



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

LM-PI-GM-INF-05-2019

INFORME DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PUENTES EN EL CANTÓN DE ESPARZA

Preparado por:

Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica

Octubre 2019



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.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARA RECIBIR

31 de octubre de 2019
LM-IC-D-0918-19

Sr. Asdrúbal Calvo Chaves
Alcalde
Municipalidad de Esparza

Atención: Informe LM-PI-GM-INF-05-2019

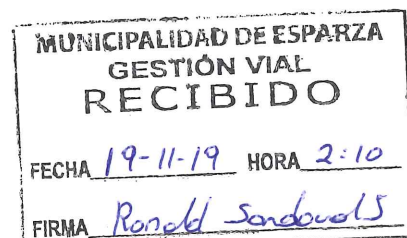
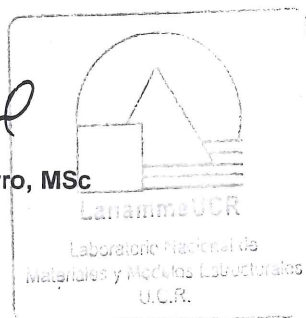
Estimado alcalde:

Sirva la presente para saludarle y hacer entrega del informe LM-PI-GM-INF- 05-2019 titulado "Informe de inspección y evaluación de los puentes en el cantón de Esparza".

Dicho informe responde a la solicitud planteada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Esparza, con base en el convenio número R-CONV-002-2019, existente entre ambas instituciones y en apego a las funciones asignadas por la Ley 8114 a este laboratorio en materia de fiscalización de obra vial.

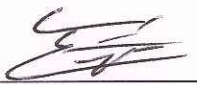
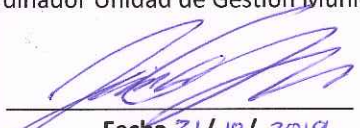
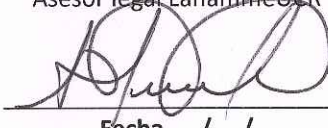
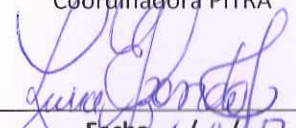
Sin otro particular se despide,


Ing. Alejandro Navas Carro, MSc
Director LanammeUCR





Información técnica del documento

1. Informe LM-PI-GM-INF-05-2019		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de inspección y evaluación de los puentes en el cantón Esparza		4. Fecha del Informe: Octubre 2019
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de Esparza, 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 Esparza, dentro del marco de las competencias establecidas en la Ley 8114 y 8603; por medio del convenio firmado entre la Municipalidad y la Universidad de Costa Rica: número R-CONV-002-2019. El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de 8 puentes ubicados en la Red Vial Cantonal de Esparza, 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 Públicas y Transportes, 2007).		
8. Palabras clave Inspección de puentes, Esparza	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Número de páginas: 25
11. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos, MEng. Unidad de Gestión Municipal  Fecha 31 / 10 / 19		
12. Revisado por: Ing. Jaime Allen Monge, PhD Coordinador Unidad de Gestión Municipal  Fecha 31 / 10 / 2019	13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor legal LanammeUCR  Fecha / /	14. Aprobado por: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas Coordinadora PITRA  Fecha 1 / 11 / 19



Índice de Contenidos

1. Introducción	5
2. Objetivos	5
3. Alcance del informe	6
4. Descripción general.....	7
5. Resultados principales de la evaluación de cada puente.....	8
Puente: Quebrada El Barón (Ruta Cantonal 6-02-005)	9
Puente: Quebrada El Cura (Ruta Cantonal 6-02-003)	11
Puente: Quebrada Honda (Ruta Cantonal 6-02-009)	13
Puente: Quebrada Mina (Ruta Cantonal 6-02-018)	14
Puente: Quebrada Quiñones (Ruta Cantonal 6-02-003)	16
Puente: Río Esparza (Ruta cantonal 6-02-005).....	17
Puente: Río Esparza El Humo (Ruta cantonal 6-02-009)	19
Puente: Río Paires (Ruta cantonal 6-02-005)	21
6. Conclusiones y recomendaciones	23
7. Referencias.....	24
8. Anexos	25



Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Esparza	7
Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente	8
Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada El Barón (6-02-005)	9
Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada El Cura (6-02-003).	11
Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Honda (6-02-009)	13
Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Mina (6-02-018)	14
Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Quiñones (6-02-003)	16
Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Esparza (6-02-005).	17
Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Esparza El Humo (6-02-009).	19
Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Paires (6-02-005).	21

1. Introducción

El presente documento forma parte de los componentes y actividades indicados en el Convenio de Cooperación entre la Municipalidad de Esparza y la Universidad de Costa Rica, número R-CONV-002-2019, (con un plazo de 2 años, a partir de 22 de febrero de 2019).

Para este caso, se presenta la evaluación de la condición de ocho puentes en el cantón de Esparza ubicados en diferentes rutas cantonales, producto de las inspecciones y evaluaciones visuales de campo realizadas personal de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, como parte de la asesoría técnica solicitada y acordada con la Municipalidad.

Las inspecciones fueron realizadas entre los meses de febrero y marzo de 2019. 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, 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

- Presentar los principales deterioros y daños identificados en cada puente inspeccionado, señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención por parte de la Municipalidad de Esparza.
- 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 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 la figura 1 se resume la metodología que se utilizó para este proceso de inspección:

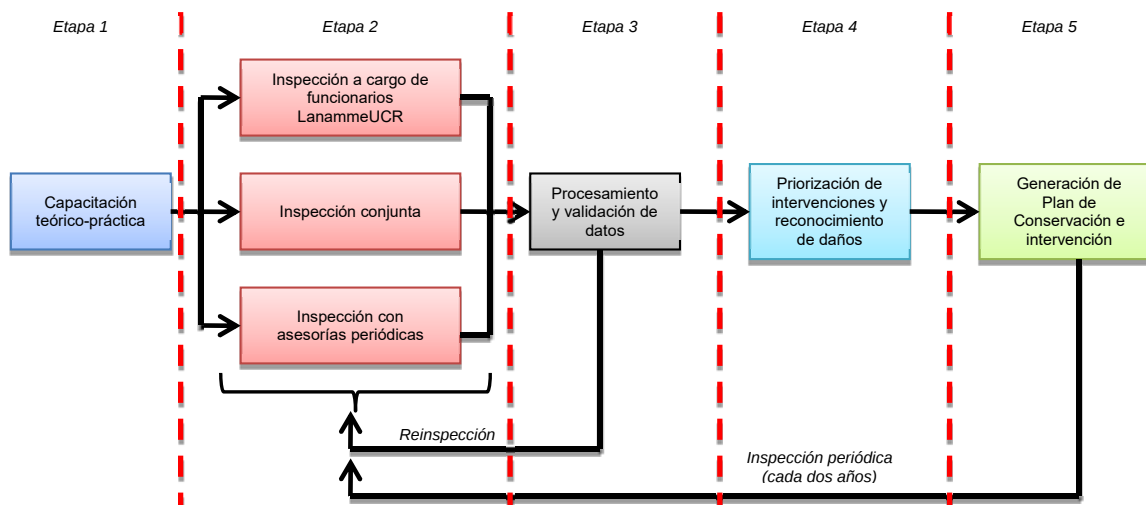


Figura 1: Metodología de inspección propuesta
(Fuente: Curso inventario e inspección de puentes LanammeUCR, AÑO)



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 5,5 m y 29 m.

Los puentes inspeccionados se ubican en los distritos de Espíritu Santo, San Juan, Macacona, San Rafael, San Jerónimo y Caldera. La tabla 1 resume sus características principales:

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Esparza

Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de superestructura	Coordenadas	
Puente Quebrada El Barón (Ruta cantonal 6-02-005)	6,0	Losa de concreto reforzado	9,96340	84,62314
Puente Quebrada El Cura (Ruta cantonal 6-02-003)	7,4	Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado	9,99202	84,66189
Puente Quebrada Honda (Ruta cantonal 6-02-009)	9,0	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,96547	84,68400
Puente Quebrada Mina (Ruta cantonal 6-02-018)	12,3	Losa de concreto sobre vigas de acero	10,04178	84,66296
Puente Quebrada Quiñones (Ruta cantonal 6-02-003)	3,5	Viguetas de concreto preesforzadas	9,98782	84,65396
Puente Río Esparza (Ruta cantonal 6-02-005)	6,5	Losa de concreto sobre chasis	9,98795	84,66679
Puente Río Esparza El Humo (Ruta cantonal 6-02-009)	14,5	Losa de concreto sobre cerchas de acero	9,98188	84,67496
Puente Río Paires (Ruta cantonal 6-02-005)	30,0	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,97108	84,63129

5. 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. 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.



Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada El Barón (6-02-005)

Puente: Quebrada El Barón (Ruta Cantonal 6-02-005)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Sobrecapa de asfalto de 10 cm y obstrucción de juntas de expansión.	Se identifica una capa de mezcla asfáltica colocada encima de la losa de ruedo, con un espesor de 10 cm que obstruye las juntas de expansión.	Esta capa adicional ejerce una carga permanente adicional sobre la estructura, probablemente no contemplada en el diseño original del puente. Las juntas no pueden estar obstruidas pues, ellas deben: • Permitir, con el paso del tráfico, el cumplimiento de los movimientos y/o rotaciones considerados en el diseño del puente, sin deteriorar los elementos estructurales del mismo. • Permitir la continuidad de la superficie de ruedo, para dar mayor confort a los usuarios. • Evacuar de forma rápida segura el agua. • No generar ruidos, impactos y vibraciones con el paso del tráfico. • Ser de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento.	Eliminar la capa de asfalto existente y reparar la losa existente, según lo requiera. No colocar sobrecapas de asfalto sin una justificación técnica que permita demostrar que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente.

 Agrietamientos leves en losa inferior.	Existen agrietamientos leves en la cara inferior de la losa, coincidentes con patrones de esfuerzos por flexión.	Estos agrietamientos si bien son leves indican que la losa del puente ha recibido cargas superiores a su capacidad. Adicionalmente, la sobrecapa de asfalto aumenta la carga permanente y favorece la aparición de estas grietas.	Eliminar la capa de asfalto existente y reparar la losa existente, según lo requiera. No colocar sobrecapas de asfalto sin una justificación técnica que permita demostrar que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente. Realizar inspecciones periódicas para identificar la aparición de nuevas grietas o el aumento de las actuales.
 Drenajes requieren extensiones en PVC.	No hay tuberías de drenaje que ayuden a desplazar el agua de la superficie de rueda.	La ausencia de estas tuberías genera acumulaciones de agua en la losa y favorece la ocurrencia de la oxidación del acero y posible hidropneumático de los vehículos.	Extender los tubos de drenaje al menos 1 m por debajo del nivel inferior de la losa, asegurando, además, que no genere daños a otros elementos del puente ni socavación.

Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada El Cura (6-02-003).

Puente: Quebrada El Cura (Ruta Cantonal 6-02-003)

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Desgaste superficial de losa (agregado expuesto).	La superficie de ruedo presenta desgaste a causa del efecto de fricción de los vehículos.	Este desgaste puede ocasionar la pérdida de agregados y con ello generar la aparición de baches y exponiendo el acero interno.	Valorar la colocación de una capa delgada de protección (concreto o asfalto), siempre que un estudio técnico demuestre que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente.
 Vigas principales con agrietamientos por flexión y una de ellas con agrietamientos por cortante.	La presencia tanto de agrietamientos por flexión como por cortante indican que el puente ha sufrido sobrecargas durante su vida útil.	Es posible que estos agrietamientos continúen extendiéndose comprometiendo la capacidad de soporte del puente, generando adicionalmente deflexiones en la losa.	Considerar la utilización de un refuerzo externo (fibras de carbono) para las vigas actuales o adicionar vigas metálicas a la superestructura, según lo establezca el estudio técnico.
 Agrietamientos menores en losa zona inferior.	Se identifican agrietamientos menores en la losa (cara inferior).	Estos agrietamientos no representan un riesgo inmediato, pero si se extienden pueden generar desprendimientos de concreto y exposición del acero interno de refuerzo.	Dar seguimiento a su evolución, en caso de que se agrave su extensión o abertura de grietas aplicar sellos superficiales.

 Se identifica agrietamiento entre el cuerpo del bastión y el aletón en margen derecha.	Se identifica agrietamiento en la unión entre el bastión y el aletón de la margen derecha aguas arriba.	Es posible que este agrietamiento fuese causado por una junta fría durante el proceso de construcción.	Realizar una reparación utilizando epóxico de relleno, con esto se sellaría la grieta.
 Se requiere extender los drenajes por medio de tubería PVC.	No hay tuberías de drenaje que ayuden a desplazar el agua de la superficie de rueda.	La ausencia de estas tuberías genera acumulaciones de agua en la losa y favorece la ocurrencia de la oxidación del acero y posible hidropneumático de los vehículos..	Extender los tubos de drenaje al menos 1 m por debajo del nivel inferior de la losa, asegurando, además, que no genere daños a otros elementos del puente ni socavación.

Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Honda (6-02-009).

Puente: Quebrada Honda (Ruta Cantonal 6-02-009)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Barandas de concreto con impactos y grietas en los canalizadores.	Las barandas del puente presentan grietas por impacto en los canalizadores de ambos accesos.	Estos elementos no presentan condiciones adecuadas para soportar un impacto vehicular ni para evitar la caída al cauce.	Reparar la baranda y colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la <i>Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras</i>, Mayo 2011
 Descascaramiento en losa inferior con acero expuesto.	Se observa un descascaramiento de la losa del puente en su cara inferior que expone parte del acero de refuerzo interno.	Al estar expuesto el acero interno se genera el proceso de oxidación y corrosión reduciendo su vida útil.	Realizar una reparación de la zona afectada (repello) utilizando morteros con alta adherencia.
 Agrietamiento entre bastión y aletón en la margen derecha.	Se identifica agrietamiento en la unión entre el bastión y el aletón de la margen derecha aguas arriba.	Es posible que este agrietamiento fuese causado por una junta fría durante el proceso de construcción.	Realizar una reparación utilizando epóxico de relleno, con esto se sellaría la grieta.

Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Mina (6-02-018)

Puente: Quebrada Mina (Ruta Cantonal 6-02-018)

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Desgaste superficial de losa con desprendimiento menor de agregados.	La superficie de ruedo muestra desgaste a causa del efecto de fricción de los vehículos.	Este desgaste puede ocasionar la pérdida de agregados generando con ello la aparición de baches y exponiendo el acero interno.	Valorar la colocación de una capa delgada de protección (concreto o asfalto), siempre que un estudio técnico demuestre que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente.
 Nidos de piedra con acero expuesto en la losa.	En algunos sectores de la losa se tienen nidos de piedra con acero expuesto.	La exposición del acero y la facilidad de ingreso de humedad hacia el interior de la losa facilitan la oxidación y corrosión en los refuerzos metálicos.	Realizar una reparación de la zona afectada (repello) utilizando morteros con alta adherencia.
 Sistema de arriostramiento con oxidación y corrosión.	Oxidación y corrosión de vigas de acero.	La presencia de oxidación en estos elementos reduce su vida útil y su capacidad estructural.	Realizar una limpieza del sistema de arriostramiento y remover toda la oxidación. Posteriormente aplicar un sistema de protección con pintura anticorrosiva.

 Vigas principales con inicios de oxidación.	En las vigas principales se identifican inicios de oxidación y corrosión.	La pérdida de sección en las vigas de acero debilitaría la superestructura y comprometería la capacidad de soporte del puente.	Realizar una limpieza de las vigas y remover toda la oxidación. Posteriormente aplicar un sistema de protección con pintura anticorrosiva.
 Nidos de piedra en bastión Oeste.	Se identifican nidos de piedra en la superficie del bastión Oeste.	Estos nidos de piedra facilitan el paso de humedad al interior de los bastiones degradando el concreto.	Sellar estos deterioros por medio de un repello superficial.
 No hay drenajes en la superficie de ruedo.	No se tienen puntos de desfogue para las aguas superficiales de escorrentía.	Se generan acumulaciones de sedimento que reducen la capacidad de adherencia en la superficie. Además, al no evacuarse el agua rápidamente el concreto se expone a condiciones de saturación. Por otro lado, la película de agua sobre la superficie puede generar hidroneo	Realizar una limpieza de todos los sedimentos de forma periódica. Construir al menos dos drenajes con tubos de extensión al menos a un nivel de 1 m por debajo del punto más bajo de las vigas del puente, asegurando, además, que no genere daños a otros elementos del puente ni socavación.

Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Quiñones (6-02-003).

Puente: Quebrada Quiñones (Ruta Cantonal 6-02-003)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 20.03.2019 12:12 Agrietamiento en bastión Este.	Existe un agrietamiento cercano a la zona de apoyo de las viguetas del puente.	En estas zonas de los bastiones se dan concentraciones de esfuerzos por el apoyo de las viguetas. En caso de que se den desprendimientos del concreto las viguetas carecerían de un adecuado apoyo.	Realizar una reparación localizada de esta zona considerando la colocación de refuerzos adicionales o extensiones en las zonas de apoyo.
 20.03.2019 12:10 Inicios de socavación en ambos bastiones.	Existe socavación localizada en ambos bastiones del puente.	La socavación ha comenzado a extenderse por debajo de las fundaciones, generando un riesgo de desplazamiento.	Realizar obras de reparación y sustitución del material de socavación y construir obras de protección contra la socavación.

Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Esparza (6-02-005).

Puente: Río Esparza (Ruta cantonal 6-02-005)

Condición: Seria

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Falla de muro de gaviones compromete acceso.	En el acceso Sur, el muro de gaviones que retiene el relleno de aproximación, colapsó.	La reducción de la vía puede generar una pérdida del acceso y compromete la seguridad vial de los usuarios.	Reconstruir el muro de gaviones y restituir el ancho de vía previo.
  Chasis con oxidación como superestructura.	Oxidación y corrosión de vigas de acero.	La pérdida de sección en las vigas de acero debilitaría la superestructura y comprometería la capacidad de soporte del puente.	Realizar una limpieza de la viga y remover toda la oxidación. Posteriormente aplicar un sistema de protección con pintura.

 Barandas incompletas con agrietamientos.	Un costado del puente carece de barandas de protección.	Las condiciones de alineamiento del puente y la ausencia de barandas puede generar un accidente grave por caída de vehículos.	Colocar barandas así como, un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la <i>Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras</i>, Mayo 2011.
 Superficie de ruedo con deformaciones y sobrecapa de asfalto.	El puente presenta daños en la superficie de ruedo y sobrecapas de asfalto.	La presencia de deterioros puede generar maniobras peligrosas al transitar en el puente.	No realizar bacheos, cuando se requiera una reparación en primera instancia, valorar la colocación de una capa delgada de protección (concreto o asfalto), siempre que un estudio técnico demuestre que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente.

Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Esparza El Humo (6-02-009).

Puente: Río Esparza El Humo (Ruta cantonal 6-02-009)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Agrietamiento transversal en la losa (constructivo), nidos de piedra.	Se identifica un agrietamiento con nidos de piedra en la cara inferior de la losa.	Este deterioro facilita el ingreso de humedad dentro de la losa propiciando la oxidación del acero interno.	Realizar un sellado de estos deterioros por medio de un repello superficial.
 Desgaste superficial en la superficie de ruedo.	La superficie de ruedo muestra desgaste a causa del efecto de fricción de los vehículos.	Este desgaste puede ocasionar la pérdida de agregados dando con la aparición de baches y exponiendo el acero interno.	Valorar la colocación de una capa delgada de protección (concreto o asfalto), siempre que un estudio técnico demuestre que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente.
 Juntas de expansión parcialmente obstruidas.	Las juntas de expansión están parcialmente obstruidas con agregados.	Estas obstrucciones pueden generar concentraciones de esfuerzos ante el movimiento del puente, lo cual puede fracturar la losa.	Realizar una limpieza de ambas juntas retirar todo el material que obstruye las mismas. Colocar un sello de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta.



 Acumulación de sedimentos en los apoyos.	Existe una cantidad considerable de sedimentos y agregados en la zona cercana a los apoyos de las cerchas.	Estas acumulaciones de material favorecen la presencia de humedad; lo cual propicia la oxidación de los elementos metálicos cercanos.	Realizar una limpieza de estas zonas en ambos bastiones. Colocar un sello de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta.
---	---	--	--

Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Paires (6-02-005).

Puente: Río Paires (Ruta cantonal 6-02-005)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Agrietamientos en zona superior de la losa.	Se identifican agrietamientos en la cara superior de la losa.	Este puente presenta una longitud considerable (30 m) en un sistema con vigas de acero, por lo que estas grietas son producto de la deflexión en las vigas.	Dar seguimiento a la posible aparición de nuevas grietas. Aplicar sellados de grietas para evitar el ingreso de agua a la losa.
 Juntas de expansión sin sellos, daños en orillas, filtración y acumulación de sedimentos.	Las juntas de expansión no tienen elementos de relleno y sellado.	La ausencia de estos elementos facilita la intromisión de partículas duras dentro de la junta, lo cual puede generar fracturas en la losa debido a las deformaciones del puente por las cargas dinámicas.	Realizar una limpieza de ambas juntas, retirar todo el material que obstruye las mismas. Colocar un sello de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta.
 Las vigas principales presentan deformación longitudinal, inicios de oxidación y corrosión.	Las vigas principales presentan deformación longitudinal por flexión y, -en el plano.	Este tipo de daño se origina generalmente durante el proceso constructivo, dando como resultado una deformación permanente de la viga.	Dar seguimiento a la deformación, si la misma aumenta en el tiempo se debe considerar la incorporación de elementos adicionales para rigidizar lateralmente las vigas principales.

 Sistema de arriostramiento deformado, oxidado y con inicios de corrosión.	Los elementos del sistema de arriostramiento no fueron colocados de forma correcta y presentan oxidación con inicios de corrosión.	Ante cargas laterales (sismo) estos elementos podrían desalinearse notablemente al no estar bien nivelados.	Evaluar la posibilidad de realinear estos elementos para garantizar un correcto funcionamiento. Remove la oxidación presente y aplicar un sistema de protección con pintura anticorrosiva.
 Uniones pernadas entre vigas requieren pintura.	Todas las uniones pernadas carecen de pintura.	La oxidación y corrosión reducen la vida útil del acero, en zona de alta concentración de esfuerzos (placas de unión y pernos) esta situación es particularmente riesgosa.	Remove la oxidación presente y aplicar un sistema de protección con pintura anticorrosiva. Verificar el torque presente en los pernos.
 Inicios de socavación en bastión Este.	Se identifica inicios de socavación leve en el bastión Este.	El lecho rocoso del río en este punto prácticamente aflora al nivel de la cimentación, por lo que no se espera que esta socavación avance más allá de lo visible.	Rellenar el espacio mostrado con concreto para evitar daños en el concreto del bastión.



6. Conclusiones y recomendaciones

- Producto de la inspección realizada a los puentes solicitados por la Municipalidad de Esparza se han identificado:
 - o 5 puentes en condición regular
 - o 2 puentes en condición deficiente
 - o 1 puente en condición seria
- Los deterioros y daños encontrados se refieren, en su mayoría, a deterioro de las vigas principales por oxidación y corrosión, problemas de socavación y daños en barandas y sistema de contención.
- Se recomienda establecer un programa de mantenimiento rutinario de puentes que incluya actividades periódicas como: chápea, limpieza, aplicación de pintura y remoción de sedimentos. De manera tal que, permita evitar daños mayores a los puentes a un bajo costo de inversión.
- Es importante recalcar 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.
- 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 Esparza la decisión sobre la priorización de las intervenciones, así como su diseño y construcción.



7. Referencias

Valverde, Germán, (2011), *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San Pedro, Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

Ministerio de Obras Publicas y Transportes, (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. San José: MOPT.

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, Costa Rica, Universidad de Costa Rica.



8. Anexos

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