



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

LM-PI-GM-INF-02-2015

INFORME GENERAL SOBRE CONDICIÓN DE PUENTES EN EL CANTÓN DE BUENOS AIRES DE PUNTARENAS

Preparado por:
Unidad de Gestión Municipal



San José, Costa Rica
Marzo, 2015



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la ley 8114 según la reforma aprobada en la ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

Información técnica del documento

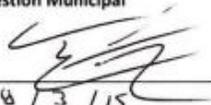
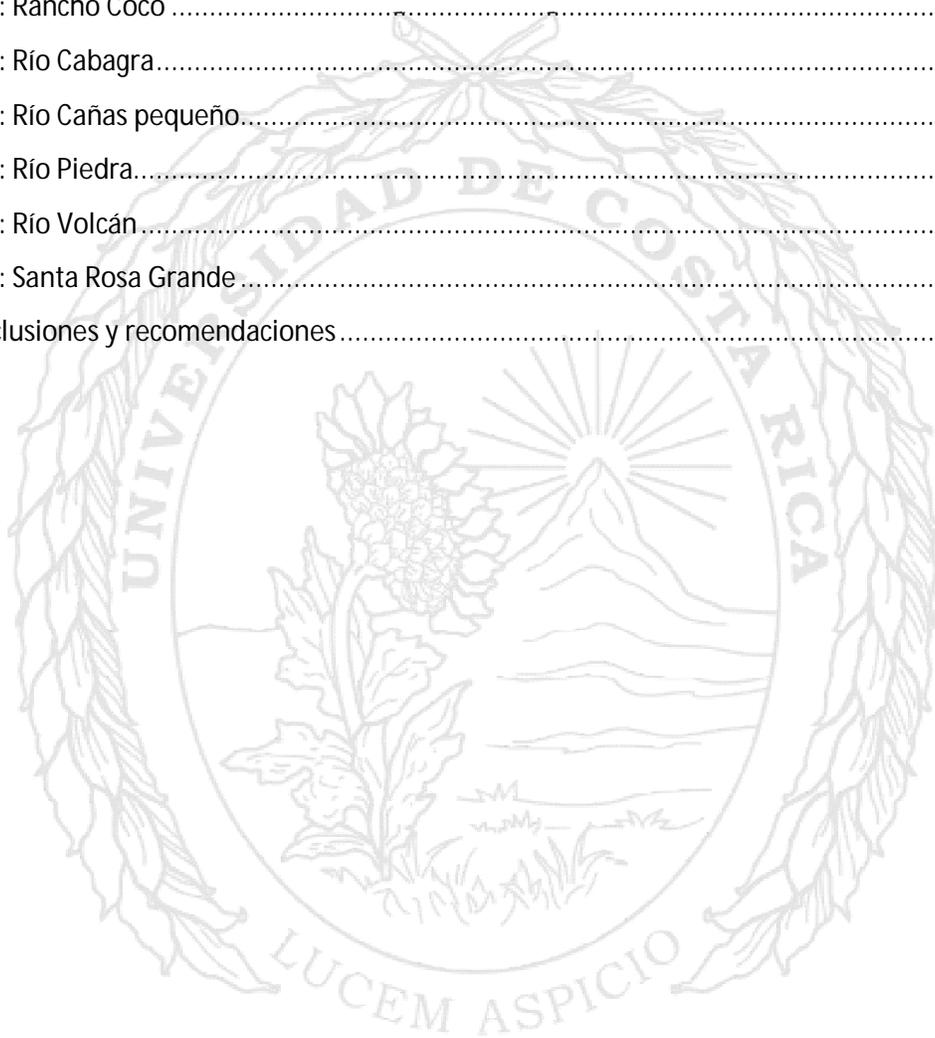
1. Informe LM-PI-GM-INF-02-2015		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe general sobre condición de puentes en el cantón de Buenos Aires de Puntarenas		4. Fecha del Informe: Marzo 2015
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen Este informe es un producto del convenio establecido entre el LanammeUCR y la Municipalidad de Buenos Aires de Puntarenas, dentro del marco de las competencias establecidas en la Ley 8114 y 8603. El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de 37 puentes ubicados en la Red Vial Cantonal de Buenos Aires, mostrando los principales aspectos que se consideran necesarios atender en cada caso. La información ha sido recabada en campo tanto por parte de personal del LanammeUCR como de la Municipalidad con el objetivo de priorizar las intervenciones en puentes, así como contar con una base de datos georeferenciada sobre la condición general de cada estructura. Se ha seguido la metodología de inspección establecida en el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas para realizar a cabo este proceso de inspección.		
10. Palabras clave Inspección de puentes, Buenos Aires	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 54
13. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 6 / 3 / 15		
14. Aprobado por: Lic. Carlos Campos Cruz, Mba Coordinador Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 9 / 3 / 15		

Tabla de Contenidos

1. Introducción.....	5
2. Objetivos.....	5
3. Alcance del informe	6
4. Descripción general.....	7
5. Principales hallazgos en cada puente.....	9
Puente: Plaza Bajo Sábalo	10
Puente: Bajo Coto	11
Puente: Canasta	12
Puente: El Campo.....	14
Puente: Recibidor.....	15
Puente: Platanillal	17
Puente: Río Sábalo Rojo	18
Puente: Río Limón.....	19
Puente: Río Limoncito	20
Puente: Santa Lucía.....	21
Puente: Bailey Pilas.....	23
Puente: Colgante Jabillo.....	24
Puente: La Lucha	25
Puente: Río Guineal.....	26
Puente: Río Limoncito (distrito Potrero Grande).....	27
Puente: Río Mosca	28
Puente: Río Singri.....	29
Puente: Río Sonador	30
Puente: Akum	31
Puente: Bailey Brujo.....	33
Puente: Convento	35
Puente: Cordoncillo.....	37
Puente: Cordoncillo Quebrada Seca	38
Puente: Cristo Rey.....	39

Puente: La Guapinola Santa Marta	40
Puente: La Guapinola Socorro	41
Puente: La Virgen	42
Puente: Bolas 1	43
Puente: Bolas 2	44
Puente: Quebrada El Pueblo Ceibo.....	45
Puente: Quebrada Potrero Grande.....	46
Puente: Rancho Coco	47
Puente: Río Cabagra.....	48
Puente: Río Cañas pequeño.....	50
Puente: Río Piedra.....	51
Puente: Río Volcán.....	52
Puente: Santa Rosa Grande	53
6. Conclusiones y recomendaciones.....	54



1. Introducción

Este informe sobre la condición de 37 puentes en el cantón de Buenos Aires en diferentes rutas es un producto de las inspecciones de campo realizadas por parte de personal del LanammeUCR y de la Municipalidad de Buenos Aires como parte del convenio de establecido entre ambas instituciones. Mismo que ha contemplado el diagnóstico de parte de la red vial asfaltada, no pavimentada, actividades de asesoría técnica y capacitación.

Las inspecciones fueron realizadas en diversos periodos de trabajo entre el año 2011 y el año 2014, por lo que existen estructuras que han sido inspeccionadas en varias ocasiones. Los lineamientos seguidos durante todo el proceso ha sido el establecido por el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, utilizando los formularios establecidos los cuales han sido procesados por personal de la municipalidad y constituyen junto con este documento en el principal insumo de diagnóstico sobre la condición de estos puentes inspeccionados.

2. Objetivos

- Presentar los principales hallazgos para cada puente inspeccionado señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención de parte de la Municipalidad de Buenos Aires para mejorar la condición estructural y funcional.
- Proporcionar recomendaciones generales sobre mantenimiento y/o reparación.
- Establecer una priorización para la intervención de las estructuras, mismas que han sido clasificadas dentro de cuatro categorías generales de condición: Mantenimiento, Regular, Deficiente, Crítico.

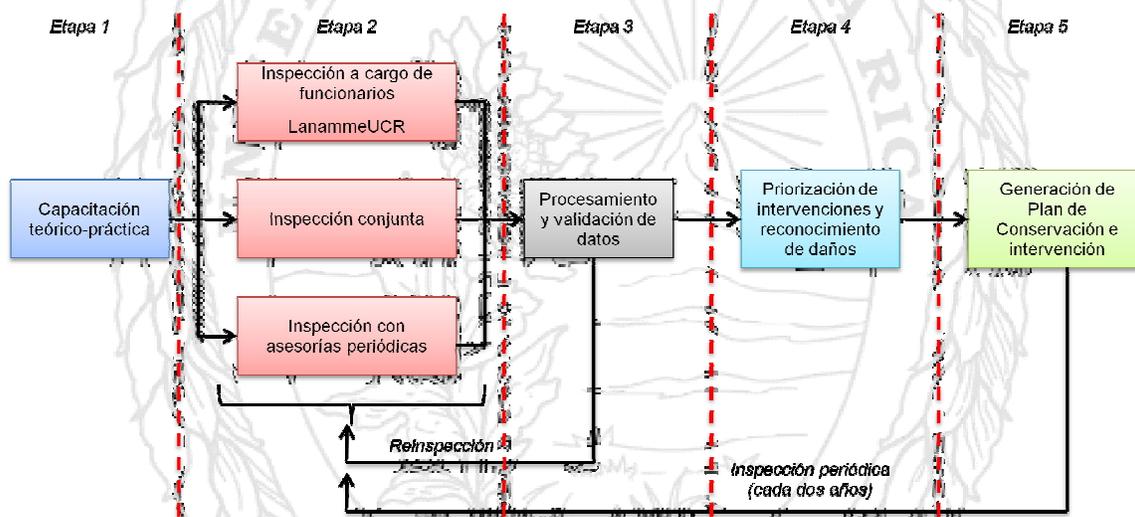
3. Alcance del informe

El informe se limita a la presentación de aquellos aspectos que se consideraron importantes de atender para cada puente; esto a partir del estudio de los informes de inspección rutinaria generados por parte de la Municipalidad, mismos que son complemento de este informe de condición.

No se brindan soluciones específicas para cada caso, sino que se dan recomendaciones basadas en los daños observados y en las condiciones de los principales componentes estructurales del puente.

Los criterios utilizados para la clasificación de los puentes y su designación dentro de cada categoría de daño se basan en la revisión del registro fotográfico de cada puente, por lo tanto son criterios basados en la inspección visual, experiencia y criterio profesional; en ningún caso corresponde a la ejecución de pruebas en campo, instrumentación o ensayos de carga en los puentes.

En el siguiente gráfico se resume la metodología que se utilizó para este proceso de inspección:



Esquema 1: Metodología de inspección propuesta

4. Descripción general

Los puentes que se han inspeccionado como parte de este informe se caracterizan por presentar estructuras típicas consistentes en su mayoría por puentes simplemente apoyados (dos bastiones y una superestructura) principalmente formados por vigas de acero y concreto, con sistemas de losa y longitudes inferiores a los 20 metros en la mayoría de los casos. También se tienen algunos puentes modulares de tipo Bailey, los cuales presentan longitudes mayores a los 20 metros, los cuales en su mayoría son de configuración doble simple. En menor cantidad se tienen puentes con apoyos intermedios (pilas) y colgantes.

Los puentes inspeccionados se ubican en los distritos de Biolley, Chánguena, Pilas, Potrero Grande y Volcán tanto en rutas pavimentadas como en rutas en lastre o tierra. La siguiente tabla resume algunas de sus características:

Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de puente	Ubicación	
Plaza Bajo Sábalo	8.5	Viga simples	8°57'46.7"	83°05'54.0"
Bajo Coto	54.6	Bailey	8°56'32.0"	83°05'51.3"
Canasta	15	Vigas simples	8°59'39.4"	83°00'40.6"
El Campo	11.4	Vigas simples	9°00'06.2"	83°01'40.1"
Recibidor	12.5	Vigas simples	9°00'22.4"	83°01'41.3"
Plantanillal	30.8	Vigas simples	9°02'31.0"	83°02'42.0"
Rio Sábalo Rojo	30.5	Bailey	8°57'58.1"	83°06'12.7"
Río Limón	30.2	Vigas simples	8°52'27.4"	83°06'15.8"
Río Limoncito (Chánguena)	155.4	Vigas simples	8°51'02.4"	83°06'00.3"
Santa Lucía	18.4	Vigas simples	8°54'24.1"	83°12'37.9"
Bailey Pilas	52.8	Bailey	9°05'07.1"	83°26'37.1"
Colgante Jabillo	49.2	Colgante	8°56'57.4"	83°04'24.0"
La Lucha	11.6	Vigas simples	9°05'49.6"	83°08'41.8"
Río Guineal	25.5	Viga simples	8°50'15.7"	83°05'13.2"

Río Limoncito (Potrero Grande)	55	Bailey	8°59'41.1''	83°13'14.4''
Río Mosca	14.8	Vigas simples	9°06'08.4''	83°08'35.1''
Río Singri	9	Vigas simples	9°02'38.0''	83°04'54.0''
Río Sonador	15	Vigas simples	9°17'50.1''	83°28'05.6''
Akum	12	Vigas simples	9°11'39.3''	83°17'49.6''
Bailey Brujo	37.3	Bailey	9°06'00.9''	83°16'14.9''
Convento	12	Vigas simples	9°17'53.6''	83°28'29.9''
Cordoncillo	10	Vigas simples	9°14'09.2''	83°28'14.1''
Cordoncillo Quebrada Seca	15	Vigas simples	9°14'09.2''	83°28'14.1''
Cristo Rey	15	Vigas simples	9°15'49.1''	83°29'58.5''
La Guapinola Santa Marta	13	Vigas simples	9°10'21.0''	83°23'27.0''
La Guapinola Socorro	15	Vigas simples	9°12'02.0''	83°24'05.0''
La Virgen	12.2	Vigas simples	9°03'56.8''	83°30'59.0''
Bolas 1	10.3	Chasis	9°06'10.6''	83°14'17.5''
Bolas 2	12.7	Vigas simples	9°05'49.7''	83°13'32.8''
Quebrada El Pueblo Ceibo	10	Losa	9°09'20.5''	83°21'37.5''
Quebrada Potrero Grande	15	Vigas simples	9°02'33.3''	83°05'29.9''
Rancho Coco	12.5	Vigas simples	9°11'36.0''	83°24'06.0''
Río Cabagra	12.5	Vigas simples	9°08'45.2''	83°12'48.8''
Río Cañas Pequeño	6	Losa	9°15'04.0''	83°22'26.0''
Río Piedra	30	Vigas simples	9°08'38.1''	83°12'20.0''
Río Volcán	8	Losa	9°13'49,2"	83°26'32,8"
Santa Rosa Grande	14	Losa	9°15'04.5''	83°22'36.4''

5. Principales hallazgos en cada puente

En esta sección se presentan los principales daños encontrados en cada puente inspeccionado durante este proceso; se brinda una breve explicación de los posibles riesgos asociados y una recomendación general de cómo proceder para cada caso.

La clasificación de cada puente corresponde a una valoración de los tipos de daño, el elemento afectado y la extensión del mismo. Los criterios de clasificación se basan en la siguiente tabla:

Tabla A-1. Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACION
MANTENIMIENTO GENERAL	No se han observado daños importantes. Podrían existir daños mínimos en elementos no estructurales. Estos daños no implican un riesgo para la seguridad de los usuarios del puente. Los daños requieren ser reparados durante los trabajos de mantenimiento rutinario que se debería realizar. Por ejemplo: acumulación de maleza y sedimentos sobre la calzada y en los accesos al puente, obstrucción de los drenajes del puente y sus accesos, daños menores en las barandas existentes y falta de señalización.
REGULAR	Se han observado daños en elementos no estructurales y daños mínimos en elementos principales. Estos daños implican un riesgo bajo para la seguridad de los usuarios. Se requiere brindar mantenimiento y realizar reparaciones mínimas lo antes posible. Por ejemplo: daños mayores en barandas, decoloración o pérdida de la señalización del puente (líneas de centro o de borde), faltante de captaluces o delineadores verticales, oxidación localizada y baches en los accesos del puente.
DEFICIENTE	Se observan daños en elementos principales como vigas, losas, bastiones y pilas. Estos daños no implican una reducción en la capacidad del puente. Además existen daños que afectan la funcionalidad del puente. Es necesaria la intervención inmediata para evitar que el daño se extienda o empeore y se convierta en crítico. Por ejemplo: daños en juntas de expansión que requieren su sustitución, ausencia de barandas, refuerzo expuesto, corrosión en elementos de acero, inicio de erosión del cauce, comienzos de socavación, falta de mantenimiento en dispositivos de amortiguamiento y rotura o pérdida de pernos en conexiones de elementos secundarios.
CRÍTICO	Se observan daños severos en elementos principales como vigas, losas, bastiones y pilas. Estos daños podrían implicar una reducción en la capacidad del puente y podría ser necesario colocar una restricción de carga. Cuando el puente se encuentra en este estado puede requerir de una intervención inmediata y la realización de estudios para determinar la capacidad de carga. Entre los daños que implican este estado se pueden mencionar: agujeros en losas, grietas en una y dos direcciones en losas, grietas estructurales en elementos principales (grietas por cortante y flexión), pérdida importante de sección en los elementos de acero por corrosión, longitud de asiento insuficiente, socavación avanzada en pilas y bastiones, rotura o pérdida de pernos en conexiones entre elementos principales y grietas en placas de conexión.

Puente: Plaza Bajo Sábalo

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Colisión en baranda</p>	<p>Se muestra un daño por colisión en la baranda del puente (sección inferior) que no se extiende en la totalidad de la longitud de la baranda.</p>	<p>La baranda en ese punto se encuentra evidentemente debilitada por lo que ante otro impacto podría ceder y no evitar que un vehículo caiga al cauce.</p>	<p>Realizar una sustitución del elemento roto evitando dejar bordes filosos donde pueda engancharse un vehículo.</p>
 <p>Socavación en bastión</p>	<p>Los bastiones antiguos muestran la condición de socavación de material que se da en este punto. Esta afectación se ha extendido hacia los bastiones actuales.</p>	<p>Los bastiones del puente pueden presentar deformaciones y asentamientos diferenciales que ocasionarían problemas de estabilidad del puente.</p>	<p>Realizar obras de sustitución del material socavado y obras de prevención en las cercanías de las cimentaciones.</p>
 <p>Fractura de bastión cerca de zona de apoyo de vigas</p>	<p>Fractura en bastión directamente alineada con zona de apoyos, posible falla por sobrecarga, deficiente resistencia del concreto o asentamiento de la subestructura.</p>	<p>Existe un riesgo asociado a propagación de la grieta y separación del bastión. También se corre el riesgo de mayores daños en esta zona que generarían un asentamiento de esta viga.</p>	<p>Debe analizarse con mayor detalle la condición de esta grieta, pues dependiendo de la extensión sería necesario reforzar el bastión. Si la grieta no se ha propagado se puede reparar localmente utilizando epóxicos.</p>

Puente: Bajo Coto

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Pérdida de material de apoyo</p>	<p>Parte del material cercano a la cimentación se ha desplazado.</p>	<p>De continuarse perdiendo material en estas zonas es posible que se den asentamientos diferenciales lo cual afectaría el comportamiento del puente.</p>	<p>Examinar en detalle la condición de apoyo en estas zonas. De ser necesario ejecutar obras de sustitución del material de apoyo perdido.</p>
 <p>Oxidación de elementos metalicos</p>	<p>La exposición al ambiente y condiciones de la zona han generado oxidación en múltiples elementos metálicos del puente.</p>	<p>La corrosión podría iniciar con un proceso de pérdida de sección transversal de los elementos soportantes, así como de la pérdida de fricción de los elementos de sujeción (tornillos).</p>	<p>Se considera necesario realizar un trabajo exhaustivo de remoción del oxido superficial y aplicar un sistema de protección de pintura en el puente, dando prioridad a los elementos por debajo del puente (largueros y travesaños). Revisar las conexiones con tornillos y reparar las que se encuentren flojas o perdidas.</p>
 <p>Obstrucción de apoyos por sedimentos</p>	<p>Las zonas de apoyo se encuentran expuestas a la presencia de sedimento que puede obstruir sus desplazamientos normales y propiciar la corrosión de los elementos metálicos.</p>	<p>La restricción que pueden generar estos sedimentos afectaría negativamente la respuesta del puente ante cargas y sismos. La corrosión que propicia estas condiciones reduce notablemente la vida útil del puente.</p>	<p>Realizar labores de limpieza en estas zonas de forma periódica. Aplicar un sistema de protección a los elementos metálicos.</p>

Puente: Canasta

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Perdida de material relleno aproximación</p>	<p>Se tiene pérdida del material en uno de los accesos por debajo del aletón.</p>	<p>El principal riesgo es que se pierda el acceso al puente de continuarse con este proceso de erosión del material.</p>	<p>Se considera necesario construir una extensión del aletón que impida la salida de este material. Evidentemente será necesario restituir el material perdido.</p>
 <p>Corrosión de vigas y elementos metálicos</p>	<p>Se aprecia el inicio de la corrosión que ya podría iniciar el proceso de delaminación del acero y formación de cúmulos de corrosión que eventualmente pueden reducir la sección de los elementos.</p>	<p>De no atenderse este problema la degradación de las vigas continuará y será posible observar la pérdida de sección que finalmente comprometería la estabilidad de la superestructura.</p>	<p>Realizar una limpieza general y retirar la oxidación superficial, colocar un sistema de protección contra la corrosión (pintura). Todo esto en tanto no se haya perdido sección en los elementos.</p>
 <p>Grietas y acero expuesto en losetas de piso</p>	<p>En varias losetas del puente se identificó acero expuesto y agrietamientos menores, así como vegetación entre las uniones de losetas.</p>	<p>Estos signos son muestra de deterioro que han sufrido estas losetas con el paso del tiempo, en caso de propagarse las grietas se pueden generar agujeros y fracturas de las losetas.</p>	<p>Evaluar cada caso de forma individual y sustituir aquellas losetas que tengan mayores problemas. No se considera adecuado sustituir el sistema por uno de losa colada in situ pues representaría un incremento en el peso muerto del puente.</p>

 <p>Socavación de bastiones</p>	<p>Existe socavación considerable por debajo de un bastión en el puente, la misma se extiende por debajo del nivel de cimentación.</p>	<p>Hay un riesgo latente de que el puente presente asentamientos diferenciales a causa de esta socavación. De no atenderse esta situación se corre el riesgo de colapso de la estructura.</p>	<p>Restituir el material perdido y realizar obras de protección contra la socavación observada.</p>
 <p>Ausencia de barandas</p>	<p>No hay barandas en el puente, tampoco es posible observar un sistema de canalización de vehículos en la entrada en curva del puente.</p>	<p>Existe el riesgo de caída de los vehículos y peatones al cauce del río. La situación del alineamiento en curva en un acceso del puente facilitaría un accidente grave.</p>	<p>Es necesario colocar barandas en el puente y un sistema de contención que canalice los vehículos en el acceso mostrado.</p>

Puente: El Campo

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="321 751 527 779">Oxidación de vigas</p>	<p data-bbox="716 359 966 485">Las vigas muestran oxidación y algunas deformaciones en las alas.</p>	<p data-bbox="992 359 1230 583">De no atenderse el problema de oxidación las vigas podrían presentar corrosión que reduzca su sección o genere delaminación.</p>	<p data-bbox="1256 359 1511 548">Remover la oxidación que se tiene actualmente y aplicar un sistema de protección contra la corrosión.</p>
 <p data-bbox="240 1199 613 1226">Inicios de socavación en el bastión</p>	<p data-bbox="716 814 966 1066">Existe degradación del material en las cercanías de las fundaciones del puente, esta degradación no se ha extendido por debajo de la cimentación.</p>	<p data-bbox="992 814 1230 1066">De tenerse un proceso de socavación debe evitarse que el mismo avance pues generaría inestabilidad del bastión.</p>	<p data-bbox="1256 814 1511 940">Construir obras de protección de las cimentaciones contra la socavación.</p>
 <p data-bbox="284 1625 573 1652">Daños en pila por impacto</p>	<p data-bbox="716 1262 966 1451">Hay evidencia de impactos en la pila del puente, posiblemente causadas por rocas arrastradas por el río durante las crecientes.</p>	<p data-bbox="992 1262 1230 1486">El acero interno está sometido a un proceso de corrosión y degradación al estar expuesto. Se facilita la formación de grietas.</p>	<p data-bbox="1256 1262 1511 1451">Se podría construir una protección alrededor de la pila (encamisado) concreto reforzado que corrija este problema.</p>

Puente: Recibidor

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación de vigas</p>	<p>Se aprecia el inicio de la corrosión que ya podría iniciar el proceso de delaminación del acero y formación de cúmulos de corrosión que eventualmente pueden reducir la sección de los elementos.</p>	<p>De no atenderse este problema la degradación de las vigas continuará y será posible observar la pérdida de sección que finalmente comprometería la estabilidad de la superestructura.</p>	<p>Realizar una limpieza general y retirar la oxidación superficial, colocar un sistema de protección contra la corrosión (pintura). Todo esto en tanto no se haya perdido sección en los elementos.</p>
 <p>Deterioro de las losetas en sus bordes</p>	<p>Las losetas muestran daños puntuales en los bordes.</p>	<p>De darse agrietamientos y pérdida del concreto de las losetas es posible la aparición de agujeros en la superficie de ruedo.</p>	<p>Debe analizarse cada caso en forma individual y reparar las uniones que muestren agrietamientos excesivos o pérdidas de concreto.</p>
 <p>Desgaste de la superficie de ruedo</p>	<p>La superficie de ruedo del puente se encuentra desgastada con presencia de baches.</p>	<p>De continuar este desprendimiento se expondrá perderá esta capa de desgaste, además la aparición de baches puede ocasionar accidentes al generar maniobras en medio del puente. El daño se puede acrecentar al darse acumulaciones de agua.</p>	<p>Aplicar medidas correctivas temporales para evitar la extensión de los baches. No debe colocarse una sobrecapa de concreto o asfalto sobre la actual. Evaluar la conveniencia de reconstruir la superficie de ruedo.</p>

	<p>No existen barandas en el puente que impidan la caída de un vehículo o un peatón al cauce.</p>	<p>Existe un riesgo latente de un accidente grave a causa de la ausencia de las barandas y escasa demarcación.</p>	<p>Instalar un sistema e contención vehicular que se extienda a las entradas del puente.</p>
<p>Ausencia de barandas</p>			



Puente: Platanilla

Condición: Mantenimiento

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación en placas de unión</p>	<p>Las placas de unión entre vigas no cuentan con sistema de protección contra la corrosión.</p>	<p>Las placas pueden degradarse rápidamente si no se protegen. Estos elementos son fundamentales pues son el medio de transferencia de carga a través de las vigas principales.</p>	<p>Aplicar un sistema de protección contra la corrosión que impida la formación de óxido en estos elementos.</p>
 <p>Labores de mantenimiento</p>	<p>El puente necesita labores de limpieza y mantenimiento periódicas para conservar su buena condición.</p>	<p>El principal riesgo es la degradación general del puente si no se aplican medidas periódicas de mantenimiento.</p>	<p>Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo que incluya limpieza de los elementos, aplicación de pintura, inspecciones de rutina al menos cada dos años.</p>

Puente: Río Sábalo Rojo

Condición: Crítica

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="315 743 542 774">Estructura colapsada</p>	<p data-bbox="721 359 967 520">En el mes de noviembre de 2014 el puente colapsó a causa de una falla en uno de los bastiones.</p>	<p data-bbox="993 359 1230 617">Las pobres condiciones de apoyo del bastión y un proceso de socavación generaron inestabilidad global del bastión.</p>	<p data-bbox="1256 359 1511 842">Debe considerarse con cuidado la construcción de un puente en este sitio. Las condiciones del material en los márgenes del río hacen suponer que se necesitarían trabajos de estabilización y reconstrucción de los bastiones antes de colocar una superestructura en este lugar.</p>
 <p data-bbox="256 1276 604 1308">Condición de la superestructura</p>	<p data-bbox="721 877 967 1167">Varios elementos de la superestructura (puente tipo Bailey) sufrieron deformaciones y golpes considerables que los harían no aptos para ser reutilizados.</p>	<p data-bbox="993 877 1230 1073">De utilizarse nuevamente estos elementos se corre el riesgo de falla de los mismos ante cargas e tránsito.</p>	<p data-bbox="1256 877 1511 1457">Los elementos que resultaron dañados o que presenten condiciones inadecuadas (corrosión) no deben reutilizarse pues constituyen un riesgo a los usuarios. Se considera necesario realizar un análisis exhaustivo de los elementos que puedan ser reutilizados y solicitar asesoría sobre su posible uso en otras estructuras de paso.</p>

Puente: Río Limón

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="326 758 532 785">Daño en el bastión</p>	<p data-bbox="721 363 967 554">Uno de los bastiones muestra una considerable separación entre el cuerpo principal y la cimentación (grieta).</p>	<p data-bbox="993 363 1232 617">Es claro que esta condición facilitaría el colapso del puente ante un evento sísmico, una creciente o una sobrecarga en el puente.</p>	<p data-bbox="1258 363 1511 648">Esta región necesita de forma urgente una intervención para subsanar este daño, la misma podría incluir la construcción de una estructura tipo bastión externo que refuerce esta zona.</p>
 <p data-bbox="297 1205 565 1232">Socavación en bastiones</p>	<p data-bbox="721 821 967 1012">Se muestra un nivel de socavación moderado que ha iniciado el proceso de remoción de material bajo la cimentación.</p>	<p data-bbox="993 821 1232 1106">De continuar con este avance hacia el material de soporte bajo los bastiones se pueden generar asentamientos diferenciales y desplazamientos de la subestructura.</p>	<p data-bbox="1258 821 1511 947">Es necesario construir medidas de mitigación y protección de esas zonas del puente.</p>
 <p data-bbox="326 1682 532 1709">Oxidación en vigas</p>	<p data-bbox="721 1304 967 1394">Las vigas muestran un nivel de oxidación en la totalidad del área.</p>	<p data-bbox="993 1304 1232 1558">La oxidación presente puede ocasionar problemas en el corto plazo de corrosión, pérdida de sección, delaminación del acero.</p>	<p data-bbox="1258 1304 1511 1558">Es necesario aplicar un sistema de protección a la totalidad de las vigas del puente, precedido de una actividad de limpieza y remoción del óxido presente.</p>

Puente: Río Limoncito

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="329 737 529 762">Socavación de pila</p>	<p data-bbox="721 363 972 489">La pila central del puente presenta socavación considerable.</p>	<p data-bbox="992 363 1243 621">El proceso de socavación local en la cimentación de la pila puede generar una inestabilidad de este elemento que produciría graves daños al puente.</p>	<p data-bbox="1256 363 1524 846">Esta condición es totalmente reparable, consistiendo en una estructura de protección que restituya el material perdido. Es importante considerar la forma de esta intervención para que no favorezca la ocurrencia de esta condición nuevamente (forma hidrodinámica).</p>
 <p data-bbox="329 1272 529 1297">Pérdida de pernos</p>	<p data-bbox="721 882 972 1008">Se identificaron pernos faltantes en las uniones (empalmes) de las vigas.</p>	<p data-bbox="992 882 1243 1266">Al faltar pernos en un elemento de empalme de este tipo los esfuerzos son mayores en el resto de los elementos, esta condición incrementa considerablemente el riesgo de falla por cortante del resto de los pernos.</p>	<p data-bbox="1256 882 1524 1140">Deben reemplazarse los pernos perdidos, esta es una labor de carácter inmediato a realizar en el puente. De igual manera debe revisarse el resto de las uniones.</p>
 <p data-bbox="329 1703 529 1728">Oxidación en vigas</p>	<p data-bbox="721 1339 972 1499">Se tiene una cobertura total de óxido en el área superficial de las vigas de acero del puente.</p>	<p data-bbox="992 1339 1243 1598">Existen muestras de inicios de corrosión en las vigas, de no atenderse se tendría en un corto plazo la pérdida de sección y delaminación del acero.</p>	<p data-bbox="1256 1339 1524 1535">Realizar una limpieza profunda superficial de las vigas y colocar un sistema de protección contra la corrosión.</p>

Puente: Santa Lucía

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Viga cabezal apoyada sobre rocas</p>	<p>La condición de apoyo de un extremo del puente consiste en una viga cabezal apoyada sobre un macizo rocoso.</p>	<p>La condición de apoyo es impredecible, pues la formación rocosa se puede degradar de forma acelerada ante un sismo o una sobrecarga en el puente.</p>	<p>Debería considerarse la readecuación de este apoyo por un sistema de bastión que podría estar anclado al macizo rocoso.</p>
 <p>Longitud de apoyo escaza</p>	<p>La longitud de apoyo actual no se considera suficiente para la longitud del puente.</p>	<p>En caso de un sismo los movimientos que puede tener la superestructura podrían generar el colapso del puente por poca longitud de apoyo disponible.</p>	<p>Se considera oportuno construir pedestales de extensión (ménsulas) que alarguen la longitud de apoyo en el puente.</p>
 <p>Pérdida de pernos</p>	<p>Se identificaron pernos faltantes en las uniones (empalmes) de las vigas.</p>	<p>Al faltar pernos en un elemento de empalme de este tipo los esfuerzos son mayores en el resto de los elementos, esta condición incrementa considerablemente el riesgo de falla por cortante del resto de los pernos.</p>	<p>Deben reemplazarse los pernos perdidos, esta es una labor de carácter inmediato a realizar en el puente. De igual manera debe revisarse el resto de las uniones.</p>

	<p>Las vigas principales del puente muestran signos de inicio de oxidación y pérdida de pintura.</p>	<p>No se debe permitir que la oxidación y corrosión se extiendan en el puente, pues se tendría una degradación y reducción de la capacidad de soporte.</p>	<p>Realizar una limpieza general y aplicar un sistema de protección contra la corrosión en la totalidad de los elementos del puente.</p>
<p>Inicios de oxidación</p>			



Puente: Bailey Pilas

Condición: Mantenimiento

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="318 737 542 770">Desgaste en láminas</p>	<p data-bbox="721 363 967 520">Se identificó un inicio de desgaste en las láminas del puente que funcionan como superficie de ruedo.</p>	<p data-bbox="993 363 1232 617">Un posible desgaste excesivo puede generar problemas de seguridad vial a los vehículos y peatones especialmente en época lluviosa.</p>	<p data-bbox="1258 363 1511 646">Monitorear la condición de la superficie de ruedo y en caso de observarse pulimiento excesivo o fracturas en la lámina sustituir la lámina por una de propiedades similares.</p>
 <p data-bbox="232 1165 631 1199">Inicios de oxidación en parte inferior</p>	<p data-bbox="721 806 967 995">Existen focos de oxidación en algunos elementos del puente, especialmente en los elementos de arrioste lateral.</p>	<p data-bbox="993 806 1232 1026">La oxidación puede convertirse en poco tiempo en corrosión que genere pérdida de sección y fallas en uniones entre elementos.</p>	<p data-bbox="1258 806 1511 1121">Si bien en este tipo de puentes el proceso de oxidación ocurre en mayor tiempo, de tenerse puntos de unión o elementos ya oxidados debe aplicarse un sistema de protección contra la corrosión.</p>
 <p data-bbox="232 1644 631 1677">Labores de mantenimiento rutinario</p>	<p data-bbox="721 1264 967 1360">Existe abundante vegetación adherida a barandas y bastiones.</p>	<p data-bbox="993 1264 1232 1423">La ausencia de mantenimiento reduce la vida útil de los puentes en general.</p>	<p data-bbox="1258 1264 1511 1518">Implementar un programa de mantenimiento rutinario que incluya la limpieza de elementos expuestos a crecimiento de vegetación.</p>

Puente: Colgante Jabillo

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Elementos del tablero deformados</p>	<p>Algunos largueros del tablero se muestran deformados.</p>	<p>Una inadecuada condición de apoyo de las láminas de piso facilita su desprendimiento, así también introduce sobreesfuerzos en la lámina.</p>	<p>Identificar los elementos de tablero dañados y deformados para ser sustituidos.</p>
 <p>Cables principales con corrosión</p>	<p>Los cables principales del puente muestran corrosión y ausencia de protección.</p>	<p>Los cables principales son el principal componente de este tipo de puentes, la corrosión reduciría la capacidad del puente y eventualmente podría provocar una falla repentina.</p>	<p>Realizar una limpieza profunda de los cables removiendo la oxidación y aplicar un sistema de protección contra la corrosión.</p>
 <p>Láminas con puntos sueltos</p>	<p>Existen puntos donde la lámina metálica que funciona como superficie de rueda muestra puntos de soldadura sueltos.</p>	<p>El posible desprendimiento de una lámina inhabilitaría el puente y constituiría un riesgo a los usuarios.</p>	<p>Se recomienda realizar una revisión de todos los puntos de soldadura que unen las láminas a los largueros y vigas transversales, reparar aquellos que están sueltos.</p>

Puente: La Lucha

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Mal funcionamiento de drenajes</p>	<p>Los drenajes del puente no funcionan correctamente.</p>	<p>El mal estado del sistema de drenaje genera acumulaciones de agua que pueden hacer perder el control de un vehículo.</p>	<p>Dar mantenimiento al sistema de drenaje superficial. Construir nuevos puntos de drenaje de ser necesario.</p>
 <p>Inicios de oxidación en vigas</p>	<p>Las vigas muestran inicios de oxidación.</p>	<p>La presencia de oxidación es el inicio de la corrosión, la cual genera daños considerables en las vigas (reducción de sección, delaminación y pérdida de capacidad soportante)</p>	<p>Realizar una remoción completa de la oxidación superficial y aplicar un sistema de protección contra la corrosión.</p>
 <p>Ausencia de barandas</p>	<p>El puente no cuenta con barandas.</p>	<p>La ausencia de barandas incrementa la severidad de un posible accidente</p>	<p>Instalar un sistema de contención vehicular.</p>

Puente: Río Guineal

Condición: Mantenimiento

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="272 781 586 808">Daños menores en barandas</p>	<p data-bbox="719 428 969 590">Las barandas presentan daños menores y desprendimientos localizados de pintura.</p>	<p data-bbox="992 428 1235 783">El deterioro observado está en una etapa inicial, de no atenderse este tipo de daños con el paso del tiempo las barandas perderían eventualmente su capacidad de resistir un impacto (corrosión).</p>	<p data-bbox="1256 428 1511 590">Aplicar un sistema de protección contra corrosión a las barandas de forma periódica.</p>
 <p data-bbox="233 1272 626 1299">Buena condición general del puente</p>	<p data-bbox="719 875 969 974">El puente en términos generales está en buena condición.</p>	<p data-bbox="992 875 1094 909">Ninguna.</p>	<p data-bbox="1256 875 1511 1199">A pesar del buen estado del puente es necesario generar un plan de mantenimiento periódico que incluya mantenimiento de vigas, barandas, losa e inspecciones al menos cada dos años.</p>

Puente: Río Limoncito (distrito Potrero Grande)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación de vigas laterales</p>	<p>Las vigas laterales muestran oxidación y acumulación de vegetación.</p>	<p>Estos elementos son los responsables de la capacidad soportante del puente, por lo que su deterioro afecta directamente su funcionalidad.</p>	<p>Debe realizarse una limpieza profunda a la totalidad de los elementos y aplicar un sistema de protección contra la corrosión.</p>
 <p>Daños en elementos del tablero</p>	<p>Los elementos del tablero muestran oxidación localizada y crecimiento de vegetación.</p>	<p>Los daños en el tablero resultan en deformaciones en la superficie de ruedo, estos elementos son más susceptibles al daño al estar más tiempo expuesto a la humedad.</p>	<p>Debe realizarse una limpieza profunda a la totalidad de los elementos y aplicar un sistema de protección contra la corrosión.</p>
 <p>Desgaste en láminas de piso</p>	<p>Existe un desgaste de la superficie de ruedo, especialmente en las huellas vehiculares.</p>	<p>El desgaste excesivo puede provocar accidentes por falta de fricción de los vehículos.</p>	<p>En caso de identificarse desgaste excesivo se deben sustituir los componentes.</p>

Puente: Río Mosca

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Combinación de diferentes tipos de vigas y oxidación de las mismas</p>	<p>Se identificaron vigas de diferentes dimensiones y con oxidación.</p>	<p>La presencia de vigas diferentes influye en el comportamiento del puente. La condición de oxidación repercute en la degradación de las vigas con el tiempo.</p>	<p>Se debe priorizar el mantenimiento de las vigas, si se de presentan desplazamientos o vibraciones excesivas se debe buscar una sustitución de las mismas.</p>
 <p>Desgaste de la superficie de ruedo</p>	<p>La superficie de ruedo muestra desgaste y aberturas en las uniones.</p>	<p>El desgaste en la superficie puede generar pérdida de fricción, aún más con los sedimentos acumulados. Las aberturas permiten el paso de agua hacia las vigas.</p>	<p>Se debe limpiar en su totalidad y evaluar si las láminas desgastadas deben ser sustituidas. Las uniones entre las láminas deben ser soldadas nuevamente para evitar aberturas.</p>
 <p>Crecimiento de vegetación en bastiones</p>	<p>Existe una gran cantidad de vegetación y raíces adheridas al bastión.</p>	<p>Las raíces pueden ingresar en las grietas menores del bastión y generar fracturas del concreto.</p>	<p>Podar y retirar toda la vegetación presente en los bastiones.</p>

Puente: Río Singri

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="212 701 646 732">Oxidación de vigas y placas de conexión</p>	<p data-bbox="719 363 971 552">Las vigas en este puente fueron colocadas sin aplicarles previamente un sistema de protección.</p>	<p data-bbox="993 363 1234 617">La ausencia de esta protección haría que la vida útil del puente se reduzca considerablemente al facilitarse el crecimiento de la corrosión.</p>	<p data-bbox="1256 363 1513 520">Aplicar un sistema de protección contra la corrosión en la totalidad de vigas y placas de unión.</p>
 <p data-bbox="289 1150 571 1182">Mantenimiento necesario</p>	<p data-bbox="719 800 971 926">Se requiere un plan de mantenimiento periódico para este puente.</p>	<p data-bbox="993 800 1094 831">Ninguno.</p>	<p data-bbox="1256 800 1513 1054">Es necesario generar un plan de mantenimiento periódico que incluya mantenimiento de vigas, barandas, losa e inspecciones al menos cada dos años.</p>

Puente: Río Sonador

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Inicios de socavación</p>	<p>Hay inicios de socavación en un bastión del puente.</p>	<p>La socavación podría avanzar por debajo de la fundación del puente generando asentamiento diferenciales e inestabilidad.</p>	<p>Construir obras que restituyan el material perdido y protecciones a este bastión.</p>
 <p>Oxidación de vigas</p>	<p>Las vigas en este puente fueron colocadas sin aplicarles previamente un sistema de protección.</p>	<p>La ausencia de esta protección haría que la vida útil del puente se reduzca considerablemente al facilitarse el crecimiento de la corrosión.</p>	<p>Aplicar un sistema de protección contra la corrosión en la totalidad de vigas y placas de unión.</p>
 <p>Mantenimiento necesario</p>	<p>Se requiere un plan de mantenimiento periódico para este puente.</p>	<p>Ninguno.</p>	<p>Es necesario generar un plan de mantenimiento periódico que incluya mantenimiento de vigas, barandas, losa e inspecciones al menos cada dos años.</p>

Puente: Akum

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Ausencia de Barandas</p>	<p>No hay barandas ni sistemas de canalización en el puente.</p>	<p>La ausencia de estas barandas incrementa considerablemente la severidad de un accidente en este puente.</p>	<p>Colocar un sistema de contención vehicular de acuerdo a las condiciones de sitio y tipo de vehículos que utilizan la vía.</p>
 <p>Desgaste en la losa</p>	<p>Existen baches y desgaste en la superficie de ruedo del puente.</p>	<p>De no repararse estos daños es de esperar que se den filtraciones de agua y daño acelerado en el concreto.</p>	<p>Debe evaluarse si se pueden realizar reparaciones locales o si es necesario retirar un espesor completo y sustituir el mismo en el puente.</p>
 <p>Inicios de socavación</p>	<p>Se observa el inicio de la socavación, el material cercano a la cimentación es erosionable.</p>	<p>Eventualmente se podría presentar socavación por debajo de la fundación.</p>	<p>Monitorear el avance de la socavación y en el momento en que inicie a erosionar el material por debajo de la cimentación construir obras de mitigación y protección.</p>

	<p>Se observan inicios de oxidación en algunos puntos de las vigas.</p>	<p>En el caso de este puente el proceso esta apenas en una etapa inicial, por lo que es ideal para una atención oportuna antes de que se presente la corrosión de elementos.</p>	<p>Aplicar un sistema de protección contra la corrosión preventivo que incluya reparaciones puntuales.</p>
--	---	--	--

Inicio de oxidación en vigas



Puente: Bailey Brujo

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación de barandas</p>	<p>Existe oxidación y abundante vegetación en la superficie de las barandas del puente.</p>	<p>El estado de estos elementos favorecen la degradación de estas piezas metálicas, un proceso de corrosión ocurriría a una tasa acelerada bajo estas condiciones.</p>	<p>Realizar una limpieza utilizando equipo de presión de agua que permita remover la suciedad y vegetación adherida. Revisar si existen focos de corrosión y aplicar un sistema de protección.</p>
 <p>Desgaste en superficie de ruedo</p>	<p>Se observa un desgaste en la zona de las huellas de la superficie de ruedo.</p>	<p>En estas condiciones es posible que la fricción entre la superficie y las ruedas se reduzca notablemente, especialmente en condiciones de lluvia.</p>	<p>Debe evaluarse cada caso en específico, de darse un desgaste que genere una superficie lisa debe sustituirse el segmento de lamina.</p>
 <p>Condición subestructura</p>	<p>La condición de apoyo del puente en uno de sus extremos consiste en una viga cabezal colocada sobre el terreno natural con potencial de erosión.</p>	<p>Si este material de apoyo de la viga cabezal comienza a mostrar signos de desprendimiento o inestabilidad se tendría riesgo de una falla en el apoyo.</p>	<p>Dar seguimiento a la evolución de esta zona del puente, de presentarse algún deslizamiento menor debe procederse a construir alguna estructura que refuerce y prevenga una falla de esta cimentación.</p>

	<p>Se identifica una gran cantidad de maleza creciendo entre las barandas del puente.</p>	<p>Existe un riesgo latente de seguridad vial y además esta condición favorece la degradación de los elementos metálicos.</p>	<p>Podar esta maleza de forma periódica.</p>
--	---	---	--

Acumulación maleza



Puente: Convento

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Ausencia de barandas</p>	<p>No hay barandas ni sistemas de canalización en el puente.</p>	<p>La ausencia de estas barandas incrementa considerablemente la severidad de un accidente en este puente.</p>	<p>Colocar un sistema de contención vehicular de acuerdo a las condiciones de sitio y tipo de vehículos que utilizan la vía.</p>
 <p>Losetas dañadas con acero expuesto</p>	<p>La losetas del puente muestran agrietamientos y acero de refuerzo expuesto.</p>	<p>Las losetas están en mala condición. El acero expuesto antecede la aparición de agujeros a través de las losetas.</p>	<p>La condición del puente en general requiere de una intervención mayor. Las losetas se considera deben ser sustituidas de forma inmediata.</p>
 <p>Socavación inicial en bastión</p>	<p>Existe el inicio de la socavación en un bastión del puente.</p>	<p>De darse un incremento en la socavación se tendría una condición donde pueden darse asentamientos diferenciales que afectarían aún más la condición del puente.</p>	<p>Realizar obras de mitigación y protección en este punto.</p>

 <p>Oxidación en vigas, acumulación de vegetación</p>	<p>Existe oxidación en la totalidad de las vigas y acumulación de vegetación por debajo del puente (musgo principalmente).</p>	<p>Las condiciones de humedad y crecimiento de este tipo de vegetación degradan de forma acelerada los materiales que componen este puente.</p>	<p>La oxidación debe ser removida en su totalidad para aplicar un sistema de protección contra la corrosión, siempre y cuando no se observe que la corrosión ha reducido secciones o ha delaminado el acero.</p>
 <p>Separación entre bastión y aletón</p>	<p>Se identifica una separación entre un aletón y el bastión del puente.</p>	<p>El aletón sostiene el relleno de aproximación del puente, de fallar este elemento se perdería el paso por este punto.</p>	<p>Construir una obra de reforzamiento de este aletón que le permita sostener el peso del relleno de aproximación. Sellar la grieta para impedir la pérdida de material.</p>

Puente: Cordoncillo

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Ausencia de barandas</p>	<p>No hay barandas ni sistemas de canalización en el puente.</p>	<p>La ausencia de estas barandas incrementa considerablemente la severidad de un accidente en este puente.</p>	<p>Colocar un sistema de contención vehicular de acuerdo a las condiciones de sitio y tipo de vehículos que utilizan la vía.</p>
 <p>Bordillo quebrado</p>	<p>Se identifica un bordillo fracturado.</p>	<p>En este punto no hay elemento alguno que restrinja el paso de un vehículo hacia el cauce del río. Esta condición es de alto riesgo para los usuarios.</p>	<p>Reconstruir el bordillo fracturado.</p>
 <p>Inicios de socavación</p>	<p>El material cercano al bastión se ha comenzado a erosionar.</p>	<p>Es posible que esta socavación avance rápidamente, lo cual generaría inestabilidad en el puente.</p>	<p>Realizar obras de restitución del material perdido y construir una protección en este punto.</p>

Puente: Cordoncillo Quebrada Seca

Condición: Mantenimiento

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación en vigas</p>	<p>Las vigas en este puente fueron colocadas sin aplicarles un sistema de protección.</p>	<p>La ausencia de esta protección haría que la vida útil del puente se reduzca considerablemente al facilitarse el crecimiento de la corrosión.</p>	<p>Aplicar un sistema de protección contra la corrosión en la totalidad de vigas y placas de unión.</p>
 <p>Mantenimiento necesario</p>	<p>Se requiere un plan de mantenimiento periódico para este puente.</p>	<p>Ninguno.</p>	<p>Es necesario generar un plan de mantenimiento periódico que incluya mantenimiento de vigas, barandas, losa e inspecciones al menos cada dos años.</p>

Puente: Cristo Rey

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="269 720 591 747">Daño en concreto entre-losas</p>	<p data-bbox="719 363 969 520">Las zonas intermedias entre las losetas muestran degradación y es posible que fallen en un corto plazo.</p>	<p data-bbox="992 363 1235 747">En este tipo de puentes estas zonas son las más vulnerables pues son fabricadas con concreto de menor calidad que las losetas, es posible que se den separaciones entre las losetas y agujeros en estos puntos.</p>	<p data-bbox="1256 363 1511 684">Se debe reconstruir estas zonas entre-losas utilizando concreto de una resistencia igual o superior a las losetas. No construir sobrecapa de concreto en la totalidad del puente.</p>
 <p data-bbox="266 1203 591 1230">Oxidación de vigas principales</p>	<p data-bbox="719 816 969 940">Las vigas principales están completamente cubiertas de oxidación.</p>	<p data-bbox="992 816 1235 1073">La oxidación presente puede generar en el corto plazo focos de corrosión que pueden reducir la capacidad de soporte del puente.</p>	<p data-bbox="1256 816 1511 1073">Realizar una limpieza y remoción de la oxidación, identificar la posible presencia de fotos de corrosión y aplicar un sistema de protección contra la corrosión.</p>

Puente: La Guapinola Santa Marta

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Ausencia de barandas</p>	<p>No hay barandas ni sistemas de canalización en el puente.</p>	<p>La ausencia de estas barandas incrementa considerablemente la severidad de un accidente en este puente.</p>	<p>Colocar un sistema de contención vehicular de acuerdo a las condiciones de sitio y tipo de vehículos que utilizan la vía.</p>
 <p>Presencia de separación en superestructura</p>	<p>En el puente existe una separación en la superestructura producto de una ampliación del puente.</p>	<p>Esta abertura permite el paso de agua hacia los elementos del tablero.</p>	<p>Considerar la incorporación de un sello elastomérico, que impida el paso de agua y sedimento hacia los elementos del tablero.</p>
 <p>Deficiencias en concreto de bastiones</p>	<p>El concreto de los bastiones presenta deficiencias superficiales.</p>	<p>Este tipo de deficiencias permiten el ingreso de agua y aceleración de la degradación del concreto.</p>	<p>Realizar obras de mejoramiento superficial de las caras de los bastiones.</p>

Puente: La Guapinola Socorro

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación en vigas</p>	<p>Las vigas muestran un nivel de oxidación en la totalidad del área.</p>	<p>La oxidación presente puede ocasionar problemas en el corto plazo de corrosión, pérdida de sección, delaminación del acero.</p>	<p>Es necesario aplicar un sistema de protección a la totalidad de las vigas del puente, precedido de una actividad de limpieza y remoción del óxido presente.</p>
 <p>Acumulación de sedimento y vegetación en superficie de ruedo</p>	<p>Existe una acumulación de sedimento en la superficie del puente.</p>	<p>Este sedimento añade peso adicional a la estructura y facilita la presencia de charcos que degradan el concreto.</p>	<p>Remover el sedimento, limpiar los drenajes y considerar la estabilización del material a la entrada del puente para evitar el arrastre de nuevo material.</p>
 <p>Daños en bordes de losetas</p>	<p>Las losetas presentan daños en las orillas de las losetas.</p>	<p>Estos daños usualmente se presentan durante el transporte y colocación de las losetas, y pueden exponer el acero interno o generar agrietamientos mayores.</p>	<p>Monitorear si se presentan desprendimientos de concreto o incremento de los agrietamientos. Realizar reparaciones puntuales en caso de que quede acero expuesto.</p>

Puente: La Virgen

Condición: Mantenimiento

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación en vigas</p>	<p>Las vigas muestran un nivel de oxidación en la totalidad del área.</p>	<p>La oxidación presente puede ocasionar problemas en el corto plazo de corrosión, pérdida de sección, delaminación del acero.</p>	<p>Es necesario aplicar un sistema de protección a la totalidad de las vigas del puente, precedido de una actividad de limpieza y remoción del óxido presente.</p>
 <p>Material erosionable en cimentación de bastiones</p>	<p>Se identifica material erosionable en bastión del puente.</p>	<p>La socavación puede avanzar por debajo de la cimentación del puente y ocasionar inestabilidad.</p>	<p>Monitorar el avance de la socavación en el puente y de continuar realizar obras de protección.</p>
 <p>Mantenimiento necesario</p>	<p>Se requiere un plan de mantenimiento periódico para este puente.</p>	<p>Ninguno.</p>	<p>Es necesario generar un plan de mantenimiento periódico que incluya mantenimiento de vigas, barandas, losa e inspecciones al menos cada dos años.</p>

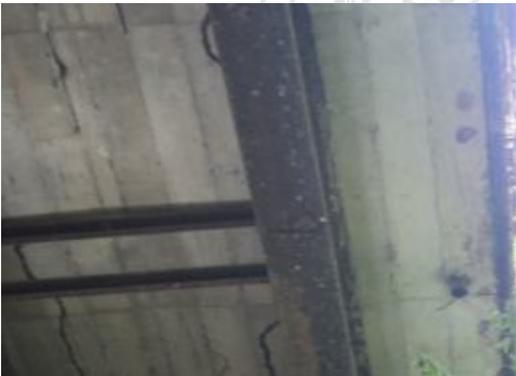
Puente: Bolas 1

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Ausencia de barandas</p>	<p>No hay barandas ni sistemas de canalización en el puente.</p>	<p>La ausencia de estas barandas incrementa considerablemente la severidad de un accidente en este puente.</p>	<p>Colocar un sistema de contención vehicular de acuerdo a las condiciones de sitio y tipo de vehículos que utilizan la vía.</p>
 <p>Chasis en superestructura</p>	<p>La superestructura está compuesta por un chasis.</p>	<p>Esta estructura de soporte no responde a los lineamientos de construcción y diseño de puentes. Representa un riesgo de falla repentina.</p>	<p>Se debe sustituir la superestructura del puente. La utilización de un chasis hace impredecible el comportamiento de este puente.</p>
 <p>Agrietamientos menores e inicios de socavación</p>	<p>Se identifican agrietamientos en el bastión e inicio de socavación.</p>	<p>Es importante considerar estos daños al momento de cambiar la superestructura. Es posible que se necesite reforzar estos bastiones.</p>	<p>Realizar obras de protección para evitar una mayor socavación. En caso de sustituir superestructura reforzar los bastiones o sustituirlos.</p>

Puente: Bolas 2

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Acumulación de sedimento, deterioro de barandas</p>	<p>Existe acumulación de sedimento en la superficie de ruedo del puente. Las barandas son poco visibles y presentan daños menores.</p>	<p>El sedimento añade peso adicional al puente y favorece la acumulación de agua que puede dañar la losa. Las barandas son poco visibles especialmente durante la noche.</p>	<p>Retirar el sedimento de la superficie de ruedo y rehabilitar los drenajes. Estabilizar los accesos para evitar el arrastre de sedimentos. Pintar las barandas para que sean más visibles.</p>
 <p>Oxidación en vigas</p>	<p>Las vigas muestran un nivel de oxidación en la totalidad del área.</p>	<p>La oxidación presente puede ocasionar problemas en el corto plazo de corrosión, pérdida de sección, delaminación del acero.</p>	<p>Es necesario aplicar un sistema de protección a la totalidad de las vigas del puente, precedido de una actividad de limpieza y remoción del óxido presente.</p>
 <p>Material erosionable</p>	<p>Se identifica material erosionable cerca de los bastiones.</p>	<p>La socavación puede avanzar por debajo de la cimentación del puente y ocasionar inestabilidad.</p>	<p>Monitorear el avance de la socavación en el puente y de continuar realizar obras de protección.</p>

Puente: Quebrada El Pueblo Ceibo

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="310 747 553 779">Barandas incompletas</p>	<p data-bbox="721 361 971 520">Las barandas del puente están incompletas, todo un costado del puente carece de ellas.</p>	<p data-bbox="995 361 1235 520">Esta condición es indeseable pues favorece la ocurrencia de un accidente grave.</p>	<p data-bbox="1258 361 1511 520">Completar el sistema de contención vehicular faltante y revisar el estado del existente.</p>
 <p data-bbox="367 1243 496 1274">Socavación</p>	<p data-bbox="721 844 971 974">Hay socavación que se extiende por debajo de las fundaciones del puente.</p>	<p data-bbox="995 844 1235 1167">El bastión expuesto a la socavación puede comenzar a asentarse de forma diferencial, con lo que se tendrían daños en el resto del puente e inestabilidad del sistema.</p>	<p data-bbox="1258 844 1511 974">Realizar obras que restituyan el material perdido y construir obras de protección.</p>

Puente: Quebrada Potrero Grande

Condición: Mantenimiento

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación de vigas</p>	<p>Las vigas en este puente fueron colocadas sin aplicarles previamente un sistema de protección.</p>	<p>La ausencia de esta protección haría que la vida útil del puente se reduzca considerablemente al facilitarse el crecimiento de la corrosión.</p>	<p>Aplicar un sistema de protección contra la corrosión en la totalidad de vigas y placas de unión.</p>
 <p>Acumulación de sedimentos en la losa</p>	<p>Existe una acumulación de sedimento en la superficie del puente.</p>	<p>Este sedimento añade peso adicional a la estructura y facilita la presencia de charcos que degradan el concreto.</p>	<p>Remover el sedimento, limpiar los drenajes y considerar la estabilización del material a la entrada del puente para evitar el arrastre de nuevo material.</p>
 <p>Mantenimiento necesario</p>	<p>Se requiere un plan de mantenimiento periódico para este puente.</p>	<p>Ninguno.</p>	<p>Es necesario generar un plan de mantenimiento periódico que incluya mantenimiento de vigas, barandas, losa e inspecciones al menos cada dos años.</p>

Puente: Rancho Coco

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="310 726 548 758">Deformación de vigas</p>	<p data-bbox="719 359 969 583">Las barandas del puente muestran deformación considerable, posiblemente producto del paso de un vehículo pesado.</p>	<p data-bbox="992 359 1234 583">La deformación mostrada excede el límite permisible, por lo que ya no son aptas para soportar un impacto vehicular de forma segura.</p>	<p data-bbox="1256 359 1510 485">Sustituir estos elementos por un sistema de contención vehicular nuevo.</p>
 <p data-bbox="298 1150 565 1180">Vigilancia a cimentación</p>	<p data-bbox="719 789 969 915">La cimentación de los bastiones se realizó sobre conjunto de rocas.</p>	<p data-bbox="992 789 1234 951">Si las rocas sufrieran un desplazamiento esto afectaría al bastión y por lo tanto al puente.</p>	<p data-bbox="1256 789 1510 982">Monitorear si se presentan agrietamientos en el bastión, especialmente si sucede un sismo.</p>

Puente: Río Cabagra

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Barandas dañadas</p>	<p>Las barandas del puente no están completas y no están demarcadas.</p>	<p>La ausencia de la baranda representa una condición de riesgo para los usuarios, es posible que un vehículo colisione y se enganche.</p>	<p>Completar las barandas y pintarlas para que sean más visibles.</p>
 <p>Bastión en mala condición</p>	<p>La viga cabezal del puente se ubica sobre un concreto ciclópeo de mala calidad.</p>	<p>Existe inconsistencia en el apoyo de la viga cabezal, se tiene una roca y un concreto pobremente construido, la aparición de grietas, pérdida de rocas y asentamientos es esperable en un corto plazo.</p>	<p>Se podría considerar construir un bastión frente al existente que refuerce esta zona.</p>
 <p>Bastión en concreto pobre</p>	<p>El bastión completo está construido con concreto ciclópeo de baja resistencia.</p>	<p>Este bastión fue construido en su totalidad en concreto ciclópeo de baja resistencia. Al igual que el caso del otro bastión es posible la aparición de grietas, pérdida de rocas y demás daños propios de este tipo de construcción.</p>	<p>Se podría considerar construir un bastión frente al existente que refuerce esta zona.</p>



Vigas oxidadas

Las vigas muestran un nivel de oxidación en la totalidad del área.

La oxidación presente puede ocasionar problemas en el corto plazo de corrosión, pérdida de sección, delaminación del acero.

Es necesario aplicar un sistema de protección a la totalidad de las vigas del puente, precedido de una actividad de limpieza y remoción del óxido presente.



Puente: Río Cañas pequeño

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="272 709 586 741">Baranda con fisuras y grietas</p>	<p data-bbox="719 363 971 489">Las barandas presentan fisuras y agrietamientos cerca de las bases.</p>	<p data-bbox="993 363 1234 552">Estos agrietamientos harían que en caso de una colisión la baranda ceda y no evite la caída del vehículo al cauce.</p>	<p data-bbox="1256 363 1510 552">Se puede considerar la opción de colocar refuerzos externos en estas zonas o sustituir las barandas por completo.</p>
 <p data-bbox="248 1167 613 1199">Deficiencias constructivas en losa</p>	<p data-bbox="719 777 971 903">El concreto en la losa presenta algunas deficiencias constructivas.</p>	<p data-bbox="993 777 1234 1035">El proceso de construcción generó algunas deficiencias (descascaramiento, hormigueros) estos facilitan la generación de grietas.</p>	<p data-bbox="1256 777 1510 1192">Monitorizar la aparición de grietas (dirección y frecuencia). En caso de que se presenten agrietamientos excesivos en dos direcciones y la exposición del acero se debe considerar la sustitución o reforzamiento de la losa.</p>
 <p data-bbox="261 1623 602 1654">Condición de apoyo de bastión</p>	<p data-bbox="719 1262 971 1388">Se observa que la zona de apoyo del bastión presenta piedras sueltas.</p>	<p data-bbox="993 1262 1234 1549">La pérdida de apoyo del bastión se reflejaría en agrietamientos en el cuerpo principal del bastión. Esto indicaría asentamientos diferenciales.</p>	<p data-bbox="1256 1262 1510 1423">Construir obras de protección en estas zonas cercanas a la cimentación de los bastiones.</p>

Puente: Río Piedra

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación en vigas</p>	<p>Las vigas muestran un nivel de oxidación en la totalidad del área.</p>	<p>La oxidación presente puede ocasionar problemas en el corto plazo de corrosión, pérdida de sección, delaminación del acero.</p>	<p>Es necesario aplicar un sistema de protección a la totalidad de las vigas del puente, precedido de una actividad de limpieza y remoción del óxido presente.</p>
 <p>Acumulación en zonas de apoyos</p>	<p>Se identificó gran cantidad de sedimentos en las zonas de los apoyos.</p>	<p>Estos materiales propician la formación de corrosión en estos elementos. Además pueden llegar a restringir la función de movilidad necesaria para el puente.</p>	<p>Realizar una limpieza total de estas áreas, sellar las juntas de expansión por donde pueden ingresar los sedimentos.</p>
 <p>Mantenimiento preventivo</p>	<p>Se requiere un plan de mantenimiento periódico para este puente.</p>	<p>Ninguno.</p>	<p>Es necesario generar un plan de mantenimiento periódico que incluya mantenimiento de vigas, barandas, losa e inspecciones al menos cada dos años.</p>

Puente: Río Volcán

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p data-bbox="337 737 524 768">Deflexión en losa</p>	<p data-bbox="721 363 967 485">La losa muestra una deflexión notable hacia el centro de la losa.</p>	<p data-bbox="993 363 1232 680">Este es un signo de que la losa no cuenta con el suficiente refuerzo interno para las cargas de tránsito. La aparición de grietas y vibraciones excesivas serían esperables en un corto plazo.</p>	<p data-bbox="1256 363 1511 617">Esta condición es difícil de revertir, usualmente es necesario reconstruir el puente. La Municipalidad podría evaluar la restricción de peso permitido.</p>
 <p data-bbox="310 1108 552 1140">Ausencia de barandas</p>	<p data-bbox="721 804 967 867">El puente carece de barandas y bordillo.</p>	<p data-bbox="993 804 1232 926">El puente constituye un punto de riesgo considerable para los usuarios.</p>	<p data-bbox="1256 804 1511 1121">Si bien el puente posiblemente haya que sustituirlo, actualmente representa una condición de riesgo para los usuarios, por lo que deberían colocarse barandas temporales.</p>
 <p data-bbox="315 1598 547 1629">Inicios de socavación</p>	<p data-bbox="721 1192 967 1314">Se identifica el inicio de la socavación en uno de los bastiones del puente.</p>	<p data-bbox="993 1192 1232 1413">La socavación puede provocar asentamientos diferenciales en el bastión y ocasionar mayores deformaciones.</p>	<p data-bbox="1256 1192 1511 1314">Construir obras de protección para evitar un mayor avance de la socavación.</p>

Puente: Santa Rosa Grande

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Barandas dañadas</p>	<p>Las barandas presentan fisuras y agrietamientos considerables.</p>	<p>Estos agrietamientos harían que en caso de una colisión la baranda ceda y no evite la caída del vehículo al cauce.</p>	<p>Se puede considerar la opción de colocar refuerzos externos en estas zonas o sustituir las barandas por completo.</p>
 <p>Cimentación de bastión</p>	<p>Uno de los bastiones esta cimentado sobre una roca.</p>	<p>En tanto la roca no presente movimientos y socavación no habría problema. Si la roca se desplaza comprometería la estabilidad del puente.</p>	<p>Monitorar el comportamiento en el tiempo de esta roca y en caso de presentarse el inicio de la socavación construir un sistema de protección.</p>
 <p>Deficiencias en concreto de pila</p>	<p>La pila central muestra múltiples nidos de piedra e impactos.</p>	<p>Estos puntos con deficiencias facilitan el ingreso de agua y la formación de agrietamientos.</p>	<p>Se podría mejorar superficialmente y con esto se reduciría el potencial de ingreso de agua. Adicionalmente se podría reformar la punta de la pila para mejorar el comportamiento hidráulico y reducir la posibilidad de socavación en la pila.</p>

6. Conclusiones y recomendaciones

- Se han clasificado 6 puentes en una condición buena que ameritan un Mantenimiento General; 22 puentes en una condición Regular que requieren intervenciones puntuales para mejorar su condición; 8 puentes en condición Deficiente que implican inversiones mayores sobre elementos estructurales y 1 puente en condición Crítica el cual falló durante el año anterior (puente Sábalo Rojo).
- Los daños encontrados se refieren principalmente a deterioro de las vigas principales por oxidación y corrosión, problemas de socavación y ausencia de barandas. Todas estas deficiencias pueden ser remediadas en la mayoría de los casos, con lo cual se considera que las inversiones a realizar deberían ir orientadas en este tipo de daños observados.
- La mayoría de los puentes carecen de medidas de seguridad vial básicas (señalización, rotulación, demarcación de barandas por ejemplo), razón por la cual se considera oportuno hacer una inversión que mejore estas condiciones priorizando aquellos puentes con mayores volúmenes de tránsito.
- Se considera necesario establecer un programa de mantenimiento rutinario de puentes que incluya actividades periódicas como: chapea, limpieza, aplicación de pintura y remoción de sedimentos. Pues de esta manera se pueden evitar daños mayores a los puentes a un bajo costo de inversión.
- Para los casos donde se ha identificado una condición deficiente y se requiera sustituir elementos estructurales o la totalidad de un puente se recomienda buscar asesoría profesional y realizar los estudios de sitio necesarios para contar con información detallada y confiable antes de realizar inversiones mayores.
- Es importante recalcar que este proceso no debe quedarse únicamente en esta etapa, los puentes deben ser inspeccionados al menos cada dos años. Esta labor la puede realizar el personal de la Unidad Técnica de la Municipalidad el cual ha sido capacitado para realizar estas tareas.