualmente al acero de refuerzo y al mismo concreto. (Ver fotografías 6 y 7).</p>	<p>Proteger de inmediato las secciones de la losa que exhiben acero de refuerzo expuesto.</p> <p>Los espacios abiertos entre la losa y las vigas principales se deberían llenar con concreto expansivo.</p>
3.2. Vigas principales	<p>En las vigas principales se observó acero de refuerzo expuesto en la zona media del claro (zona de momento máximo) y en los apoyos de las vigas en los bastiones (zona de cortante máximo). El acero de refuerzo, al igual que en la losa muestra, evidencia de oxidación y corrosión. (Ver fotografías 6, 7 y 9).</p> <p>No se identificaron grietas importantes en las vigas, aunque sí evidencias de descascaramiento del concreto en las zonas alrededor donde ya el acero de refuerzo está expuesto.</p>	<p>Reparar de inmediato las secciones de vigas del puente que exhiben acero de refuerzo.</p>

Tabla 4. Estado de conservación de la subestructura.

SUBESTRUCTURA		
Elemento/ componente	Observaciones	Recomendaciones
4.1. Apoyos sobre el bastión	El tipo de apoyo entre la superestructura y la subestructura aparenta ser del tipo apoyo simple. Se observó una leve filtración de agua proveniente de la superficie en el apoyo de ciertas vigas sobre el bastión. Adicionalmente se observó acumulación de sedimento alrededor de los apoyos y sobre la viga cabezal. (Ver Fotografía 7).	Limpiar todo el sedimento acumulado alrededor de los apoyos y sobre la viga cabezal. Además detener la continua filtración de agua.
4.2. Bastiones y aletones	El cuerpo principal de los bastiones está en buenas condiciones desde un punto de vista estructural. Sin embargo, se observó gran cantidad de plantas creciendo sobre la superficie de uno de los bastiones (Ver fotografías 5, 10 y 11) , así como de los aletones, lo que hace suponer que tienen un nivel constante de humedad a lo largo del año. Se observó escurrimiento de agua de escorrentía sobre estas estructuras debido a un mal manejo de las aguas que se recogen en la superficie de ruedo y que no cuentan con un adecuado de encauzamiento. (Ver fotografías 10 y 11).	Limpiar de todo el sedimento acumulado en la superficie de los bastiones y aletones para evitar el crecimiento de plantas. Proporcionar un sistema adecuado de encauzamiento del agua de escorrentía para que esta no infiltre en el relleno detrás de los aletones y sea descargada de forma adecuada al río.

Tabla 4 (cont.). Estado de conservación de la subestructura.

SUBESTRUCTURA		
Elemento/ componente	Observaciones	Recomendaciones
4.3. Cimentación	Los bastiones cuentan con cimentaciones superficiales tipo placa, las cuales se ven en buenas condiciones. No obstante, hay evidencia importante de socavación de los cimientos por efecto erosivo del río sobre el suelo de soporte. No existe ningún tipo de protección (.e. enrocado) de la cimentación para evitar este problema, sino más bien material arrastrado por el río que al chocar con los bastiones se han acumulado en la base de la cimentación sin un arreglo adecuado pero que provee cierta protección. (Ver fotografías 4, 5 y 10).	Restituir el material erosionado bajo las cimentaciones de los bastiones y aletones y construir una protección adecuada para reducir o mitigar el efecto erosivo del río (erosión).



Fotografía 3. Vista general del puente sobre Río Platanar. (Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Falta de baranda

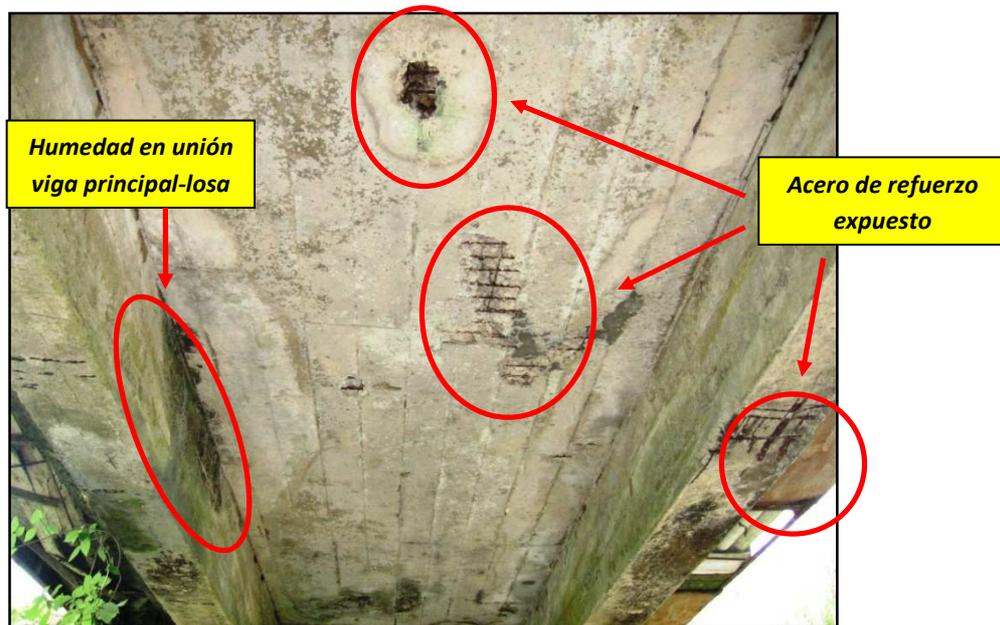
Fotografía 4. Vista lateral del puente sobre Río Platanar. (Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Desagüe de agua de escorrentía sobre la base de aletón

Socavación de la cimentación

Fotografía 5. Vista inferior del puente sobre Río Platanar. (Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Fotografía 6. Vista inferior del puente sobre Río Platanar.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010)



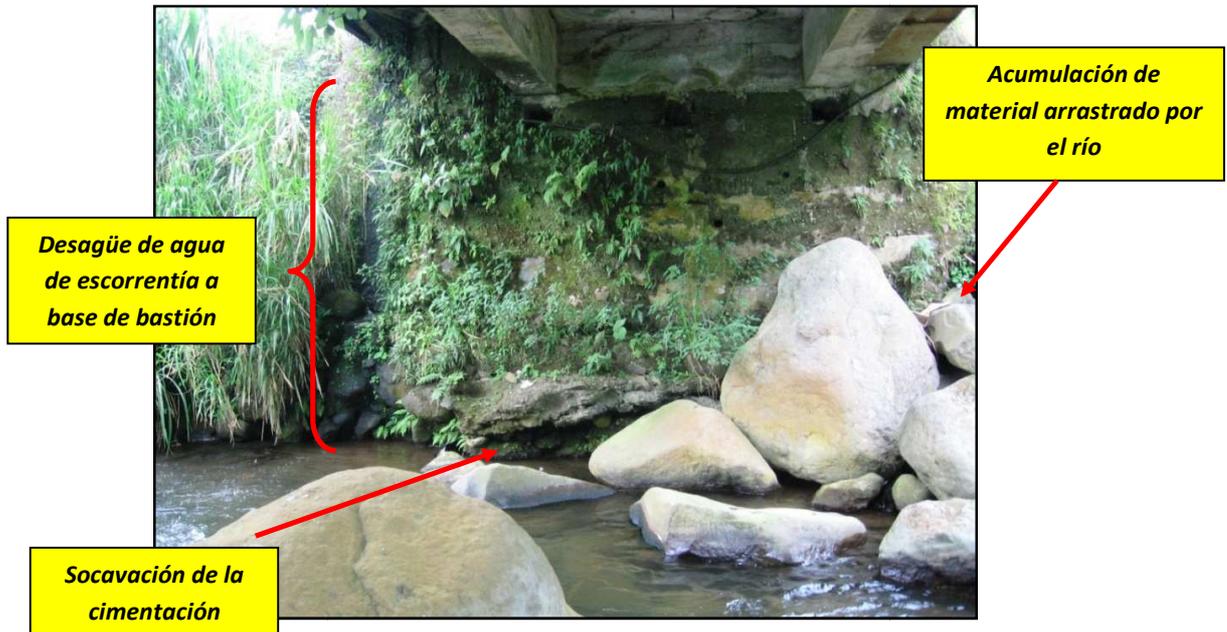
Fotografía 7. Vista inferior del puente sobre Río Platanar.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010)



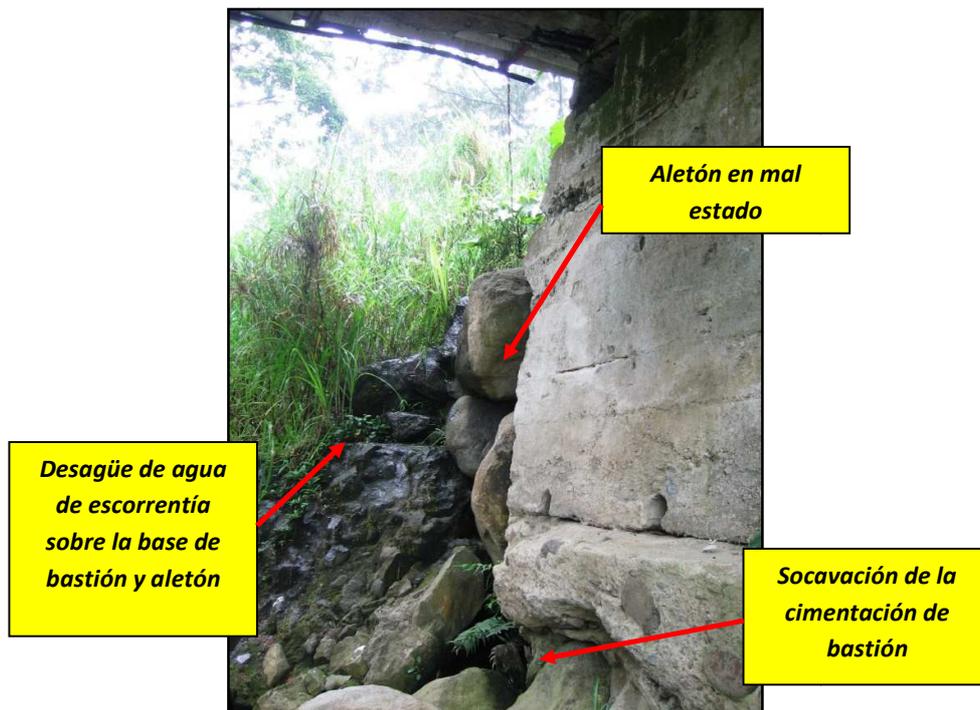
Fotografía 8. Vista inferior paso peatonal sobre Río Platanar.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Fotografía 9. Vista del apoyo viga-bastión.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Fotografía 10. Socavación de la cimentación de bastión puente sobre el Río Platanar. (Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Fotografía 11. Socavación del bastión y escorrentía sobre el aletón del puente sobre el Río Platanar. (Estado del puente al 19 de mayo de 2010).

8. Evaluación de la vulnerabilidad del puente según metodología de RMS

Para la evaluación de la vulnerabilidad de puentes ante amenazas sísmicas se utilizó el método de Risk Management Solutions Inc. (RMS), publicado en 1997, el cual considera el comportamiento diferenciado de los tipos estructurales de puentes.

Esta metodología se basa en estudios estadísticos del comportamiento de puentes ante sismos ocurridos en el pasado, y es una práctica muy utilizada en la actualidad debido al desarrollo de un gran número de curvas de fragilidad para distintos tipos de estructuras.

Para predecir los daños que provocaría un terremoto sobre un puente, se utilizan curvas de fragilidad, las cuales indican la probabilidad de que un determinado estado de daños sea excedido para una aceleración pico del terreno, en función de las características estructurales del puente.

La metodología de análisis se detalla en el documento "Evaluación ante amenaza sísmica de puentes de la Red Vial Nacional Documento de trabajo" (LM-PI-PV-ERV-39-10), publicado por la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR en el mes de junio del año 2010.

El puente sobre el Río Platanar fue evaluado tomando en consideración sus características estructurales y utilizando mapas de aceleraciones, según la amenaza sísmica, para periodos de retorno de 100 y 500 años, este último valor como revisión según la última versión del Código Sísmico de Costa Rica (2002). Bajo estas consideraciones se esperarían aceleraciones pico del terreno de 0,285 g para un periodo de retorno de 100 años y 0,435g para un periodo de retorno de 500 años.

En la Tabla 5 se muestran las características utilizadas para evaluar el puente.

Tabla 5. Características del puente sobre el Río Platanar.

Característica	Puente sobre Río Platanar
Fecha de construcción	No disponible
Material	Concreto
Tipo de estructura	Vigas de concreto reforzado de sección rectangular
Tipo	Puente simplemente apoyado
Diseño	Convencional
Riesgo	Alto
Clasificación	HBR12

La Tabla 6 resume los criterios de vulnerabilidad para puentes según el daño asignado para las aceleraciones esperadas para periodos de retorno de 100 y 500 años.

Tabla 6. Criterios de vulnerabilidad para puentes. (Vargas, 2005; Castro, 2005).

	Daño asignado (T = 100 años)	Daño asignado (T = 500 años)	Vulnerabilidad
Tipo de daño según RMS	Generalizado	Generalizado	Muy alta
	Moderado	Generalizado	Alta
	Moderado	Moderado	Media
	Moderado	Menor	Baja
	Menor	Menor	Muy baja

Según los criterios de la Tabla 6 y de los resultados del análisis de amenaza sísmica, la combinación del tipo de daño para sismos de periodo de retorno de 100 y 500 años, para este análisis categorizado como generalizado para ambos casos, conlleva a la asignación del nivel de vulnerabilidad muy alta. La Tabla 7 presenta los resultados obtenidos.

Tabla 7. Daño asignado al puente sobre el Río Platanar.

Puente	Clasificación	Daño asignado (T = 100 años)	Daño asignado (T = 500 años)
Río Platanar	HBR12	Generalizado	Generalizado

El daño generalizado, según la metodología utilizada para el análisis, corresponde a la falla estructural de los bastiones del puente (sin necesariamente llegar a colapsar), a la pérdida parcial de apoyo de las vigas principales sobre la viga cabezal (meseta de apoyo) del bastión y a asentamientos en los accesos al puente.

9. Conclusiones y recomendaciones generales

Las Tablas 1 a 4 resumen acciones, en forma de recomendación, que se deberían ejecutar para resolver las situaciones que la falta de mantenimiento ha generado en el puente, según lo observado el día que se realizó la inspección (19 de mayo de 2010), y así lograr extender su vida útil y aumentar la seguridad de los usuarios.

Aunque la estructura del puente es considerada apta para el paso de vehículos, este es clasificado como crítico por la socavación observada bajo los cimientos de los bastiones y aletones y por el acero de refuerzo expuesto en varias secciones de la losa y las vigas principales. Es necesario brindarle una solución inmediata a estos dos problemas.

En las zonas con acero de refuerzo expuesto, se recomienda limpiar cualquier signo de oxidación y restituir el concreto descascarado. En las zonas donde existe corrosión en el acero de refuerzo, y por consiguiente pérdida del área efectiva del acero, la Administración debe analizar la necesidad de reforzar el elemento estructural o al menos detener el proceso de deterioro para asegurar un adecuado comportamiento estructural del puente.

No se observó que el puente sobre el Río Platanar haya recibido algún tipo de mantenimiento preventivo o correctivo, por lo que se recomienda a la Administración, a través del Ministerio de Obras Públicas y Transportes y sus concejos asociados, como el Consejo Nacional de Vialidad, que incluya en su programa de administración de puentes una programación con inspecciones visuales para este puente con al menos una periodicidad de un año hasta que no se atiendan las situaciones identificadas y posteriormente se implemente un proceso de mantenimiento sistemático y preventivo del puente.

Las observaciones realizadas durante la inspección de campo, correspondiente a los puntos antes mencionados, se complementaron con una evaluación ante amenaza sísmica del puente, realizada siguiendo la metodología de Risk Management Solutions Inc. (RMS). Esta evaluación permitió determinar el daño potencial que sufriría el puente sobre el Río Platanar. De acuerdo al análisis realizado el puente sobre el Río Platanar sufriría un daño generalizado, tanto en caso de sismo para periodo de retorno de 100 como de 500 años, por lo cual se le asigna una vulnerabilidad sísmica muy alta al puente. El daño generalizado, según la metodología utilizada para el análisis, corresponde a la falla estructural de los bastiones del puente (sin necesariamente llegar a colapsar), a la pérdida parcial de la capacidad soportante de las conexiones y a asentamientos en los accesos al puente.

La combinación del tipo de daño para sismos de periodo de retorno de 100 y 500 años, para este análisis categorizado como generalizado para ambos casos, conlleva a la asignación del nivel de vulnerabilidad antes mencionado.

De ahí la importancia de realizar las reparaciones necesarias al puente para asegurar su buen funcionamiento y comportamiento estructural ante cargas de servicio y minimizar el nivel de riesgo asociado ante eventos extremos; pues a partir de las condiciones actuales y con el nivel de amenaza asociado se podría esperar la falla eminente de la estructura.

Reporte No. PN10-10	Fecha de Emisión: 5 de julio de 2010	Página 21 de 21
---------------------	--------------------------------------	-----------------