



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

EIC-Lanamme-INF-0051-2021

INFORME DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PUENTES MUNICIPALES EN EL CANTÓN DE TURRUBARES

Preparado por:
Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica
Setiembre 2021



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 EIC-Lanamme-INF-0051-2021		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de inspección y evaluación de los puentes municipales en el cantón Turrubares		4. Fecha del Informe: Setiembre 2021
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de Turrubares, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias		
7. Resumen Este informe forma parte de varios productos generados en función de una asesoría técnica por parte del LanammeUCR hacia la Municipalidad de Turrubares, dentro del marco de las competencias establecidas en la Ley 8114 y 8603; por medio de la solicitud planteada por Municipalidad mediante el oficio MT-PGV-06-0124-2021. El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de 13 puentes ubicados en la Red Vial Cantonal de Turrubares, mostrando los principales aspectos que se consideran necesarios atender en cada caso. La información ha sido recabada en campo por parte de personal del LanammeUCR con el objetivo de priorizar las intervenciones en los puentes, así como contar con una base de datos georreferenciados sobre la condición general de cada estructura. Para esta evaluación se ha seguido la metodología de inspección establecida en el Manual de Inspección de Puentes, del Ministerio de Obras Públicas (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2007).		
8. Palabras clave Inspección de puentes, Turrubares	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Número de páginas: 39
11. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos, MEng. Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / /		
12. Revisado por: Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / /	13. Revisado por: Lic. Nidia Segura Jiménez Asesora Legal LanammeUCR _____ Fecha / /	14. Aprobado por: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora General PITRA _____ Fecha / /

Índice de Contenidos

1. Introducción	5
2. Objetivos	5
3. Alcance del informe	5
4. Descripción general.....	7
5. Conclusiones.....	36
6. Recomendaciones	37
7. Referencias.....	38
8. Anexos	39

Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Turrubares	8
Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente	10
Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente El Ranal	11
Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente La Florecilla	12
Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Altamira Río Bijagua	13
Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente La Mora	15
Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Mata de Plátano	16
Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Pital	19
Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Purires	21
Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Bijagual	23
Tabla 11: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Blanca	25
Tabla 12: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Pedregosa	27
Tabla 13: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Seco	29
Tabla 14: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Turrubares	32
Tabla 15: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Luis	35
Tabla 16: Priorización propuesta de intervenciones en los puentes del cantón de Turrubares de acuerdo a su condición	36

1. Introducción

El presente documento presenta la evaluación de la condición de trece puentes en el cantón de Turruabares ubicados en diferentes rutas cantonales, producto de las inspecciones y evaluaciones visuales de campo realizadas por personal de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, como parte de la asesoría técnica solicitada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad, por medio del oficio MT-PGV-06-0124-2021 emitido por este municipio en febrero de 2021.

Las inspecciones fueron realizadas en el mes de mayo y junio de 2021. Los lineamientos seguidos durante todo el proceso corresponden con los indicados en el *Manual de Inspección de Puentes* (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2007), del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Los formularios establecidos, los cuales han sido procesados por personal del LanammeUCR, se constituyen junto con este documento en el principal insumo de diagnóstico y evaluación de la condición de los puentes inspeccionados, los formularios son entregados como anexos a este documento.

2. Objetivos

- Informar los principales deterioros y daños identificados en cada puente inspeccionado, señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención por parte de la Municipalidad de Turruabares.
- Proporcionar recomendaciones generales sobre mantenimiento y reparación, para la toma de decisiones por parte de la Municipalidad, en aras de mejorar la condición estructural y funcional de los puentes evaluados.
- Recomendar una priorización para la intervención de las estructuras, mismas que han sido clasificadas dentro de seis categorías generales de condición: satisfactoria, regular, deficiente, seria, alarmante y falla inminente.

3. Alcance del informe

La valoración de los puentes se basa en una evaluación visual, por lo que se limita a la presentación de aquellos aspectos que se consideran importantes de atender para cada estructura; esto a partir del estudio de los informes de inspección rutinaria, 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 deterioros y daños observados y, en las condiciones de los principales componentes estructurales del puente o alcantarilla, según sea el caso.

Los criterios utilizados para la clasificación de los puentes y su designación dentro de cada categoría de deterioros y daños, se basan en la revisión en sitio y el 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.

Tampoco se cuenta con la información correspondiente a los planos constructivos, registros de inspecciones previas e historial de mantenimiento. Por lo que esta evaluación no realizará estimaciones de costo de las reparaciones generales propuestas, ni el cálculo de la capacidad de carga de ninguna de las estructuras inspeccionadas.

La información mostrada en este documento y en los formularios de inspección no se considera suficiente para la creación de planos constructivos o carteles de licitación. Constituye un diagnóstico preliminar, a partir de una evaluación visual, de la condición actual de estas estructuras, por lo que corresponde a la Municipalidad de Turubares la decisión sobre la priorización de las intervenciones, así como su diseño y construcción.

Las etapas de la metodología de trabajo que utiliza la Unidad de Gestión Municipal para el proceso de inspección de puentes se describen más adelante. En la figura 1 se resume la metodología de trabajo que se utiliza la Unidad de Gestión Municipal en las asesorías sobre puentes. específicamente, para el alcance de este informe se desarrollan las actividades correspondientes a la Etapa 2.

Etapa 1. Consiste en la realización de un curso teórico-práctico para dar a conocer al personal de las municipalidades el Manual de Inspección de Puentes, y capacitarlos para su uso en campo. Generalmente este curso es realizado regionalmente, y asiste personal de varias municipalidades.

Etapa 2. Comprende tres actividades principales:

- Recopilación de información sobre los puentes existentes en la RVC (ubicación, tipo, tamaño, etc), con el propósito de planificar y organizar el proceso de inventario e inspección.
- Realización de inspecciones conjuntas, entre el personal de la UGM y la municipalidad, con el propósito de consensuar criterios y entrenarlos en el uso de los formularios de inspección. Después de esto, los inspectores municipales quedan en capacidad de realizar las inspecciones de manera independiente.
- Realización de visitas periódicas de seguimiento por parte del personal de la UGM, con el objetivo de velar porque los trabajos se estén efectuando correctamente y conforme a lo programado. También se brinda apoyo en algunos casos que presenten mayor complejidad, o bien aclarar dudas existentes.

Etapa 3. Consiste en el procesamiento de los datos recopilados de cada puente por parte del personal de la municipalidad. Estos datos son transferidos a la UGM para realizar una revisión y validar los datos. En caso de que existan dudas o inconsistencia en los datos, se realizan visitas conjuntas de reinspección.

Etapa 4. De manera conjunta el personal de la UGM y las municipalidades analizan la información procesada para cada puente, reconociendo y valorando los daños existentes con el propósito de determinar el estado actual del puente, y la intervención requerida.

Etapa 5: El personal de la UGM asesora a la municipalidad en la elaboración de un “Plan de intervención de estructuras de puentes en la RVC”.

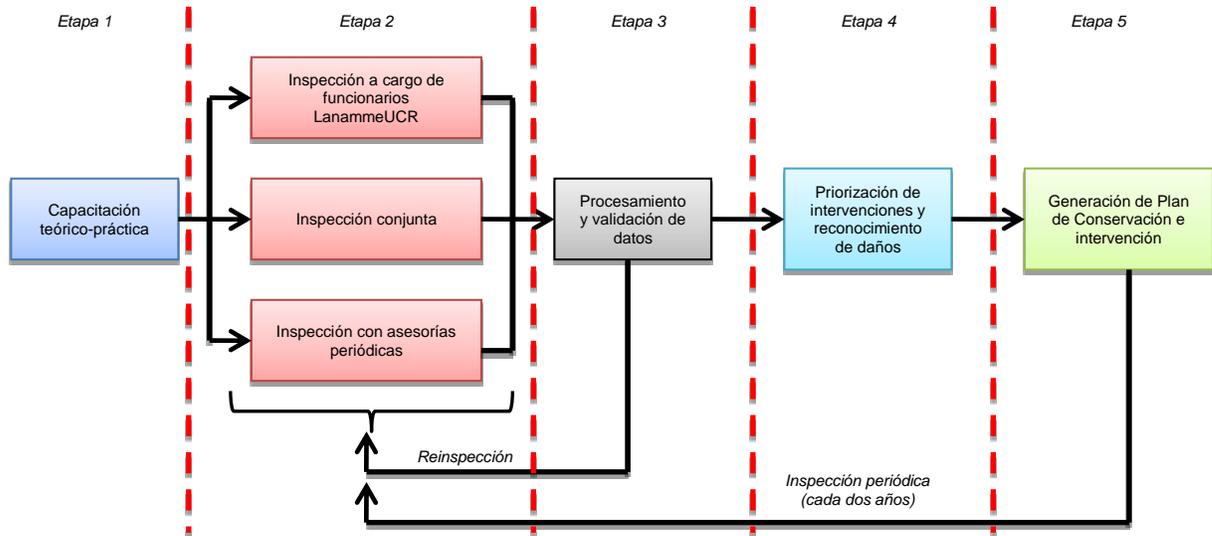


Figura 1: Metodología de inspección propuesta

Fuente: Curso inventario e inspección de puentes cantonales (LanammeUCR, 2016)

4. Descripción general

Los puentes que se han inspeccionado se caracterizan por presentar estructuras típicas que consisten, en su mayoría, en puentes simplemente apoyados, dos bastiones y una superestructura; principalmente formados por vigas de acero y concreto, con sistemas de losa y longitudes variables entre 3,2 m y 192 m. Los puentes inspeccionados se ubican en los distritos de San Pablo, San Pedro, San Luis, San Juan de Mata y Carara. La Tabla 1 resume sus características principales:

Tabla 1:
Descripción de los puentes inspeccionados en Turrubares

	Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de superestructura	Coordenadas (CRTM)		Condición
				Latitud	Longitud	
1	Puente El Ranal	5,5	Losa de concreto	9.909242	-84.440982	Regular
2	Puente Florecilla	13,5	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9.868874	-84.439966	Falla inminente
3	Puente La Angostura	12	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9.620388	-84.487224	Deficiente
4	Puente La Mora	6	Viguetas de concreto presforzado	9.899789	-84.406273	Seria
5	Puente Mata de Plátano	60,7	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9.607970	-84.52537	Regular
6	Puente Pital	15,8	Losa de concreto sobre vigas de acero	9.818180	-84.46078	Regular
7	Puente Purires	3,2	Losa de concreto sobre troncos de madera	9.906924	-84.41596	Seria
8	Puente Quebrada Bijagual	12,3	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9.720520	-84.56484	Deficiente
9	Puente Quebrada Blanca	7,7	Chasis de camión	9.871585	-84.42780	Deficiente
10	Puente Quebrada Pedregosa	11,2	Losa de concreto sobre vigas de acero	9.606382	-84.48259	Deficiente
11	Puente Rio Seco	32	Losa de concreto sobre vigas de acero	9.586519	-84.54537	Deficiente
12	Puente Rio Turrubares	200	Puente modular tipo Bailey	9.843938	-84.52165	Regular
13	Puente San Luis	10	Losa de concreto sobre vigas de acero	9.849605	-84.45430	Deficiente

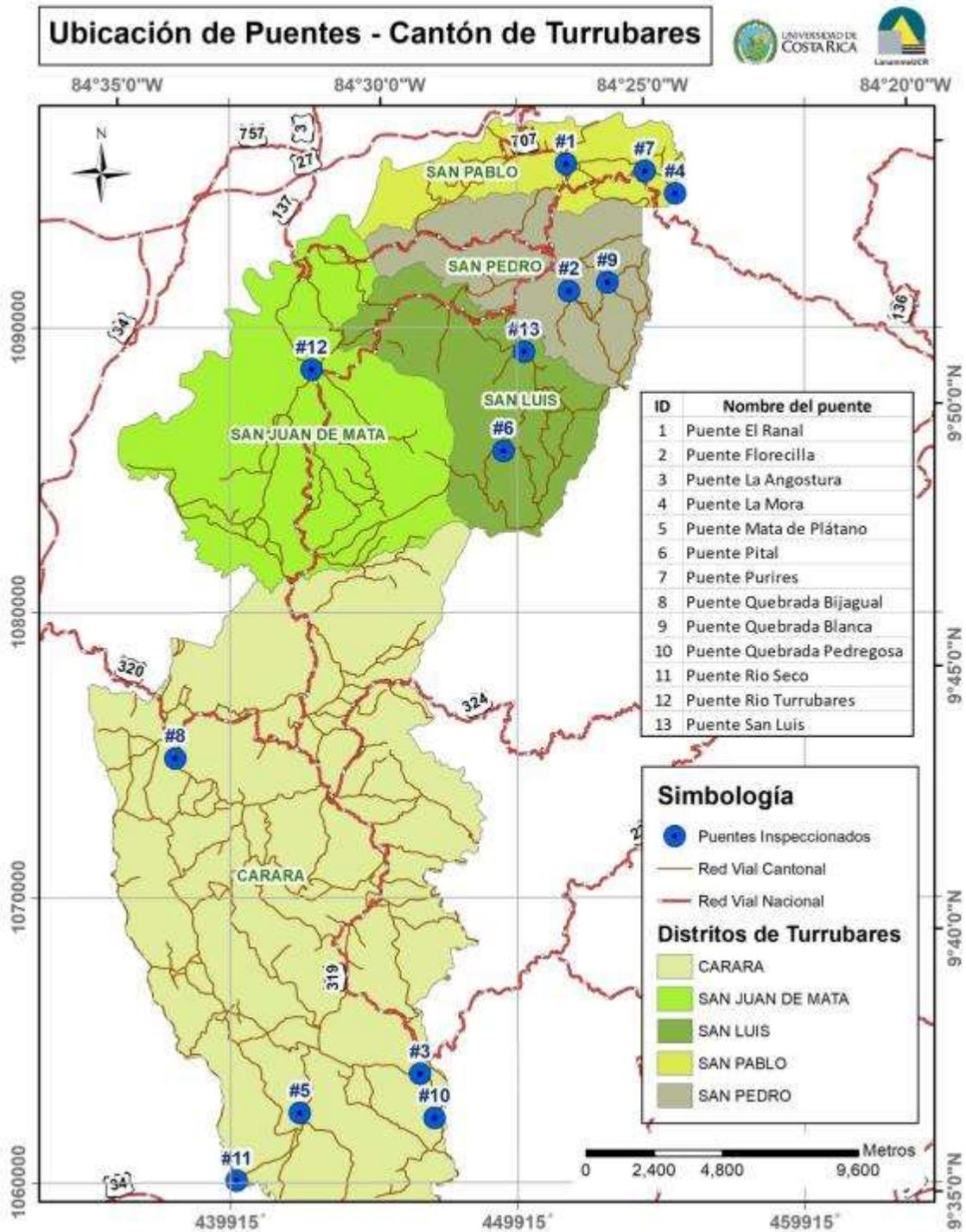


Figura 2: Mapa de ubicación de los puentes inspeccionados en Turrubares
Fuente: LanammeUCR

Resultados principales de la evaluación de cada puente

En esta sección se presentan los principales deterioros y 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, tablas 3-66.

La clasificación de cada puente corresponde a una valoración de los tipos de deterioros y daños, el elemento afectado y la extensión del mismo. Los criterios de clasificación se basan en la Tabla 2:

Tabla 2:

Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente

Categoría	Condición	Descripción	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
1	SATISFACTORIA	Estado bueno. Sin daño o daños son leves. La estabilidad estructural, seguridad vial y durabilidad están asegurados	Mantenimiento rutinario (Debe estar 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

Fuente: Informe LM-PI-UP-05-2015 Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes (Muñoz-Barrantes, y otros, 2015)

Tabla 3:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente El Ranal

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Subestructura			
 <p>Inicios de socavación</p>	Se identifica un inicio de socavación en la fundación del bastión de margen derecha (severidad baja).	Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.	Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia. Esto de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
Accesorios			
 <p>Juntas de expansión obstruidas</p>	Las juntas de expansión del puente están obstruidas impidiendo la movilidad de la superestructura (severidad media).	La obstrucción puede generar daño en la losa y restringe el movimiento natural del puente generando sobreesfuerzos en la superestructura	Eliminar la obstrucción presente en la junta. Luego, sellar la junta con un material de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta. Esto según los lineamientos de la Sección 567 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Barandas no tienen canalizadores</p>	No se colocaron los canalizadores en los accesos del puente (severidad media).	No hay elementos que permitan evitar la caída de un vehículo al cauce en caso de una pérdida de control al ingresar al puente.	Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.

Tabla 4:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente La Florecilla

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Condición general			
  	<p>El puente actualmente está cerrado al paso de vehículos y usuarios.</p> <p>En inspecciones previas a esta estructura en los años 2013, 2016 y 2019 en compañía de personal de la UTGV de la Municipalidad se había indicado de la necesidad de realizar intervenciones en el puente.</p> <p>Específicamente se habían señalado problemas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las losetas del puente (varias fracturadas y no sujetas a la superestructura). • La presencia de un chasis como superestructura con serios problemas de corrosión. • La utilización de alcantarillas como elementos soporte de la pila central. • Deformación de las mallas de gaviones que conforman los bastiones. 	<p>No se han realizado labores de mejoramiento en esta estructura, por lo que su condición es aún de riesgo para los usuarios.</p>	<p>Mantener la estructura fuera de servicio hasta tanto no se solventen las deficiencias en superestructura y subestructura señaladas en sitio durante las inspecciones previas.</p>

Tabla 5:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Altamira – Rio Bijagua

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>El puente no tiene drenajes, lo que facilita la acumulación de sedimento en la superficie de rueda</p>	<p>Los drenajes del puente tienen obstrucciones que impiden la evacuación de las aguas pluviales (severidad baja).</p>	<p>Las acumulaciones de agua en la superficie pueden generar deterioros en el concreto de la losa y obligar a realizar maniobras peligrosas a los conductores.</p>	<p>Retirar los materiales de desecho acumulados en los drenajes. Incluir este tipo de limpiezas en el plan de mantenimiento rutinario del puente.</p>
 <p>Oxidación y corrosión inicial en vigas principales</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (severidad baja)</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
Accesos			
 <p>Señal de Ceda en mal estado.</p>	<p>La señal de Ceda existente está en malas condiciones (nivel de severidad: medio).</p>	<p>La señal al estar en malas condiciones presenta poca visibilidad y podría ser ignorada por los conductores.</p>	<p>Sustituir la señal de Ceda en mal estado. Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo a los dispuestos por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001).</p>

Accesorios			
	<p>Las barandas del puente presentan daños por impacto (severidad media).</p>	<p>Estos elementos no ofrecen el nivel de contención en este punto por la deformación existente.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>
<p>Deformaciones en barandas del puente.</p>			

Tabla 6:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente La Mora

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Subestructura			
 <p>Bastion y aletones son construidos en gaviones que presentan deformaciones regulares.</p>	<p>Los gaviones que soportan las vigas cabezal muestran deformaciones (severidad media).</p>	<p>Estas deformaciones pueden generar agrietamientos en las vigas cabezal.</p>	<p>Dar seguimiento a estas deformaciones, posibles roturas de mallas y pérdidas de material de relleno.</p> <p>En caso de presentarse roturas realizar reparaciones en las mallas o colocar refuerzos externos.</p>
 <p>Se identifica inicios de socavación en uno de los bastiones.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en la fundación del bastión de margen derecha (severidad baja).</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
Accesorios			
 <p>El puente carece de barandas.</p>	<p>El puente no tiene barandas (severidad alta).</p>	<p>En las condiciones actuales de uso los vehículos deben orillarse peligrosamente para evitar la zona con desnivel de la superficie de ruedo.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>

Tabla 7:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Mata de Plátano

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Losetas fracturadas en bordes</p>	Se identifica un desprendimiento de concreto en una de las losetas del puente (severidad media).	Este desprendimiento puede facilitar el ingreso de humedad hacia el acero interno de las vigas presforzadas.	Realizar una reparación puntual con concreto y epóxicos que permitan proteger el acero interno. Seguir lineamientos establecidos en el Manual de Reparación de Concreto (American Concrete Institute, 2013).
 <p>Acumulación de sedimentos en asientos de vigas</p>	Se identifica acumulación de sedimentos en las zonas de los apoyos (severidad media).	Estos sedimentos pasan a través de las juntas abiertas y se acumulan en la zona de apoyo. La oxidación y corrosión reducen la vida útil y capacidad de soporte de los elementos.	Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente. Sellar la junta con un material de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta. Esto según los lineamientos de la Sección 567 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.

	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (severidad baja).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>Subestructura</p>			
	<p>Se identifica socavación local en dos de las pilas del puente (severidad media).</p>	<p>La socavación puede generar la exposición de las fundaciones y la pérdida de material soportante por debajo de las placas de cimentación.</p>	<p>Realizar labores de limpieza de escombros y construir un sistema de protección a las fundaciones de las pilas afectadas, esto de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
	<p>Parte de la placa de fundación de este puente presenta desprendimiento de concreto con acero expuesto (severidad media).</p>	<p>El desprendimiento de concreto favorece la oxidación y corrosión del acero de refuerzo interno, reduciendo la capacidad de soporte de la placa.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia, de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>Oxidación e inicios de corrosión en vigas principales</p>			
<p>Socavación local en pilas del puente</p>			
<p>Acero expuesto y concreto desprendido en pila #3 (margen derecha)</p>			

	<p>Se identifica una acumulación considerable de ramas y desechos en la fundación de las pilas (severidad media).</p>	<p>Estos materiales generan un empuje lateral sobre la pila y amplifican el efecto de la socavación local en la fundación de la pila.</p>	<p>Realizar labores de limpieza de escombros y construir un sistema de protección a las fundaciones de las pilas afectadas, esto de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>Accesorios</p>			
	<p>Los drenajes del puente no tienen extensiones, esto puede ocasionar daños en la superestructura (severidad media).</p>	<p>El manejo inadecuado de las aguas de escorrentía puede generar daños como oxidación y corrosión en las vigas de acero.</p>	<p>Colocar extensiones de al menos 1 metro de longitud por debajo del nivel inferior de las vigas en cada salida de los drenajes de la losa (AASHTO, 2002), asegurando que no provoquen daños o socavación en otros elementos.</p>
	<p>Las barandas del puente presentan daños por impacto (severidad media).</p>	<p>Estos elementos no ofrecen el nivel de contención en este punto por la deformación existente.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>

Tabla 8:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Pital

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Agrietamientos leves en una dirección (losetas)</p>	Se identifican agrietamientos en los bordes y esquinas de algunas losetas (severidad baja).	Estos agrietamientos usualmente se generan durante el proceso constructivo, los mismos permiten el paso de humedad hacia el acero interno generando oxidación y corrosión.	Considerar la aplicación de un sello superficial con presencia de epóxicos penetrantes que permitan sellar las aberturas y resistir el movimiento de flexión de la losa según los lineamientos de la Sección 568 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Vigas requieren pintura anticorrosiva</p>	Se identifica deterioros leves en la pintura de las vigas y algunos desprendimientos con inicios de oxidación (severidad baja).	La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.	Realizar una limpieza y remoción puntual de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
Subestructura			
 <p>Socavación en bastión de margen derecha</p>	Se identifica un inicio de socavación en la fundación del bastión de margen derecha (severidad baja).	Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.	Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia. de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.

Accesos			
	<p>Puente de un carril. En ninguno de los accesos del puente se tiene una señal que regule las condiciones de paso (nivel de severidad: alto).</p>	<p>No existe una demarcación que indique prioridad de paso, esto puede ocasionar accidentes en este punto.</p>	<p>Colocar una señal de tipo "Ceda" considerando en cual acceso es más conveniente. Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo con lo dispuesto por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001).</p>
Accesorios			
	<p>Los drenajes del puente no tienen extensiones, esto puede ocasionar daños en la superestructura (severidad media).</p>	<p>El manejo inadecuado de las aguas de escorrentía puede generar daños como oxidación y corrosión en las vigas de acero.</p>	<p>Colocar extensiones de al menos 1 metro de longitud por debajo del nivel inferior de las vigas en cada salida de los drenajes de la losa (AASHTO, 2002), asegurando que no provoquen daños o socavación en otros elementos.</p>
<p>No hay señalización vertical en los accesos del puente</p> <p>Extender drenajes del puente (obstruidos)</p>			

Tabla 9:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Purires

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Oxidación y corrosión en vigas</p>	Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (severidad media).	La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.	Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Superestructura compuesta por dos vigas de acero y troncos de árbol</p>	La superestructura del puente está compuesta por vigas de acero y troncos de madera (severidad alta).	La utilización de troncos de madera es inadecuada, pues su capacidad de soporte es impredecible y su deterioro es acelerado.	No utilizar troncos de madera en superestructuras de puentes. En el caso de esta estructura, se debe dar seguimiento a la evolución del deterioro de forma periódica, considerar sustituirlo con elementos que ofrezcan una mayor durabilidad.
Subestructura			
 <p>Socavación en ambos bastiones del puente</p>	Se identifica socavación en ambos bastiones del puente (severidad media).	Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.	Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.

 <p>Abundantes nidos de piedra en cuerpos de bastiones</p>	<p>Los bastiones del puente presentan agrietamientos leves y nidos de piedra (severidad media).</p>	<p>Tanto los agrietamientos como los nidos de piedra permiten el paso de la humedad a lo interno del bastión, esto favorece el deterioro del concreto.</p>	<p>Realizar un sellado de la superficie (repello) asegurándose de que todas las grietas y nidos de piedra sean sellados, seguir disposiciones de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
---	---	--	---

Tabla 10:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Bijagual

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Oxidación en totalidad del área de vigas e inicios de corrosión</p>	Las vigas del puente presentan oxidación en la totalidad del área e inicios de corrosión (severidad media).	La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.	Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Sistema de arriostramiento con corrosión</p>	El sistema de arriostramiento presenta oxidación e inicios de corrosión (severidad baja).	La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.	Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Acero expuesto en losetas y con corrosión de acero interno</p>	Existen desprendimientos de concreto en una de las losetas del puente que ha expuesto el acero (severidad media).	Este tipo de deterioro permite el ingreso de humedad hacia el interior de las losetas, acelerando los procesos de oxidación y corrosión. En este caso el acero ya presenta delaminación.	Realizar reparaciones locales con concreto y epóxicos penetrantes que permitan sellar las aberturas y resistir el movimiento de flexión de la losa según los lineamientos de la Sección 568 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.

Accesorios			
	<p>Los drenajes del puente no tienen extensiones, esto puede ocasionar daños en la superestructura (severidad media).</p>	<p>El manejo inadecuado de las aguas de escorrentía puede generar daños como oxidación y corrosión en las vigas de acero.</p>	<p>Colocar extensiones de al menos 1 metro de longitud por debajo del nivel inferior de las vigas en cada salida de los drenajes de la losa (AASHTO, 2002), asegurando que no provoquen daños o socavación en otros elementos.</p>
<p>Drenajes requieren extensiones</p>			

Tabla 11:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Blanca

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Superestructura a partir de chasis de camión con oxidación y corrosión</p>	<p>La superestructura del puente está compuesta por un chasis, el mismo presenta oxidación generalizada y corrosión de elementos (severidad alta).</p>	<p>El uso de elementos que no fueron diseñados para servir como estructura de soporte de puentes es un riesgo al desconocer sus capacidades reales.</p>	<p>El puente no muestra daños significativos, sin embargo se recomienda brindar mantenimiento (protección anticorrosiva según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente. Realizar inspecciones periódicas para verificar el comportamiento de la superestructura.</p>
Subestructura			
 <p>Inicios de socavación en bastión de margen izquierda</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en la fundación del bastión de margen izquierda (severidad baja).</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
Accesos			
 <p>No hay señalización tipo Ceda</p>	<p>Puente de un carril. En ninguno de los accesos del puente se tiene una señal que regule las condiciones de paso (nivel de severidad: alto).</p>	<p>No existe una demarcación que indique prioridad de paso, esto puede ocasionar accidentes en este punto.</p>	<p>Colocar una señal de tipo "Ceda" considerando en cual acceso es más conveniente. Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo a los dispuesto por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sica, 2001).</p>

Accesorios			
 <p>Barandas con deformación (mala condición)</p>	<p>Las barandas del puente presentan daños por impacto (severidad media).</p>	<p>Estos elementos no ofrecen el nivel de contención en este punto por la deformación existente.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>

Tabla 12:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Pedregosa

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Sobrecapa de lastre de al menos 10cm de espesor</p>	<p>La sobrecapa existente en el puente adiciona peso a la superestructura (severidad alta).</p>	<p>Estas sobrecapas generan una carga permanente considerable sobre el puente, reduciendo su capacidad de soporte a las cargas vehiculares.</p>	<p>Retirar todas las sobrecapas existentes y evaluar la condición de la losa de concreto. Construir losas de aproximación para evitar la migración por arrastre hacia el puente según los lineamientos de la Sección 567 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Desprendimiento de concreto y acero expuesto en losa inferior</p>	<p>Se identifica un desprendimiento de concreto en la losa del puente con acero expuesto (severidad alta).</p>	<p>Este desprendimiento ha generado un proceso de corrosión en el acero interno.</p>	<p>Realizar una reparación puntual con concreto y epóxicos que permitan proteger el acero interno. Seguir lineamientos establecidos en el Manual de Reparación de Concreto (American Concrete Institute, 2013).</p>
 <p>Oxidación con inicios de corrosión en vigas</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación en la totalidad del área e inicios de corrosión (severidad media).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Subestructura			
 <p style="text-align: center;">Socavación en bastión de margen derecha (presencia de bastiones antiguos)</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en la fundación del bastión de margen derecha (severidad baja).</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia, esto de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
Accesorios			
 <p style="text-align: center;">No hay drenajes en el puente</p>	<p>El puente no posee drenajes por lo que se facilita la acumulación de sedimentos en la losa superior (severidad media).</p>	<p>El manejo inadecuado de las aguas de escorrentía puede generar daños en la superestructura del puente.</p>	<p>Construir drenajes con extensiones de al menos 1 metro de longitud por debajo del nivel inferior de las vigas en cada salida de los drenajes de la losa (AASHTO, 2002), asegurando que no provoquen daños o socavación en otros elementos.</p>

Tabla 13:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Rio Seco

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Agregado expuesto en superficie de ruedo</p>	<p>La losa del puente presenta desgaste superficial (severidad baja).</p>	<p>Un desgaste excesivo en la losa puede generar desprendimiento de agregados y agujeros en la losa si no se atiende a tiempo.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua. Esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 559 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>Juntas parcialmente obstruidas</p>	<p>Las juntas de expansión del puente están parcialmente obstruidas y permiten el paso de sedimento hacia la zona de los apoyos (severidad media).</p>	<p>La obstrucción puede generar daño en la losa y restringe el movimiento natural del puente generando sobrefuerzos en la superestructura. La abertura excesiva permite la acumulación del sedimento en los apoyos generando corrosión.</p>	<p>Eliminar la obstrucción presente en la junta. Luego, sellar la junta con un material de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta. Esto según los lineamientos de la Sección 567 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Deformación longitudinal de vigas principales</p>	<p>Las tres vigas del puente presentan una deformación por pandeo (severidad media).</p>	<p>Ésta deformación posiblemente ocurrió durante el proceso constructivo por un mal manejo de las vigas.</p>	<p>Dar seguimiento a la deformación para identificar si el problema se agrava. Si este fuera el caso se recomienda adicionar elementos estructurales de arrioste lateral para restringir la deformación, esto según los lineamientos de la sección 555 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

	<p>Las juntas pernadas del puente carecen de algunos tornillos (severidad media).</p>	<p>Estos tornillos tienen la función de mantener la continuidad en la transmisión de esfuerzos entre las dos vigas, por lo que su ausencia es un problema estructural.</p>	<p>Colocar los tornillos faltantes considerando las especificaciones de construcción del puente (se recomienda brindar especial atención al nivel de torque que se requiere para estos elementos y verificarlos usando un torquímetro).</p>
<p>Subestructura</p>			
	<p>El aletón del sector aguas arriba en la margen izquierda se fracturó debido al asentamiento causado por la socavación local (severidad alta)</p>	<p>Es posible que este aletón colapse ante la carga del relleno de aproximación o durante un evento de creciente (el flujo del río impacta directamente este elemento).</p>	<p>Este aletón requiere de una reconstrucción completa, pues ya se encuentra separado del cuerpo principal del bastión. Adicionalmente, se recomienda implementar medidas de corrección del cauce (como espolones y diques laterales), así como construir obras de protección de la margen izquierda.</p>
	<p>Se identifica socavación en la fundación del bastión de margen izquierda (severidad alta).</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia, esto de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>Socavación en bastión de margen izquierda</p>			

Accesorios			
 <p>Drenajes obstruidos en el puente requieren extensión</p>	<p>Los drenajes del puente no tienen extensiones, esto puede ocasionar daños en la superestructura (severidad media).</p>	<p>El manejo inadecuado de las aguas de escorrentía puede generar daños como oxidación y corrosión en las vigas de acero.</p>	<p>Colocar extensiones de al menos 1 metro de longitud por debajo del nivel inferior de las vigas en cada salida de los drenajes de la losa (AASHTO, 2002), asegurando que no provoquen daños o socavación en otros elementos.</p>
 <p>Las barandas presentan deformaciones</p>	<p>Las barandas del puente presentan daños por impacto (severidad media).</p>	<p>Estos elementos no ofrecen el nivel de contención en este punto por la deformación existente.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>

Tabla 14:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Turrubares

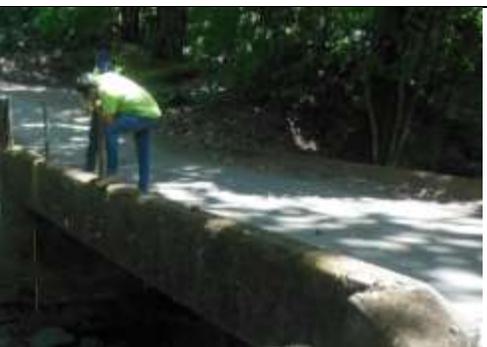
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Oxidación en pasadores</p>	Se identifica oxidación e inicios de corrosión en algunos pasadores de conexión entre los paneles laterales del puente (severidad baja).	La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.	Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Sedimentos en tornillos de unión de paneles de piso</p>	Se presenta la acumulación de sedimento en los tornillos de sujeción de los paneles de piso con el resto del sistema de emparrillado (severidad baja).	Estos tornillos suelen ser de los elementos que primero se fatigan en este tipo de puentes, por lo que la presencia de sedimento favorece la acumulación de humedad, lo cual puede llevar a una falla prematura.	Realizar una limpieza de estas zonas en todos los paneles del puente e incluir en el plan de mantenimiento del puente esta labor.
 <p>Agrietamientos leves por flexión</p>	Se identifican grietas por flexión en la zona inferior y superior de la losa (severidad baja).	Este tipo de agrietamiento es esperable para este tipo de elemento estructural.	Dar seguimiento periódico a la aparición de nuevas grietas o ampliación de las actuales. De agravarse el problema considerar la utilización de refuerzos externos (utilizando fibra de carbono, por ejemplo).

	<p>Se identifica un elemento de arriostre longitudinal que presenta deformación (severidad media).</p>	<p>Estos elementos brindan rigidez al sistema de piso por lo que su deformación reduce considerablemente su funcionalidad.</p>	<p>Sustituir el elemento por uno de dimensiones y características similares (en este caso al ser un puente modular los elementos son relativamente sencillos de reemplazar).</p>
<p>Subestructura</p>			
	<p>Se identifica un proceso de erosión y desgaste del talud por debajo del puente en la margen derecha (severidad media).</p>	<p>Esta erosión podría comprometer la zona de apoyo del cabezal que soporta el extremo del puente.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia, de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
	<p>En las pilas centrales se presenta socavación local en los pilotes anclados (severidad baja).</p>	<p>La socavación puede generar la exposición de las fundaciones y la pérdida de material soportante.</p>	<p>Realizar labores de limpieza de escombros y construir un sistema de protección a las fundaciones de las pilas afectadas, esto de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
<p>Socavación local en pilas centrales</p>			

 <p>Acumulación de escombros en protecciones de pilas</p>	<p>En las protecciones de las pilas se da la acumulación de escombros y ramas que favorecen la socavación (severidad media).</p>	<p>La socavación puede generar la exposición de las fundaciones y la pérdida de material soportante.</p>	<p>Realizar labores de limpieza de escombros y construir un sistema de protección a las fundaciones de las pilas afectadas, esto de acuerdo con la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Protecciones de pilas requieren la aplicación de pintura anticorrosiva</p>	<p>Las protecciones de las pilas centrales presentan oxidación generalizada e inicios de corrosión (severidad media).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 15:

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Luis

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>La superestructura esta compuesta por un chasis de camión con oxidación y corrosión grave</p>	<p>La superestructura del puente está compuesta por un chasis, el mismo presenta oxidación generalizada y corrosión de elementos (severidad alta).</p>	<p>El uso de elementos que no fueron diseñados para servir como estructura de soporte de puentes es un riesgo al desconocer sus capacidades reales.</p>	<p>El puente no muestra daños significativos, sin embargo se recomienda brindar mantenimiento (protección anticorrosiva según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente. Realizar inspecciones periódicas para verificar el comportamiento de la superestructura.</p>
Accesos			
 <p>No hay señalización en el puente</p>	<p>Puente de un carril. En ninguno de los accesos del puente se tiene una señal que regule las condiciones de paso (nivel de severidad: alto).</p>	<p>No existe una demarcación que indique prioridad de paso, esto puede ocasionar accidentes en este punto.</p>	<p>Colocar una señal de tipo "Ceda" considerando en cual acceso es más conveniente. Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo con lo dispuesto por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001).</p>
Accesorios			
 <p>El puente no cuenta con barandas</p>	<p>El puente no tiene barandas (severidad alta).</p>	<p>La ausencia de barandas representa un grave problema de seguridad vial a todos los usuarios de la vía.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>

5. Conclusiones

Producto de la inspección realizada a los puentes solicitados por la Municipalidad de Turrubares se han identificado y categorizado, como sigue:

- Un puente en condición de falla inminente, que requiere una restricción de paso de vehículos e implica la realización de labores de reconstrucción y sustitución de la estructura (informado vía oficio LM-EIC-D-0761-2021 de fecha 31 de agosto 2021).
- Dos puentes en condición seria, que requieren atención al identificarse deterioro significativo en alguno de sus elementos estructurales primarios, o bien, presentan deficiencias de seguridad vial muy riesgosas. En caso de no atenderse estos deterioros podrían conducir a una situación inestable a futuro. Estas intervenciones podrían incluir obras de reconstrucción o sustitución de componentes.
- Seis puentes en condición deficiente, que requieren de intervenciones de rehabilitación para mejorar la condición de los elementos que presentan algún deterioro antes de que pierdan su funcionalidad, o bien, deficiencias en seguridad vial.
- Cuatro puentes en condición regular, que requieren atención de los deterioros ligeros que deben ser tratados por aspectos de durabilidad para evitar la progresión del daño, o bien, deficiencias en aspectos de seguridad vial. Estas intervenciones están enfocadas en labores de mejoramiento y mantenimiento preventivo.

En la siguiente tabla se propone una priorización de la intervención en los puentes cantonales de Turrubares con base en la clasificación de su condición. Cabe aclarar que los puentes clasificados dentro de una misma categoría tienen igual nivel de importancia y por lo tanto igual nivel de priorización.

Tabla 16:

Priorización propuesta de intervenciones en los puentes del cantón de Turrubares de acuerdo a su condición.

Nombre del puente	Condición
Puente Florecilla	Falla Inminente
Puente La Mora	Seria
Puente Purires	Seria
Puente La Angostura	Deficiente
Puente Quebrada Bijagual	Deficiente
Puente Quebrada Blanca	Deficiente
Puente Quebrada Pedregosa	Deficiente
Puente Río Seco	Deficiente
Puente San Luis	Deficiente
Puente El Ranal	Regular
Puente Mata de Plátano	Regular
Puente Pital	Regular
Puente Río Turrubares	Regular

- Se considera necesario establecer un plan de mantenimiento rutinario que incluya actividades de preservación de las estructuras tipo puente que incluya actividades como: chapea, limpieza general, aplicación de pintura a elementos como barandas, bordillos, vigas principales y sistemas de arriostamiento, reparaciones menores en elementos de concreto. Este plan de mantenimiento podría aplicarse de forma anual haciendo una revisión general de los puentes para definir las tareas necesarias.
- Los deterioros estructurales identificados durante la inspección consisten principalmente en agrietamientos en elementos de concreto, daños por corrosión y deformación de elementos metálicos como vigas principales y problemas de socavación. Cada uno de estos casos debe abordarse de forma individual y buscar asesoría por parte de especialistas en caso de ser necesario. No se omite manifestar que en el caso de puentes clasificados en condición seria y alarmante estas intervenciones son prioritarias.
- La mayoría de los puentes inspeccionados presentaron deficiencias a nivel de seguridad vial, principalmente enfocados en deterioros en las barandas (o la ausencia de éstas). Así como ausencia o deterioro de señales de prevención y reglamentación en los accesos de los puentes. Se considera prioritario realizar mejoramientos en estos aspectos para solventar las deficiencias observadas.

6. Recomendaciones

- Se recomienda que este proceso de evaluación no debe quedar en esta etapa preliminar, los puentes deben ser inspeccionados al menos cada dos años. Esta labor la puede realizar el personal de la Unidad Técnica de la Municipalidad una vez que reciban la capacitación correspondiente, previa solicitud de la Municipalidad.
- Se recomienda desarrollar un Plan de Mantenimiento de Puentes tomando en consideración el *Capítulo 6 Conservación de estructuras mayores del Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras Y Puentes* (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2015).
- Respecto de la seguridad vial se recomienda la atención inmediata de las necesidades identificadas, en especial el tema de barandas (sistema de protección) y señalización preventiva, considerando la Guía para el Análisis y Diseño de Seguridad Vial de Márgenes de Carreteras y lo que establece el *Capítulo 7 Conservación de Componentes de Seguridad Vial del Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras Y Puentes*. (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2015)

Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están basados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos a la municipalidad tome las medidas necesarias y oportunas que considere, para evitar un colapso de los casos clasificados en condición seria y evitar que los ubicados en las restantes categorías prosigan en el grado deterioro ocasionando una mayor inversión de recursos, así como la afectación a los usuarios. Por lo que, será la municipalidad la que deba establecer la forma en cómo se realizará la intervención de estos puentes.

7. Referencias

- AASHTO. (2002). *Manual de diseño de puentes estándar*. Washington DC: AASHTO.
- American Concrete Institute. (2013). *Concrete Repair Manual-4th Edition*. Farmington Hill, MI.: ACI.
- LanammeUCR. (2011). *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San Pedro: UCR.
- LanammeUCR. (2016). *Curso de inventario e inspección de puentes cantonales*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.
- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. San José: MOPT.
- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes*. San José: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José, Costa Rica.
- Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., & Loría-Salazar, L. G. (2015). *Actualización de los criterios de evaluación visual de*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.
- NCHRP 20-07. (2012). *Guide to recommended practice for the repair of impact-damaged prestressed concrete bridge girders*. Washington DC: NCHRP.
- Sieca. (2001). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito*. Guatemala: USAID.

8. Anexos

Se adjuntan a continuación los formularios de inspección e inventario de cada puente. Los registros fotográficos son entregados en formato digital.