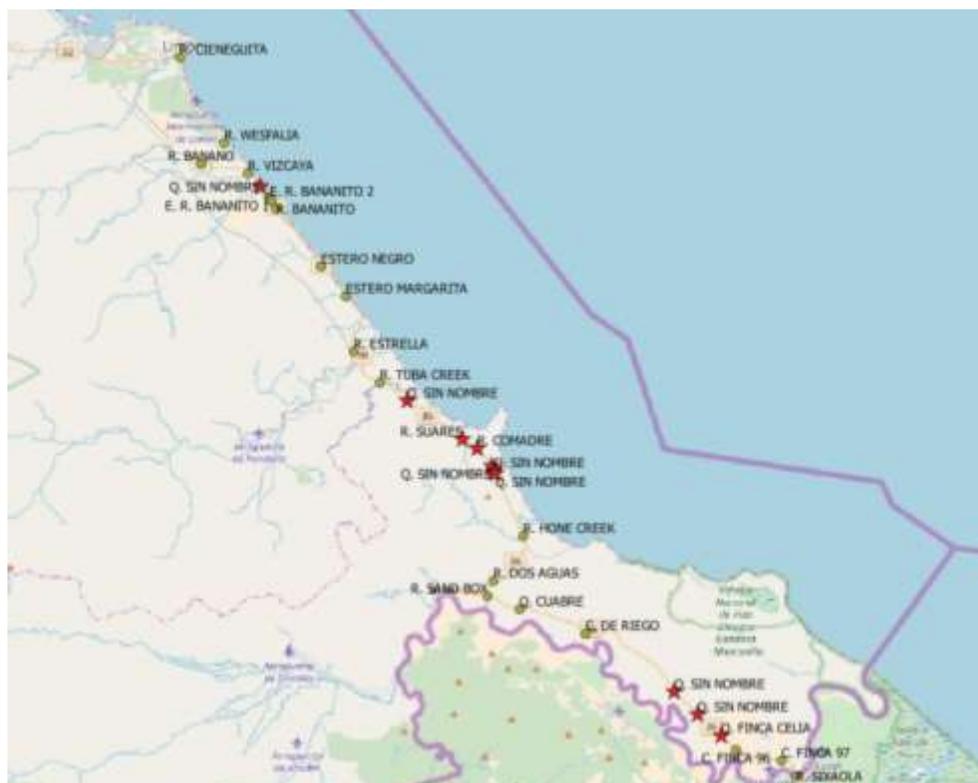


Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P03-2018

INFORME EJECUTIVO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS PUENTES Y ALCANTARILLAS UBICADOS SOBRE RUTA NACIONAL No. 36



Preparado por:
Unidad de Puentes
LanammeUCR

San José, Costa Rica
 Setiembre, 2018

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 2/216

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 3/216

Información técnica del documento

1. Informe: LM-PIE-UP-P03-2018		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: INFORME EJECUTIVO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS PUENTES Y ALCANTARILLAS SOBRE RUTA NACIONAL No. 36		4. Fecha del Informe Setiembre, 2018
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 <i>Este informe ejecutivo de la evaluación de la condición de los puentes y alcantarillas en la Ruta Nacional No. 36, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR, para evaluar la condición estructural y funcional de puentes y alcantarillas ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la Ley 8114.</i> <i>Según lo observado en el sitio la condición de los puentes se valoró entre DEFICIENTE, SERIA y ALARMANTE, según se describe en el documento. Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de las estructuras evaluadas se realizan recomendaciones individuales y generales relacionadas con los aspectos evaluados en este informe.</i>		
8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional No. 36, Limón, Sixaola, Evaluación de la condición, Alcantarillas.	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 216
11. Informe por: Ing. Pablo Agüero Barrantes Unidad de Puentes	12. Informe por: Ing. María J. Rodríguez Roblero Programa de Ingeniería Estructural	13. Informe por: Ing. Sergio G. Álvarez González Unidad de Puentes
14. Revisado y aprobado por: Ing. Esteban Villalobos Vega Coordinador Unidad de Puentes	15. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona Coordinador Programa de Ingeniería Estructural	16. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 4/216

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 5/216

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. ALCANCE DEL INFORME	8
3. RESUMEN DE LA CONDICIÓN DE LOS PUENTES	9
4. PRINCIPALES DAÑOS OBSERVADOS EN LAS ALCANTARILLAS.....	27
5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	31
5.1 OBSERVACIONES GENERALES.....	32
5.2 RECOMENDACIONES GENERALES.....	36
6. REFERENCIAS.....	40
ANEXO 1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE INVENTARIO DE LOS PUENTES INSPECCIONADOS.....	43
ANEXO 2 DETALLE DE LA DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS PUENTES EVALUADOS EN LA RUTA NACIONAL NO. 36	65
ANEXO 3 DETALLE FOTOGRÁFICO DE LAS DEFICIENCIAS OBSERVADAS EN LOS PUENTES.....	75
ANEXO 4 DETALLE DE LA DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LAS 10 ALCANTARILLAS EVALUADAS EN LA RUTA NACIONAL NO. 36.....	195
ANEXO 5 DETALLE FOTOGRÁFICO DE LAS DEFICIENCIAS OBSERVADAS EN LAS ALCANTARILLAS.....	201
ANEXO 6 DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE CALIFICACIÓN CUALITATIVA DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE DE ACUERDO CON INFORME LM-PI-UP-05-2015	209
ANEXO 7 GLOSARIO	213

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 6/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 6 de 216
----------------------------	-----------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 7/216

1. INTRODUCCIÓN

De conformidad con las competencias asignadas al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) mediante la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603, la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR realizó visitas de inspección a los puentes y alcantarillas ubicados en la Ruta Nacional No. 36, en fechas entre el 19 y el 20 de junio del 2018.

El objeto de este informe es por lo tanto resumir de manera ejecutiva, los aspectos de mayor importancia encontrados durante la evaluación de los puentes y alcantarillas realizada por parte de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR, mediante las inspecciones visuales efectuadas a los 21 puentes y 10 alcantarillas ubicados en el tramo en estudio. El resumen ejecutivo de los puentes se encuentra en la sección 3 del cuerpo de este informe, en donde en la Tabla No. 1 se presentan las observaciones y recomendaciones particulares más relevantes de cada puente, así como el estado de la condición. El resumen ejecutivo de las alcantarillas se encuentra en la sección 4, en donde en la Tabla No. 2 se presentan las principales observaciones y recomendaciones de cada estructura. En la sección 5 del cuerpo del informe se presentan las principales observaciones generales referentes al tramo en estudio de la Ruta Nacional. No. 36, y adicionalmente se brindan recomendaciones también de carácter general.

En el Anexo 1 se resumen las características de inventario de los puentes inspeccionados. En el Anexo 2 se presenta la calificación más crítica asignada a los siguientes elementos: (a) seguridad vial, (b) accesorios, (c) superestructura, (d) subestructura y (e) protecciones para cada uno de los puentes analizados. En el Anexo 3 se presenta un registro fotográfico de los principales daños de los puentes evaluados. En el Anexo 4 se presentan las observaciones más críticas de los grupos de elementos para cada una de las 10 alcantarillas analizadas y en el Anexo 5 se presenta el registro fotográfico de los principales daños encontrados en éstas.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 7 de 216
----------------------------	-----------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 8/216

En el Anexo 6 se presentan las categorías del estado de conservación utilizadas para calificar cualitativamente la condición de los puentes (Muñoz-Barrantes, et. al., 2015). Finalmente, en el Anexo 7 se incluye un glosario de términos importantes, los cuales son resaltados con letra cursiva en el cuerpo del informe.

La información de inventario y daño de 20 de los 21 puentes y 6 de las 10 alcantarillas, se encuentra ingresada y aprobada en la base de datos de la herramienta informática SAEP (MOPT, 2018), la cual es administrada por el CONAVI. En la base de datos del SAEP no se encuentra el registro del puente sobre el río Sixaola, ni de las alcantarillas identificadas como Quebrada sin nombre en los kilómetros 16+166, 46+200, 83+500 y 85+820. No se tiene información de si fueron inspeccionados por parte de la Administración.

2. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición estructural y funcional de puentes y alcantarillas, se limita a presentar las observaciones y recomendaciones generales para los puentes, las alcantarillas y las estructuras o elementos conexos a éstos, con base en observaciones realizadas en el sitio durante la inspección de los componentes estructurales y no estructurales, accesorios y los elementos de seguridad vial.

En este informe en particular, los comentarios y observaciones se limitan a aquellos daños en puentes que impacten en mayor grado su calificación de la condición. Con respecto a las alcantarillas, se presenta un resumen de los principales daños observados.

De los puentes inspeccionados, únicamente para diez puentes (Quebrada Westfalia, Río Banano, Río Vizcaya, Río Tuba, Estero Negro, Río Hone, Quebrada Cuabre, Río Sand Box, Quebrada Quiebra Caña 2 (Finca 97) y Río Estrella) se cuenta con los planos de diseño. En ninguno de los casos se tuvo acceso a registros de la construcción, ni reportes de pruebas en materiales, ni planos de cómo quedó construido el puente o alcantarilla (planos AS-BUILT).

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 8 de 216
----------------------------	-----------------	-----------------

En el caso de que se quisiera verificar la capacidad estructural, hidráulica del puente, o la capacidad soportante del suelo, se recomienda realizar una evaluación estructural detallada complementada con ensayos no destructivos, un análisis hidrológico e hidráulico y un estudio geotécnico.

3. RESUMEN DE LA CONDICIÓN DE LOS PUENTES

Se realizaron inspecciones a un total de 21 puentes. La ubicación y nombre de los puentes se muestra en las Figuras 1 y 2. El tramo inspeccionado inicia con el puente sobre el río Cieneguita en Limón y finaliza en el puente sobre el río Sixaola en la frontera con Panamá.

La Tabla No. 1 presenta el resumen de la condición actual observado en las 21 estructuras evaluadas. Las recomendaciones y observaciones de la Tabla No. 1 se basan en las evaluaciones de los componentes principales del puente según se muestra en el Anexo 2 y el registro fotográfico de los daños observados se muestra en el Anexo 3. El Anexo 6 muestra la calificación utilizada para establecer la condición de cada estructura.

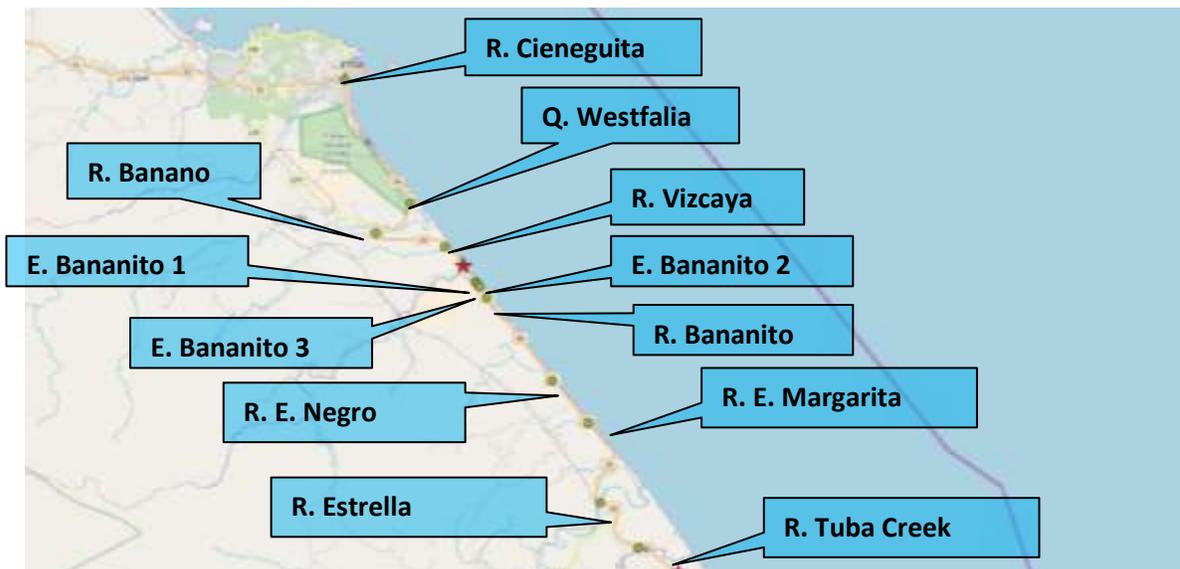


Figura 1. Ubicación de los puentes evaluados en la Ruta Nacional No. 36 (sección norte de la evaluación).

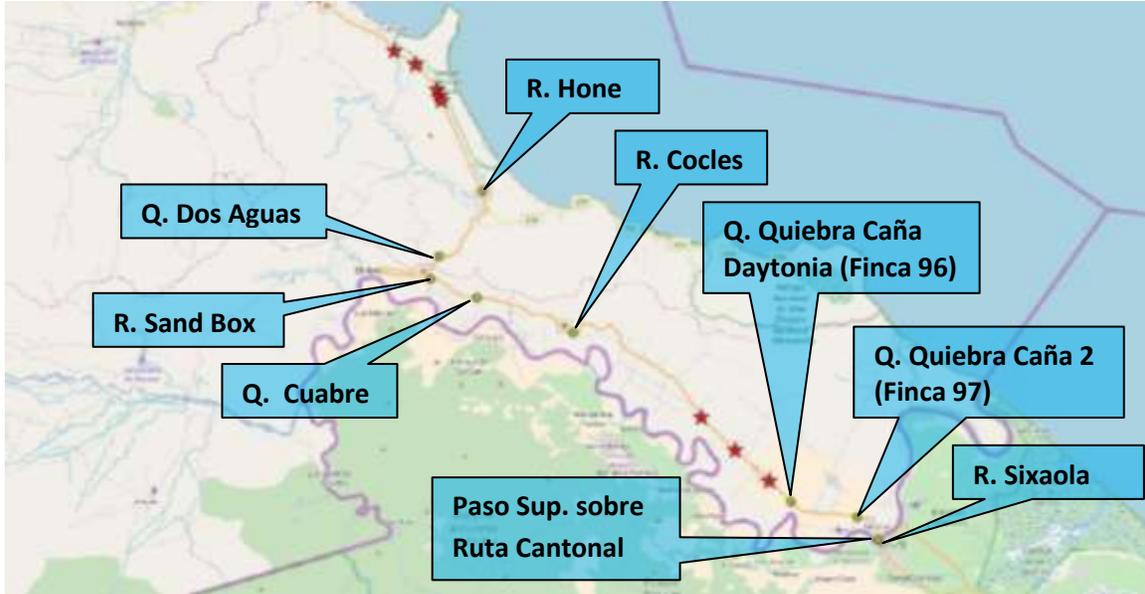


Figura 2. Ubicación de los puentes evaluados en la Ruta Nacional No. 36 (sección sur de la evaluación).

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 11/216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas.

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
1) Estero Cieneguita (Se desconoce cuándo fue construido)	ALARMANTE	<p>O: Ausencia de guardavías en los accesos. Los servicios públicos sobre el puente están deteriorados y requieren mantenimiento o reemplazo (F6). Ausencia de sistema de drenaje en el puente. Juntas de expansión cubiertas con mezcla asfáltica (F7 y F8). Desgaste y agrietamiento en la cara superior del tablero (F12, F13 y F14). Acero de refuerzo expuesto en una zona de la sección aguas abajo de la superficie superior del tablero (F11). Agujeros en el tablero cubiertos con mezcla asfáltica (F9). Agujero que atraviesa toda la sección transversal del tablero sobre el bastión 2 (F10). Filtración de agua a través de la losa con evidencia de eflorescencia (F18 y F19). Acero de refuerzo expuesto y corroído en las vigas principales por recubrimiento insuficiente (F17). Agrietamiento vertical en el cuerpo principal de las pilas (F20). Ausencia de elementos de protección hidráulica y pilotes expuestos (F21).</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos. Proveer elementos de protección hidráulica. Limpiar y sellar las juntas de expansión. Determinar si el agrietamiento y pérdida de sección en las pilas es debido a delaminación por corrosión del acero de refuerzo para tomar de inmediato las acciones de intervención necesarias. En el caso de las vigas principales, verificar si la condición de cero recubrimiento observado se repite en más zonas de las observadas, y en los casos con recubrimiento, verificar que es el adecuado para una estructura frente al mar, con el objetivo de tomar de inmediato las acciones de intervención necesarias. Verificar que la barrera de contención vehicular del puente esté acorde con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta ante un impacto vehicular.</p>
2) Quebrada Westfalia (aprox. 1990)	SERIA	<p>O: Ausencia de aceras. Señalización horizontal borrosa y ausencia de terminales en los guardavías (F22). La barrera utilizada en el puente tipo <i>flex-beam</i> no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta ante impacto vehicular. Los soportes de la barrera de contención y los soportes de una tubería de servicio público están soldados a las vigas principales (F23 y F24) y han afectado el sistema de protección de las vigas. Ausencia de sistema de drenaje en el puente. Juntas de expansión obstruidas con sedimentos (F25), pérdida del sello elastomérico, deterioro del angular de protección y deterioro del concreto adyacente (F26). Desgaste y agrietamiento en ambas direcciones en la cara superior del tablero (F27), y adicionalmente con pérdidas puntuales de concreto. Las vigas principales son de acero y presentan un deterioro importante del sistema de protección y corrosión, en donde en uno de los extremos evidencia pérdida de sección en el alma (F30, F31 y F32). El puente se ubica cercano al mar, por lo que el riesgo de corrosión es importante. Corrosión generalizada de los elementos metálicos de los apoyos (F30). Ausencia de elementos de protección sísmica e hidráulica. Puente de un sólo carril que da servicio a una vía de dos carriles. Gaviones en los accesos aguas arriba deteriorados.</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 11 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 12/216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
2) Quebrada Westfalia (continuación)	SERIA	<p>R: Revisar la colocación de los guardavías en los accesos para comprobar que los anclajes son acordes a las recomendaciones del fabricante. Colocar una barrera de contención que sea adecuada ante impacto vehicular de acuerdo a la velocidad y tipo de vehículos que utilizan el puente. Realizar una evaluación integral del puente, para determinar las medidas de intervención necesarias y para establecer si el puente debe ser ampliado a dos carriles. En caso de que se decida no sustituir parcial o completamente los elementos, en el tablero sellar las grietas y reparar las pérdidas puntuales de concreto. En las vigas principales aplicar de inmediato un nuevo sistema de protección contra la corrosión acorde con las condiciones ambientales cercanas al mar, al cual se le deberá dar mantenimiento. Tomando en cuenta las medidas de intervención por definir en la recomendación anterior, analizar si se deben de proveer aceras al puente o un paso peatonal independiente y paralelo al puente, en donde en ambos casos se debe cumplir con la Ley 7600. Proveer elementos de protección sísmica según los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013) y analizar si se deben colocar elementos de protección hidráulica. Limpiar, sellar y reparar el concreto adyacente de las juntas de expansión. Darle mantenimiento a la señalización horizontal. Reemplazar los elementos metálicos de los apoyos.</p>
3) R. Banano (aprox. 1974)	SERIA	<p>O: Puente de un sólo carril que da servicio a una vía de dos carriles; además, los tramos de ambos extremos tienen pendiente y dificultan la visibilidad al transitar por el puente. Los guardavías carecen de terminales y presentan anclajes inadecuados en el terreno (F35). Ausencia de aceras y se observó tránsito peatonal utilizando el puente. Ausencia de ductos de drenaje. La barrera utilizada en el puente tipo flex-beam no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta ante impacto vehicular. Señalización horizontal deficiente. Juntas de expansión cubiertas con asfalto (F38) en bastión 2 (hacia Sixaola) y parcialmente cubierta en pila 2, sin sello elastomérico en bastión 1 (hacia Limón), y en ambas pilas con descarga de agua a través de las juntas (F44). Desgaste, desprendimientos y agrietamiento en dos direcciones en la cara superior del tablero (ancho mayor a 0,2 mm) (F46 y F47). Se observó el agrietamiento también en la superficie inferior del tablero (ancho entre 0,1 mm y 0,2 mm) (F48). Existe agrietamiento vertical y desprendimiento del concreto en los extremos de las vigas principales (F43). Corrosión de los elementos metálicos de los apoyos. Pernos de los apoyos deformados (F41) y deformación por abultamiento de los apoyos elastoméricos. La longitud de asiento en las pilas es el 80% de la longitud requerida. Agrietamiento en el aletón aguas arriba del bastión 1 (F39). El bastión 1 presenta una inclinación mayor a 2° (F40). Ausencia de elementos de protección sísmica e hidráulica; adicionalmente, los apoyos del bastión 1 presentan una elevación con respecto a la viga cabezal. Este tipo de apoyos son inestables y vulnerables a rotar ante un movimiento sísmico (mayor detalle en FHWA, 2006). La zona de los apoyos del bastión 2 se encuentra completamente colmatada por sedimentos (F37). El puente fue afectado por asentamiento (acceso 1) y rotación (bastión 2) severos durante el terremoto de Limón de 1991.</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 12 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 13/216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
3) R. Banano (continuación)	SERIA	<p>R: Colocar los guardavías en los accesos siguiendo las recomendaciones del fabricante del sistema para asegurar su adecuado funcionamiento. Colocar una barrera de contención sobre el puente que sea adecuada ante impacto vehicular de acuerdo a la velocidad y tipo de vehículos que utilizan el puente. Realizar una evaluación integral detallada del puente, en donde además de determinar las medidas de intervención necesarias, se requiere analizar si el puente debe ser ampliado a dos carriles. Es importante analizar la intervención requerida para la superficie superior del tablero de concreto acorde con el estado de conservación observado, así como la rotación y agrietamiento diagonal observado en el bastión 1 y la colmatación de sedimentos observada en el bastión 2. Tomando en cuenta las medidas de intervención por definir en la recomendación anterior, se recomienda proveer aceras que cumplan con la Ley 7600, dado que el puente comunica varias comunidades. Reparar los daños observados en los extremos de las vigas principales sobre el bastión 1. Proveer elementos de protección sísmica según los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013), tomando en cuenta la longitud de asiento en las pilas y la vulnerabilidad y condición de corrosión de los apoyos en el bastión 1, así como la afectación que tuvo el puente durante el terremoto de Limón de 1991. Darle mantenimiento al sistema de demarcación horizontal. Limpiar y sellar las juntas de expansión. Proveer elementos de protección hidráulica.</p>
4) R. Vizcaya (aprox. 1990)	SERIA	<p>O: Puente de un sólo carril que da servicio a una vía de dos carriles. El puente no cuenta con ruta alterna. Ausencia de terminales y anclajes adecuados de los guardavías en los accesos (F50). La barrera utilizada en el puente tipo <i>flex-beam</i> no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta ante impacto vehicular. Ausencia de señalización horizontal en el puente. Ausencia de aceras y se observó peatones utilizando el puente. Ausencia de ductos de drenaje. Juntas de expansión con ausencia del sello elastomérico, obstruidas con sedimento (F53) y con descarga de agua a través de las juntas (F52). Desgaste y agrietamiento en la cara superior del tablero (F58), además de que hay pérdida del concreto de la losa y reparaciones con mezcla asfáltica (F59). En la superficie inferior del tablero hay agrietamiento en dos direcciones, acero de refuerzo expuesto y corroído (F60), así como evidencia de humedad a través del mismo en varias ubicaciones (F61, F62). Se observa agrietamiento longitudinal en la mayoría de las vigas principales, con anchos de grieta entre 0,1 mm y 1,0 mm (F63, F65, F66, F67). Los angulares laterales utilizados en los apoyos de los bastiones y las pilas (F54), así como los elementos de acero externos para unir longitudinalmente las vigas sobre las pilas (F55), presentan un estado de corrosión severo, en donde debe tomarse en cuenta de que la estructura se encuentra frente al mar y tiene tan sólo aproximadamente 20 años en servicio. Se observó pérdida puntual de concreto y acero expuesto en el cuerpo del bastión 2 (hacia Sixaola). Talud frente al bastión 2 erosionado y pilotes expuestos (f68). Se utilizó en el relleno de aproximación del bastión 2 un contenedor en lugar de un muro de contención (F69).</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 13 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 14/216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
4) R. Vizcaya (continuación)	SERIA	<p>R: Colocar guardavías en los accesos de acuerdo a las especificaciones del fabricante del sistema. Colocar una barrera de contención que sea adecuada ante impacto vehicular de acuerdo a la velocidad y tipo de vehículos que utilizan el puente. Limpiar y sellar las juntas de expansión. Analizar si el puente debe ser ampliado a dos carriles y analizar si se deben de proveer aceras al puente que cumplan con la Ley 7600. Realizar una evaluación integral del puente para determinar las medidas de intervención necesarias, considerando el estado de conservación deficiente observado, tomando en cuenta el agrietamiento, los desprendimientos y la humedad a través del mismo en ciertas ubicaciones. Analizar si los elementos metálicos de los apoyos son necesarios o si se pueden sustituir por un sistema menos vulnerable a la corrosión; en caso de que se determine que son necesarios, sustituir todos los elementos metálicos y pernos de los apoyos, y protegerlos con un sistema de protección de pintura acorde con las condiciones ambientales frente al mar, al cual se le deberá dar mantenimiento. Debido a la cercanía con el mar, en el corto plazo descartar que el agrietamiento observado en las vigas principales se deba a delaminación por corrosión del acero, por medio de pruebas de carbonatación, contenido de cloruros, exposición localizada de una sección del acero de refuerzo y determinación del recubrimiento. En caso que las pruebas indiquen que existe corrosión del refuerzo, ejecutar en el corto plazo las acciones de intervención necesarias. En caso de resultar negativas, de inmediato sellar todas las grietas. Restituir la protección del talud frente al bastión 2 determinando previamente las causas de que la anterior haya fallado, y en caso de considerarse necesario intervenir también la protección del bastión 1. Emplear un sistema de contención adecuado en el relleno de aproximación del bastión 2.</p>
5) E. Bananito 1 (Se desconoce cuándo fue construido)	SERIA	<p>O: El puente carece de ruta alterna. Guardavías con anclaje y altura inadecuados (F70). La barrera de contención no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta. Relleno detrás de los aletones erosionado (F73). Agrietamiento localizado y eflorescencia en la losa (F72). Delaminación por corrosión del refuerzo en el cuerpo del bastión 1 debido a la corrosión del acero, con evidencia de tener recubrimiento insuficiente para una estructura ubicada frente al mar (F71). Socavación local con exposición de los pilotes de la cimentación (F74).</p> <p>R: Colocar los guardavías de acuerdo con las especificaciones del fabricante, de forma tal que se desempeñen de forma adecuada ante el impacto de un vehículo. Colocar una barrera de contención que sea adecuada ante impacto vehicular de acuerdo a la velocidad y tipo de vehículos que utilizan el puente. Efectuar una inspección detallada de los bastiones y la superestructura, para determinar el nivel de extensión actual de la corrosión y de recubrimiento inadecuado, y las medidas de intervención necesarias. Reconformar los rellenos en los accesos de los bastiones. Debido a la socavación observada en ambos bastiones, se recomienda realizar un estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, para determinar las medidas de intervención necesarias.</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 14 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
6) E. Bananito 2 (Se desconoce cuándo fue construido)	SERIA	<p>O: El puente carece de ruta alterna. Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías (F75). La barrera de contención no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta ante impacto vehicular. Aletones con daño severo, con acero de refuerzo expuesto y corroído (F76, F77). Delaminación por corrosión del refuerzo en el cuerpo de los bastiones por corrosión del refuerzo, con evidencia de tener recubrimiento insuficiente para una estructura ubicada frente al mar (F79, F80). Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído en dos de las vigas (F81). Socavación local con exposición de los pilotes de la cimentación en ambos bastiones (F82).</p> <p>R: Colocar los guardavías de acuerdo con las especificaciones del fabricante, de forma tal que se desempeñen de forma adecuada ante el impacto de un vehículo. Colocar una barrera de contención que sea adecuada ante impacto vehicular de acuerdo a la velocidad y tipo de vehículos que utilizan el puente. Efectuar una inspección detallada de los bastiones y la superestructura, para determinar si el recubrimiento es el adecuado para una estructura frente al mar, así como el nivel de extensión actual de la corrosión, para determinar las medidas de intervención necesarias. Debido a la socavación observada en ambos bastiones, se recomienda realizar un estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, para determinar las medidas de intervención necesarias para resolver la deficiencia y evitar que el problema vuelva a suceder.</p>
7) E. Bananito 3 (Se desconoce cuándo fue construido)	SERIA	<p>O: El puente carece de ruta alterna. Altura y anclaje inadecuado de los guardavías (F83). La barrera de contención no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta ante impacto vehicular. Delaminación por corrosión del refuerzo en el cuerpo de los bastiones, con evidencia de tener recubrimiento insuficiente para una estructura ubicada frente al mar (F84). Se observan manchas por humedad y eflorescencias en el cuerpo de los bastiones (F85). Pérdida del relleno bajo ambos bastiones (F86).</p> <p>R: Colocar los guardavías de acuerdo con las especificaciones del fabricante para asegurar que se desempeñen de forma adecuada ante el impacto de un vehículo. Colocar una barrera de contención que sea adecuada ante impacto vehicular de acuerdo a la velocidad y tipo de vehículos que utilizan el puente. Efectuar una inspección detallada de los bastiones y la superestructura, para determinar si el recubrimiento es el adecuado para una estructura frente al mar, así como el nivel de extensión actual de la corrosión, para determinar las medidas de intervención necesarias. Debido a la socavación observada en ambos bastiones, se recomienda realizar un estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, para determinar las medidas de intervención necesarias para resolver la deficiencia y evitar que el problema vuelva a suceder.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 16/216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
8) R. Bananito (aprox. 1991)	SERIA	<p>O: Puente de un sólo carril que da servicio a una vía de dos carriles. Barrera vehicular deformada y separada de los soportes verticales en ciertas zonas (F87), además de que por tipología no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta ante impacto vehicular. Guardavías sin terminales y con anclajes inadecuados en el terreno (F88). Ausencia de aceras y ductos de drenaje. En el caso de las juntas de expansión, sobre los bastiones están obstruidas con sedimentos (F89) y en el caso del acceso 1 (Limón) existe una estructura metálica sin evidencia de haber sido formalmente detallada entre el bastión y el relleno de aproximación (F90). En las juntas de expansión sobre las pilas existe desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto (F91). Además, la ausencia del sello elastomérico permite la descarga de agua y sedimentos sobre las pilas. Desgaste y agrietamiento en la cara superior del tablero con pérdida de concreto en varios puntos (F92), además de filtración de agua a través del tablero en la unión con las vigas principales en varias ubicaciones (F95). Abultamiento y agrietamiento de los apoyos elastoméricos (F96). Perno deformado y con corrosión en los apoyos (F97). Los angulares laterales utilizados en los apoyos de los bastiones y las pilas, así como los elementos de acero externos para unir longitudinalmente las vigas sobre las pilas, presentan un estado de corrosión severo (F98) en la mayoría de los casos, en donde debe tomarse en cuenta de que la estructura se encuentra frente al mar y tiene tan sólo aproximadamente 25 años en servicio. Elementos de desecho utilizados en los rellenos de los accesos (F99). Pérdida del relleno y deterioro de la protección de los taludes. Acumulación de escombros en el cauce (F100).</p> <p>R: Reemplazar la barrera sobre el puente por una barrera adecuada para el tipo de vehículos y velocidad de la vía. Colocar los guardavías en los accesos de acuerdo a las especificaciones del fabricante del sistema para asegurar que se desempeñen de forma adecuada ante el impacto de un vehículo. Establecer si el puente debe ser ampliado a dos carriles. Tomando en cuenta las medidas de intervención por definir, analizar si se deben de proveer aceras al puente que cumplan con la Ley 7600. Realizar una evaluación integral del puente para determinar las medidas de intervención necesarias para el tablero de concreto acorde con su estado de conservación deficiente y tomando en cuenta la humedad observada en la unión con las vigas principales. Monitorear el avance del abultamiento y agrietamiento en las almohadillas elastoméricas en la siguiente inspección, para determinar las medidas de intervención a seguir. Analizar si los elementos metálicos de los apoyos son necesarios o si se pueden sustituir por un sistema menos vulnerable a la corrosión. En caso de que se determine que son necesarios, sustituir todos los elementos metálicos y pernos de los apoyos y protegerlos con un sistema de protección de pintura acorde con las condiciones ambientales frente al mar. Se le deberá dar mantenimiento periódico al sistema de protección de los elementos metálicos. Limpiar, reparar el concreto adyacente deteriorado y sellar las juntas de expansión, así como reemplazar la estructura metálica de la junta de expansión en el acceso 1 por un sistema de junta de expansión formalmente detallado para ello.</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 16 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
9) Estero Negro (aprox. 1999)	SERIA	<p>O: Ausencia de terminales y anclajes adecuados de los guardavías en los accesos. Señalización horizontal deficiente. No hay aceras sino un bordillo de seguridad con ancho menor al mínimo requerido por la Ley 7600, en donde además se observó acero de refuerzo expuesto en algunas ubicaciones (F104). La barrera utilizada en el puente tipo <i>flex-beam</i> no evidencia estar acorde con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta ante impacto vehicular. Las juntas de expansión están obstruidas con sedimentos (F101) y carecen del sello elastomérico; además, se observa filtración de agua a través de las juntas (F102) en el caso de la pila y bastión sur (hacia Sixaola). Longitud insuficiente de los tubos en los ductos de drenaje. Agrietamiento en dos direcciones (F106) y baches cubiertos con asfalto en la superficie superior del tablero (F109). Agrietamiento en dos direcciones en la cara inferior del tablero (F110). Agrietamiento entre la viga principal y la viga diafragma sobre la pila norte (hacia Limón), con espesor decreciendo desde la cara inferior a la superior y un ancho promedio de 7 mm; el acero de refuerzo está visible y presenta corrosión (F111). Los apoyos elastoméricos presentan deformación horizontal y abultamiento vertical (F112). Se midió una deformación horizontal de 20 mm para apoyos elastoméricos de 50 mm de altura; esta deformación por cortante es excesiva según el límite para la deformación por cortante de los apoyos elastoméricos, el cual se establece como 25% de la altura (FHWA, 2003), que en este caso correspondería a un máximo de 12,5 mm. Agrietamiento (F113), desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto (F114) en la zona de los apoyos. No hay elementos de protección hidráulica.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos de acuerdo a las especificaciones del fabricante del sistema. Analizar si se debe proveer de un paso peatonal que cumpla la Ley 7600, con barandas y separado del tránsito vehicular por medio de barreras de contención vehicular. Analizar si se deben proveer elementos de protección hidráulica. Colocar una barrera de contención que sea adecuada ante impacto vehicular de acuerdo a la velocidad y tipo de vehículos que utilizan el puente. Colocar tubos de extensión adecuados en los drenajes. Darle mantenimiento a la señalización horizontal. Eliminar obstrucciones en las juntas de expansión y colocar un sello adecuado para las condiciones de servicio del puente. Proteger los anclajes metálicos de los extremos del acero longitudinal de las vigas diafragma de la corrosión, sistema al cual se le deberá dar mantenimiento tomando en cuenta de que el puente se encuentra frente al mar. Aplicar las medidas de intervención necesarias al tablero de concreto acorde con los daños observados, con el objetivo de corregir los deterioros y evitar la progresión de los mismos. Monitorear regularmente el estado de los apoyos en busca de traslaciones o señales de degradación como agrietamiento longitudinal, para determinar las medidas de intervención necesarias. En el corto plazo, determinar las causas del agrietamiento vertical observado entre la viga principal y la viga diafragma en la pila norte (hacia Limón), para aplicar de inmediato las medidas de intervención necesarias, tomando en cuenta el estado de deterioro del acero de refuerzo expuesto a las condiciones marinas.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 18/216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
10) Estero Margarita (aprox. 1975)	ALARMANTE	<p>O: El puente con sesgo (30°) de un sólo carril y da servicio a una vía de dos carriles. No hay aceras. La barrera del puente está deformada (F119) y con anclajes dañados en ciertas zonas (F117 y F120). Se utilizó los guardavías tipo <i>flex-beam</i> como barrera en el puente, los cuales no evidencian ser apropiados para el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta. Los guardavías carecen de anclajes adecuados en el terreno (F116). La demarcación horizontal está borrosa en algunos puntos. Las juntas de expansión están obstruidas con asfalto en los bastiones (F121); la junta de expansión sobre la pila presenta sedimento, ausencia del sello elastomérico, desprendimiento del concreto y acero expuesto y corroído (F122, F123). Existe agrietamiento en dos direcciones (con un ancho de 0,1 mm) y eflorescencia y desprendimientos en algunas localizaciones en la cara inferior del tablero (F127). En la cara superior del tablero se observaron baches cubiertos mezcla asfáltica y zonas con formación de bloques por degradación severa del concreto (F124). Se observa agrietamiento vertical en los extremos de las vigas. Los apoyos elastoméricos presentan deterioro severo (F128). Se observaron pernos deformados y corrosión severa de los elementos metálicos de los apoyos. Los anclajes metálicos de los extremos del acero longitudinal de las vigas diafragma se encuentran expuestos y con evidencia de corrosión. Existe una acumulación importante de escombros alrededor de la pila que reduce la sección hidráulica del puente (F130). No existen elementos de protección sísmica (llaves de cortante) longitudinal o transversalmente y según las dimensiones indicadas en los planos, la longitud de asiento no es suficiente.</p> <p>R: Reemplazar los apoyos. Reemplazar la barrera sobre el puente por una barrera adecuada para el tipo de vehículos y velocidad de la vía. Colocar guardavías de acuerdo a las especificaciones del fabricante del sistema. Realizar una evaluación integral del puente, en donde además de determinar las medidas de intervención necesarias se establezca si el puente debe ser ampliado a dos carriles. Tomando en cuenta las medidas de intervención por definir en la recomendación anterior, analizar si se deben de proveer aceras al puente que cumplan con la Ley 7600. Darle mantenimiento al sistema de demarcación horizontal. Proteger los anclajes metálicos de los extremos del acero longitudinal de las vigas diafragma de la corrosión. Al sistema de protección de los elementos metálicos se le deberá dar mantenimiento tomando en cuenta que el puente se encuentra frente al mar. Eliminar obstrucciones en las juntas de expansión, reparar el concreto y refuerzo adyacente, además de colocar un sello adecuado para las condiciones de servicio del puente. Eliminar regularmente la acumulación de escombros en la pila.</p>

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
11) R. Estrella (aprox. 1978)	ALARMANTE	<p>O: Ausencia de terminales y anclajes adecuados de los guardavías en los accesos (F131). No hay aceras ni sistema de drenaje. La barrera utilizada en el puente no evidencia ser adecuada ante impacto vehicular según el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta. Las juntas de expansión presentan deterioro avanzado: pérdida de angulares de protección de la junta (F133), desprendimiento de concreto y acero de refuerzo expuesto (F134). En la superficie superior del tablero hay pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto (F135, F136). Los apoyos de neopreno de la superestructura tipo viga-losa del lado de Limón, evidencian deterioro severo, con aplastamiento, desplazamiento respecto de la posición original y agrietamiento. Existe agrietamiento importante en dos direcciones en muchas secciones del tablero, además de pérdida de la sección y filtración constante de agua a través de las grietas (F141, F142). Asimismo, en varias secciones se ha reemplazado el tablero en todo su espesor con láminas de acero recubiertas con mezcla asfáltica (F139). Los elementos de la cercha presentan corrosión avanzada principalmente en las conexiones y se observa pérdida de sección por corrosión siendo visualmente severa en los pernos de sujeción (F146, F147, F148, F149, F150). Algunos de los elementos del sistema de arriostramiento inferior de la cercha se encontraban deformados en su longitud o en las conexiones (F149). Los apoyos de la cercha son esbeltos y este tipo de apoyos es sísmicamente vulnerable porque tienden a ser inestables con desplazamiento pequeños (FHWA, 2006). Los apoyos de las cerchas y las placas de los apoyos elastoméricos presentan corrosión generalizada (F145). No se observaron elementos de protección sísmica en hidráulica en los bastiones. Se observa agrietamiento y manchas por filtración de agua en el cuerpo de las pilas (F151, F152). Las cerchas del puente perdieron el soporte y colapsaron durante el terremoto de Limón de 1991. Las cerchas fueron rehabilitadas y puestas de nuevo en su ubicación original. La subestructura fue también intervenida aumentando sus dimensiones. Según los planos originales, las fundaciones son placas sobre pilotes y en la visita se observó al menos la superficie superior de las placas de la pila del lado de Limón.</p> <p>R: Debido al avanzado estado de deterioro de los elementos de la cercha y del tablero, se recomienda considerar el reemplazo del puente. Entre tanto se lleva a cabo este proceso, se recomienda en el corto plazo determinar por medio de una inspección detallada la capacidad del puente de acuerdo a la pérdida de sección por corrosión en las conexiones y determinar si se deben establecer medidas inmediatas de restricción de tránsito por el puente. En caso de que se decida no sustituir el puente, se recomienda aun así sustituir el tablero de concreto pues presenta degradación extendida y progresiva. En el corto plazo se requiere evaluar todos los elementos metálicos, incluyendo los pernos, para determinar si se deben llevar a cabo sustituciones y reforzamientos para adecuar la estructura a las cargas de la demanda actual, o si sólo se deben preparar las superficies y aplicar un sistema de protección de pintura acorde con las condiciones ambientales del lugar. El sistema de protección de los elementos metálicos requiere de mantenimiento. Se recomienda monitorear para condiciones de caudal mínimo, el estado de socavación de la cimentación de la pila del lado de Limón.</p>

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
12) R. Tuba (aprox. 1975)	ALARMANTE	<p>O: Puente de un sólo carril que da servicio a una vía de dos carriles. Guardavías con terminales inadecuados, deformados y desanclados por impacto en la margen izquierda aguas abajo (F156, F157). La barrera utilizada en el puente tipo <i>flex-beam</i> no evidencia ser adecuada ante impacto vehicular con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta. Ausencia de aceras. La señalización horizontal es deficiente. Aproximadamente un cuarto del tablero de concreto fue sustituido con una placa metálica reforzada con elementos de acero de sección "I" (F160, F161), la cual aparenta estar únicamente apoyada sobre la cercha; la placa presenta corrosión y la superficie superior podría favorecer el derrape de los vehículos. La junta de expansión del bastión 2 está cubierta con mezcla asfáltica (F153). Sobre el bastión 1 no existe una junta de expansión, sino la transición entre el acceso y la lámina metálica y entre ésta y el tablero de concreto, donde la abertura es mayor a 100 mm y se da por lo tanto filtración de agua. Además, se observa pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto y fracturado en esta transición (F154, F155). En la superficie inferior de la losa se observaron grietas que atraviesan todo el espesor de la losa en todo el ancho (F162). También se observaron manchas por la filtración del agua, eflorescencias y acero de refuerzo expuesto por problemas de segregación del concreto (F163). Los elementos de la cercha carecen de sistema de protección y presentan corrosión generalizada. En la cuerda inferior de las cerchas se observa corrosión avanzada con pérdida de sección (F164, F165). La evidencia visual indica que, durante el terremoto de Limón de 1991, se presentó una componente del sismo longitudinal al puente importante que provocó que las cuerdas inferiores de la cercha dañaran severamente las paredes del cabezal de ambos bastiones, a tal punto que estas quedaron incrustadas en el concreto, perdiendo además la condición de apoyo normal (F167, F168). Adicionalmente, ambos bastiones presentan una inclinación perceptible visualmente y confirmada utilizando un nivel de mano (F170). Ambas márgenes carecen de un sistema de protección hidráulica. Existe una estructura informal apoyada transversalmente en el puente, específicamente en las cuerdas inferiores de las cerchas (F166).</p> <p>R: Debido al avanzado estado de deterioro del tablero de concreto y de los bastiones, se recomienda considerar el reemplazo del puente por uno de dos carriles y con aceras que cumplan con la Ley 7600.</p>

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
13) R. Hone (aprox. 1982)	SERIA	<p>O: El puente no cuenta con ruta alterna. Ausencia de guardavías en ambos accesos. Ausencia de aceras peatonales. Demarcación horizontal deficiente. Ausencia de tubos de extensión de los ductos de drenaje. Descarga de agua a través de las juntas de expansión, además de ausencia o deterioro del sello elastomérico y acumulación de sedimentos y asfalto. Desgaste y agrietamiento en la cara superior del tablero. Acero de refuerzo expuesto en los anclajes de los extremos de las vigas diafragma, así como evidencia de eflorescencia localizada en vigas principales. Corrosión severa de los elementos metálicos de los apoyos (F171), así como pernos de los apoyos deformados y con corrosión severa. Desprendimientos de concreto en los pedestales. Agrietamiento diagonal en la pared del cabezal de ambos bastiones, agrietamiento horizontal (F172) en el cuerpo del bastión 1 (hacia Limón). Evidencia de rotación en ambos bastiones y contacto entre la parte superior de las paredes del cabezal y las superestructuras. Ausencia de elementos de protección sísmica e hidráulica.</p> <p>R: Colocar guardavías en ambos accesos. Darle mantenimiento a la demarcación horizontal. Analizar si se debe proveer de aceras peatonales. En caso que se construyan las aceras éstas deben cumplir con lo establecido en la Ley 7600. Proveer elementos de protección sísmica según los Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013) y elementos de protección hidráulica. Determinar las medidas de intervención necesarias para el tablero de concreto acorde con el estado de conservación observado. Eliminar la acumulación de sedimentos y asfalto en las juntas de expansión y colocar un sello acorde con las condiciones de servicio del puente. Proteger adecuadamente los anclajes de los extremos de las vigas diafragma e intervenir las vigas principales en las ubicaciones de las eflorescencias observadas. Proteger contra la corrosión los elementos metálicos de los apoyos y sustituir aquellos elementos y pernos con corrosión y pérdida de sección severa. Se le debe de dar mantenimiento al sistema de protección de pintura de los elementos metálicos. Realizar un análisis detallado de las causas del agrietamiento en ambos bastiones para determinar las medidas de intervención necesarias.</p>

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
14) Q. Dos Aguas (aprox. 1982)	SERIA	<p>O: El puente no cuenta con ruta alterna. Ausencia de guardavías en ambos accesos. Ausencia de aceras. Ausencia de tubos de extensión de los ductos de drenaje. Juntas obstruidas con asfalto. Se observó una protección parcial con gaviones al frente del bastión en la margen derecha aguas arriba y erosión del talud contiguo aguas arriba del bastión, lo cual evidencia que ha habido problemas de erosión y socavación. Desgaste en la cara superior del tablero. Nidos de piedra aislados en vigas principales (F173). Corrosión severa en algunos de los elementos metálicos y pernos de los apoyos (F174).</p> <p>R: Colocar guardavías en ambos accesos. Analizar si se deben proveer aceras peatonales que cumplan con la Ley 7600. Desobstruir las juntas de expansión y darle mantenimiento al sello. Darle mantenimiento a la demarcación horizontal. Analizar por medio de un estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, si las medidas de protección con gaviones y en general si el estado de los taludes frente a los bastiones y en los accesos son suficientes, o si más bien se necesitan otro tipo de medidas de carácter permanente. Proteger contra la corrosión los elementos metálicos de los apoyos y sustituir aquellos elementos con corrosión severa. Determinar las medidas de intervención necesarias para el tablero de concreto acorde con el estado de conservación observado.</p>
15) R. Sand Box (aprox. 2002)	ALARMANTE	<p>O: El puente no cuenta con ruta alterna, aunque a los pocos metros aguas abajo existe un puente de un carril cuya transitabilidad se podría analizar. Ausencia de guardavías en ambos accesos, de demarcación horizontal y captaluces. El ancho del bordillo de seguridad es menor al mínimo requerido por la Ley 7600 y el puente está ubicado entre poblados, por lo que podría existir tránsito peatonal. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Algunos pernos en los apoyos presentan corrosión severa. Agrietamiento en dos direcciones en la cara inferior del tablero (F175). Erosión del cauce, principalmente aguas arriba. Erosión total del talud frente al bastión y socavación con exposición de la línea frontal de pilotes de acero de la cimentación (F176).</p> <p>R: En el corto plazo, implementar de inmediato medidas correctivas que restituyan el relleno de la cimentación y el talud frente al bastión; luego, analizar mediante un estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, las medidas de intervención permanentes necesarias para evitar que el problema de socavación afecte de nuevo a las cimentaciones. Colocar guardavías en ambos accesos. Proveer de un paso peatonal que cumpla los requisitos de la Ley 7600. Eliminar las obstrucciones en las juntas de expansión y darle mantenimiento al sello. Darle mantenimiento preventivo al sistema de protección de pintura. Monitorear en las próximas inspecciones rutinarias el estado de deterioro del tablero para determinar las acciones a seguir.</p>

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
16) Q. Cuabre (aprox. 2002)	DEFICIENTE	<p>O: El puente no cuenta con ruta alterna. Ausencia de guardavías en ambos accesos. Ausencia de demarcación horizontal y captaluces. El ancho del bordillo de seguridad es menor al mínimo requerido por la Ley 7600. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Agrietamiento en dos direcciones en la superficie inferior del tablero (F177). Corrosión superficial en las placas y pernos de los apoyos (F188). Ausencia de elementos de protección hidráulica. El detallado de las llaves de corte con las vigas principales de acero embebidas parcialmente, podría generar incompatibilidad en las deflexiones y por lo tanto agrietamiento en el concreto.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos. Analizar si es necesario proveer de un paso peatonal que cumpla la Ley 7600. Analizar si se requieren elementos de protección hidráulica. Eliminar obstrucciones de las juntas de expansión y darle mantenimiento al sello. Darle mantenimiento preventivo al sistema de protección de pintura y darles mantenimiento a las placas y pernos de los apoyos. Monitorear en las próximas inspecciones rutinarias el estado de deterioro del tablero para determinar las acciones a seguir. Monitorear el estado de las llaves de corte.</p>
17) R. Cocles (aprox. 2002)	DEFICIENTE	<p>O: El puente no cuenta con ruta alterna. Ausencia de guardavías en ambos accesos. Demarcación horizontal deficiente. El ancho del bordillo de seguridad es menor al mínimo requerido por la Ley 7600. Agrietamiento en dos direcciones en la superficie inferior del tablero (F180). Eflorescencia en la intersección tablero-viga en ciertas localizaciones (F181). Agrietamiento vertical aislado en bastiones (F179). Ausencia de elementos de protección hidráulica.</p> <p>R: Colocar guardavías en ambos accesos. Analizar si es necesario proveer de un paso peatonal que cumpla la Ley 7600. Intervenir las vigas principales en las ubicaciones de las eflorescencias observadas. Monitorear en las próximas inspecciones rutinarias el estado de deterioro del tablero para determinar las acciones a seguir.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 24/216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
18) Q. Quebra Caña (Daytonia, Finca 96) (aprox. 2002)	SERIA	<p>O: El puente no cuenta con ruta alterna. Ausencia de guardavías en ambos accesos. Ausencia de señalización horizontal y vertical. El ancho del bordillo de seguridad es menor al mínimo requerido por la Ley 7600. Recientemente se pavimentó la sección de carretera, y las juntas de expansión están totalmente cubiertas con asfalto (F182). Agrietamiento en dos direcciones en la superficie inferior del tablero (F183), así como eflorescencia localizada. Corrosión superficial en las placas y pernos de los apoyos. El detallado de las llaves de corte con las vigas principales de acero embebidas parcialmente, podría generar incompatibilidad en las deflexiones y por lo tanto agrietamiento en el concreto. Erosión total del talud frente al bastión y socavación con exposición parcial de la primera línea de pilotes de la cimentación (F184). Ausencia de elementos de protección hidráulica.</p> <p>R: En el corto plazo, implementar de inmediato medidas correctivas que restituyan el relleno de la cimentación y el talud frente al bastión; luego, analizar mediante un estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, las medidas de intervención permanentes necesarias para evitar que el problema de socavación afecte de nuevo a las cimentaciones. Proveer de señalización horizontal y vertical. Colocar guardavías en ambos accesos. Analizar si se debe proveer de un paso peatonal que cumpla la Ley 7600. Darle mantenimiento preventivo al sistema de protección de pintura y darles mantenimiento a las placas y pernos de los apoyos. Monitorear en las próximas inspecciones rutinarias el estado de deterioro del tablero para determinar las acciones a seguir. Monitorear el estado de las llaves de corte. Monitorear el estado del pavimento colocado sobre las juntas, y no permitir en futuros trabajos sobre la vía la obstrucción de las mismas.</p>
19) Q. Quebra Caña (Finca 97) (aprox. 2002)	DEFICIENTE	<p>O: El puente no cuenta con ruta alterna. Ausencia de guardavías en ambos accesos. Ausencia de señalización horizontal y vertical. El ancho del bordillo de seguridad es menor al mínimo requerido por la Ley 7600. Recientemente se pavimentó la sección de carretera, y las juntas de expansión están totalmente obstruidas con asfalto. Agrietamiento en dos direcciones en la superficie inferior del tablero (F185). Oxidación puntual de vigas principales (F186) y vigas diafragma. Corrosión superficial en las placas y pernos de los apoyos. El detallado de las llaves de corte con las vigas principales de acero embebidas parcialmente, podría generar incompatibilidad en las deflexiones y por lo tanto agrietamiento en el concreto. Se observó agrietamiento diagonal en el concreto el día de la visita. Ausencia de elementos de protección hidráulica.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos. Analizar si se debe proveer de un paso peatonal conforme a la Ley 7600. Proporcionar señalización horizontal y vertical. Darle mantenimiento preventivo al sistema de protección de pintura. Analizar si se requieren elementos de protección hidráulica. Darle mantenimiento preventivo al sistema de protección de pintura y darles mantenimiento a las placas y pernos de los apoyos. Monitorear en las próximas inspecciones rutinarias el estado de deterioro del tablero para determinar las acciones a seguir. Monitorear el avance del agrietamiento en las llaves de corte, para determinar cuándo se deben aplicar medidas correctivas. Monitorear el estado del pavimento colocado sobre las juntas, y no permitir en futuros trabajos sobre la vía la obstrucción de las mismas.</p>
Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 24 de 216

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas (continuación).

Puente (año construcción)	Condición	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
20) Paso superior sin nombre (Se desconoce cuándo fue construido)	SERIA	<p>O: Ausencia de barrera de contención vehicular y de guardavías en ambos accesos. El paso no cuenta con un rótulo que indique la altura máxima de los vehículos que pueden circular por debajo (F187). Ausencia de barrera vehicular sobre el paso (F188). Ausencia de sistema de drenaje. Agrietamiento en una dirección en la superficie inferior del tablero (F189). Agrietamiento en una dirección en el cuerpo del bastión (F190).</p> <p>R: Colocar barreras de contención vehicular y guardavías en ambos accesos acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Colocar un rótulo que advierta de manera clara sobre la altura máxima permisible. Monitorear en las próximas inspecciones rutinarias el estado de deterioro del tablero para determinar las acciones a seguir.</p>
21) R. Sixaola (No aplica)	No Aplica	<p>O: Puentes actualmente en proceso de sustitución.</p> <p>R: No hay recomendaciones.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 26/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 26 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

4. PRINCIPALES DAÑOS OBSERVADOS EN LAS ALCANTARILLAS

Se realizaron inspecciones a un total de 10 alcantarillas; el tramo inspeccionado inicia con la alcantarilla sobre la quebrada Sin Nombre (km 16+166) y finaliza con la alcantarilla sobre la quebrada Finca Celia (km 85+820). La ubicación de las alcantarillas se muestra en la Figura 3. La Tabla No. 2 presenta el resumen de la condición actual observada en las 10 estructuras evaluadas. Las recomendaciones y observaciones de la Tabla No. 2 se basan en las evaluaciones de los componentes principales de la alcantarilla según se muestra en el Anexo 4 y el registro fotográfico de los daños observados se muestra en el Anexo 5.

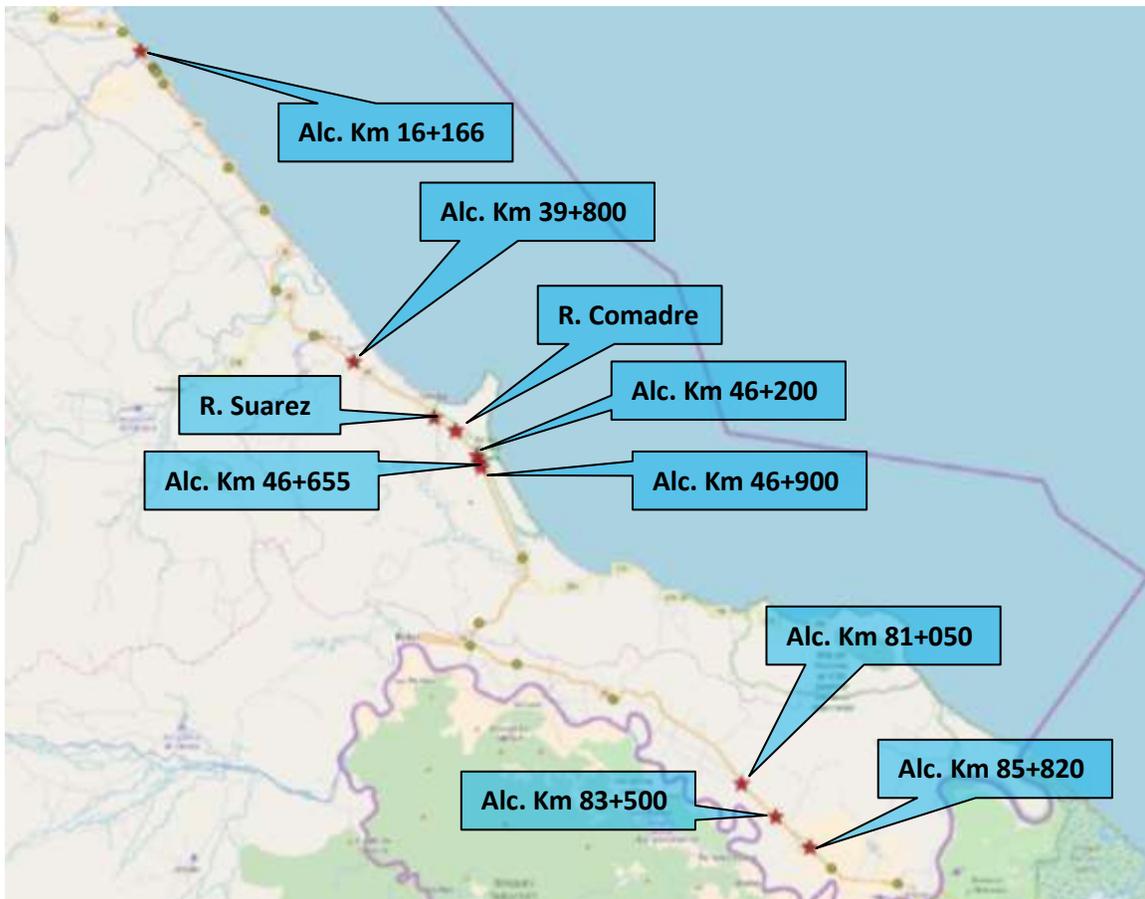


Figura 3. Ubicación de las 10 alcantarillas evaluadas en la Ruta Nacional No. 36.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 28/216

Tabla No. 2. Resumen ejecutivo de la condición de las 10 alcantarillas inspeccionadas.

Alcantarilla (año construcción)	Kilómetro de ubicación	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
1) Q. Sin Nombre (Se desconoce cuándo fue construida)	16+166	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de dos celdas. Ausencia de guardavías en los accesos y barreras de contención en la estructura (F191). Acero de refuerzo expuesto con corrosión severa y evidencia de recubrimiento inadecuado, en la cara inferior de la losa superior, paredes de celdas y aletones (F191 y F192). Se observa socavación leve a la salida del delantal (F194). Presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura en aproximadamente un 20 % (F193). Capacidad hidráulica insuficiente según vecinos de la zona, por lo que se rebasa con frecuencia.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras de contención vehicular a lo largo de la estructura acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Evaluar si la estructura puede ser rehabilitada, para lo cual se deberá llevar a cabo una inspección detallada de la extensión del deterioro actual y potencial para determinar las medidas de intervención necesarias, o si más bien debe ser sustituida tomando en cuenta que los problemas de corrosión observados en sitio se podrían presentar a futuro en otras áreas debido a que el recubrimiento evidencia ser deficiente para una estructura frente al mar. Remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas de manera rutinaria. Por medio de un análisis hidrológico-hidráulico determinar si la capacidad hidráulica de la alcantarilla es adecuada y determinar las medidas de intervención necesarias. Monitorear la socavación a la salida del delantal para tomar las medias de intervención necesarias.</p>
2) Q. Sin Nombre (Se desconoce cuándo fue construida)	39+800	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de tres celdas que fue ampliada en dirección transversal a la vía. Ausencia de barrera de contención vehicular (F195). Ausencia de guardavías en los accesos. De acuerdo con el reporte del SAEP, la alcantarilla es vulnerable a presentar problemas de socavación aguas abajo.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. La socavación aguas abajo fue en apariencia intervenida durante la ampliación; sin embargo, se recomienda darle mantenimiento y monitoreo periódico a la alcantarilla a fin de evitar que se vuelvan a presentar problemas de socavación a futuro.</p>
3) R. Suarez (Se desconoce cuándo fue construida)	43+260	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de tres celdas. Ausencia de barrera vehicular y de guardavías en ambos accesos (F196). Agrietamiento en una dirección en la superficie inferior de la losa superior y en las paredes de las celdas. Agrietamiento y descascaramiento en aletones. Sedimentación en celdas y presencia de troncos en el cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 20 % - 40 % aproximadamente (F196).</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Monitorear en las siguientes inspecciones rutinarias el agrietamiento observado, para determinar las medidas de intervención necesarias. Reparar las secciones dañadas de los aletones. Periódicamente remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas.</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 28 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 29/216

Tabla No. 2. Resumen ejecutivo de la condición de las 10 alcantarillas inspeccionadas

Alcantarilla (año construcción)	Kilómetro de ubicación	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
4) R. Comadre (Se desconoce cuándo fue construida)	44+530	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de tres celdas. Ausencia de barrera vehicular y de guardavías en los accesos (F197). Agrietamiento en dos direcciones en la cara inferior de la losa y en paredes de celdas, con principio de descascaramiento y acero de refuerzo expuesto en algunas partes. Sedimentación en celdas y presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 20 % - 40 % aproximadamente (F197).</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Reparar los daños observados de agrietamiento y acero de refuerzo expuesto. Periódicamente remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas.</p>
5) Q. Sin Nombre (Se desconoce cuándo fue construida)	46+200	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de dos celdas. Ausencia de barrera vehicular y de guardavías en los accesos (F198). Presencia de vegetación, sin embargo, no se considera que esté generando obstrucción en la estructura.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta.</p>
6) Q. Sin Nombre (Se desconoce cuándo fue construida)	46+655	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de dos celdas. Ausencia de barrera vehicular y de guardavías en los accesos (F199). Agrietamiento serio en dos direcciones con desprendimientos puntuales de concreto en la cara inferior de la losa superior de las celdas y evidencia de eflorescencia. Sedimentación en celdas y presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 20 % - 40 % aproximadamente (F199).</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Realizar una inspección detallada de la alcantarilla para determinar las medidas de intervención necesarias, tomando en cuenta el agrietamiento y el nivel de eflorescencia observado. Periódicamente remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas.</p>
7) Q. Sin Nombre (Se desconoce cuándo fue construida)	46+900	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de dos celdas. Ausencia de barrera vehicular y de guardavías en los accesos (F200). Agrietamiento serio en dos direcciones con desprendimientos puntuales de concreto en la cara inferior de la losa superior de las celdas. Sedimentación en celdas y presencia de vegetación, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 60 % - 80 % aproximadamente (F200).</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Monitorear en la siguiente inspección rutinaria el agrietamiento observado y para establecer las medidas de intervención necesarias. Periódicamente remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas.</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 29 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 30/216

Tabla No. 2. Resumen ejecutivo de la condición de las 10 alcantarillas inspeccionadas

Alcantarilla (año construcción)	Kilómetro de ubicación	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
8) Q. Sin Nombre (Se desconoce cuándo fue construida)	81+050	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de tres celdas. Ausencia de barrera vehicular y de guardavías en los accesos. Agrietamiento en una dirección en cara inferior de losa superior y en las paredes de las celdas. Presencia de vegetación y troncos en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura en aproximadamente un 20 %.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Monitorear en la siguiente inspección rutinaria el agrietamiento observado para establecer las medidas de intervención necesarias. Periódicamente remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas.</p>
9) Q. Sin Nombre (Se desconoce cuándo fue construida)	83+500	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de tres celdas. Ausencia de barrera vehicular y de guardavías en los accesos (F201). Sedimentación en celdas y presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura en aproximadamente un 20 %.</p> <p>R: Colocar guardavías en los accesos y barreras vehiculares sobre la alcantarilla acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Periódicamente remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas.</p>
10) Q. Finca Celia (Se desconoce cuándo fue construida)	85+820	<p>O: Estructura tipo alcantarilla de una celda. Ausencia de barrera de contención vehicular (F202). Presencia de vegetación, sin embargo, no se considera que estuviera generando obstrucción en la estructura.</p> <p>R: Colocar barreras vehiculares acordes con el tipo de tránsito y velocidad de la ruta. Periódicamente remover vegetación y cualquier material que obstruya el paso de las aguas.</p>

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 30 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición de las 21 estructuras y 10 alcantarillas ubicadas a lo largo de la Ruta Nacional No. 36. A manera de resumen, se muestran los resultados de la Tabla No. 1 de forma esquemática en la Figura 4. El puente sobre el río Sixaola no está incluido porque se encuentra en proceso de sustitución.

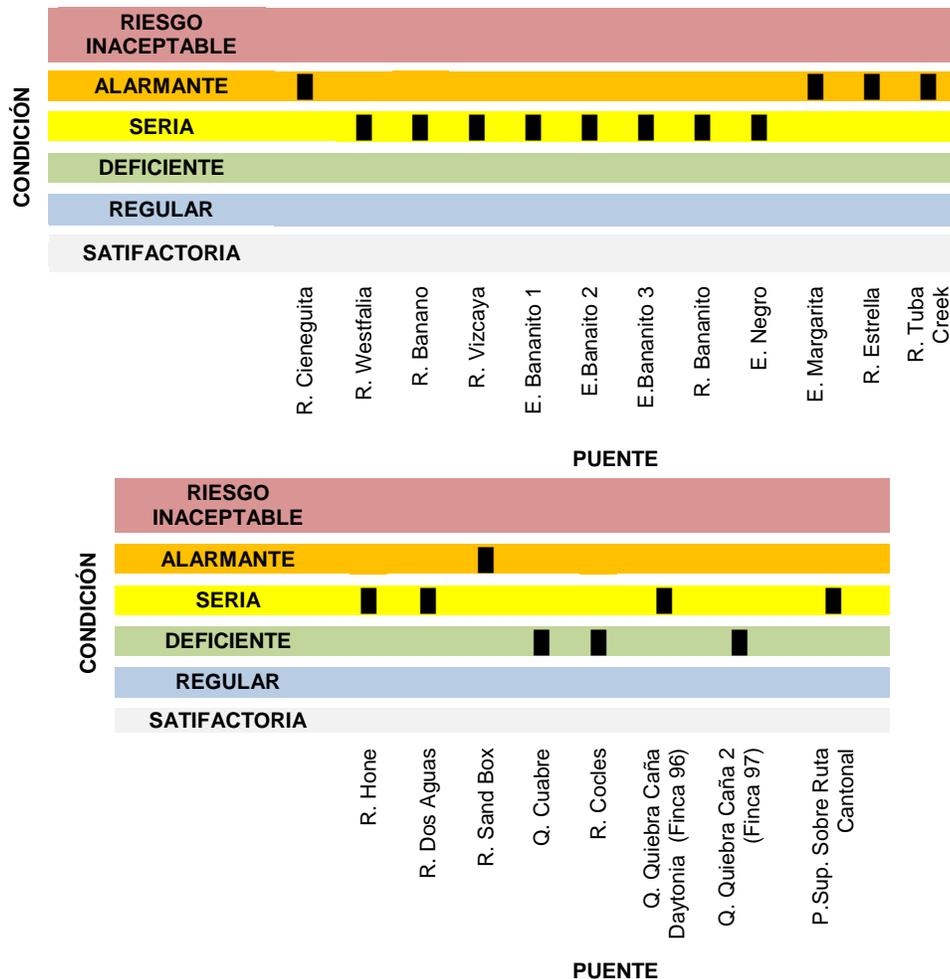


Figura 4. Resumen de la condición de las 21 estructuras inspeccionadas en la Ruta Nacional No. 36, ordenadas por kilómetro.

Con respecto a las 10 alcantarillas, en la Figura 5 se resume los daños observados agrupados en deficiencias de seguridad vial, daños en accesorios y daño estructural.

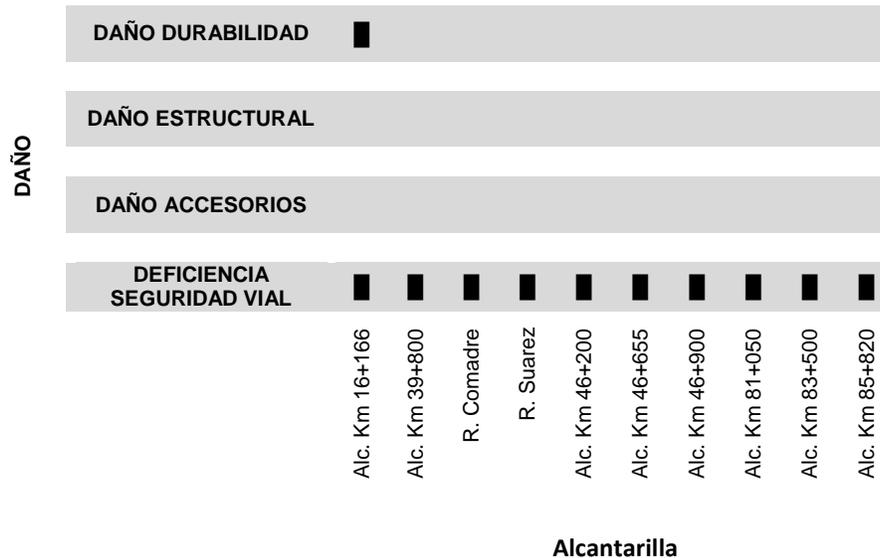


Figura 5. Resumen de la condición de las 10 alcantarillas inspeccionadas en la Ruta Nacional No. 36, ordenadas por kilómetro.

5.1 OBSERVACIONES GENERALES.

Con base en los resultados mostrados en las Figuras 4 y 5 y en la Tabla No. 1 y Tabla No. 2, de las características generales de los puentes y alcantarillas y de los tipos de daños observados, se obtienen las siguientes observaciones generales para el tramo evaluado:

- 1) Cinco puentes: Estero Cieneguita, Estero Margarita, río Estrella, río Tuba y río Sand Box presentan condición **ALARMANTE**. Dicha condición implica que la estabilidad del puente puede estar comprometida y la necesidad de atención debería ser prioritaria. Entre los principales daños observados en los puentes en condición alarmante están agujeros en los tableros con pérdida total del concreto y acero de refuerzo expuesto; sustitución del

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 33/216

tablero con láminas metálicas; elementos con corrosión severa y pérdida de sección y la pérdida de los taludes frente a los bastiones por lo que los elementos de la cimentación están expuestos en una longitud que se considera riesgosa. Al caso del puente sobre el río Estrella se le debe prestar especial atención, ya que evidencia pérdida de sección por corrosión en las conexiones principales de las cerchas.

- 2) El estado más común de los puentes del tramo, según atributos como la edad, uso y condición de preservación, es de una condición predominantemente **SERIA** (12 puentes), lo que indica que los puentes presentan deterioro significativo en uno o varios elementos primarios, o la falla de elementos secundarios. Los puentes en esta condición son los puentes sobre: río Westfalia, río Banano, río Vizcaya, río Bananito, Estero Bananito 1,2 y 3, Estero Negro, río Hone, quebrada Dos Aguas, quebrada Quebra Caña (Daytonia), quebrada Quebra Caña 2 (Finca 97) y el Paso superior sin nombre sobre la Ruta Cantonal. Dichos puentes tienen una necesidad de atención pronta para detener la progresión del daño. Los 12 puentes en condición **SERIA** presentan principalmente daños en la losa de concreto reforzado del tablero, las juntas de expansión y los apoyos. Además, se observan deficiencias en seguridad vial, como por ejemplo demarcación horizontal deficiente o en mal estado, barreras de contención inadecuadas, guardavías con anclajes y terminales deficientes o incluso ausencia de guardavías en los accesos. Todos estos deterioros también están presentes en los puentes con condición **ALARMANTE**, pero el estado de conservación lo define un elemento con peor condición.
- 3) Tres puentes: quebrada Cuabre, río Cocles y Quebra Caña (Finca 97) presentan condición **DEFICIENTE**, lo cual indica que presentan deficiencias, pero el puente funciona aún de forma adecuada. Lo anterior implica que las intervenciones pueden ser realizadas como parte de un programa de *mantenimiento preventivo*.
- 4) Con respecto a las condiciones de servicio, los puentes: río Westfalia, río Banano, río Vizcaya, río Bananito, Estero Margarita y río Tuba son puentes de un carril y prestan servicio a una vía de dos carriles. Esta situación puede generar congestión vehicular en la ruta y disminución de los niveles de servicio.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 33 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 34/216

- 5) Los puentes: Quebrada Westfalia, río Banano, río Vizcaya, Estero Bananito 1, Estero Bananito 2, Estero Bananito 3, río Bananito, Estero Negro, Estero Margarita, río Estrella (superestructura tipo vigas) y río Tuba poseen barreras de contención vehicular tipo *flex-beam* que evidencian no ser adecuadas para el tipo de tránsito y velocidad de la ruta ante impacto vehicular. En algunos de los casos incluso presentan deformaciones y daños por impactos, lo cual aumenta el riesgo de caída de un vehículo a los cauces.
- 6) Ninguna de las 10 alcantarillas inspeccionadas cuenta con guardavías en los accesos ni barreras de contención vehicular sobre la estructura.
- 7) Las condiciones observadas en los 21 puentes y 10 alcantarillas a lo largo del tramo en estudio, permiten concluir que las estructuras han carecido a lo largo de su vida de servicio (que varía entre 16 y 66 años aproximadamente) de acciones de conservación para preservar su valor como activo, ya sean estas de *mantenimiento preventivo* o *rehabilitación*. Únicamente se han realizado intervenciones en casos de emergencia con el objetivo de restituir el paso a través de la ruta. Esto ha provocado en muchos casos la progresión de daños cuya solución inicial era más económica. Por ejemplo, la condición comentada anteriormente de deterioro de las juntas de expansión ha provocado descarga de agua hacia los apoyos y con ello el deterioro importante de los mismos.
- 8) Los puentes Estero Cieneguita, río Westfalia, río Vizcaya, Estero Bananito 1, Estero Bananito 2, Estero Bananito 3, río Bananito, Estero Negro, Estero Margarita y la alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 16+166) se encuentran ubicados frente al mar. El ambiente marino es una condición ambiental severa para el acero y se observa corrosión avanzada con pérdida de sección en elementos metálicos expuestos. La corrosión evidencia un sistema de protección de pintura ineficiente, ausente o al cual no se le dio mantenimiento. También se observó evidencia de delaminación por corrosión del acero de refuerzo en varias estructuras, lo cual es un indicativo de un recubrimiento insuficiente o calidad del concreto inadecuada.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 34 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 35/216

- 9) Los puentes diseñados con base en normas AASHTO anteriores al año 1977 presentan vulnerabilidad significativa en caso de sismo. Evidencias de vulnerabilidad sísmica son: la ausencia de elementos para la prevención del colapso ante sismo en 9 de los 21 puentes inspeccionados y la longitud de asiento limitada. Asimismo, se debe indicar que, durante el terremoto de Limón de 1991, los puentes sobre el río Vizcaya, Bananito y Estero Negro colapsaron por pérdida de asiento y licuación de suelos y fueron sustituidos. El puente sobre el río Estrella colapsó y las cerchas metálicas fueron intervenidas y reinstaladas y la subestructura fue rehabilitada. En el puente sobre el río Banano los bastiones sufrieron rotación y asentamiento severo y el puente sobre el río Tuba evidencia haber sido afectado severamente por la componente longitudinal del terremoto, ya que se dieron daños importantes en el tablero y las paredes del cabezal de ambos bastiones.
- 10) La Ruta Nacional No. 36 no cuenta con *rutas alternas*. Si se considera una *ruta alterna* como la ruta de menor longitud que debe dar servicio a la misma demanda de tránsito con las mismas características geométricas y estructurales de la ruta que salió de operación, la Ruta Nacional No. 36 no cuenta con redundancia. De acuerdo con la información de inventario del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, los puentes: río Vizcaya, Estero Bananito 1, Estero Bananito 2, Estero Bananito 3, río Bananito, Estero Negro, Estero Margarita, río Estrella, río Tuba, río Hone, quebrada Dos Aguas, río Sand Box, quebrada Cuabre, río Cocles, quebrada Quiebra Caña (Daytonia) y quebrada Quiebra Caña (Finca 97) carecen de *ruta alterna*. En ese caso se afectaría directamente el transporte de mercadería hacia los poblados de Cahuita, Puerto Viejo, Daytonia, Sixaola, entre otros. El transporte de turistas es otra actividad que se vería afectada ya que la zona es conocida por las playas de Cahuita, Puerto Viejo y Manzanillo y además es utilizada por los turistas que viajan a Panamá a la zona de Bocas del Toro.
- 11) En las inspecciones visuales se observó la reducción de la sección hidráulica por acumulación de escombros, la erosión del cauce, socavación general y local con exposición de la cimentación en 14 puentes: río Vizcaya, Estero Bananito 1, Estero Bananito 2, Estero Bananito 3, río Bananito, Estero Negro, Estero Margarita, río Estrella,

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 35 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 36/216

río Hone, río Sand Box, quebrada Cuabre, río Cocles, quebrada Quebra Caña (Finca 96) y Quebra Caña 2 (Finca 97). El caso más crítico de exposición de la cimentación de pilotes es el del puente sobre el río Sand Box, y en menor magnitud el puente sobre el río Vizcaya y el puente Quebra Caña 2 (Finca 97). En el caso del puente sobre el río Estrella, con las condiciones de caudal del día de la inspección se observó la placa de cimentación, pero no así los pilotes.

- 12) En el caso de las alcantarillas sobre quebrada Sin Nombre km 16+166, río Suárez, río Comadre y quebradas Sin Nombre en: km 46+655, km 46+900, km 81+050 y km 83+500 se observó reducción de la sección hidráulica por acumulación de sedimentos, vegetación y escombros.
- 13) Durante las inspecciones se ha identificado el uso de algunos de los puentes por parte de peatones y ciclistas: río Westfalia, río Banano, río Vizcaya, río Bananito, Estero Negro, Estero Margarita, río Estrella, río Tuba, río Hone, quebrada Dos Aguas, río Sand Box, quebrada Cuabre, río Cocles, quebrada Quebra Caña (Daytonia) y quebrada Quebra Caña (Finca 97). En 9 de los puentes no se cuenta con aceras y en 6 de los puentes existe un bordillo de seguridad, pero en ambas situaciones las condiciones evidenciadas no se ajustan a lo requerido por la Ley 7600. Adicionalmente, la ausencia de una barrera rígida que proteja al peatón del tránsito vehicular es otra deficiencia observada en todos los puentes.

5.2 RECOMENDACIONES GENERALES.

Con el propósito de contribuir en la atención, desde la perspectiva de la condición, del tramo analizado, se recomienda analizar la realización de las siguientes acciones:

- 1) Realizar una evaluación integral detallada de las estructuras del tramo en estudio que lo ameriten, tomando en cuenta que muchas fueron diseñadas y proyectadas para condiciones de tránsito vehicular y peatonal distintas a las condiciones actuales (por ejemplo, algunas prestan servicio con un carril a una vía de dos carriles y carecen de paso peatonal que cumpla con la Ley 7600). Se debe considerar además el estado de

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 36 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 37/216

deterioro actual de los componentes (en algunos casos por su cercanía al mar y ausencia de mantenimiento o de consideraciones de durabilidad), y se debe realizar el análisis económico de las distintas opciones de intervención posibles, teniendo en cuenta cualquier otro aspecto estructural, funcional, de seguridad vial, geotécnico, sísmico e hidrológico-hidráulico que aplique a cada puente en particular. Este análisis brindaría a la Administración la información necesaria para la gestión a realizar en cada caso, sean estos trabajos de intervención labores de *mantenimiento preventivo, rehabilitación o la sustitución* de la estructura

- 2) Con base en el estado de la condición, son prioritarios el análisis integral detallado y la intervención de los puentes sobre el Estero Cieneguita, el Estero Margarita, río Estrella, río Tuba y río Sand Box, ya que su condición es **ALARMANTE**. Por su condición, año de construcción y vulnerabilidad sísmica, los puentes sobre el río Estrella y río Tuba son candidatos a ser *sustituídos*. Adicionalmente, para el caso del puente sobre el río Estrella se recomienda como medida urgente establecer si se deben aplicar medidas de restricción de tránsito sobre el puente.
- 3) Una vez realizada la evaluación de los puentes en condición alarmante, se debe evaluar detalladamente e intervenir las estructuras clasificadas en condición **SERIA**, con los criterios mencionados en la recomendación 1.
- 4) En el caso de las estructuras calificadas como DEFICIENTES, se recomienda atenderlas como parte de un programa de *mantenimiento preventivo* que se debe establecer para todos los puentes de la ruta en estudio, en donde se debe identificar cuáles componentes se pueden atender como parte de las tareas de *mantenimiento cíclico* que se deben implementar siempre en las estructuras, y cuáles como parte de las actividades *basadas en la condición*.
- 5) En el caso de la alcantarilla en el kilómetro 16+166, evaluar si la estructura puede ser rehabilitada o si más bien debe ser sustituida tomando en cuenta que los problemas de corrosión observados se podrían presentar a futuro en otras áreas debido a que el

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 37 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 38/216

recubrimiento evidencia ser deficiente para una estructura frente al mar. Además, se conoce que la alcantarilla tiene insuficiente capacidad hidráulica para el caso de avenidas máximas.

- 6) En todos los casos se recomienda que independientemente de la decisión de intervención que se tome, se coloquen en el corto plazo guardavías en los accesos. Los guardavías deben ser instalados siguiendo las recomendaciones del fabricante y se deben colocar barreras de contención vehicular en los puentes acordes con el tipo de tránsito y la velocidad de la ruta. De igual forma, se recomienda darle mantenimiento a la señalización horizontal y captaluces en los puentes de la ruta.
- 7) En los casos en los que hay evidencia de uso peatonal y de ciclistas, proveer de aceras que cumplan con la Ley 7600 y debidamente separadas del tránsito vehicular por medio de barreras de contención vehicular adecuadas al tipo de tránsito y velocidad de la ruta.
- 8) Incluir en las tareas de mantenimiento periódico la limpieza de los cauces, principalmente en el caso de las alcantarillas.
- 9) Todos los diseños, ya sea el de las *rehabilitaciones* de puentes existentes (incluyendo la inclusión de elementos de protección sísmica y de protección hidráulica en la ubicación del puente) o el de las *sustituciones* de puentes existentes por puentes nuevos, deberán considerar: como mínimo la carga vehicular de diseño HL-93 de las especificaciones AASHTO LRFD vigentes (hoy en día la octava edición del 2017), las consideraciones de los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes del 2013, los requisitos del Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial de Centroamérica (SIECA, 2016) y las recomendaciones de los documentos HEC-23 volúmenes 1 y 2.
- 10) Todos los trabajos de intervención que se lleven a cabo deben considerar las condiciones particulares de la ruta, como por ejemplo: las condiciones ambientales de proximidad al mar en términos de durabilidad de las estructuras, las características

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 38 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 39/216

geológicas, la sismicidad de la zona, el potencial de licuación del terreno, las características de las cuencas y su potencial de erosión y socavación ante eventos hidrometeorológicos extremos, el uso de los puentes por parte de peatones y ciclistas, el porcentaje de vehículos pesados que transitan y la velocidad de la ruta.

Se asume que estas recomendaciones serán evaluadas por los profesionales que la Administración asigne como responsables del mantenimiento y rehabilitación de las estructuras. Las deficiencias mencionadas en este informe corresponden únicamente a aquellos daños o defectos de mayor impacto estructural o en la funcionalidad de los puentes, por lo que las estructuras deben ser evaluadas de forma integral nuevamente previo a cualquier trabajo de intervención o rehabilitación general de la estructura. Además, en caso de ser requerido para alguna de las estructuras, se recomienda procurar la asesoría profesional específica en los aspectos que se mencionaron en los puntos anteriores.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 39 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 40/216

6. REFERENCIAS

- 1) AASHTO (2000). *Transportation Policy Book*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., U.S.A.
- 2) AASHTO (2017). *LRFD Bridge Design Specifications 8th edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., U.S.A.
- 3) CFIA (2013). *Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes*. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), San José, Costa Rica.
- 4) FHWA (2003). *Bridge Maintenance Training Reference Manual*. Publication No. FHWA-NHI-03-045. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
- 5) FHWA (2006). *Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 Bridges*. Report No. FHWA-HRT-06-032. Office of Infrastructure Research and Development, Federal Highway Administration. Virginia, USA.
- 6) FHWA (2009). *Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures: Experience, Selection, and Design Guidance-Third Edition*. Volume 1. Hydraulic Engineering Circular No. 23. Publication No. FHWA-NHI-09-111. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
- 7) FHWA (2009). *Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures: Experience, Selection, and Design Guidance-Third Edition*. Volume 2. Hydraulic Engineering Circular No. 23. Publication No. FHWA-NHI-09-112. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 40 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 41/216

- 8) FHWA (2011). *Bridge Preservation Guide*. Publication N° FHWA-HIF-11042. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
- 9) IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- 10) MOPT (2017). “*Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP)*”. http://saep.conavi.go.cr:9080/SAEP_CONAVI_Web/login.faces. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
- 11) Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L.G., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). “*Actualización de los Criterios para la evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015*”. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
- 12) Ruiz-Cubillo, P., Vega-Salas, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). “*Modelación de lahares generados por el volcán Turrialba y su posible afectación a la Red Vial Nacional LM-PI-UGERVN-11-2015*”. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
- 13) SIECA (2016). *Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamerica*. Secretaría de Integración Económica Centroamericana, San Salvador, El Salvador.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 41 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 42/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 42 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 43/216

ANEXO 1

Características generales de inventario de los puentes inspeccionados

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 43 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 44/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 44 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes

Puentes	Características básicas por puente	
	Longitud total (m)	50,40
	Ancho total (m)	11,20
	Número de carriles	2 (1 por sentido)
	Número de tramos	3
	Año de construcción	Se desconoce cuándo fue construido
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga continua con vigas principales doble T de concreto reforzado
1) Estero Cieneguita	Fotografías:  <p>A1.1: Puente sobre el Estero Cieneguita. Vista superior del puente</p>  <p>A1.2: Puente sobre el Estero Cieneguita. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente	
2) Quebrada Wesfalia	Longitud total (m)	15,70
	Ancho total (m)	4,30
	Número de carriles	1
	Número de tramos	1
	Año de construcción	Aproximadamente 1990
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales I de acero
2) Quebrada Wesfalia	Fotografías:	
	 <p data-bbox="605 1287 1331 1314">A1.3: Puente sobre la Quebrada Wesfalia. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="613 1816 1320 1843">A1.4: Puente sobre la Quebrada Wesfalia. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente	
3) Río Banano	Longitud total (m)	103,70
	Ancho total (m)	4,30
	Número de carriles	1
	Número de tramos	4
	Año de construcción	Aproximadamente 1974
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1,2,3 y 4 tipo viga simple con vigas principales 1 de concreto preesforzado
3) Río Banano	Fotografías:	
	 <p data-bbox="618 1260 1263 1291">A1.5: Puente sobre el río Banano. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="618 1806 1263 1837">A1.6: Puente sobre el río Banano. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente	
4) Río Vizcaya	Longitud total (m)	68,20
	Ancho total (m)	4,30
	Número de carriles	1
	Número de tramos	3
	Año de construcción	Aproximadamente 1990
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1,2 y 3 tipo viga simple con vigas principales I de concreto preesforzado
	Fotografías:	
	 <p data-bbox="621 1289 1260 1314">A1.7: Puente sobre el río Vizcaya. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="621 1818 1260 1843">A1.8: Puente sobre el río Vizcaya. Vista lateral del puente</p>	

Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente		
5) Estero Río Bananito 1	Longitud total (m)	6,00	
	Ancho total (m)	8,44	
	Número de carriles	2 (1 por sentido)	
	Número de tramos	1	
	Año de construcción	Se desconoce cuándo fue construido	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales T de concreto preesforzado	
	Fotografías:		
			
	<p>A1.9: Puente sobre el estero río Bananito 1. Vista superior del puente</p>		
			
	<p>A1.10: Puente sobre el estero río Bananito 1. Vista lateral del puente</p>		



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente	
	Longitud total (m)	6,00
	Ancho total (m)	8,44
	Número de carriles	2 (1 por sentido)
	Número de tramos	1
	Año de construcción	Se desconoce cuándo fue construido
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales T de concreto preesforzado
<p>6) Estero Río Bananito 2</p>	Fotografías:	
	<div style="text-align: center;">  <p>A1.11: Puente sobre el estero río Bananito 2. Vista superior del puente</p>  <p>A1.12: Puente sobre el estero río Bananito 2. Vista lateral del puente</p> </div>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente		
7) Estero Río Bananito 3	Longitud total (m)	6,20	
	Ancho total (m)	8,44	
	Número de carriles	2 (1 por sentido)	
	Número de tramos	1	
	Año de construcción	Se desconoce cuándo fue construido	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales T de concreto preesforzado	
	Fotografías:		
			
	<p>A1.13: Puente sobre el estero río Bananito 3. Vista superior del puente</p>		
			
	<p>A1.14: Puente sobre el estero río Bananito 3. Vista lateral del puente</p>		



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente		
8) Río Bananito	Longitud total (m)	67,5	
	Ancho total (m)	4,30	
	Número de carriles	1	
	Número de tramos	3	
	Año de construcción	Aproximadamente 1991	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1,2 y 3 tipo viga simple con vigas principales I de concreto preesforzado	
	Fotografías:		
			
	<p>A1.15: Puente sobre el río Bananito. Vista superior del puente</p>		
			
	<p>A1.16: Puente sobre el río Bananito. Vista lateral del puente</p>		



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente		
9) Estero Negro	Longitud total (m)	106,90	
	Ancho total (m)	9,12	
	Número de carriles	2 (1 por sentido)	
	Número de tramos	4	
	Año de construcción	Aproximadamente 1999	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1,2, 3 y 4 tipo viga simple con vigas principales I de concreto preesforzado	
	Fotografías:	 <p data-bbox="613 1287 1263 1314">A1.17: Puente sobre Estero Negro. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="623 1816 1253 1843">A1.18: Puente sobre Estero Negro. Vista lateral del puente</p>	

Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente	
10) Estero Margarita	Longitud total (m)	35,20
	Ancho total (m)	4,30
	Número de carriles	1
	Número de tramos	2
	Año de construcción	Aproximadamente 1975
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1 y 2 tipo viga simple con vigas principales I de concreto preesforzado
	Fotografías:  <p data-bbox="613 1283 1300 1312">A1.19: Puente sobre Estero Margarita. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="626 1812 1289 1841">A1.20: Puente sobre Estero Margarita. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente	
11) Río Estrella	Longitud total (m)	177,65
	Ancho total (m)	8,38
	Número de carriles	2 (1 por sentido)
	Número de tramos	3
	Año de construcción	Aproximadamente 1978
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1: tipo viga simple con vigas principales I de concreto preesforzado Superestructuras 2 y 3: tipo cercha de paso inferior
	Fotografías:	
	 <p data-bbox="634 1314 1284 1339">A1.21: Puente sobre el río Estrella. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="634 1841 1284 1866">A1.22: Puente sobre el río Estrella. Vista lateral del puente</p>	
Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 55 de 216

Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente	
12) Río Tuba	Longitud total (m)	27,40
	Ancho total (m)	5,00
	Número de carriles	1
	Número de tramos	1
	Año de construcción	Aproximadamente 1975
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo cercha de paso superior
12) Río Tuba	Fotografías:	
	 <p data-bbox="591 1272 1284 1304">A1.23: Puente sobre el río Tuba Creek. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="591 1801 1276 1833">A1.24: Puente sobre el río Tuba Creek. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente		
13) Río Hone	Longitud total (m)	76,50	
	Ancho total (m)	8,15	
	Número de carriles	2 (1 por sentido)	
	Número de tramos	3	
	Año de construcción	Aproximadamente 1982	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1,2 y 3 tipo viga simple con vigas principales I de concreto preesforzado	
	Fotografías:	 <p data-bbox="630 1287 1253 1318">A1.25: Puente sobre el río Hone. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="607 1818 1273 1850">A1.26: Puente sobre el río Tuba Hone. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente		
14) Quebrada Dos Aguas	Longitud total (m)	26,00	
	Ancho total (m)	7,98	
	Número de carriles	2 (1 por sentido)	
	Número de tramos	1	
	Año de construcción	Aproximadamente 1982	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales I de concreto preesforzado	
	Fotografías:	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">A1.27: Puente sobre la quebrada Dos Aguas. Vista superior del puente</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">A1.28: Puente sobre la quebrada Dos Aguas. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente		
15) Río Sand Box	Longitud total (m)	16,00	
	Ancho total (m)	10,32	
	Número de carriles	2 (1 por sentido)	
	Número de tramos	1	
	Año de construcción	Aproximadamente 2002	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales I de acero	
	Fotografías:	 <p data-bbox="602 1289 1276 1314">A1.29: Puente sobre el río Sand Box. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="613 1820 1263 1845">A1.30: Puente sobre el río Sand Box. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente	
16) Quebrada Cuabre	Longitud total (m)	16,00
	Ancho total (m)	10,32
	Número de carriles	2 (1 por sentido)
	Número de tramos	1
	Año de construcción	Aproximadamente 2002
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales I de acero
16) Quebrada Cuabre	Fotografías:	
	 <p data-bbox="597 1287 1317 1314">A1.31: Puente sobre la quebrada Cuabre. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="609 1816 1305 1843">A1.32: Puente sobre la quebrada Cuabre. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente		
17) Río Cocles	Longitud total (m)	9,40	
	Ancho total (m)	10,30	
	Número de carriles	2 (1 por sentido)	
	Número de tramos	1	
	Año de construcción	Aproximadamente 2002	
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo marco rígido con vigas principales T de concreto reforzado	
	Fotografías:	<div style="text-align: center;">  </div> <p>A1.33: Puente sobre el río Cocles. Vista superior del puente</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>A1.34: Puente sobre el río Cocles. Vista lateral del puente</p>	



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puentes	Características básicas por puente	
18) Quebrada Quebra Caña (Daytonia Finca 96)	Longitud total (m)	16,70
	Ancho total (m)	10,30
	Número de carriles	2 (1 por sentido)
	Número de tramos	1
	Año de construcción	Aproximadamente 2002
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales I de acero
	Fotografías:	 <p style="text-align: center;">A1.35: Puente sobre la quebrada Quebra Caña (Daytonia-Finca 96). Vista superior del puente</p>  <p style="text-align: center;">A1.36: Puente sobre la quebrada Quebra Caña (Daytonia-Finca 96). Vista lateral del puente</p>



Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente	
	Longitud total (m)	16,70
	Ancho total (m)	10,30
	Número de carriles	2 (1 por sentido)
	Número de tramos	1
	Año de construcción	Aproximadamente 2002
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga simple con vigas principales I de acero
<p>19) Quebrada Quiebra Caña (Finca 97)</p>	Fotografías:	
		
	<p>A1.37: Puente sobre la quebrada Quiebra Caña (Finca 97). Vista superior del puente</p>	
		
<p>A1.38: Puente sobre la quebrada Quiebra Caña (Finca 97). Vista lateral del puente</p>		

Tabla No. A1. Resumen de características básicas de los puentes (continuación)

Puente	Características básicas por puente	
20) Paso superior sobre Ruta Cantonal	Longitud total (m)	4,75
	Ancho total (m)	14,00
	Número de carriles	2 (1 por sentido)
	Número de tramos	1
	Año de construcción	Se desconoce cuándo fue construido
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo marco rígido con viga principal tipo losa de concreto reforzado
	Fotografías:	
	 <p data-bbox="573 1266 1325 1293">A1.39: Paso a desnivel sobre Ruta Cantonal. Vista superior del puente</p>  <p data-bbox="573 1780 1325 1808">A1.40: Paso a desnivel sobre Ruta Cantonal. Vista lateral del puente</p>	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 65/216

ANEXO 2

Detalle de la determinación de la condición de los puentes evaluados en la Ruta Nacional No. 36

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 65 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 66/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 66 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 67/216

A continuación se presenta en la tabla A2 un resumen de los hallazgos de mayor impacto en la calificación para las estructuras inspeccionadas. En la tabla A2 se tienen 4 columnas: en la primera, Elemento evaluado, se indica cual aspecto se evalúa del puente. La siguiente columna, Inspección Visual, indica los aspectos de mayor importancia observados por elemento en la visita (se incluye según la severidad y tipo de daño una fotografía). En la tercera columna, Calificación, se indica la calificación en una escala del 1 al 6 correspondiente a los elementos correspondientes de la primera columna (consultar Anexo 6, clasificación). Finalmente, Condición observada, da la condición determinada luego de la inspección visual.

Tabla No. A2a. Condición de los puentes y sus elementos ((FX), indica: ver figura X)

1) Puente sobre Estero Cieneguita			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos.	2	Alarmante
Accesorios	Servicios públicos deteriorados (F6) y juntas de expansión obstruidas (F7, F8).	2	
Superestructura	Agujeros en la losa (F9, F10), agrietamiento (F13, F14) y acero expuesto en la losa (F11, F12); acero expuesto en las vigas (F17), eflorescencias (F18, F19).	4	
Subestructura	Agrietamiento vertical cuerpo pilas (F20) y pilotes expuestos (F21).	5	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica e hidráulica.	3	

2) Puente sobre Quebrada Westfalia			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de terminales y anclajes inadecuados de los guardavías en los accesos (F22).	3	Seria
Accesorios	Ausencia de sello, juntas de expansión obstruidas, pérdida perfil de protección (F25), junta cubierta con asfalto (F26).	2	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en la losa (F27, F28). Pérdida de sistema de protección y corrosión de las vigas en puente cercano al mar (F23, F24, F32).	4	
Subestructura	Acumulación de sedimentos (F29) y corrosión severa de los apoyos (F30, F31). Descascaramiento del concreto y acero expuesto en los bastiones (F33).	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica y gaviones en los taludes de los rellenos deteriorados (F34).	4	

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 67 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 68/216

Tabla No. A2b. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

3) Puente sobre el río Banano			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías en los accesos (F35). Anclaje inadecuado de las barreras sobre el puente (F36).	3	Seria
Accesorios	Juntas de expansión obstruidas (F38).	2	
Superestructura	Desgaste, pérdida de agregado y agrietamiento en la superficie superior (F45, F46 y F47) e inferior (F48) de la losa. Agrietamiento en la vigas (F43).	4	
Subestructura	Apoyos cubiertos con sedimentos (F37). Pernos deformados y corrosión generalizada de los apoyos (F41). Inclinación y agrietamiento del bastión (F39, F40).	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica.	4	

4) Puente sobre el río Vizcaya			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías (F50). Anclaje inadecuado de la barrera (F51) y demarcación borrosa (F59).	3	Seria
Accesorios	Filtración de agua a través de las juntas de expansión (F52) y obstrucción en juntas (F53).	2	
Superestructura	Desgaste de la losa (F58), agujeros cubiertos con mezcla asfáltica (F59), pérdida de concreto y acero expuesto (F57), agrietamiento en dos direcciones (F61) y filtraciones a través de la losa (F61, F62). Grietas en las vigas principales (F63, F65, F66, F67).	4	
Subestructura	Apoyos deteriorados (F56). Pilotes expuestos (F68).	3	
Protecciones	Corrosión severa de los elementos utilizados como protección sísmica (F54, F55). Ausencia de elementos de protección hidráulica.	3	

5) Estero río Bananito 1			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Altura y anclaje inadecuado de los guardavías (F70)	3	Seria
Accesorios	No se observaron daños.	1	
Superestructura	Agrietamiento y eflorescencia en la losa (F72).	2	
Subestructura	Desprendimiento del concreto por corrosión del acero en el bastión 1 (F71). Erosión del relleno detrás de los aletones (F73). Pilotes expuestos en ambos bastiones (F74).	4	
Protecciones	No hay protección hidráulica y se observa socavación.	4	

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 68 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 69/216

Tabla No. A2c. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

6) Estero río Bananito 2			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías (F75).	2	Seria
Accesorios	Existen drenajes pero se observa acumulación de humedad en las zonas cercanas a los tubos de extensión.	1	
Superestructura	Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto y oxidado en las vigas (F81). Aletones destruidos con acero de refuerzo expuesto y oxidado (F77). Delaminación en el cuerpo del bastión ocasionada por la corrosión del refuerzo (F79, F80).	4	
Subestructura	Pérdida del relleno en ambos bastiones y pilotes expuestos (F82).	4	
Protecciones	No hay protección hidráulica y se observa la pérdida del relleno en ambos bastiones.	4	

7) Estero río Bananito 3			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Altura y anclaje inadecuado de los guardavías (F83)	2	Seria
Accesorios	No se observaron juntas de expansión u otros accesorios.	1	
Superestructura	Por limitación de acceso, no se inspeccionó la superestructura.	1	
Subestructura	Delaminación por corrosión del refuerzo (F84) y manchas por humedad y eflorescencias en el cuerpo de los bastiones (F85).	4	
Protecciones	Pérdida del relleno bajo ambos bastiones (F86).	4	

8) Puente sobre el río Bananito			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Los guardavías se utilizaron como barreras, están deformados (F87) y carecen de terminales (F88). La demarcación es deficiente (F92).	4	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas (F89), ausencia de junta y presencia de estructura metálica entre el relleno y el bastión (F90). Desprendimiento del concreto y refuerzo expuesto en la junta de expansión (F91).	3	
Superestructura	Agrietamiento con pérdida de concreto y desgaste generalizado (F92). Agrietamiento en la losa (F94). Filtraciones a través de la losa (F95).	4	
Subestructura	Apoyos deteriorados (F96, F97). Elementos de desecho utilizados en el relleno (F99).	4	
Protecciones	Elementos de protección sísmica con corrosión severa (F98). Acumulación significativa de escombros en el cauce (F100).	3	

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 69 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 70/216

Tabla No. A2d. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

9) Puente sobre el Estero Negro			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de terminales y corrosión de los pernos en los soportes de los guardavías (F103).	2	Seria
Accesorios	Juntas de expansión obstruidas con sedimentos (F101) y filtración a través de las juntas (F102).	2	
Superestructura	Agrietamiento diagonal (105) y en dos direcciones (F106) en la superficie superior de la losa. Agujeros en la losa cubiertos con mezcla asfáltica (F109). Agrietamiento en la superficie inferior (F110) y en diafragmas (F111).	4	
Subestructura	Apoyos elastoméricos con deformación horizontal (F112), agrietamiento en la zona de los apoyos (F113) y acero de refuerzo expuesto con corrosión (F114). Pérdida de relleno detrás de los aletones (F115).	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica o hidráulica.	4	
10) Puente sobre el Estero Margarita			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías en los accesos (F116). Guardavías desconectados de los soportes verticales (F117) y soportes con corrosión generalizada (F118). Guardavías utilizado como barrera del puente deformado (F119).	3	Alarmante
Accesorios	Juntas de expansión cubiertas con mezcla asfáltica (F121), agrietamiento, pérdida de concreto y acero expuesto en la junta de expansión sobre la pila (F122, F123).	3	
Superestructura	Agujeros en la losa cubiertos con mezcla asfáltica (F124), desprendimiento del concreto (F125). Grieta con acero expuesto en la superficie inferior de la losa (F126), desprendimiento del concreto (F127).	4	
Subestructura	Deterioro severo de los apoyos (F128). Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído en el cuerpo principal de la pila (F129).	5	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica e hidráulica.	4	

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 70 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 71/216

Tabla No. A2e. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

11) Puente sobre el río Estrella			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Anclaje inadecuado de los guardavías (F131). Corrosión generalizada en los soportes verticales de los guardavías (F132).	2	Alarmante
Accesorios	Pérdida de angular de protección (F133) y pérdida de concreto y acero expuesto en la junta de expansión (F134).	3	
Superestructura	Pérdida de concreto y acero de refuerzo expuesto en la superficie superior de la losa (F135). Agrietamiento y pérdida de concreto en la superficie superior de la losa (F136, F138). Agujeros cubiertos con lámina metálica y mezcla asfáltica (F137). Intervenciones en la losa (F139, F141 y F144). Detalle de daños en la losa (F142, F143). Pérdida del sistema de protección, corrosión y deformación de los elementos de las cerchas (F146-F150).	5	
Subestructura	Rotación de los apoyos y corrosión generalizada (F145). Agrietamiento y manchas por filtración de agua en el cuerpo principal de las pilas (F151, F152).	5	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica e hidráulica.	3	

12) Puente sobre el río Tuba			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de aceras. Guardavías deformado y desanclado (F156, F157, F158).	2	Alarmante
Accesorios	Juntas obstruidas con mezcla asfáltica (F153). Abertura y acero expuesto en transición entre relleno de aproximación y puente (F154, F155).	3	
Superestructura	Lámina metálica en reemplazo de la losa (F160, F161). Grietas transversales que atraviesan toda la sección de la losa (F162). Acero de refuerzo expuesto (F163). Ausencia de sistema de protección y corrosión generalizada de la cercha (F164, F165).	5	
Subestructura	Bastión destruido y cercha incrustada en el bastión (F167). Agrietamiento en bastión (F168, F169). Inclinación de los bastiones (F170).	5	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica.	3	

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 71 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 72/216

Tabla No. A2f. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

13) Puente sobre el río Hone			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de aceras y de guardavías.	4	Seria
Accesorios	Descarga de agua a través de las juntas de expansión.	2	
Superestructura	Acero de refuerzo expuesto en vigas principales.	4	
Subestructura	Corrosión de los apoyos (F171) y agrietamiento horizontal en los bastiones (F172).	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica e hidráulica.	4	
14) Puente sobre la quebrada Dos Aguas			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de aceras y guardavías.	4	Seria
Accesorios	Descarga de agua a través de las juntas de expansión y ausencia de tubos de extensión en los drenajes.	2	
Superestructura	Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Nidos de piedra en vigas principales (F170).	3	
Subestructura	Corrosión de elementos metálicos de los apoyos (F171).	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección hidráulica.	4	
15) Puente sobre el río Sand Box			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Bordillo de seguridad no cumple la Ley 7600.	3	Alarmante
Accesorios	Juntas de expansión totalmente obstruidas.	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F172).	3	
Subestructura	Cimentaciones expuestas (F173).	5	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección hidráulica.	4	
16) Puente sobre la quebrada Cuabre			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Bordillo de seguridad no cumple la Ley 7600.	3	Deficiente
Accesorios	Juntas de expansión totalmente obstruidas.	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F174).	3	
Subestructura	Puntos de oxidación en apoyos (F175).	3	
Protecciones	Sin daño observado.	3	

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 72 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 73/216

Tabla No. A2g. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

17) Puente sobre el río Cocles			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Bordillo de seguridad no cumple la Ley 7600.	3	Deficiente
Accesorios	Longitud insuficiente de tubos de extensión de los ductos de drenaje.	2	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F177) y eflorescencia en la intersección viga-tablero (F178).	3	
Subestructura	Agrietamiento vertical aislado en bastión (F176).	3	
Protecciones	Sin daño observado.	3	

18) Puente sobre la quebrada Quebrada Caña (Daytona Finca 96)			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Bordillo de seguridad no cumple la Ley 7600.	3	Seria
Accesorios	Daño en un tubo de extensión de un ducto de drenaje	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F180) y oxidación puntual en las vigas principales.	3	
Subestructura	Cimentaciones expuestas (F181).	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección hidráulica.	4	

19) Puente sobre la quebrada Quebrada Caña (Finca 97)			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Bordillo de seguridad no cumple la Ley 7600.	3	Deficiente
Accesorios	Daño en un tubo de extensión de un ducto de drenaje	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F182) y oxidación puntual en las vigas principales (F183).	3	
Subestructura	Oxidación en los apoyos.	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección hidráulica.	3	

20) Paso superior sobre Ruta Cantonal			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de barrera de contención vehicular (F185).	4	Seria
Accesorios	El paso no cuenta con un sistema de drenaje.	3	
Superestructura	Grietas en una dirección en el tablero (F186).	3	
Subestructura	Grietas en una dirección en el bastión (F187).	3	
Protecciones	No aplica.	-	

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 73 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 74/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 74 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 75/216

ANEXO 3

Detalle fotográfico de las deficiencias observadas en los puentes

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 75 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 76/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 76 de 216
----------------------------	-----------------	------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 77/216



a) Poste en mal estado

b) Tuberías muy deterioradas

Figura 6: Puente sobre el Estero Cienequita. Los servicios públicos sobre el puente están en muy mal estado y requieren ser reparados o reemplazados.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 77 de 216
----------------------------	-----------------	------------------



(a) Sentido Limón-Cieneguita



(b) Sentido Cieneguita-Limón

Figura 7: Puente sobre el Estero Cieneguita. Juntas de expansión sobre el bastión 1 cubiertas con mezcla asfáltica y deterioro del concreto adyacente.



(a) Sentido Limón-Cieneguita



(b) Sentido Cieneguita-Limón

Figura 8: Puente sobre el Estero Cieneguita. Juntas de expansión sobre el bastión 2 cubiertas con mezcla asfáltica.



(a) Sentido Limón-Cieneguita



(b) Sentido Cieneguita-Limón

Figura 9: Puente sobre el Estero Cieneguita. Agujeros en la losa cubiertos con mezcla asfáltica.



Figura 10: Puente sobre el Estero Cieneguita. Agujero que traspasa la losa en bastión 2 (tramo sentido Cieneguita-Limón).



Figura 11: Puente sobre el Estero Cieneguita. Pérdida de sección de la losa y acero de refuerzo expuesto (ubicado en tramo sentido Cieneguita-Limón).



Figura 12: Puente sobre el Estero Cieneguita. Desgaste de la losa y acero de refuerzo de la losa expuesto.



Figura 13: Puente sobre el Estero Cieneguita. Agrietamiento en la losa y demarcación horizontal deficiente (tramo sentido Cieneguita-Limón).



Figura 14: Puente sobre el Estero Cieneguita. Agrietamiento predominantemente longitudinal en la losa (tramo sentido Cieneguita-Limón).



Figura 15: Puente sobre el Estero Cieneguita. Apoyos temporales corroídos y desprendimiento del concreto.



Figura 16: Puente sobre el Estero Cieneguita. Acumulación de sedimentos y basura en la zona de los apoyos de las vigas principales y frente a los bastiones.



Figura 17: Puente sobre el Estero Cieneguita. Acero de refuerzo expuesto y corroído en las vigas principales que evidencia un inadecuado recubrimiento para una estructura cercana al mar.



Figura 18: Puente sobre el Estero Cienequita. Agrietamiento en el tablero de concreto que permite filtraciones de agua a través del mismo, las cuales se evidencia en las vigas principales y en los diafragmas.



Figura 19: Puente sobre el Estero Cienequita. Detalle de las eflorescencias en las vigas producto de filtración de agua a través de la losa.



Figura 20: Puente sobre el Estero Cienequita. Agrietamiento y pérdida de concreto en el cuerpo de las pilas.

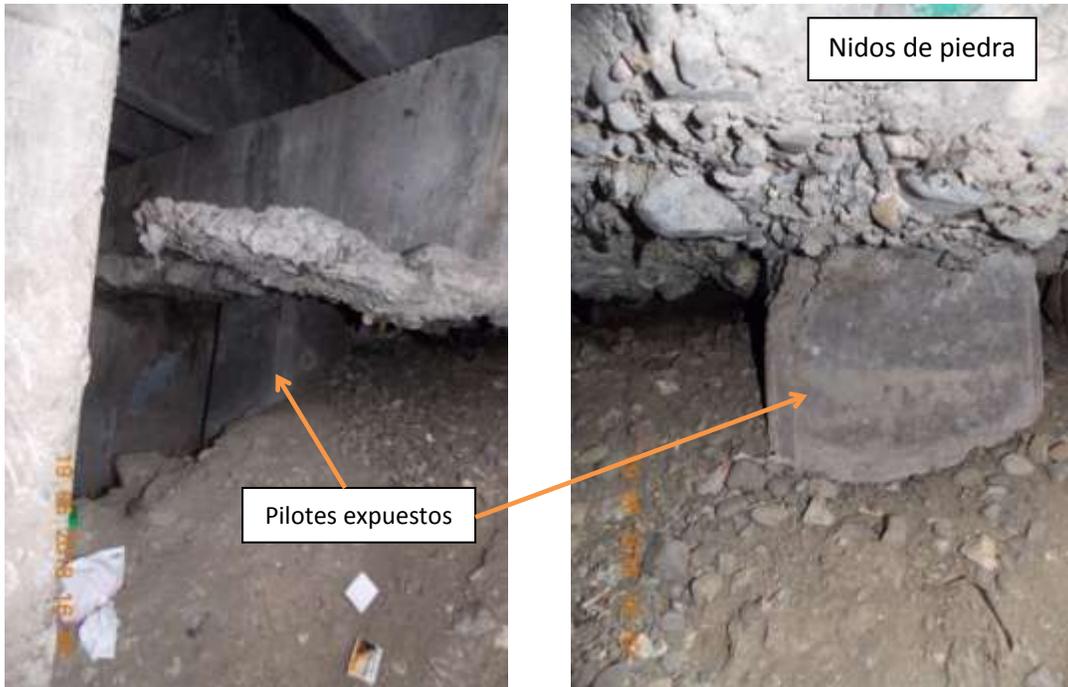


Figura 21: Puente sobre el Estero Cieneguita. Pilotes expuestos.



Figura 22: Puente sobre Quebrada Westfalia. Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías.



Figura 23: Puente sobre Quebrada Westfalia. Barrera de contención vehicular soldada a las vigas principales, lo cual dañó el sistema de protección de pintura y cuya conexión evidencia corrosión.



Figura 24: Puente sobre Quebrada Westfalia. Soporte de tubería de agua soldada a las vigas principales, lo cual dañó el sistema de protección de pintura y cuya conexión evidencia corrosión.



Figura 25: Puente sobre Quebrada Westfalia. Juntas de expansión con ausencia del sello elastomérico, obstruidas con sedimentos y deterioro del concreto adyacente.



(a) (b) (c)
Figura 26: Puente sobre Quebrada Westfalia. Juntas de la pared del cabezal con el acceso: (a) pérdida de concreto, (b) pérdida de sección del perfil de acero de protección de la junta y (c) juntas cubiertas con mezcla asfáltica.



Figura 27: Puente sobre Quebrada Westfalia. Demarcación borrosa y agrietamiento en dos direcciones en la losa.



Figura 28: Puente sobre Quebrada Westfalia. Agrietamiento en dos direcciones, pérdida del concreto de la losa y señalización horizontal deficiente.



Figura 29: Puente sobre Quebrada Westfalia. Acumulación en la zona de los apoyos de los sedimentos que se filtran a través de las juntas de expansión.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 92/216



Figura 30: Puente sobre Quebrada Westfalia. Corrosión severa con pérdida de sección en los apoyos y en el alma de las vigas principales en el bastión 1 (lado hacia Limón).



Figura 31: Puente sobre Quebrada Westfalia. Corrosión severa en los apoyos y pérdida del concreto en la zona de asiento de las vigas en el bastión 2 (lado hacia Sixaola).

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 92 de 216
----------------------------	-----------------	------------------



Figura 32: Puente sobre Quebrada Westfalia. Sistema de protección de las vigas de acero deteriorado y corrosión en las vigas.



Figura 33: Puente sobre Quebrada Westfalia. Descascaramiento del concreto y acero de refuerzo expuesto en el bastión 1 (lado hacia Limón).



Figura 34: Puente sobre Quebrada Westfalia. Gaviones de protección del relleno de aproximación aguas arriba de ambos bastiones deteriorados.



Figura 35: Puente sobre el río Banano. Ausencia de terminales en los guardavías y anclaje inadecuado de los mismos.



Figura 36: Puente sobre el río Banano. Anclaje inadecuado de las barreras de contención vehicular en la losa del puente, así como desprendimiento de concreto y acero de refuerzo expuesto.



Figura 37: Puente sobre el río Banano. Acumulación del material en el bastión 2 (hacia Sixaola), a tal punto que los apoyos se encuentran cubiertos con el sedimento.



Figura 38: Puente sobre el río Banano. Juntas de expansión abiertas en el caso del bastión y pila norte (arriba) y cubiertas con mezcla asfáltica en el caso de la pila bastión sur (abajo).



Figura 39: Puente sobre el río Banano. Agrietamiento diagonal ubicado en el aletón aguas arriba del bastión 1 (hacia Limón).



Figura 40: Puente sobre el río Banano. Inclínación del bastión 1 (hacia Limón).



Figura 41: Puente sobre el río Banano. Estado de los apoyos en el bastión 1 (hacia Limón): pernos deformados y corrosión generalizada de los apoyos.



Figura 42: Puente sobre el río Banano. Acumulación del agua que se filtra a través de la junta de expansión en la zona de los apoyos en el bastión 1.



Figura 43: Puentes sobre el río Banano. Agrietamiento en los extremos de las vigas principales.



Figura 44: Puente sobre el río Banano. Filtración a través de la junta de expansión y acumulación de sedimentos sobre las pilas.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 102/216



Figura 45: Puente sobre el río Banano. Detalle de la pérdida de agregado y desprendimientos del concreto en la superficie superior de la losa en algunos puntos.



Figura 46: Puente sobre el río Banano. Desgaste y agrietamiento generalizados en la superficie superior de la losa, así como ausencia de demarcación horizontal y captaluces.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 102 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 103/216



Figura 47: Puente sobre el río Banano. Grietas en dos direcciones en la superficie superior de la losa en los tramos centrales.



Figura 48: Puente sobre el río Banano. Grietas en ambas direcciones observadas en la superficie inferior de la losa con un espesor entre 0,10 mm y 0,2 mm.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 105/216



Figura 49: Puente sobre el río Banano. Acumulación de desechos en las pilas que ocasiona estrechamiento del cauce.



Figura 50: Puente sobre el río Vizcaya. Ausencia de terminales en los extremos de los guardavías y anclaje inadecuado.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 105 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------



Figura 51: Puente sobre el río Vizcaya. Anclaje deficiente de la barrera de contención vehicular sobre el puente.



Figura 52: Puente sobre el río Vizcaya. Acumulación de agua en la zona de asiento de las vigas en las pilas que evidencia la filtración a través de las juntas de expansión.



Figura 53: Puente sobre el río Vizcaya. Juntas de expansión obstruidas con sedimentos, ausencia del sello elastomérico y colocación inadecuada del *waterstop*.



Figura 54: Puente sobre el río Vizcaya. Corrosión severa de los angulares transversales de acero y pernos ubicados en los apoyos de las vigas principales.



Figura 55: Puente sobre el río Vizcaya. Uniones entre las vigas principales sobre las pilas con corrosión avanzada.



Figura 56: Puente sobre el río Vizcaya. Apoyos elastoméricos deteriorados.



Figura 57: Puente sobre el río Vizcaya. Pérdida del concreto de la losa y acero de refuerzo expuesto y corroído.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 111/216



Figura 58: Puente sobre el río Vizcaya. La superficie superior de la losa presenta desgaste y pérdida del concreto.



Figura 59: Puente sobre el río Vizcaya. Agujeros en la losa en donde se colocó mezcla asfáltica, así como demarcación en mal estado.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 111 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------



Figura 60: Puente sobre el río Vizcaya. Pérdida de concreto y acero expuesto con corrosión en la superficie inferior de la losa.



Figura 61: Puente sobre el río Vizcaya. Agrietamiento en dos direcciones con evidencia de humedad a través de la losa en la superficie inferior de la misma en la zona del bastión 2 (hacia Sixaola).



Figura 62: Puente sobre el río Vizcaya. Filtraciones a través de la losa en la unión con las vigas.



Figura 63: Puente sobre el río Vizcaya. Agrietamiento en los extremos de las vigas principales, a la izquierda en la parte superior de una viga y a la derecha en la parte inferior de otra viga.



Figura 64: Puente sobre el río Vizcaya. Pérdida de concreto en las vigas principales en el anclaje de las vigas diafragma en los extremos.



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018

Página 115/216



Figura 65: Puente sobre el río Vizcaya. Grietas longitudinales en las vigas principales.



Figura 66: Puente sobre el río Vizcaya. Anchos de grieta medidos en las grietas longitudinales existentes en las vigas principales.



Figura 67: Puente sobre el río Vizcaya. Anchos de grieta medidos en las grietas existentes en las vigas principales.



Figura 68: Puente sobre el río Vizcaya. Pérdida de la protección frente al talud y pilotes expuestos en el bastión 2 (Sixaola).



Figura 69: Puente sobre el río Vizcaya. Contenedor utilizado para confinar el relleno de aproximación en el bastión 2 (Sixaola).



Figura 70: Puente Estero río Bananito 1. Anclaje y altura inadecuados de los guardavías.



Figura 71: Puente Estero río Bananito 1. Desprendimiento del concreto en el cuerpo de los bastiones debido a la corrosión del refuerzo, con evidencia de recubrimiento insuficiente.



Figura 72: Puente Estero río Bananito 1. Agrietamiento y eflorescencias en la losa.



Figura 73: Puente Estero río Bananito 1. Erosión del relleno detrás de los aletones.



Figura 74: Puente Estero río Bananito 1. Pilotes expuestos en ambos bastiones.



Figura 75: Puente Estero río Bananito 2. Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías.



Figura 76: Puente Estero río Bananito 2. Aletón aguas arriba del bastión 1 (Limón) destruido con acero de refuerzo expuesto y con avanzado estado de corrosión.



Figura 77: Puente Estero río Bananito 2. Aletón fracturado con acero de refuerzo expuesto (izquierda) y pérdida del relleno detrás del aletón en el bastión 2.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 124/216



Figura 78: Puente Estero río Bananito 2. Uso de material de desecho en el relleno del bastión 2 (aguas abajo).



Figura 79: Puente Estero río Bananito 2. Delaminación del concreto por la corrosión del refuerzo en los bastiones.



Figura 80: Puente Estero río Bananito 2. Delaminación del concreto por la corrosión del refuerzo en el bastión 1 (Limón).



Figura 81: Puente Estero río Bananito 2. Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto y oxidado en vigas.



Figura 82: Puente Estero río Bananito 2. Pérdida del relleno bajo ambos bastiones y pilotes expuestos.



Figura 83: Alcantarilla Estero río Bananito 3. Altura y anclaje inadecuado de los guardavías.



Figura 84: Alcantarilla Estero río Bananito 3. Delaminación por la corrosión del refuerzo en el cuerpo de los bastiones.



Figura 85: Alcantarilla Estero río Bananito 3. Manchas de humedad y eflorescencias en el cuerpo de los bastiones.



Figura 86: Alcantarilla Estero río Bananito 3. Pérdida del relleno bajo ambos bastiones.



Figura 87: Puente sobre el río Bananito. Los guardavías tipo flex-beam utilizados como barrera de contención vehicular están deformados y separados de los soportes.



Figura 88: Puente sobre el río Bananito. Los guardavías tipo flex-beam carecen de terminales y el anclaje es deficiente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 132/216



Figura 89: Puente sobre el río Bananito. Ausencia del sello elastomérico y juntas de expansión obstruidas con sedimentos y vegetación en el bastión 2 (Sixaola).



Figura 90: Puente sobre el río Bananito. Ausencia de una junta de expansión formalmente detallada y presencia de estructura metálica entre el relleno y el bastión 1 (Limón).

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 132 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------



Figura 91: Puente sobre el río Bananito. Desprendimiento del concreto en la junta de expansión, ausencia del sello elastomérico y acero de refuerzo expuesto.



Figura 92: Puente sobre el río Bananito. Desgaste generalizado de la losa y agrietamiento con pérdida de concreto, así como demarcación deficiente.



Figura 93: Puente sobre el río Bananito. Pérdida de concreto en la losa y acero de refuerzo expuesto y oxidado.



Figura 94: Puente sobre el río Bananito. Agrietamiento generalizado en la superficie inferior de la losa con un ancho de 0,1 mm.



Figura 95: Puente sobre el río Bananito. Filtraciones a través de la losa sobre las vigas.



Figura 96: Puente sobre el río Bananito. Apoyos de neopreno deteriorados con evidencia de grietas longitudinales.



Figura 97: Puente sobre el río Bananito. Perno deformado y corrosión severa de los apoyos.



Figura 98: Puente sobre el río Bananito. Corrosión severa en los elementos de protección sísmica.



Figura 99: Puente sobre el río Bananito. Elementos de desecho utilizados en el relleno de aproximación.



Figura 100: Puente sobre el río Bananito. Acumulación significativa de escombros que reduce la sección hidráulica del puente.



Figura 101: Puente sobre río Estero Negro. Juntas de expansión sin sello y obstruidas con sedimentos.



Figura 102: Puente sobre río Estero Negro. Filtración de agua a través de las juntas de expansión en el bastión y pila sur.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 140/216



Figura 103: Puente sobre río Estero Negro. Ausencia de terminales en los extremos de los guardavías y pernos con corrosión en los soportes verticales.



Figura 104: Puente sobre río Estero Negro. Acero de refuerzo expuesto en las aceras.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 140 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------



Figura 105: Puente sobre río Estero Negro. Grieta diagonal en todo el ancho de la losa así como señalización horizontal deficiente.



Figura 106: Puente sobre río Estero Negro. Agrietamiento en dos direcciones en la losa.



Figura 107: Puente sobre río Estero Negro. Grietas en dirección perpendicular al sentido del tráfico.



Figura 108: Puente sobre río Estero Negro. Desprendimiento del concreto de la losa.



Figura 109: Puente sobre río Estero Negro. Agujeros en la losa cubiertos con mezcla asfáltica. Algunos de los agujeros presentan varias sobrecapas.



Figura 110: Puente sobre río Estero Negro. Agrietamiento en la superficie inferior de la losa.



Figura 111: Puente sobre río Estero Negro. Agrietamiento vertical en el diafragma sobre la pila del lado de Limón, con espesor decreciendo desde la cara inferior a la superior de la viga, siendo el promedio de 7 mm.



Figura 112: Puente sobre río Estero Negro. Apoyos elastoméricos con deformación horizontal y abultamiento vertical en ambos bastiones y en la pila del lado de Limón. Para los apoyos de las otras pilas no se tuvo acceso para realizar la inspección.

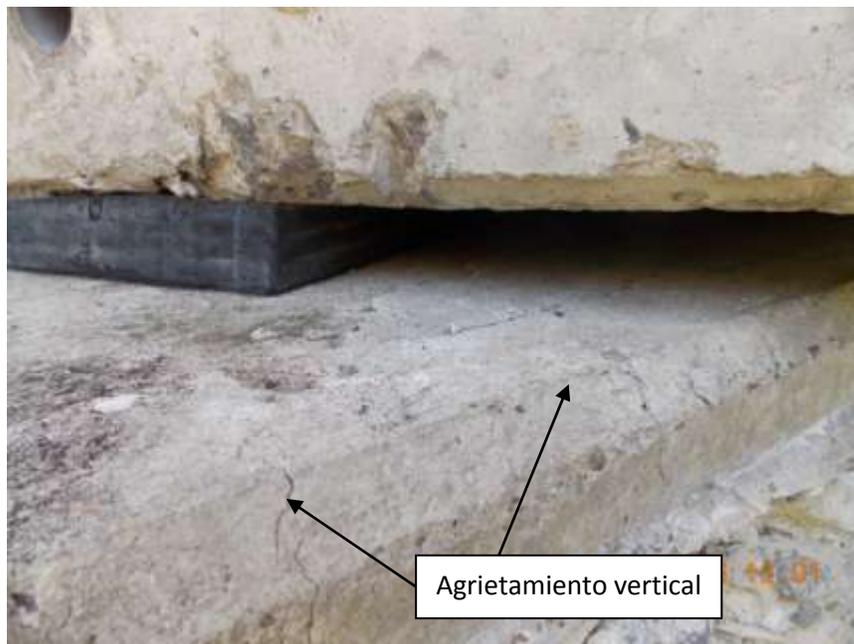


Figura 113: Puente sobre río Estero Negro. Agrietamiento en la zona de los apoyos de la pila del lado de Limón.



Figura 114: Puente sobre río Estero Negro. Desprendimiento de concreto y acero de refuerzo expuesto y con corrosión en la zona de los apoyos de la pila del lado de Limón.



Figura 115: Puente sobre río Estero Negro. Pérdida superficial del relleno en los aletones y losas de aproximación.



Figura 116: Puente sobre Estero Margarita. Ausencia de terminales y anclaje inadecuado de los guardavías en los accesos.



Figura 117: Puente sobre Estero Margarita. Guardavías desconectado de los soportes verticales.



Figura 118: Puente sobre Estero Margarita. Soportes verticales de los guardavías con corrosión generalizada.



Figura 119: Puente sobre Estero Margarita. Guardavías utilizado como baranda del puente deformado.



Figura 120: Puente sobre Estero Margarita. La barrera de contención ha perdido el anclaje en este punto debido a la fractura de la placa.



Figura 121: Puente sobre Estero Margarita. Juntas de expansión cubiertas con capa de mezcla asfáltica en los bastiones.



Figura 122: Puente sobre Estero Margarita. Desprendimiento del concreto con exposición del acero de refuerzo y ausencia del sello elastomérico la junta de expansión sobre la pila.



Figura 123: Puente sobre Estero Margarita. Pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto en la junta de expansión sobre la pila.



Figura 124: Puente sobre Estero Margarita. Agujeros en la losa cubiertos con mezcla asfáltica así como señalización horizontal en mal estado.



Figura 125: Puente sobre Estero Margarita. Desprendimiento del concreto de la losa.



Figura 126: Puente sobre Estero Margarita. Grieta observada en la superficie inferior de la losa con evidencia de humedad a través de la misma y acero expuesto.



Figura 127: Puente sobre Estero Margarita. Agrietamiento y desprendimiento del concreto en la superficie inferior de la losa.



Figura 128: Puente sobre Estero Margarita. Corrosión severa de las placas y pernos de los apoyos de las vigas y deterioro avanzado de los apoyos elastoméricos, en donde se evidencia un desplazamiento longitudinal permanente.



Figura 129: Puente sobre Estero Margarita. Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído en el cuerpo principal de la pila.



Figura 130: Puente sobre Estero Margarita. La acumulación importante de escombros produce la reducción de la capacidad hidráulica de la sección.



Figura 131: Puente sobre río Estrella. Anclaje inadecuado de los guardavías.



Figura 132: Puente sobre río Estrella. Soportes verticales de la barrera de contención vehicular con corrosión generalizada.



Figura 133: Puente sobre río Estrella. Pérdida de sección del angular en la junta de expansión sobre la pila 1 (foto superior) y junta de expansión abierta sobre la pila 3 (foto inferior), siendo la numeración de las pilas en orden ascendente empezando del lado de Limón.



Figura 134: Puente sobre río Estrella. Pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto en la junta de expansión sobre la pila 2.



Figura 135: Puente sobre río Estrella. Pérdida de concreto en la superficie superior de la losa y acero de refuerzo expuesto.



Figura 136: Puente sobre río Estrella. Agrietamiento y pérdida de concreto en secciones intervenidas previamente.



Figura 137: Puente sobre río Estrella. En los agujeros que han sido cubiertos con mezcla asfáltica como intervención se observa que el desprendimiento del concreto continúa.



Figura 138: Puente sobre río Estrella. Agrietamiento en dos direcciones, predominantemente transversal, en la losa.



Figura 139: Puente sobre río Estrella. Agujeros en la losa cubiertos con láminas de acero y mezcla asfáltica.

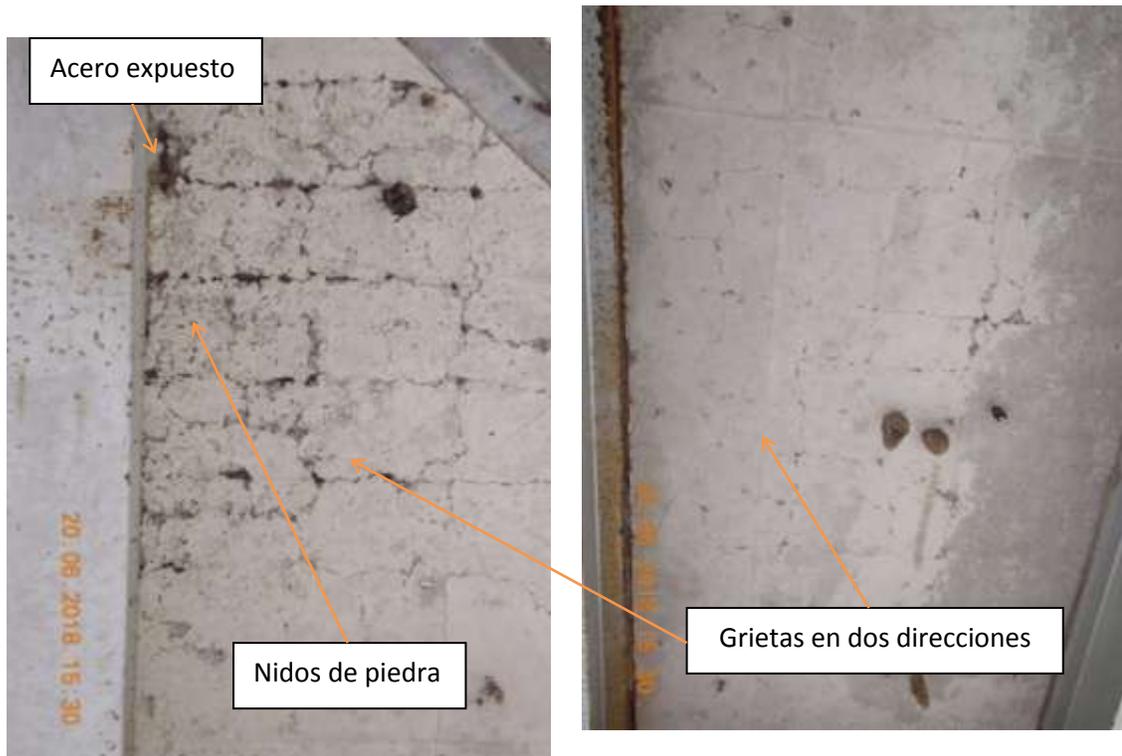


Figura 140: Puente sobre río Estrella. Nidos de piedra, agrietamiento en dos direcciones y acero expuesto observables en la superficie inferior de la losa.



Figura 141: Puente sobre río Estrella. Intervenciones en la losa y otras zonas que muestran agrietamiento, filtraciones y acero de refuerzo expuesto.



Figura 142: Puente sobre río Estrella. Detalle del deterioro de la losa: pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto y oxidado.



Figura 143: Puente sobre río Estrella. La filtración de agua a través de las grietas en la losa favorecen la corrosión de los elementos de la cercha.



Figura 144: Puente sobre río Estrella. Intervenciones realizadas en la losa del puente.



Figura 145: Puente sobre río Estrella. Apoyo con rotación y corrosión generalizada.



Figura 146: Puente sobre río Estrella. En todos los elementos de la cercha se observa el deterioro avanzado del sistema de protección y corrosión avanzada. Además elementos deformados.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 170/216



Figura 147: Puente sobre río Estrella. Corrosión generalizada en los elementos de las cerchas en las zonas de los apoyos.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 170 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 171/216



Figura 148: Puente sobre río Estrella. Corrosión avanzada en las conexiones con evidencia de pérdida de sección en la cabeza de los pernos.



Figura 149: Puente sobre río Estrella. La acumulación de sedimentos en los elementos de la cuerda inferior de la cercha favorecen la corrosión de los elementos.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 171 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------



Figura 150: Puente sobre río Estrella. Corrosión severa con pérdida de sección en las conexiones de los elementos de la cercha (placa de conexión del arriostramiento inferior).



Figura 151: Puente sobre río Estrella. Agrietamiento y manchas por la filtración de agua en el cuerpo de las pilas.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 173/216



Figura 152: Puente sobre río Estrella. Manchas por la filtración de agua en el cuerpo de las pilas.



Figura 153: Puente sobre río Tuba. Vista superior de las juntas de expansión: Junta abierta sobre el bastión 1 (izquierda) y cubierta con mezcla asfáltica sobre el bastión 2 (derecha).

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 173 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------



Figura 154: Puente sobre río Tuba. Abertura de la transición entre la lámina metálica y la losa del puente donde se observa acero expuesto y fracturado.



Figura 155: Puente sobre río Tuba. Vista inferior de la transición entre la losa y la lámina metálica.



Figura 156: Puente sobre río Tuba. Guardavías deformado y desanclado que requiere reemplazo, acceso 1 aguas abajo (Limón).



Figura 157: Puente sobre río Tuba. Guardavías deformado y remate inadecuado de los guardavías según el sentido del tráfico, caso del acceso 1 (Limón).

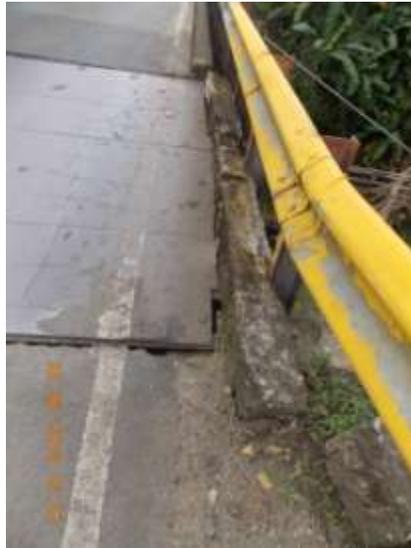


Figura 158: Puente sobre río Tuba. Guardavías anclado a elemento de concreto que está separado de la estructura.



Figura 159: Puente sobre río Tuba. Pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto en sección de concreto separada de la losa.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 177/216



Figura 160: Puente sobre río Tuba. Lámina metálica utilizada como reemplazo de una sección de la losa.



Figura 161: Puente sobre río Tuba. Vista inferior de la lámina metálica utilizada como reemplazo de una sección de la losa.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 177 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------



Figura 162: Puente sobre río Tuba. Filtración de agua y eflorescencias a través de las grietas transversales observadas en la superficie inferior de la losa.



Figura 163: Puente sobre río Tuba. Acero de refuerzo expuesto en la superficie inferior de la losa.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 179/216



Figura 164: Puente sobre río Tuba. Ausencia de sistema de protección de la cercha y corrosión generalizada en todos los elementos.



Figura 165: Puente sobre río Tuba. Detalle de la corrosión con pérdida de sección de los elementos de la cercha, especialmente la cuerda inferior.



Figura 166: Puente sobre río Tuba. Estructura informal soportada sobre las cuerdas inferiores de las cerchas.



Figura 167: Puente sobre río Tuba. El bastión 1 está destruido y la cercha aparenta estar incrustada en el bastión producto de la acción del terremoto de Limón de 1991.



Figura 168: Puente sobre río Tuba. Agrietamiento observado a ambos lados de los bastiones, en este caso en el bastión 2 (Sixaola), producto de la acción del terremoto de Limón de 1991.



Figura 169: Puente sobre río Tuba. Detalle del agrietamiento en el bastión 2.



Figura 170: Puente sobre río Tuba. Inclínación del bastión 1 (arriba) y bastión 2 (abajo).



Figura 171: Puente sobre el río Hone. Corrosión en apoyo y desprendimientos en el pedestal.



Figura 172: Puente sobre el río Hone. Agrietamiento horizontal en el bastión B1.



Figura 173: Puente sobre la quebrada Dos Aguas. Nido de piedra en viga principal.



Figura 174: Puente sobre la quebrada Dos Aguas. Corrosión de los elementos metálicos y pernos de los apoyos.



Figura 175: Puente sobre el río Sand Box. Agrietamiento en la cara inferior del tablero.



Figura 176: Puente sobre el río Sand Box. Erosión total del talud frente al bastión y socavación en el bastión con cimentación de pilotes expuesta.



Figura 177: Puente sobre la quebrada Cuabre. Agrietamiento en dos direcciones en la cara inferior del tablero.



Figura 178: Puente sobre la quebrada Cuabre. Oxidación puntual en elementos metálicos de los apoyos.



Figura 179: Puente sobre el río Cocles. Agrietamiento vertical aislado en el cuerpo del bastión.



Figura 180: Puente sobre el río Cocles. Agrietamiento en dos direcciones en la cara inferior del tablero.



Figura 181: Puente sobre el río Cocles. Eflorescencia puntual en la intersección viga-tablero.



Figura 182: Puente sobre la quebrada Quebra Caña (Daytonia-Finca 96). Juntas de expansión cubiertas con asfalto.



Figura 183: Puente sobre la quebrada Quebra Caña (Daytonia-Finca 96). Agrietamiento en dos direcciones en la superficie inferior del tablero.



Figura 184: Puente sobre la quebrada Quebra Caña (Daytonia-Finca 96). Erosión total del talud frente al bastión y socavación parcial en el bastión con cimentación de pilotes expuesta.



Figura 185: Puente sobre la quebrada Quebra Caña (Finca 97). Agrietamiento en dos direcciones en la superficie inferior del tablero.



Figura 186: Puente sobre la quebrada Quebra Caña (Finca 97). Oxidación puntual en la viga principal de acero.



Figura 187: Paso a desnivel sobre Ruta Cantonal. No hay un rótulo que indique la altura máxima del vehículo que puede circular bajo el paso.



Figura 188: Paso a desnivel sobre Ruta Cantonal. Ausencia de barrera de contención vehicular.



Figura 189: Paso a desnivel sobre Ruta Cantonal. Agrietamiento en una dirección en la superficie inferior del tablero



Figura 190: Paso a desnivel sobre Ruta Cantonal. Agrietamiento en una dirección en el cuerpo del bastión.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 195/216

ANEXO 4

Detalle de la determinación de la condición de las
 10 alcantarillas evaluadas en la Ruta Nacional
 No. 36

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 195 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 196/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 196 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 197/216

A continuación se presenta en la tabla A4 un resumen de los hallazgos de mayor impacto en la condición para las 10 alcantarillas inspeccionadas. En la tabla A4 se tienen 2 columnas: en la primera *Elemento evaluado* se indica cual aspecto se evalúa de la alcantarilla. La siguiente columna, *Inspección Visual*, indica los aspectos de mayor importancia observados por elemento en la visita (incluye según la severidad y tipo de daño una fotografía).

Tabla No. A4a. Condición de las alcantarillas y sus elementos ((*FX*), indica: ver figura *FX*)

1) Alcantarilla Q. Sin Nombre (Kilómetro: 16+166)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F191).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Acero de refuerzo expuesto con corrosión severa y evidencia de recubrimiento inadecuado (F191) y (F192).
Delantal	Socavación leve a la salida del delantal (F194).
Aletones	Acero de refuerzo expuesto con corrosión severa y evidencia de recubrimiento inadecuado (F191).
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 0% - 20% (F193).
2) Alcantarilla Q. Sin Nombre (Kilómetro: 39+800)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F195).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Sin daños observados.
Delantal	Vulnerable a socavación a la salida del delantal (SAEP, 2016).
Aletones	Sin daños observados.
Protecciones	Disipadores de energía en el delantal de salida (F195).
Obstrucción	Sin daños observados.
3) Alcantarilla R. Suarez (Kilómetro: 43+260)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F196).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Agrietamiento en una dirección en cara inferior de losa superior y en las paredes de las celdas (SAEP, 2016).
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Agrietamiento y descascaramiento (SAEP, 2016).
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Sedimentación en celdas y presencia de troncos en el cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 20% - 40% (F196).

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 197 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

Tabla No. A4b (Continuación). Condición de las alcantarillas y sus elementos

4) Alcantarilla R. Comadre (Kilómetro: 44+530)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F197).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Agrietamiento en dos direcciones en cara inferior de losa superior y en las paredes de las celdas (SAEP, 2016).
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Sin daños observados.
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Sedimentación en celdas y presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 20% - 40% (F197).

5) Alcantarilla Q. Sin Nombre (Kilómetro: 46+200)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F198).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Sin daños observados.
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Sin daños observados.
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Sin daños observados.

6) Alcantarilla Q. Sin Nombre (Kilómetro: 46+655)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F199).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Agrietamiento serio en dos direcciones con desprendimiento de concreto en la cara inferior de la losa superior y evidencia de eflorescencia (SAEP, 2016).
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Sin daños observados.
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Sedimentación en celdas y presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 20% - 40% (F199).

7) Alcantarilla Q. Sin Nombre (Kilómetro: 46+900)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F200).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Agrietamiento serio en dos direcciones con desprendimiento de concreto en la cara inferior de la losa superior (SAEP, 2016).
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Sin daños observados.
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Sedimentación en celdas y presencia de vegetación, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 80% - 100% (F200).

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 199/216

Tabla No. A4c (Continuación). Condición de las alcantarillas y sus elementos

8) Alcantarilla Q. Sin Nombre (Kilómetro: 81+050)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (SAEP, 2016).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Agrietamiento en una dirección en cara inferior de losa superior y en las paredes de las celdas (SAEP, 2016).
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Sin daños observados.
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Presencia de vegetación y troncos en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 0% - 20%, (SAEP, 2016).

9) Alcantarilla Q. Sin Nombre (Kilómetro: 83+500)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barrera vehicular y guardavías (F201).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Sin daños observados.
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Sin daños observados.
Protecciones	Sin elementos de protección
Obstrucción	Sedimentación en celdas y presencia de vegetación en cabezal de entrada, provocando obstrucción y reduciendo la capacidad hidráulica de la estructura entre 0% - 20% (F201).

10) Alcantarilla Q. Finca Celia (Kilómetro: 85+820)	
Elementos evaluados	Inspección Visual
Seguridad Vial	Ausencia de barreras de contención vehicular (F202).
Terraplén	Sin daños observados.
Estructura longitudinal	Sin daños observados.
Delantal	Sin daños observados.
Aletones	Sin daños observados
Protecciones	Sin elementos de protección.
Obstrucción	Sin daños observados.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 200/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 200 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 201/216

ANEXO 5

Detalle fotográfico de las deficiencias observadas
en las alcantarillas.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 201 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 202/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 202 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

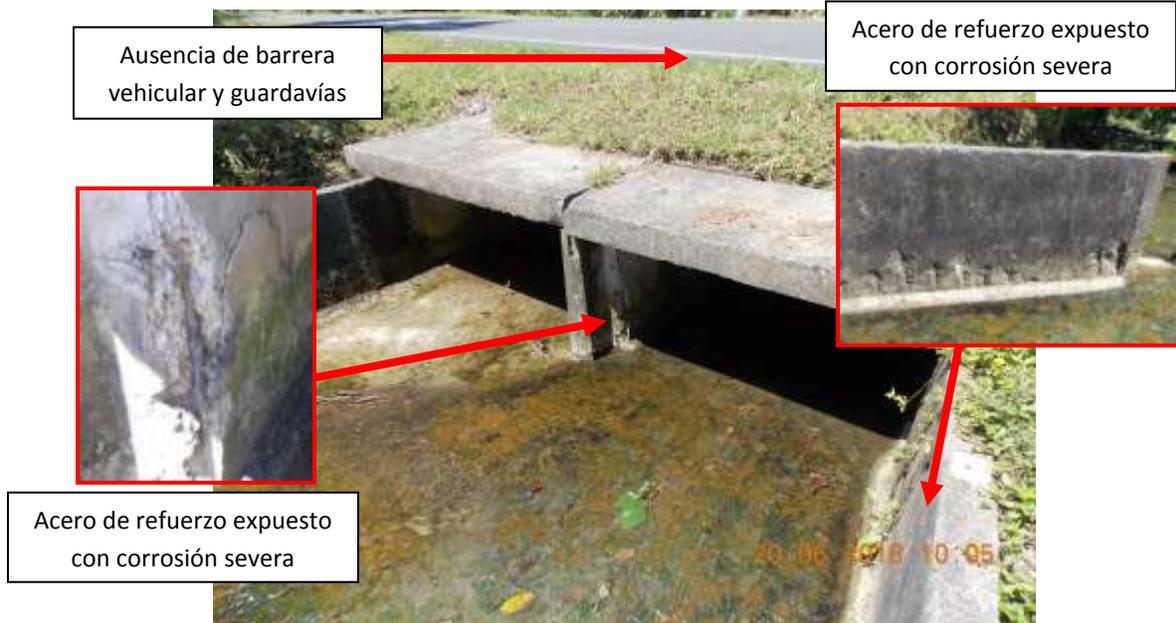


Figura 191: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 16+166). Ausencia de guardavías en los accesos y barreras de contención en la estructura; acero de refuerzo expuesto con corrosión severa y evidencia de recubrimiento inadecuado en paredes de celdas y aletones.



Figura 192: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 16+166). Acero de refuerzo expuesto con corrosión severa y evidencia de recubrimiento inadecuado en cara inferior de losa superior.



Figura 193: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 16+166). Presencia de vegetación en cabezal de entrada.

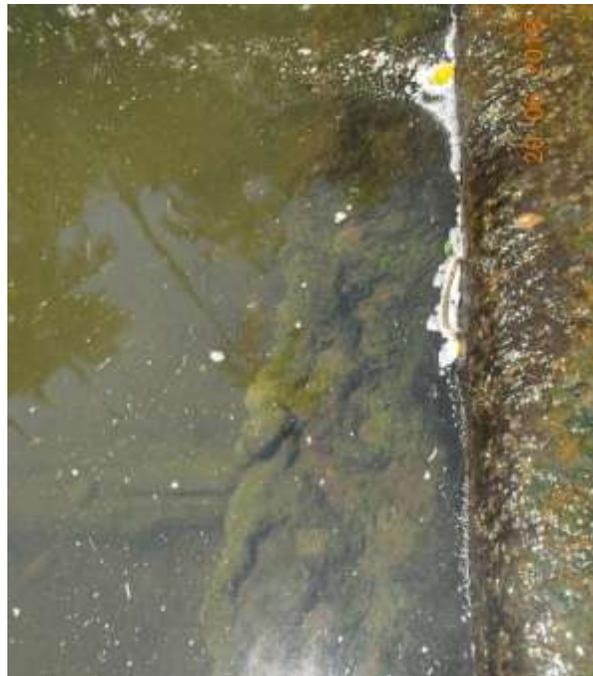


Figura 194: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 16+166). Socavación leve a la salida del delantal.



Figura 195: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 39+800). Ausencia de barreras vehiculares y guardavías en los accesos.



Figura 196: Puente sobre el río Suarez (43+260). Ausencia de barreras vehiculares y guardavías en los accesos, presencia de troncos en cabezal de entrada y sedimentación en celdas.



Figura 197: Puente sobre el río Comadre (44+530). Ausencia de barreras vehiculares y guardavías en los accesos, presencia de vegetación y sedimentación en celdas y delanteras.



Figura 198: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 46+200). Ausencia de barreras vehiculares y guardavías en los accesos.



Figura 199: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 46+655). Ausencia de barreras vehiculares y guardavías en los accesos.

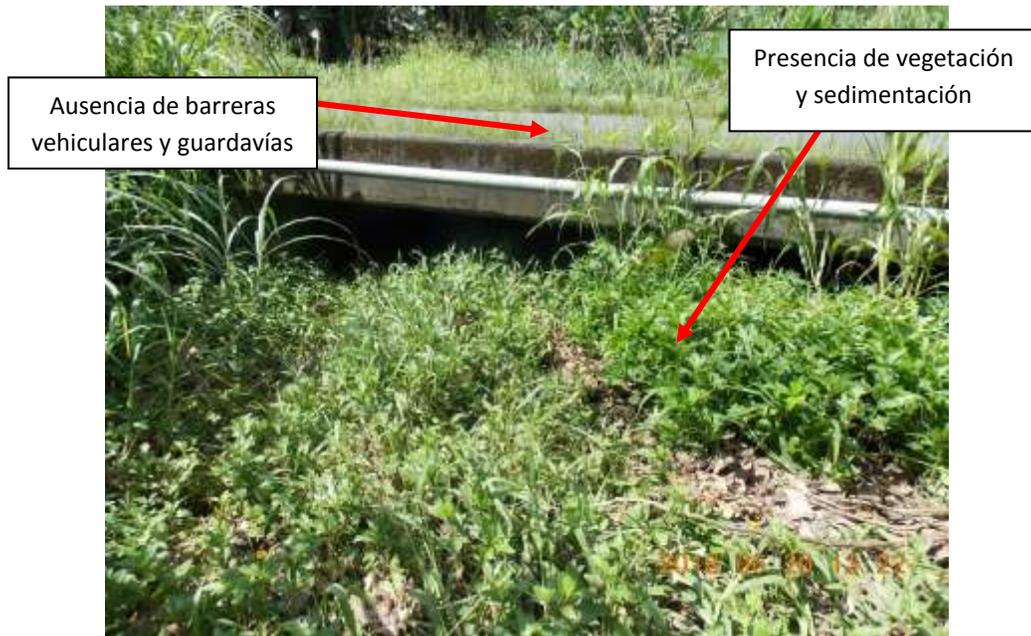


Figura 200: Alcantarilla sobre quebrada Sin Nombre (km 46+900). Ausencia de barreras vehiculares y guardavías en los accesos.



Figura 201: Puente sobre quebrada Sin Nombre (83+500). Ausencia de barreras vehiculares y guardavías en los accesos, presencia de vegetación.



Figura 202: Puente sobre quebrada Finca Celia (85+820). Ausencia de barreras de contención vehicular y presencia de vegetación.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 209/216

ANEXO 6

Descripción de las categorías de calificación
 cualitativa de la condición del puente de acuerdo
 con informe LM-PI-UP-05-2015

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 209 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 210/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 210 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 211/216

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
1	SATISFACTORIA	Estado bueno. Sin daño o los daños son leves. La estabilidad estructural, seguridad vial y durabilidad están asegurados.	Mantenimiento rutinario. (Se asume que está programado para todos los puentes de la Red Vial Nacional).
2	REGULAR	Deterioros ligeros que deben ser tratados por aspectos de durabilidad o progresión del daño. Deficiencias en aspectos de seguridad vial.	Reparaciones se programan en conjunto con el siguiente mantenimiento rutinario del puente.
3	DEFICIENTE	Deficiencia importante, pero los componentes del puente funcionan aún de forma adecuada. Daño o defecto en seguridad vial peligroso.	Es necesario programar la reparación previo al próximo mantenimiento rutinario.
4	SERIA	Puente estable pero con deterioro significativo en uno o varios elementos estructurales primarios, o falla en secundarios. Si no se trata la proliferación del deterioro, este podría conducir a una situación inestable a futuro. Deficiencia en seguridad vial muy riesgosa para los usuarios.	<u>Atención pronta.</u> Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Se debe atender una situación peligrosa en la seguridad vial de forma prioritaria incluyendo el señalamiento de la situación vial riesgosa.
5	ALARMANTE	Situación crítica. La estabilidad del puente puede estar comprometida en un periodo de tiempo corto gracias a la progresión del daño. Procurar reparación o tratamiento inmediato para asegurar estabilidad y evitar daños irreversibles en los elementos.	<u>Atención prioritaria.</u> Se debe señalar la condición estructural peligrosa del puente y los trabajos de reparación son prioritarios. Evaluar la capacidad estructural residual del puente para juzgar si es necesario restringir la carga permitida.
6	RIESGO INACEPTABLE o FALLA INMINENTE	Condición de deterioro inaceptable en puentes de importancia muy alta o situación de puente inestable con riesgo alto de colapso de la estructura. Daño severo en un elemento crítico o daños severos extendidos sobre varios elementos principales. Daño irreversible que posiblemente requiera el cambio del puente o la sustitución de elementos dañados.	<u>Atención inmediata.</u> Cerrar el puente o restringir el paso de vehículos pesados (según criterio de la Administración). Evaluar necesidad de colocación de soportes temporales o un puente temporal. Estudio estructural del puente y propuesta de reparación o cambio del puente.

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 211 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 212/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 212 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 213/216

ANEXO 7

Glosario

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 213 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 214/216

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 214 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 215/216

- **Inspección:** Es el reconocimiento visual 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 condición el día de la visita al sitio.
- **Evaluación:** Es la determinación de la condición del puente a partir de las observaciones realizadas durante la inspección.
- **Evento hidrometeorológico extremo:** episodio, suceso o evento meteorológico e hidrológico que es raro, o infrecuente, según su distribución estadística para un lugar determinado. Ocurrencia de un valor o una variable climática por encima (o debajo) del valor límite cerca de los extremos superior e inferior del rango de valores observados (IPCC, 2012).
- **Lahar:** Término proveniente de Indonesia cuyo significado es flujo de detritos, flujo transicional o flujo hiperconcentrado proveniente de un volcán que baja por un cauce. Su origen requiere una fuente de agua, material piroclástico no consolidado, laderas con pendientes pronunciadas y un mecanismo disparador como erupciones volcánicas, lluvias torrenciales o terremotos (Ruiz-Cubillo, et. al., 2015).
- **Conservación de Puentes:** Son las acciones o estrategias que previenen, retrasan o reducen el deterioro de los puentes o de los componentes de puentes, restablecen la función de puentes existentes, mantienen a los puentes en buena condición y extienden su vida útil. Acciones de conservación efectivas de puentes son necesarias para retrasar la necesidad de reparaciones costosas y acciones de reemplazo, por medio de la aplicación de estrategias y acciones de conservación en los puentes mientras estos están en una condición satisfactoria, regular o deficiente (ver tabla B-1) y antes del comienzo de deterioro serio. Conservación de puentes incluye actividades de *mantenimiento preventivo* y de *rehabilitación* (FHWA, 2011).
- **Mantenimiento Preventivo:** Es la estrategia planeada de tratamientos de costo efectivo a un puente existente de forma tal que se preserve, se retarden futuros deterioros, y se mantenga o mejore la condición funcional del sistema (sin una mejora sustancial de la capacidad estructural). Se aplica a elementos de puente con una significativa vida útil

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 215 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2018	Página 216/216

remanente. Mantenimiento preventivo incluye actividades *cíclicas o programadas* y *actividades basadas en la condición* (FHWA, 2011).

- **Mantenimiento Cíclico o Programado:** Actividades realizadas en un intervalo preestablecido y que buscan preservar las condiciones existentes de los componentes de un puente. La condición de los componentes no siempre es directamente mejorada como resultado de estas actividades, pero se espera que el deterioro sea retrasado (FHWA, 2011).
- **Mantenimiento Basado en la Condición:** Actividades realizadas en los componentes de un puente según sea necesario e identificadas por medio del proceso de inspección de puentes. Estas actividades son diseñadas para extender la vida útil de los puentes (FHWA, 2011).
- **Rehabilitación:** Involucra trabajos mayores requeridos para restablecer la integridad estructural de un puente así como los trabajos necesarios para corregir la mayoría de defectos de seguridad. Si bien es cierto la *rehabilitación* es considerada una tarea de *conservación de puentes*, mejoras funcionales tales como agregar un carril o aumentar el claro vertical, son a menudo consideradas actividades de *rehabilitación* pero no tareas de *conservación de puentes* (FHWA, 2011).
- **Sustitución:** Es el reemplazo total de un puente estructural o funcionalmente obsoleto, por medio de una estructura construida en el mismo corredor vial. La estructura de reemplazo deberá cumplir los estándares más actuales de geometría, estructurales y constructivos, requeridos para los tipos y volumen proyectado de tránsito en el puente para su vida de diseño. La sustitución no es considerada una actividad de *conservación de puentes* (FHWA, 2011).
- **Ruta Alternativa:** Debe considerarse una ruta alternativa como la ruta que inicia en un punto de intersección de una ruta principal, pasa a través de ciertos poblados y ciudades, y luego conecta de nuevo con la ruta principal a varios kilómetros de distancia. Una ruta alternativa debe ser designada como tal solo si ambas rutas son capaces de alojar la misma demanda de tránsito y cuando la ruta alternativa tiene substancialmente las mismas características geométricas y estructurales de la ruta principal (AASHTO, 2000).

Informe LM-PIE-UP-P03-2018	Setiembre, 2018	Página 216 de 216
----------------------------	-----------------	-------------------