



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0645-2024

Tipo de Informe: Asesoría

INFORME SOBRE INSPECCIÓN DE PUENTES DE LA MUNICIPALIDAD DE DESAMPARADOS

Preparado por:

Unidad de Gestión Municipal

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)



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.

San José, Costa Rica

Mayo, 2024



| | | |
|---|--|---|
| 1. Informe: EIC-Lanamme-INF-0645-2024 | | 2. Copia No. 1 |
| 3. Título y subtítulo: Informe sobre inspección de puentes de la Municipalidad de Desamparados | | 4. Fecha del Informe: Mayo, 2024 |
| 5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440 | | |
| 6. Notas complementarias | | |
| 7. Resumen Este informe presenta los resultados de las inspecciones visuales ejecutadas durante los meses de enero a marzo de 2023 a 71 puentes pertenecientes a la Red Vial Cantonal de Desamparados. Esto a partir de la solicitud planteada por parte de la Municipalidad de Desamparados a través del oficio MD-AM-01676-2022 de fecha 26 de octubre de 2022. | | |
| 8. Palabras clave Inspección de puentes, Desamparados | 9. Nivel de seguridad: Ninguno | 10. Número de páginas: 170 |
| 11. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos. M.Eng. Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / / | | |
| 12. Revisado por: Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / / | 13. Revisado por: Lic. Geovanni Sancho Sanz Asesor legal LanammeUCR _____ Fecha / / | 14. Aprobado por: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora General PITRA _____ Fecha / / |



Índice de Contenidos

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 10 |
| 2. Objetivos | 10 |
| 3. Alcance del informe | 10 |
| 4. Metodología utilizada | 11 |
| 5. Descripción general | 13 |
| 6. Diagnóstico de los puentes | 28 |
| Puente: La Lucha | 29 |
| Puente: Bajo Tarrazú | 31 |
| Puente: Bajo Los Ángeles | 33 |
| Puente: Calle Los Acuña | 35 |
| Puente: Calle Salitre | 37 |
| Puente: Calle La Violeta Río San Cristóbal | 39 |
| Puente: Calle La Violeta – Quebrada Violeta | 41 |
| Puente: La Trinidad (Colgante) | 43 |
| Puente: La Trinidad - Río Alumbre | 45 |
| Puente: Calle Hidalgo Jacobo | 47 |
| Puente: Calle Méndez | 49 |
| Puente: Calle Jiménez | 51 |
| Puente: Calle La Cabuya | 53 |
| Puente: Calle La Pacaya | 55 |
| Puente: Quebrada Molina – La Pacaya | 57 |
| Puente: El Manzano | 59 |
| Puente: Quebrada Honda Llano Bonito | 61 |
| Puente: Quebrada Tablazo Higuito | 63 |
| Puente: Barrio San José | 65 |
| Puente: Río Jorco Encinales | 67 |
| Puente: Río Jorco Barrio Corazón de María | 69 |
| Puente: Barrio Corazón de Jesús | 71 |
| Puente: Mina | 73 |
| Puente: Calle Mora #1 | 75 |



| | |
|---|-----|
| Puente: Calle Mora #2 | 77 |
| Puente: Quebrada Reyes Urbanización Santa Bárbara | 78 |
| Puente: Calle Piedades | 80 |
| Puente: Calle La Rinconada | 82 |
| Puente: Calle El Alto | 84 |
| Puente: La Isla | 86 |
| Puente: Entrada EBI-Calle Sabanilla | 88 |
| Puente: Calle El Roblar | 90 |
| Puente: Calle Salida El Llano | 92 |
| Puente: Entrada El Huazo | 96 |
| Puente: Río Jorco El Lince | 98 |
| Puente: Alameda Almendro | 100 |
| Puente: Calle Flores | 102 |
| Puente: Calle Naranja | 104 |
| Puente: Calle El Tirrá | 106 |
| Puente: Guatuso – Los Guido | 108 |
| Puente: Calle Los Cipreses | 110 |
| Puente: Calle Salitrillos | 112 |
| Puente: Calle Las Mesas | 113 |
| Puente: Calle Los Picapiedra | 115 |
| Puente: Entrada Quebrada Honda – La Calera | 117 |
| Puente: Fátima – Entrada Parque La Libertad | 119 |
| Puente: Las Palmas | 121 |
| Puente: Barrio Fátima | 123 |
| Puente: Calle Nazareth | 125 |
| Puente: Barrio Corazón de Jesús –San Juan | 127 |
| Puente: San Juan de Dios Calle Alfonso XIII | 130 |
| Puente: Barrio Concepción | 132 |
| Puente: San Juan de Dios – San Rafael | 134 |
| Puente: San Miguel – San Rafael Arriba -Sector Lomas | 136 |
| Puente: Quebrada Lajas – El Huazo | 136 |
| Puente: Calle Valverde – Barrio Santa Cecilia | 137 |



| | |
|---|------------|
| Puente: Quebrada Patalillo – San Juan de Dios | 139 |
| Puente: Urbanización Porosales – Río Jorco | 141 |
| Puente: Barrio Cucubres | 144 |
| Puente: Plaza Cucubres | 146 |
| Puente: Calle Fallas – Río Cucubres | 148 |
| Puente: Calle Fallas La Florita | 150 |
| Puente: Colegio Contadores-Bailey | 152 |
| Puente: Calle Torremolinos | 154 |
| Puente: Calle Altamira | 155 |
| Puente: Río Cucubres Multicentro | 158 |
| Puente: Río Damas – Cruz Roja | 160 |
| Puente: Río Tiribí – San Francisco – San Antonio | 162 |
| Puente: Río Damas Gravilias | 164 |
| Puente: Quebrada Caliente | 166 |
| Puente: El Solar | 167 |
| 7. Conclusiones y recomendaciones | 169 |
| 8. Referencias | 171 |



Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Desamparados | 13 |
| Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente | 28 |
| Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Lucha | 29 |
| Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Bajo Tarrazú..... | 31 |
| Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Bajo Los Ángeles | 33 |
| Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Los Acuña..... | 35 |
| Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Salitre | 37 |
| Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Violeta Río San Cristóbal | 39 |
| Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Violeta – Quebrada La Violeta | 41 |
| Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Trinidad (Colgante) – Río Santa Elena | 43 |
| Tabla 11: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Trinidad -Río Alumbre..... | 45 |
| Tabla 12: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Hidalgo- Jacobo..... | 47 |
| Tabla 13: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Méndez..... | 49 |
| Tabla 14: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Jiménez | 51 |
| Tabla 15: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Cabuya | 53 |
| Tabla 16: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Pacaya..... | 55 |
| Tabla 17: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Molina-La Pacaya..... | 57 |
| Tabla 18: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente El Manzano | 59 |
| Tabla 19: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Honda-Llano Bonito | 61 |
| Tabla 20: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Tablazo Higuito..... | 63 |
| Tabla 21: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio San José | 65 |
| Tabla 22: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Jorco Encinales | 67 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 23: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Jorco Barrio Corazón de María | 69 |
| Tabla 24: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Corazón de Jesús..... | 71 |
| Tabla 25: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Mina..... | 73 |
| Tabla 26: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Mora #1 | 75 |
| Tabla 27: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Mora #2 | 77 |
| Tabla 28: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Reyes Urbanización Santa Bárbara | 78 |
| Tabla 29: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Piedades..... | 80 |
| Tabla 30: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Rinconada | 82 |
| Tabla 31: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle El Alto..... | 84 |
| Tabla 32: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Isla | 86 |
| Tabla 33: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Entrada EBI - Calle Sabanilla | 88 |
| Tabla 34: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle El Roblar | 90 |
| Tabla 35: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Salida El Llano | 92 |
| Tabla 36: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Entrada El Huazo | 96 |
| Tabla 37: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Jorco El Lince..... | 98 |
| Tabla 38: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Alameda Almendro | 100 |
| Tabla 39: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Flores..... | 102 |
| Tabla 40: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Naranjo | 104 |
| Tabla 41: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle El Tirrá | 106 |
| Tabla 42: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Guatuso Los Guido | 108 |
| Tabla 43: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Los Cipreses | 110 |
| Tabla 44: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Salitrillos | 112 |
| Tabla 45: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Las Mesas | 113 |
| Tabla 46: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Los Picapiedra | 115 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 47: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Entrada Quebrada Honda – La Calera | 117 |
| Tabla 48: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Fátima – Entrada Parque La Libertad..... | 119 |
| Tabla 49: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Las Palmas | 121 |
| Tabla 50: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Fátima..... | 123 |
| Tabla 51: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Nazareth | 125 |
| Tabla 52: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Corazón de Jesús – San Juan | 127 |
| Tabla 53: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente San Juan de Dios Calle Alfonso XIII..... | 130 |
| Tabla 54: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Concepción..... | 132 |
| Tabla 55: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente San Juan de Dios- San Rafael..... | 134 |
| Tabla 56: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente San Miguel – San Rafael Arriba – Sector Lomas | 136 |
| Tabla 57: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Lajas- El Huazo..... | 136 |
| Tabla 58: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Valverde – Barrio Santa Cecilia | 137 |
| Tabla 59: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Patalillo – San Juan de Dios..... | 139 |
| Tabla 60: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Urbanización Porosales – Río Jorco | 141 |
| Tabla 61: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Cucubres | 144 |
| Tabla 62: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Plaza Cucubres | 146 |
| Tabla 63: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Fallas Río Cucubres..... | 148 |
| Tabla 64: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Fallas La Florita | 150 |
| Tabla 65: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Colegio Contadores - Bailey | 152 |
| Tabla 66: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Torremolinos | 154 |
| Tabla 67: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Altamira | 155 |
| Tabla 68: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Cucubres Multicentro..... | 158 |
| Tabla 69: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Damas Cruz Roja | 160 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 70: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Tiribí – San Francisco – San Antonio | 162 |
| Tabla 71: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Damas Gravilias | 164 |
| Tabla 72: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Caliente | 166 |
| Tabla 73: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente El Solar .. | 167 |



1. Introducción

En el presente documento se presenta la respuesta al oficio MD-AM-01676-2022 de fecha 26 de octubre de 2022 de la Municipalidad de Desamparados, por medio del cual se plantea una solicitud para realizar la inspección de la totalidad de los puentes vehiculares ubicados dentro de la red vial del cantón de Desamparados. Por parte del Lanamme se plantea la posibilidad de aportar insumos importantes para este proceso apegándose al ámbito de acción delimitado por la Ley 8114 y sus reformas. Específicamente, se realizan observaciones sobre los principales deterioros que presentan las estructuras con el fin de generar insumos para que la Unidad Técnica de Gestión Vial determine las estrategias de intervención que deben aplicarse a cada caso en particular.

Las recomendaciones planteadas en este informe son producto del proceso detallado de inspección en sitio de cada puente realizado durante los meses de enero, febrero y marzo de 2023, por personal de la Unidad de Gestión Municipal de Pitra del LanammeUCR, como parte de la asesoría técnica solicitada por la Municipalidad de Desamparados y en apego a las funciones asignadas por la Ley 8114 y sus reformas a este laboratorio en materia de evaluación de obra vial.

2. Objetivos

- Informar sobre los principales deterioros y daños identificados en cada puente inspeccionado, señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención por parte de la Municipalidad de Desamparados.
- 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, clasificada según 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 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, así como, 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 inicial, a partir de una evaluación visual, de la condición actual de estas estructuras, por lo que corresponde a la Municipalidad de Desamparados la decisión sobre la priorización de las intervenciones, así como su diseño y construcción.

4. Metodología utilizada

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 para las asesorías sobre puentes. Específicamente, para el alcance de este informe se desarrollan las actividades correspondientes a la Etapa 2.

Etapla 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.

Etapla 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.

Etapla 3. Consiste en el procesamiento de los datos recopilados de cada puente. 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.

Etapla 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”.

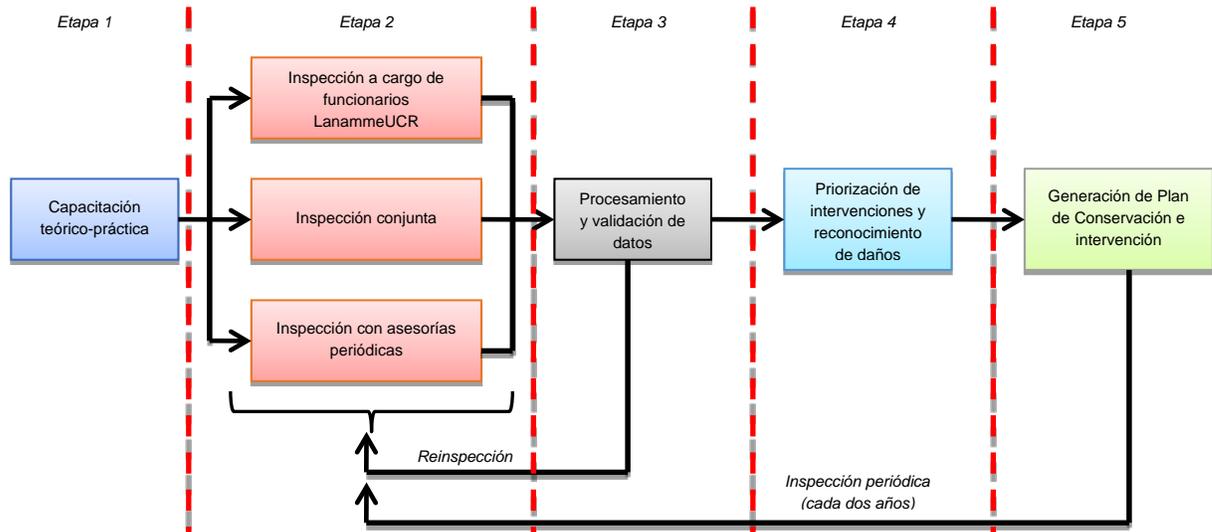


Figura 1. Metodología de inspección propuesta

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

5. Descripción general

Los puentes que se han inspeccionado se caracterizan por presentar estructuras típicas que consisten, en su mayoría, en puentes simplemente apoyados, de dos bastiones y una superestructura; principalmente formados por vigas de acero y concreto, con sistemas de losa y longitudes variables entre 3,8 m y 43,4 m. Los puentes inspeccionados se ubican en los distritos de: Desamparados, San Miguel, San Juan de Dios, San Rafael Arriba, San Rafael Abajo, San Antonio, Frailes, Patarrá, San Cristóbal, Rosario, Damas, Gravilias y Los Guido. La Tabla 1 resume sus características principales (el orden de los puentes corresponde al orden en el cual se inspeccionaron en campo):

Tabla 1. Descripción de los puentes inspeccionados en Desamparados

| ID | Nombre del puente | Longitud (m) | Tipo de superestructura | Coordenadas (CRTM) | | Condición |
|----|------------------------------------|--------------|--|--------------------|-----------|-----------------|
| | | | | Latitud | Longitud | |
| 1 | La Lucha | 6,9 | Cercha de paso superior | 9,73856 | -83,99918 | Deficiente |
| 2 | Bajo Tarrazú | 10,4 | Lámina de acero sobre vigas de acero | 9,74286 | -84,05390 | Regular |
| 3 | Bajo Los Ángeles | 43,4 | Colgante | 9,74080 | -84,06874 | Regular |
| 4 | Calle Los Acuña | 12,5 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,76591 | -83,99932 | Deficiente |
| 5 | Calle Salitre | 15,6 | Losetas de concreto sobre vigas de acero | 9,76267 | -84,01752 | Regular |
| 6 | Calle La Violeta Río San Cristóbal | 10,3 | Losa de concreto | 9,76468 | -84,02900 | Regular |
| 7 | Calle La Violeta Quebrada Violeta | 4,4 | Losa de concreto | 9,76097 | -84,03183 | Falla Inminente |
| 8 | Colgante La Trinidad | 25,2 | Colgante | 9,76853 | -84,08739 | Deficiente |
| 9 | La Trinidad Río Alumbre | 8,6 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,77165 | -84,08746 | Deficiente |
| 10 | Calle Hidalgo Jacobo | 6,8 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,79500 | -84,07764 | Regular |
| 11 | Calle Méndez | 8,9 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,79655 | -84,08511 | Alarmante |
| 12 | Calle Jiménez | 7,6 | Losa de concreto sobre chasis | 9,82760 | -84,05990 | Falla Inminente |
| 13 | Calle La Cabuya | 4,6 | Losa de concreto | 9,82503 | -84,05988 | Deficiente |
| 14 | Calle La Pacaya | 6,0 | Losa de concreto | 9,82035 | -84,05772 | Deficiente |
| 15 | Quebrada Molina La Pacaya | 9,6 | Losetas de concreto sobre vigas de acero | 9,81047 | -84,05322 | Regular |
| 16 | El Manzano | 8,1 | Losa de concreto sobre viguetas | 9,81210 | -84,06587 | Regular |



| ID | Nombre del puente | Longitud (m) | Tipo de superestructura | Coordenadas (CRTM) | | Condición |
|----|-----------------------------------|--------------|--|--------------------|-----------|-----------------|
| | | | | Latitud | Longitud | |
| 17 | Quebrada Honda Llano Bonito | 5,6 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,81822 | -84,07529 | Alarmante |
| 18 | Quebrada Tablazo Higuito | 6,5 | Losa de concreto | 9,84358 | -84,03996 | Deficiente |
| 19 | Barrio San José Quebrada Naranja | 7,8 | Losa de concreto sobre chasis | 9,84783 | -84,03740 | Alarmante |
| 20 | Río Jorco Encinales | 8,4 | Losa de concreto sobre chasis | 9,85104 | -84,04303 | Deficiente |
| 21 | Barrio Corazón de María | 5,8 | Losa de concreto sobre chasis | 9,85180 | -84,04446 | Deficiente |
| 22 | Barrio Corazón de Jesús | 9,7 | Losa de concreto sobre chasis | 9,85224 | -84,04620 | Deficiente |
| 23 | Puente de Mina | 12,7 | Losa de concreto sobre chasis | 9,85226 | -84,04733 | Deficiente |
| 24 | Calle Mora #1 | 10,7 | Losa de concreto sobre chasis | 9,85234 | -84,04804 | Falla Inminente |
| 25 | Calle Mora #2 | 12,2 | Lámina de acero sobre vigas de acero | 9,85298 | -84,04948 | Satisfactoria |
| 26 | Quebrada Reyes Urb, Santa Bárbara | 7,8 | Losa de concreto | 9,85283 | -84,05450 | Regular |
| 27 | Calle Piedades | 5,1 | Losa de concreto | 9,48808 | -84,06846 | Regular |
| 28 | Calle La Rinconada | 6,5 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,84986 | -84,06933 | Deficiente |
| 29 | Calle El Alto | 7,6 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,85429 | -84,06658 | Deficiente |
| 30 | Puente La Isla | 9,3 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,85758 | -84,06412 | Regular |
| 31 | Entrada EBI Calle Sabanilla | 8,8 | Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado | 9,85914 | -84,06188 | Alarmante |
| 32 | Calle El Roblar | 4,5 | Losa de concreto | 9,85461 | -84,06152 | Deficiente |
| 33 | Calle salida El Llano | 12,7 | Loseta de concreto sobre vigas de acero | 9,85985 | -84,06073 | Deficiente |
| 34 | Entrada El Huazo | 23,5 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,86070 | -84,06026 | Regular |
| 35 | Río Jorco El Lince | 12,5 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,85999 | -84,05058 | Deficiente |
| 36 | Alameda Almendro | 9,2 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,85936 | -84,05035 | Regular |
| 37 | Calle Flores | 6,2 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,86004 | -84,05010 | Alarmante |
| 38 | Calle Naranja | 9,3 | Losa de concreto | 9,85864 | -84,04993 | Alarmante |
| 39 | Calle El Tirrá | 5,5 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,86206 | -84,03122 | Deficiente |



| ID | Nombre del puente | Longitud (m) | Tipo de superestructura | Coordenadas (CRTM) | | Condición |
|----|---|--------------|--|--------------------|-----------|-----------------|
| | | | | Latitud | Longitud | |
| 40 | Guatuso – Los Guido | 9,4 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,86998 | -84,03813 | Aceptable |
| 41 | Calle Los Cipreses | 12,3 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,87203 | -84,03847 | Regular |
| 42 | Calle Salitrillos | 5,5 | Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado | 9,87349 | -84,03378 | Regular |
| 43 | Calle Las Mesas | 15,5 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,87546 | -84,02164 | Regular |
| 44 | Puente Los Picapiedra | 7,9 | Losa de concreto sobre chasis | 9,87630 | -84,02588 | Alarmante |
| 45 | Quebrada Honda La Calera | 4,4 | Losa de concreto | 9,87720 | -84,03517 | Regular |
| 46 | Fátima – Parque La Libertad | 14,6 | Losa de concreto | 9,88971 | -84,03755 | Aceptable |
| 47 | Puente Las Palmas | 6,2 | Losa de concreto | 9,86869 | -84,05448 | Regular |
| 48 | Barrio Fátima | 7,3 | Losa de concreto sobre vigas de concreto y chasis | 9,87304 | -84,05856 | Deficiente |
| 49 | Calle Nazareth | 6,0 | Loseta de concreto sobre vigas de acero | 9,87509 | -84,10287 | Deficiente |
| 50 | Barrio Corazón de Jesús – San Juan | 13,2 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,87083 | -84,09115 | Regular |
| 51 | San Juan de Dios Calle Alfonso XIII | 7,3 | Arco de paso superior | 9,87160 | -84,08524 | Regular |
| 52 | Barrio Concepción | 7,7 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,87567 | -84,08012 | Regular |
| 53 | San Juan de Dios – San Rafael | 11,6 | Losa de concreto sobre cercha de acero | 9,87722 | -84,07906 | Falla Inminente |
| 54 | San Miguel – San Rafael Arriba – Sector Lomas | 23,2 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,87902 | -84,07005 | Satisfactoria |
| 55 | Quebrada Lajas-El Huazo | 4,1 | Losa de concreto | 9,87092 | -84,07538 | Satisfactoria |
| 56 | Calle Valverde – Barrio Santa Cecilia | 8,8 | Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado | 9,89070 | -84,07599 | Deficiente |
| 57 | Quebrada Patalillo – San Juan de Dios | 8,7 | Losa de concreto | 9,88691 | -84,08395 | Aceptable |
| 58 | Urbanización Porosales Río Jorco | 17,3 | Losa de concreto sobre cercha de acero | 9,88694 | -84,07092 | Regular |
| 59 | Barrio Cucubres | 8,4 | Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado | 9,88898 | -84,06496 | Deficiente |
| 60 | Plaza Cucubres | 6,1 | Losa de concreto | 9,89246 | -84,06815 | Alarmante |



| ID | Nombre del puente | Longitud (m) | Tipo de superestructura | Coordenadas (CRTM) | | Condición |
|----|--|--------------|--|--------------------|-----------|------------|
| | | | | Latitud | Longitud | |
| 61 | Río Cucubres – Calle Fallas | 8,9 | Losa de concreto | 9,89386 | -84,06829 | Regular |
| 62 | Calle Fallas – La Florita | 17,8 | Losa de concreto sobre vigas presforzadas | 9,89371 | -84,07568 | Regular |
| 63 | Río Jorco – Colegio Contadores | 18,4 | Modular tipo Bailey | 9,89882 | -84,07625 | Aceptable |
| 64 | Río Cucubres-Torremolinos | 8,6 | Losa de concreto | 9,90329 | -84,07829 | Alarmante |
| 65 | Calle Altamira | 7,3 | Losa de concreto sobre vigas presforzadas | 9,90000 | -84,07406 | Deficiente |
| 66 | Río Cucubres - Multicentro | 6,2 | Losa de concreto sobre vigas presforzadas | 9,86697 | -84,06873 | Deficiente |
| 67 | Río Damas – Cruz Roja | 19,5 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,90131 | -84,06319 | Aceptable |
| 68 | Río Tiribí San Francisco – San Antonio | 13,0 | Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado | 9,90161 | -84,05894 | Deficiente |
| 69 | Gravilias – Río Damas | 20,4 | Losa de concreto sobre vigas de acero | 9,89594 | -84,05610 | Aceptable |
| 70 | Quebrada Caliente | 6,9 | Arco de paso superior | 9,89154 | -84,05155 | Aceptable |
| 71 | El Solar | 3,8 | Losa de concreto | 9,89704 | -84,04116 | Deficiente |

En las figuras 2 a 14 se muestra la ubicación de los puentes inspeccionados distribuidos por distrito y con la numeración correspondiente al orden de inspección que se llevó a cabo, Cabe mencionar que los nombres de los puentes presentados en la tabla 1 podrían no corresponder a los nombres con los cuales son identificados por la municipalidad o los vecinos.

Cabe mencionar que durante el proceso de inspección se visitaron en total 89 estructuras, de las cuales 8 fueron clasificadas como alcantarillas y 10 fueron clasificadas como puentes peatonales. El enfoque de este informe corresponde al análisis de condición de los puentes vehiculares, por lo tanto, el análisis de estas estructuras no está incluido en este documento.

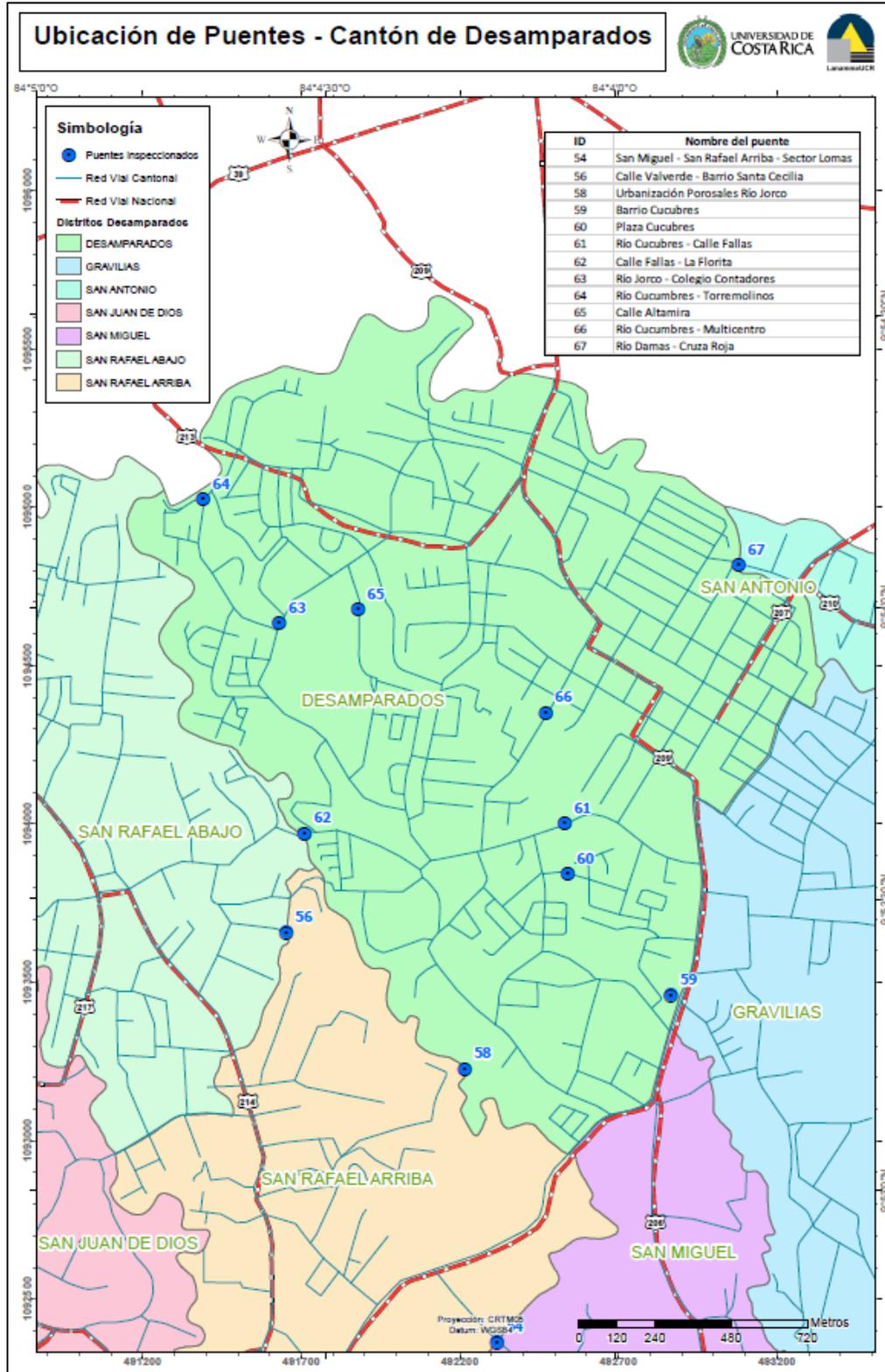


Figura 2. Puentes inspeccionados en el distrito de Desamparados Centro
Fuente: LanammeUCR

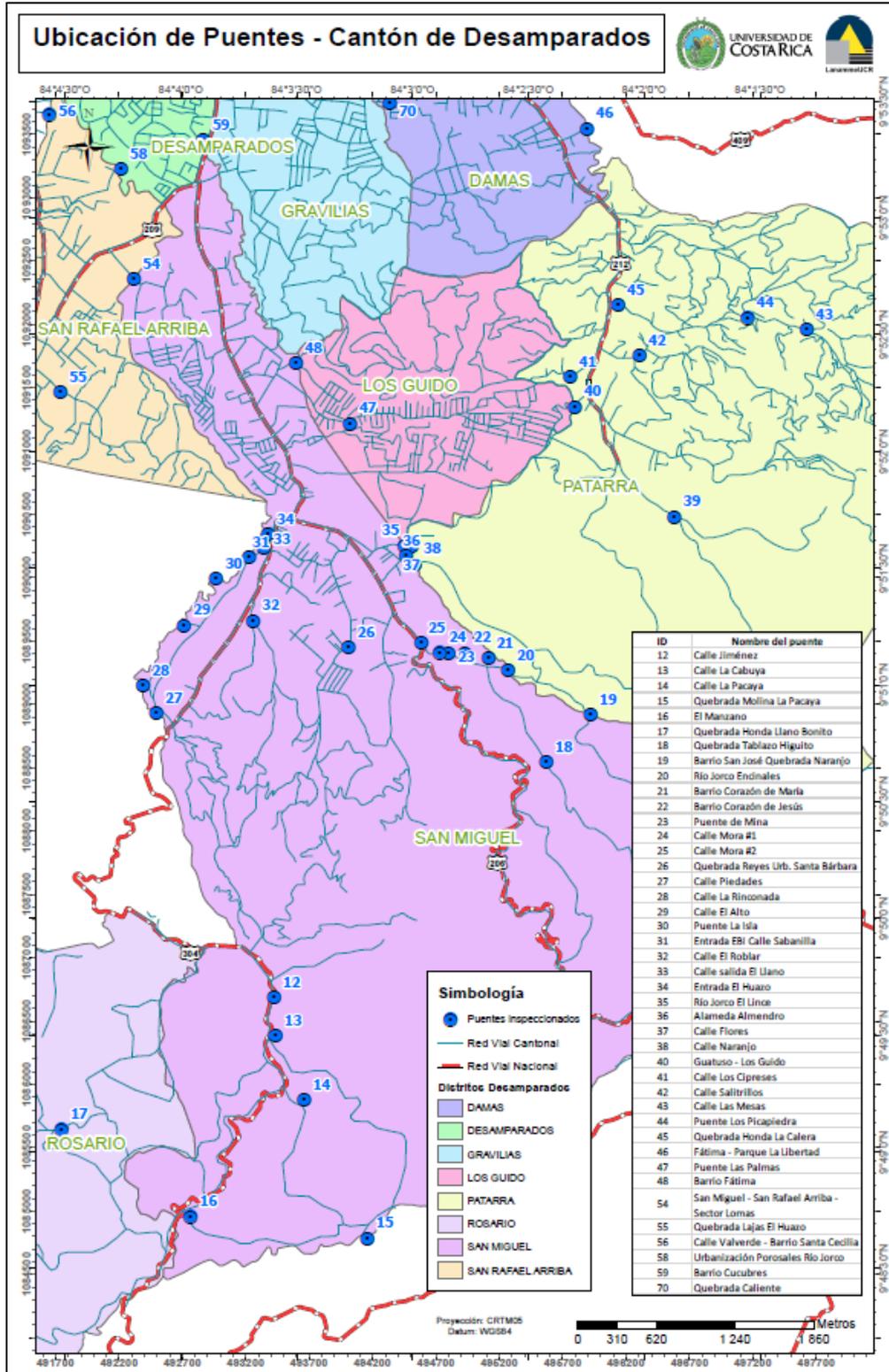


Figura 3. Puentes inspeccionados en el distrito de San Miguel

Fuente: LanammeUCR

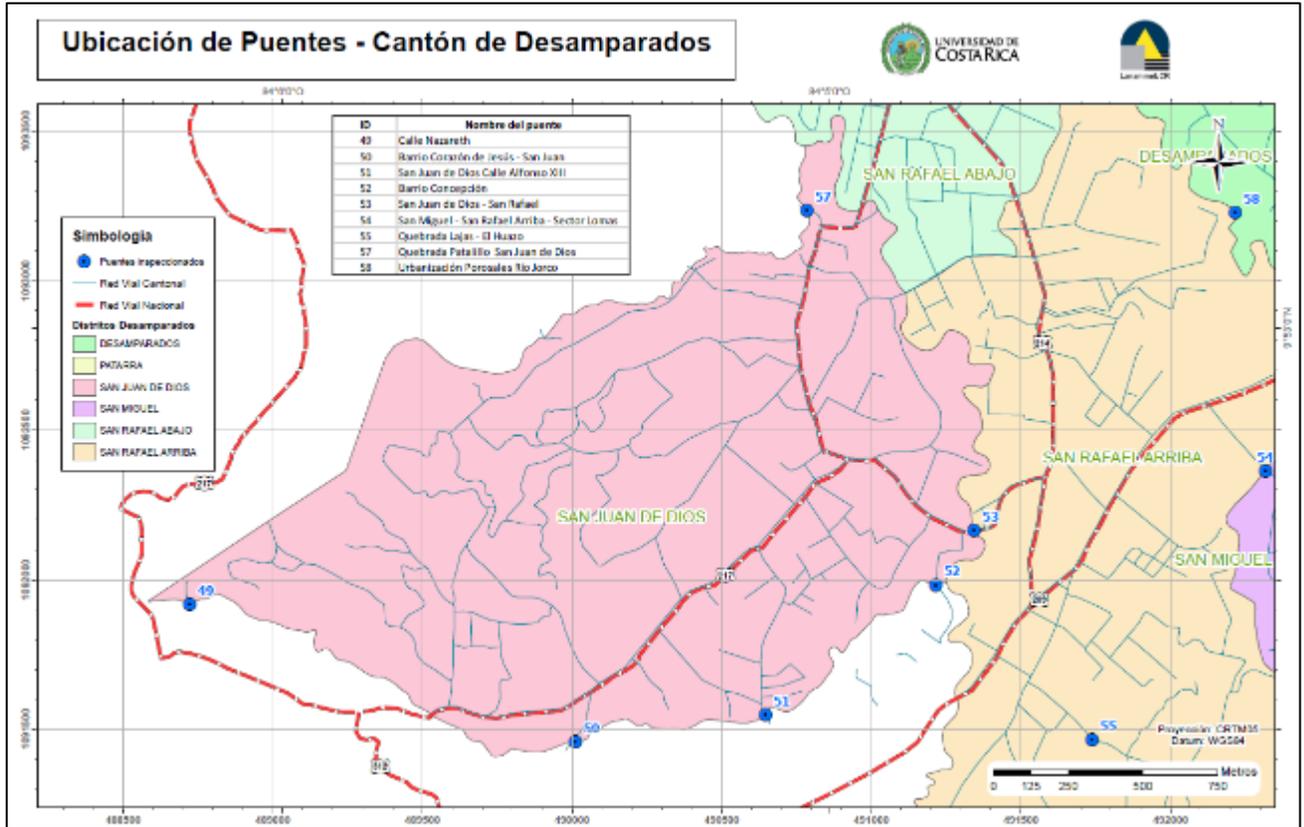


Figura 4. Puentes inspeccionados en el distrito de San Juan de Dios
Fuente: LanammeUCR

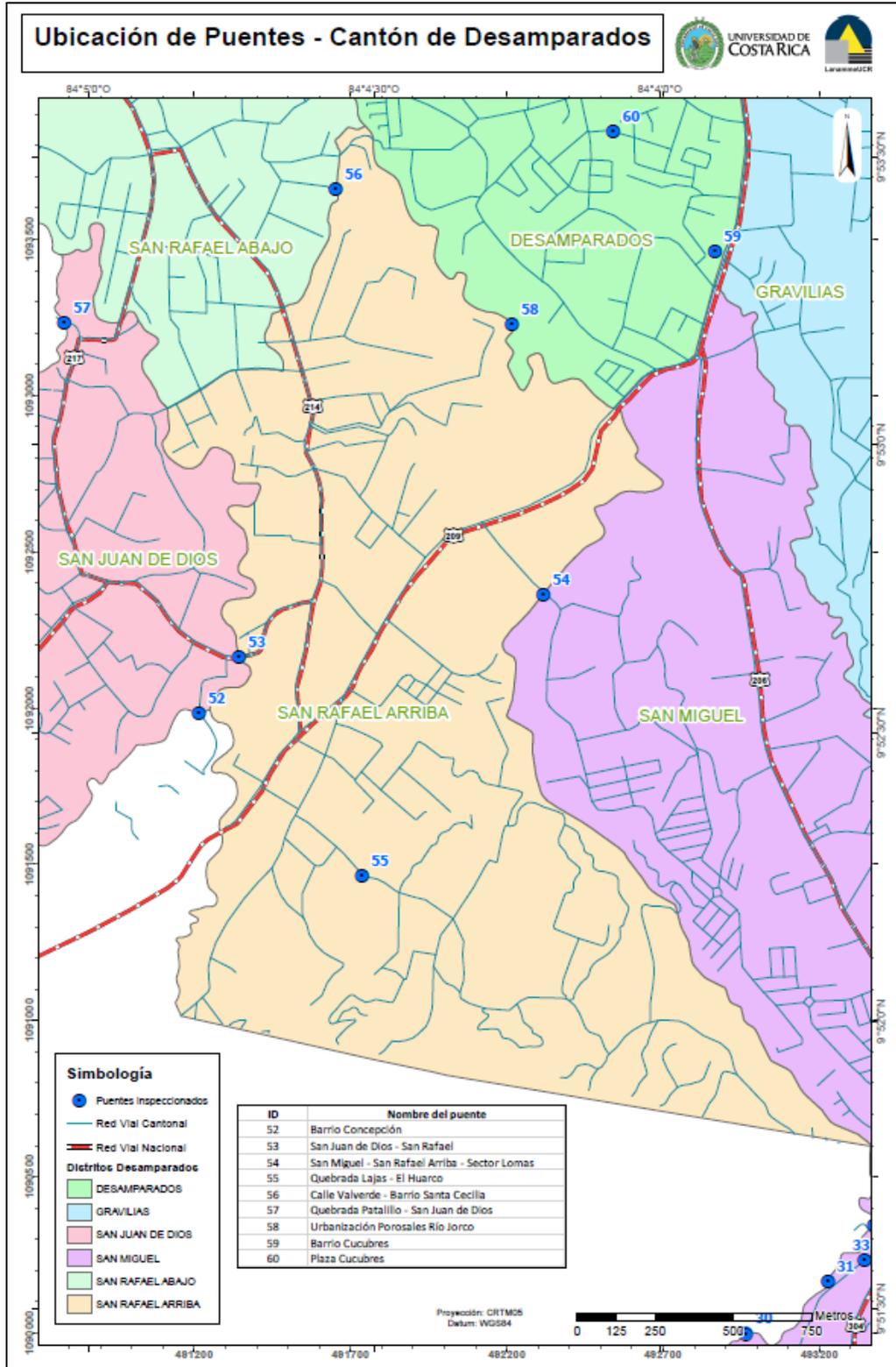


Figura 5. Puentes inspeccionados en el distrito de San Rafael Arriba

Fuente: LanammeUCR

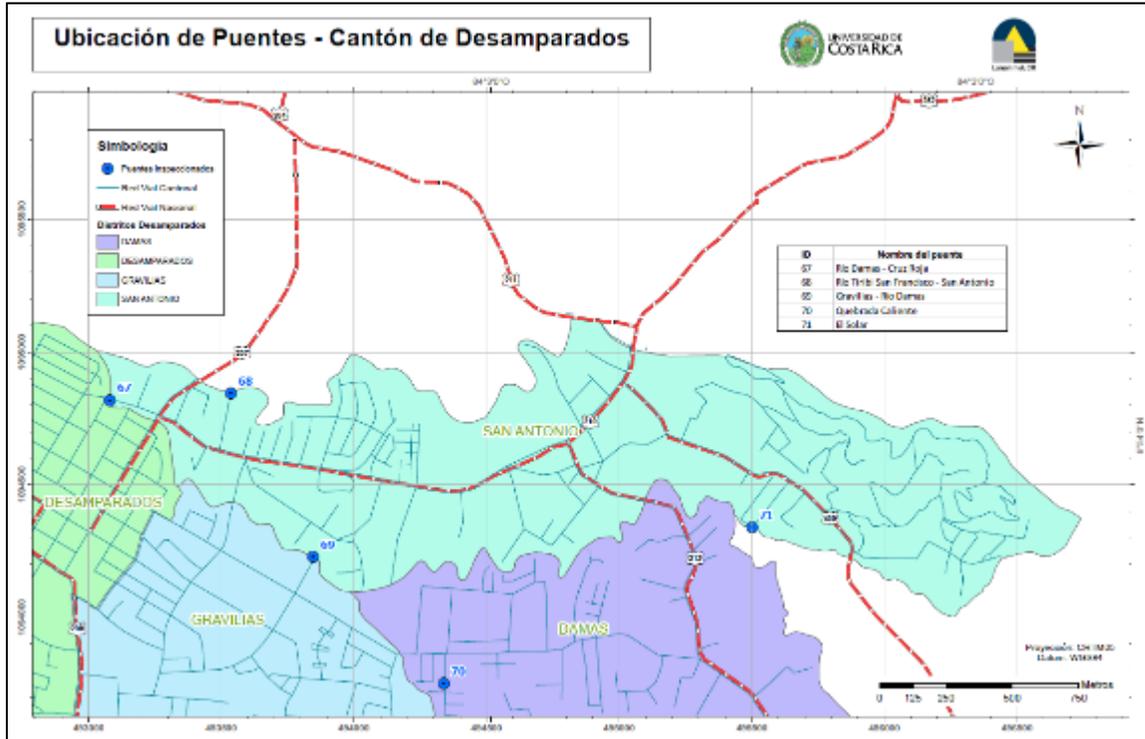


Figura 6. Puentes inspeccionados en el distrito de San Antonio
Fuente: LanammeUCR

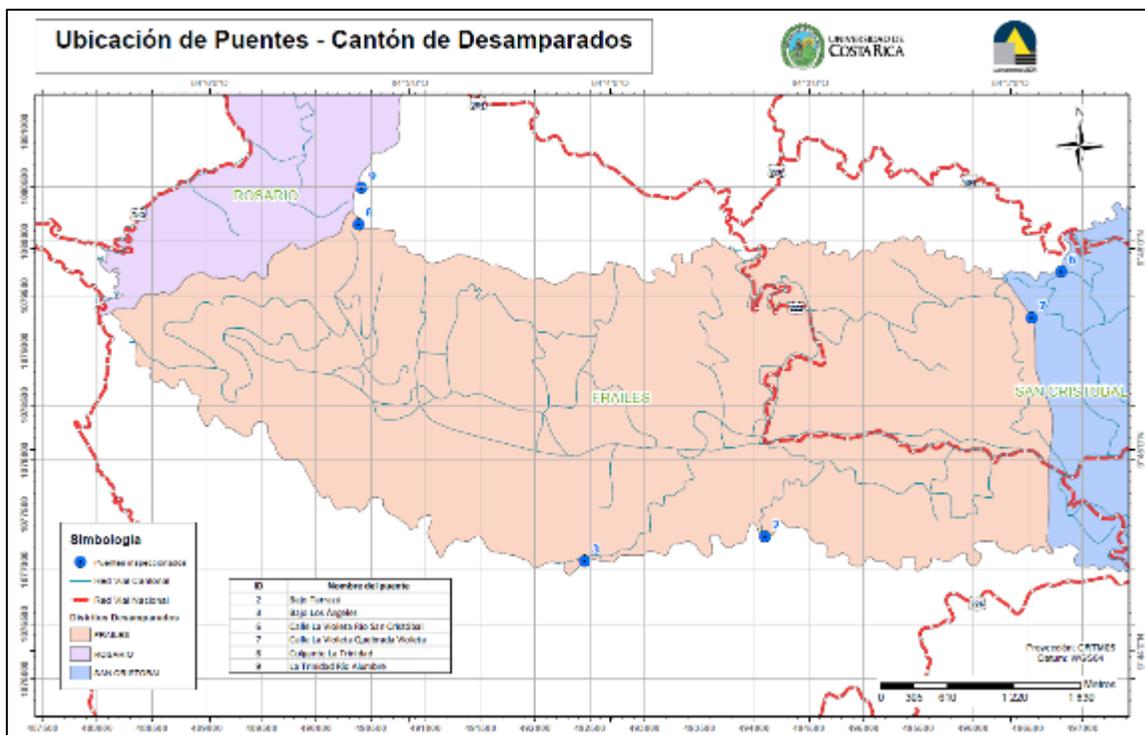


Figura 7. Puentes inspeccionados en el distrito de Frailes
Fuente: LanammeUCR



Figura 8. Puentes inspeccionados en el distrito de Patarrá
Fuente: LanammeUCR

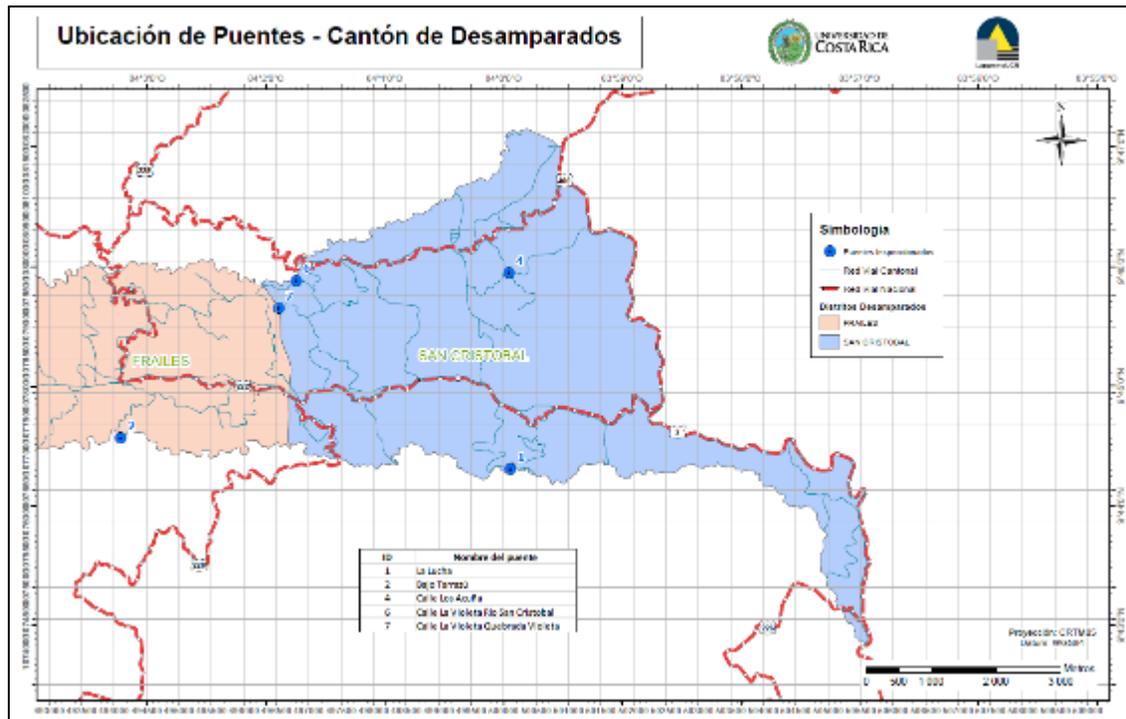


Figura 9. Puentes inspeccionados en el distrito de San Cristóbal
Fuente: LanammeUCR

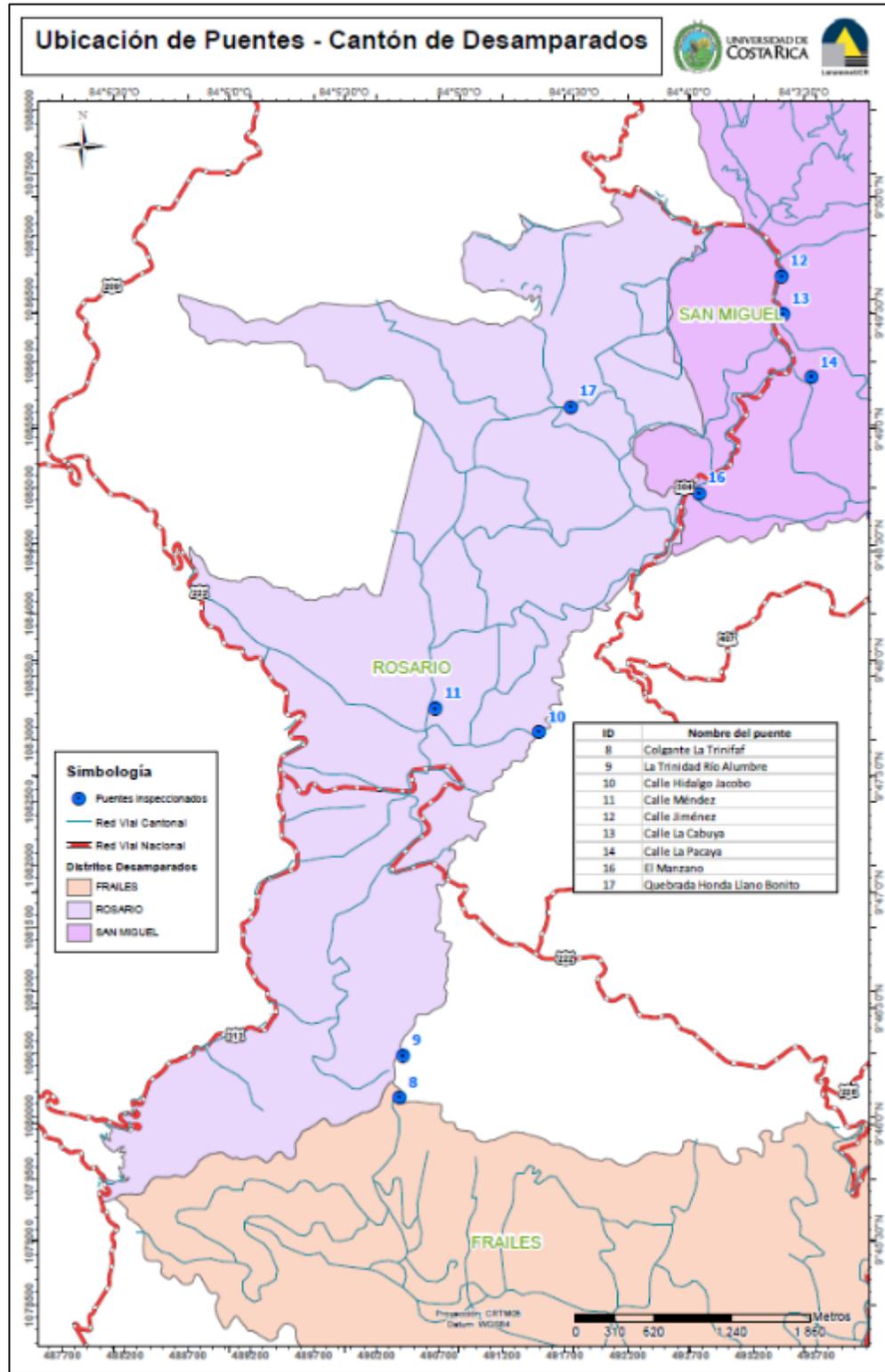


Figura 10. Puentes inspeccionados en el distrito de El Rosario
Fuente: LanammeUCR

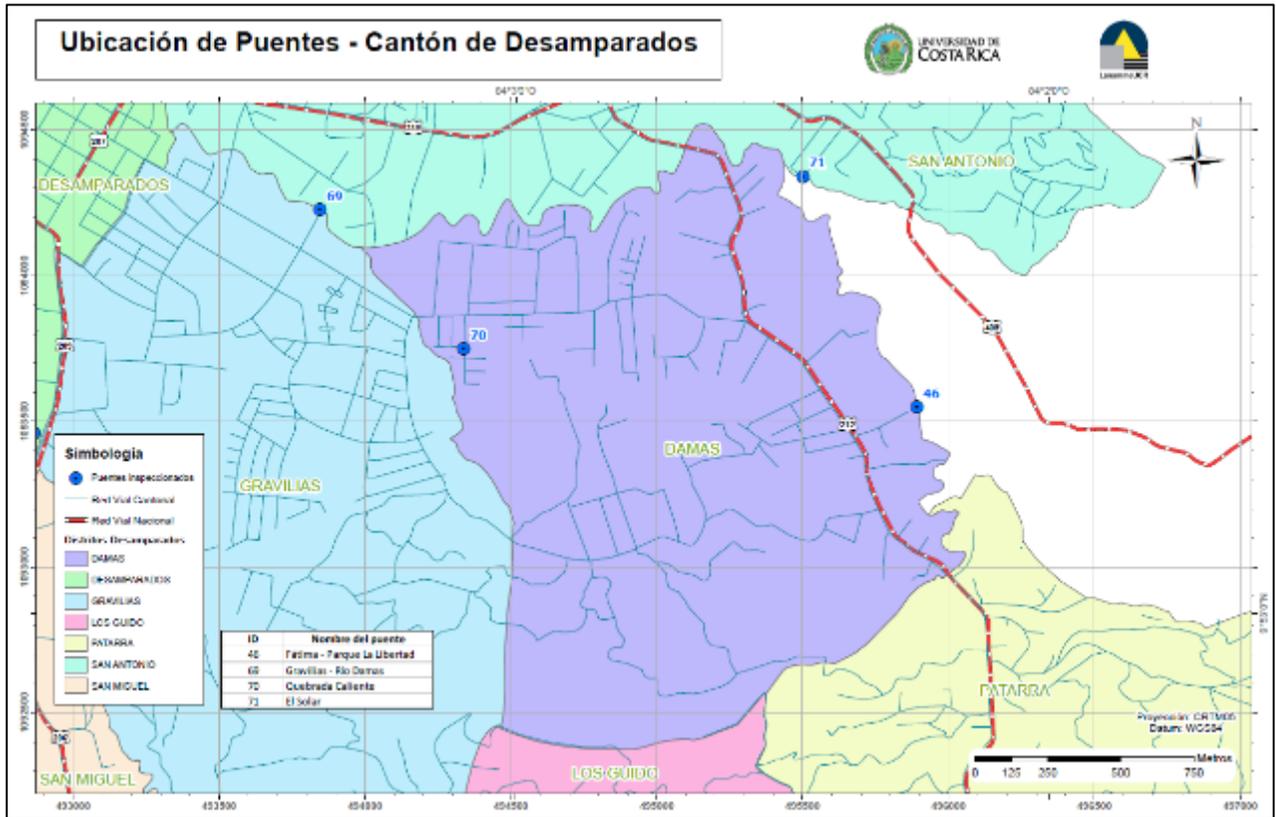


Figura 11. Puentes inspeccionados en el distrito de Damas
Fuente: LanammeUCR

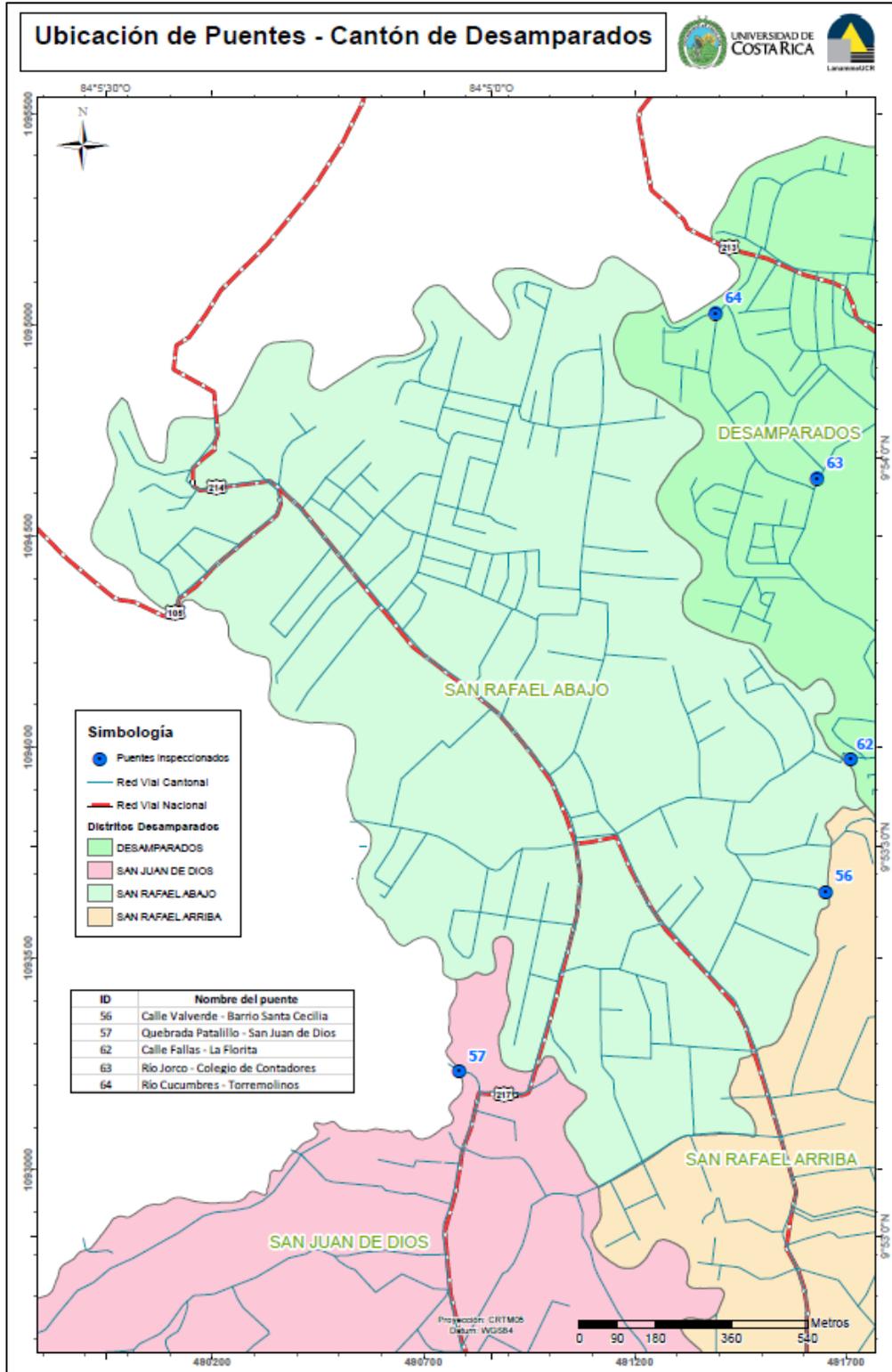


Figura 12. Puentes inspeccionados en el distrito de San Rafael Abajo
Fuente: LanammeUCR

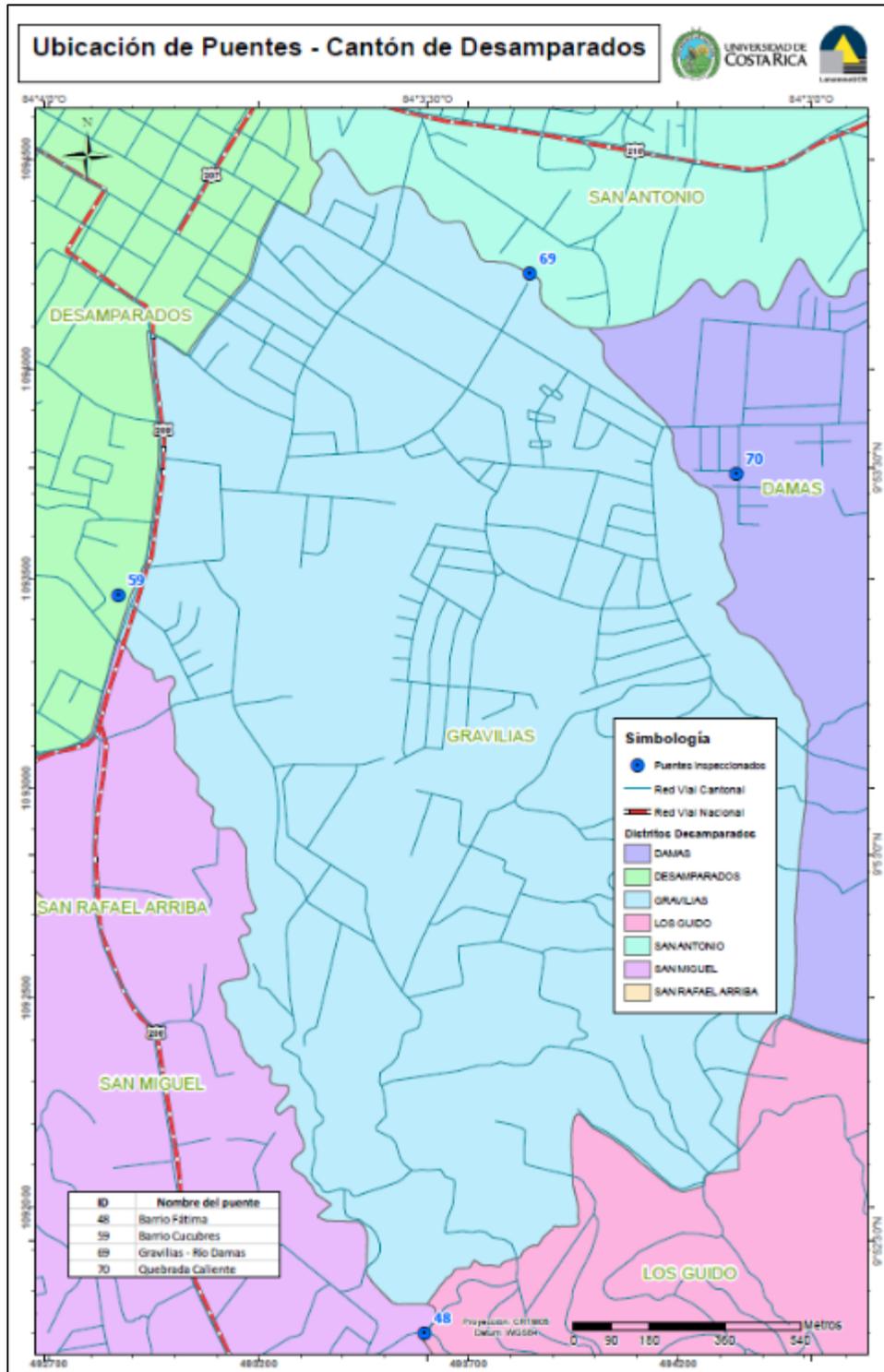


Figura 13. Puentes inspeccionados en el distrito de Gravilias

Fuente: LanammeUCR

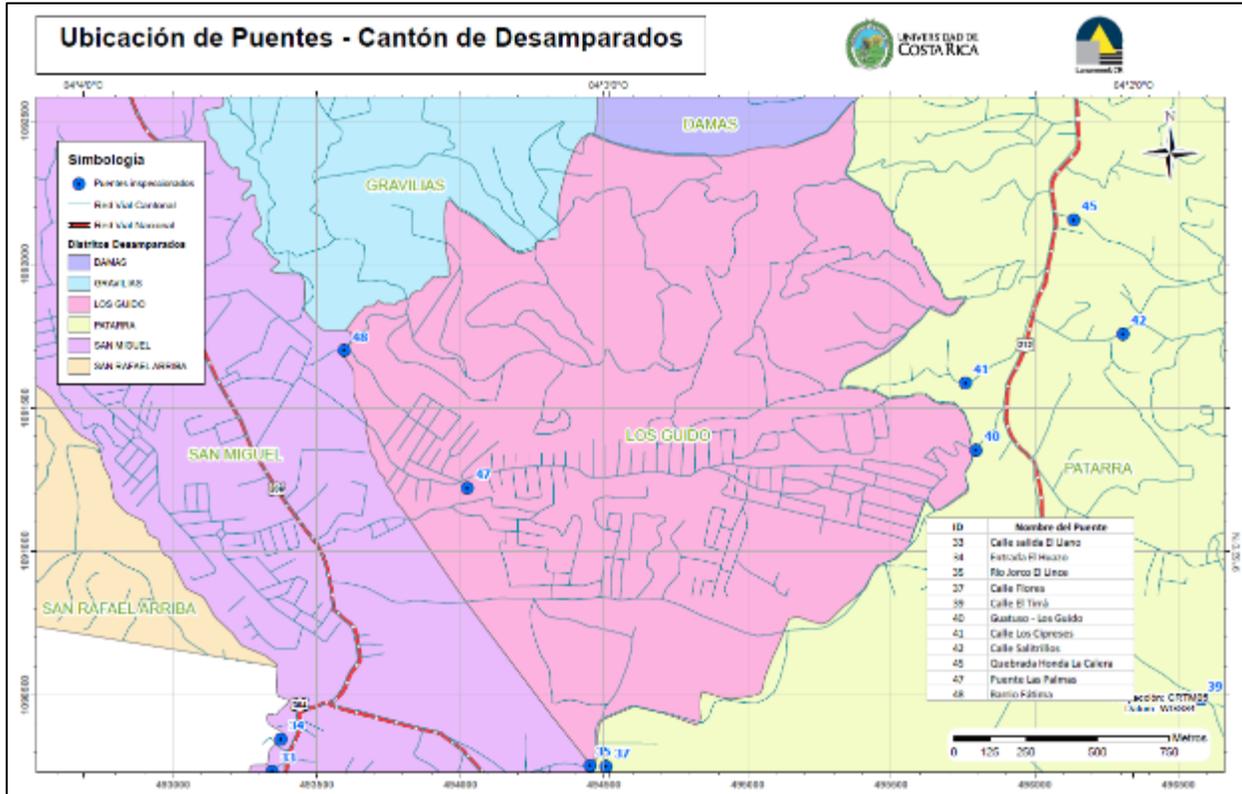


Figura 14. Puentes inspeccionados en el distrito de Los Guido
Fuente: LanammeUCR



6. Diagnóstico de los puentes

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, esta información se presenta en las tablas 3-73.

La clasificación de cada puente corresponde a una valoración de los tipos de deterioros y daños, el elemento afectado y la extensión de este. 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

| Calificación de la condición | Equivalencia con categorías de FHWA (1995, 2018) | Descripción de la calificación de la condición |
|------------------------------|--|--|
| 1- Satisfactoria | 8 y 9 | Elementos sin deficiencias o con deficiencias leves que afectan únicamente la durabilidad del elemento. La estabilidad estructural y la seguridad vial están aseguradas. |
| 2- Aceptable | 6 y 7 | Elementos con deterioros ligeros. Se observan deficiencias leves en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias moderadas que afectan únicamente la durabilidad del elemento. |
| 3- Regular | 5 | Deficiencias importantes, pero los componentes del puente aún funcionan de forma adecuada. Se observan deficiencias moderadas en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias significativas que afectan únicamente la durabilidad del elemento. |
| 4- Deficiente | 4 | Deficiencias serias, pero, que no llegan a comprometer la estabilidad del puente. Se observan deficiencias moderadas en elementos estructurales primarios o deficiencias significativas en elementos estructurales secundarios o elementos funcionales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa. O bien, se observan deficiencias severas que afectan únicamente la durabilidad del elemento. |
| 5- Alarmante | 3 y 2 | La estabilidad del puente podría estar comprometida en el corto plazo debido a deficiencias significativas en uno o varios elementos estructurales principales del puente, o a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales secundarios o elementos funcionales. |
| 6- Falla inminente | 1 y 0 | Inestabilidad estructural del puente o de sus componentes. Riesgo alto de colapso de la estructura debido a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales principales del puente. Daño irreversible que posiblemente requiera la sustitución del puente o al menos la sustitución de los elementos dañados. |

Fuente: Manual de Puentes 2020 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2020)



Tabla 3. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Lucha

| Puente: La Lucha | | Condición: Deficiente | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Superficie irregular por capa de lastre</p> | <p>Se identifica una capa de agregados sueltos sobre la superficie de ruedo.</p> | <p>Estos materiales reducen la capacidad de frenado e impone una carga permanente adicional sobre el puente.</p> | <p>Retirar los materiales sueltos presentes sobre la superficie de ruedo, asegurándose de dejar libre los puntos de drenaje. Incluir esta actividad en un plan de mantenimiento periódico del puente.</p> |
|  <p>No hay acceso a losa por formaleta</p> | <p>No se pudo observar la losa en su cara inferior por la presencia de formaleta.</p> | <p>Se desconoce la condición de la losa en su cara inferior, por lo que podrían existir agrietamientos y otros deterioros que no pueden ser identificados.</p> | <p>Retirar la formaleta procurando no dañar las cerchas metálicas. Una vez retiradas proceder a identificar la presencia de agrietamientos, acero expuesto u otro posible deterioro.</p> |
|  <p>Socavación en bastión de margen derecha</p> | <p>Se identifica la pérdida de material inicial en la cimentación del bastión.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos en el cuerpo del bastión.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: La Lucha | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamiento y descascaramiento en barandas</p> | <p>Se observan agrietamientos y desprendimientos de concreto en las barandas.</p> | <p>Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión.</p> | <p>Realizar las reparaciones correspondientes en los elementos de concreto dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Oxidación y corrosión en vigas principales con algunos elementos deformados</p> | <p>Las cerchas del puente presentan oxidación generalizada y corrosión con inicios de delaminación. Algunos elementos presentan deformaciones.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión con delaminación reducen considerablemente la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos (considerar aplicar un chorro de arena) para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Señalización poco visible</p> | <p>La señalización reglamentaria en el puente es poco visible y presenta deterioros importantes.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su mala condición podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Retirar la señal existente y sustituirla con una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |

Tabla 4. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Bajo Tarrazú

| Puente: Bajo Tarrazú | | Condición: Regular | |
|--|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Puente rehabilitado con superposición de vigas de acero de cuadro de 30x30 cm</p> | Se identifican obras de rehabilitación ejecutadas en el puente. | Es posible que algunos deterioros de la estructura antigua se puedan extender a la estructura rehabilitada (oxidación, corrosión). | Realizar inspecciones rutinarias para identificar posibles deterioros tanto en la superestructura antigua como en la actual. |
|  <p>Inicio de socavacion en bastion margen derecha</p> | Se identifica la pérdida de material inicial en la cimentación del bastión. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos en el cuerpo del bastión. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Es posible que se requiera ejecutar obras de desvío temporal del cauce. |
|  <p>Deslizamiento menor en aletón de margen derecha aguas abajo</p> | Se observa un deslizamiento por detrás del aletón de margen derecha en el sector aguas abajo del puente. | Este tipo de deslizamiento puede afectar la estabilidad del relleno de aproximación, lo cual podría restringir el paso por el puente. | Realizar una evaluación puntual del deslizamiento para definir las obras a realizar (movimiento de tierras, obra de retención). Revisar el comportamiento de los flujos de agua en los accesos y de ser requerido realizar obras de drenaje adecuadas. |



| Puente: Bajo Tarrazú | | Condición: Regular | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>No hay señalización en accesos</p> | <p>No existe señalización que regule el tránsito en este puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular y canalizar adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Corrosión con pérdida de sección en superestructura antigua (cerchas sostienen bordes del puente)</p> | <p>Se identifican zonas con corrosión y pérdida de sección en cercha externa del puente.</p> | <p>Estas cercas proveen un soporte a los extremos del puente, sin embargo, no son los elementos de soporte principal. El progreso de este daño puede generar fracturas en la cercha.</p> | <p>Realizar una sustitución de los segmentos que presentan perforaciones o pérdidas de sección en la cercha. Se recomienda seguir los lineamientos establecidos en la sección 615.10 del Manual de Puentes 2020.</p> |

Tabla 5. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Bajo Los Ángeles

| Puente: Bajo Los Ángeles | | Condición: Regular | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Diferencia de inclinación entre columnas, marco margen izquierda diferencia de 1,1° (torcimiento de arrioste superior).</p> | <p>Se identifica una inclinación entre las columnas de la torre de margen derecha. Esto ha generado una deformación en los elementos de arrioste superior.</p> | <p>Estas deformaciones reducen la capacidad de soporte vertical que proveen las torres a los cables principales. Es posible que se tengan diferencias de tensión entre los cables del puente.</p> | <p>Realizar una inspección detallada de los arriostres superiores para identificar posibles roturas en las soldaduras y desplazamientos en los asientos de los cables. En caso de considerarse necesario consultar con especialistas en estructuras.</p> |
|  <p>Terminales de péndolas con torceduras y dobleces.</p> | <p>Algunas terminales de péndolas presentan dobleces y torceduras.</p> | <p>Estas deformaciones en las placas podrían ser producto de impactos. Los mismos podrían exceder los límites de deformación plástica y reducir la capacidad.</p> | <p>Realizar reparaciones puntuales para enderezar los elementos con dobleces, procurando no generar grietas de fatiga en el proceso.</p> |
|  <p>Una silleta perdió un tornillo.</p> | <p>Falta un tornillo en una de las silletas de conexión entre cables principales y péndolas.</p> | <p>Los tornillos constituyen las uniones mecánicas que permiten mantener en su lugar las silletas, su pérdida puede generar desplazamientos de las péndolas.</p> | <p>Reponer el tornillo faltante con uno de características similares a los usados en la silleta (diámetro, resistencia).</p> |



| Puente: Bajo Los Ángeles | | Condición: Regular | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Daños en cubierta de cable principal</p> | <p>Se identifican algunas cubiertas plásticas con reventaduras y zonas desprendidas.</p> | <p>Estas cubiertas protegen los cables de los efectos externos y ambientales. Sin estas cubiertas se acelera el proceso de oxidación y corrosión.</p> | <p>Retirar las cubiertas dañadas y sustituirlas (podría utilizarse material plástico similar, o bien, coberturas deformables por calor).</p> |
|  <p>Descascaramiento de pintura en algunos elementos</p> | <p>La pintura en algunos elementos metálicos se ha descascarado y desprendido.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 6. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Los Acuña

| Puente: Calle Los Acuña | | Condición: Deficiente | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas colapsadas, riesgo de caída (3 metros)</p> | <p>Las barandas del puente están colapsadas, la altura de caída al cauce es de casi 3 metros.</p> | <p>Estas barandas no ofrecen ningún nivel de contención, por lo que en caso de un accidente los usuarios caerían al cauce.</p> | <p>Retirar los elementos de baranda remanentes. Colocar, a la mayor brevedad posible, un sistema de contención de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Socavacion de ambos bastiones</p> | <p>Se identifica la pérdida de material inicial en la cimentación de ambos bastiones.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos en el cuerpo del bastión.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Es posible que se requiera ejecutar obras de desvío temporal del cauce.</p> |
|  <p>Corrosión en acero expuesto de chasis</p> | <p>El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Considerar la sustitución del chasis como soporte principal de la superestructura.</p> |



| Puente: Calle Los Acuña | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Nidos de piedras y juntas frías en bastiones</p> | <p>Se identifican nidos de piedra en el cuerpo del bastión y juntas frías.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Requiere señalización</p> | <p>No existe señalización que regule el tránsito en este puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular y canalizar adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Sobre capa de tierra aproximadamente 20 cm</p> | <p>Se identifica una capa de agregados sobre la superficie de ruedo.</p> | <p>Estos materiales reducen la capacidad de frenado e impone una carga permanente adicional sobre el puente.</p> | <p>Retirar los materiales presentes sobre la superficie de ruedo, asegurándose de dejar libre los puntos de drenaje. Incluir esta actividad en un plan de mantenimiento periódico del puente.</p> |

Tabla 7. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Salitre

| Puente: Calle Salitre | | Condición: Regular | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Sistema de arriostre mal armado en dos puntos</p> | Se identificaron uniones mal elaboradas en el sistema de arriostramiento. | Este tipo de uniones deben proveer una transferencia adecuada a las cargas del puente, es posible que se presenten reventaduras en los puntos de soldadura. | Realizar una reparación de estas uniones asegurándose de que la totalidad de los perfiles queden debidamente soldados y adheridos al resto de la superestructura. Se recomienda seguir los lineamientos de la sección 555.14 del CR-2020. |
|  <p>Falta la extensión de drenajes (oxidación en vigas)</p> | No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente. | Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto. | Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0,1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Socavación inicial en bastión margen derecha</p> | Se identifica la pérdida de material inicial en la cimentación del bastión. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos en el cuerpo del bastión. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Es posible que se requiera ejecutar obras de desvío temporal del cauce. |



| Puente: Calle Salitre | | Condición: Regular | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Separación entre bastión y aletón margen derecha (5cm)</p> | <p>Existe una separación entre el bastión y el aletón en la margen derecha del puente de aproximadamente 0.05 metros.</p> | <p>Estas separaciones pueden ser causadas por asentamientos en el terreno, o bien, por desplazamientos generados por empujes del relleno que pueden generar afectaciones en los accesos.</p> | <p>Revisar las condiciones del relleno de aproximación para verificar si existen desplazamientos o agrietamientos. Reparar la abertura siguiendo los lineamientos de la sección 619.11 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Agrietamiento en esquina de losetas</p> | <p>Algunas losetas presentan agrietamientos en las esquinas.</p> | <p>Los bordes y esquinas en losetas de piso pueden presentar agrietamientos causados por el mismo proceso constructivo. Estos agrietamientos permiten el paso de agua a lo interno favoreciendo la corrosión del acero interno.</p> | <p>Realizar reparaciones en los elementos agrietados siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Concreto obstruye apoyo en viga margen izquierda</p> | <p>Se encontraron acumulaciones de concreto sobre los apoyos del puente.</p> | <p>La presencia del concreto en los apoyos restringe el movimiento de estos, lo cual puede propiciar deformaciones en las vigas y daños en los mecanismos de apoyo.</p> | <p>Demoler el concreto evitando generar daños en los apoyos, vigas y pedestales de asiento. Realizar una limpieza general de la zona de asiento.</p> |



Tabla 8. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Violeta Río San Cristóbal

| Puente: Calle La Violeta Río San Cristóbal | | Condición: Regular | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Sobrecapa de lastre (5cm)</p> | Se identifica una capa de agregados sueltos sobre la superficie de ruedo. | Estos materiales reducen la capacidad de frenado e impone una carga permanente adicional sobre el puente. | Retirar los materiales sueltos presentes sobre la superficie de ruedo, asegurándose de dejar libre los puntos de drenaje. Incluir esta actividad en un plan de mantenimiento periódico del puente. |
|  <p>Abundantes nidos de piedra en bastiones y aletones</p> | Se identifican nidos de piedra en el cuerpo del bastión y juntas frías. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Nidos de piedra en losa</p> | Se identifican nidos de piedra en el cuerpo del bastión y juntas frías. | | |



| Puente: Calle La Violeta Río San Cristóbal | | Condición: Regular | |
|---|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Drenaje requiere extensiones</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación por debajo de fundaciones de ambos bastiones (apoyo en roca)</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación del bastión.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos en el cuerpo del bastión.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Es posible que se requiera ejecutar obras de desvío temporal del cauce.</p> |

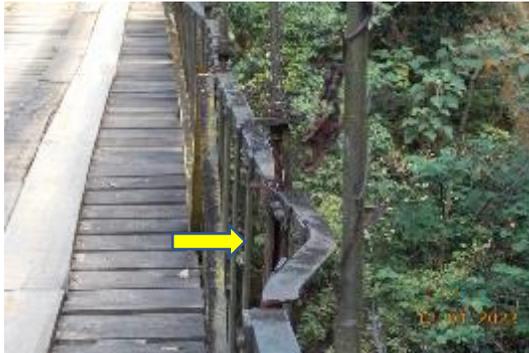
Tabla 9. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Violeta – Quebrada La Violeta

| Puente: Calle La Violeta – Quebrada Violeta | | Condición: Falla Inminente | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Fractura de bastiones y de aletones (inclinación apreciable)</p> | <p>Se observan fracturas tanto en bastiones como en aletones con inclinación apreciable de las paredes.</p> | <p>Este tipo de daño está relacionado con sobrecargas del relleno que han sobrepasado la capacidad de los muros de retención. Es posible un colapso de estos elementos.</p> | <p>Los daños en el puente justifican su reemplazo por una nueva estructura.</p> |
|  <p>Socavación severa en ambos bastiones</p> | <p>Se identifica socavación por detrás de los bastiones.</p> | <p>La socavación ha sobre pasado el nivel de cimentaciones y ha retirado material incluso por detrás de los mismos, poniendo en riesgo la estabilidad del puente.</p> | <p>Los daños en el puente justifican su reemplazo por una nueva estructura.</p> <p>En tanto se sustituye la estructura se pueden realizar obras temporales para evitar un mayor avance de la socavación.</p> |
|  <p>No hay canalizadores en los accesos</p> | <p>No hay elementos de contención en los accesos del puente.</p> | <p>El alineamiento del camino y los accesos en las entradas del puente junto con la ausencia de elementos de contención vehicular pueden generar un accidente grave.</p> | <p>Colocar elementos canalizadores que impidan la caída hacia el cauce del río de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |



| Puente: Calle La Violeta – Quebrada Violeta | | Condición: Falla Inminente | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Baranda fracturada</p> | Las barandas del puente presentan fracturas y faltantes. | Estos elementos podrían no ofrecer un adecuado nivel de contención ante un impacto vehicular. | Reemplazar las barandas actuales con sistema de contención vehicular adecuados de acuerdo con Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |
|  <p>Deslizamientos en costados de aletones</p> | Se presentan deslizamientos en el terreno por los costados de los aletones. | Estos deslizamientos pueden extenderse a los rellenos de aproximación y restringir el acceso al puente. | Considerar la ejecución de obras de retención durante el proceso de diseño y construcción del nuevo puente. |
|  <p>Sobrecapa de lastre</p> | Se identifica una capa de agregados sueltos sobre la superficie de ruedo. | Estos materiales reducen la capacidad de frenado e impone una carga permanente adicional sobre el puente. | Retirar los materiales sueltos presentes sobre la superficie de ruedo, asegurándose de dejar libre los puntos de drenaje. Incluir esta actividad en un plan de mantenimiento periódico del puente. |

Tabla 10. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Trinidad (Colgante) – Río Santa Elena

| Puente: La Trinidad (Colgante) | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Puente colgante con restricción de carga a 2 Toneladas</p> | <p>Rotulación de peso máximo de 2 toneladas en el puente.</p> | <p>La antigüedad del puente y su condición justifican esta regulación existente. En caso de excederse es posible que se presenten daños considerables o incluso la falla de elementos.</p> | <p>Colocar rótulos similares en las entradas de los caminos de acceso que llegan a este puente advirtiendo de la capacidad máxima.</p> |
|  <p>Daño en péndolas, conexión con pasarela (tornillos con corrosión)</p> | <p>Se identifican elementos con corrosión y pérdida de sección en conexiones entre las péndolas y la pasarela.</p> | <p>Estos elementos han reducido su capacidad de soportar carga y podrían presentar fallas repentinas.</p> | <p>Al tratarse de péndolas es posible realizar la sustitución de elementos individuales dañado (sistema redundante). Se recomienda seguir las recomendaciones de la sección 615.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Barandas deformadas (elementos rotos)</p> | <p>Se observan elementos de la baranda con deformaciones importantes y fracturas.</p> | <p>Este tipo de daño usualmente se presenta por sobrecargas en el puente. Estas barandas no ofrecen un nivel de contención adecuado.</p> | <p>Realizar una sustitución de los elementos dañados con piezas de dimensiones y características similares. Se recomienda seguir las recomendaciones de la sección 615.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: La Trinidad (Colgante) | | Condición: Deficiente | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Cable con empate de candados (margen izquierda)</p> | <p>Los cables principales presentan uniones por medio de candados de fricción.</p> | <p>Este tipo de uniones pueden presentar pérdida de torque con el paso del tiempo exponiendo al cable a un deslizamiento repentino.</p> | <p>Revisar de forma periódica la condición de estos candados de fricción. Considerar la inclusión de candados adicionales para aumentar la redundancia de la unión.</p> |
|  <p>Corrosión en silleta de unión a cable</p> | <p>Las silletas de unión entre los cables principales y las péndolas presentan corrosión.</p> | <p>La corrosión en este tipo de elementos puede generar fracturas y fallas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza de los elementos de este tipo en el puente (considerar la utilización de un chorro de arena). Evaluar la condición de cada uno de estos dispositivos para identificar si se presentan agrietamientos o pérdidas excesivas de espesor. Reemplazar los elementos que presenten mayores daños. Colocar un sistema de protección sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Rotura de elementos de unión baranda – péndolas</p> | <p>Existen roturas entre algunos elementos de las barandas y las péndolas en las zonas de unión.</p> | <p>Estas roturas reducen significativamente el nivel de contención de las barandas y facilitan la deformación de las péndolas.</p> | <p>Realizar una sustitución de los elementos dañados con piezas de dimensiones y características similares. Se recomienda seguir las recomendaciones de la sección 615.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 11. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Trinidad -Río Alumbre

| Puente: La Trinidad - Rio Alumbre | | Condición: Deficiente | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas en mal estado (elementos faltantes y torcidos restringen paso)</p> | <p>Las barandas del puente están en mal estado y existen algunos elementos metálicos que restringen el ancho utilizable del puente.</p> | <p>Estas barandas no ofrecen un adecuado nivel de contención. Los elementos intermedios pueden generar daños en los vehículos y usuarios.</p> | <p>Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Bastiones apoyados en rocas</p> | <p>Los bastiones del puente están apoyados sobre rocas.</p> | <p>No se identificaron fracturas ni daños considerables en el bastión y las rocas de apoyo. Sin embargo, el río impacta directamente el macizo rocoso, lo que puede ocasionar una fractura.</p> | <p>Realizar inspecciones periódicas donde se pueda identificar la formación de posibles agrietamientos en macizo rocoso.</p> |
|  <p>No hay acceso a losa interior (latas de formaleta)</p> | <p>No se pudo observar la losa en su cara inferior por la presencia de latas de formaleta.</p> | <p>Estas latas aportan muy poca capacidad de soporte, sin embargo, son elementos que pueden generar corrosión al resto de la superestructura.</p> | <p>Retirar las latas de formaleta evitando generar daños en la losa y en las vigas principales.</p> |



| Puente: La Trinidad - Rio Alumbre | | Condición: Deficiente | |
|--|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Cercha con oxidación y corrosión inicial</p> | <p>Las cerchas del puente presentan oxidación y corrosión con inicios de delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Se requiere canalizadores en ambos accesos</p> | <p>No hay elementos de contención en los accesos del puente.</p> | <p>El alineamiento del camino y los accesos en las entradas del puente junto con la ausencia de elementos de contención vehicular pueden generar un accidente grave.</p> | <p>Colocar elementos canalizadores que impidan la caída hacia el cauce del río de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |



Tabla 12. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Hidalgo-Jacobo

| Puente: Calle Hidalgo Jacobo | | Condición: Regular | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Faltan canalizadores, obstáculo peligroso en acceso margen derecha</p> | <p>No hay elementos de contención en los accesos del puente. Hay un obstáculo peligroso en el acceso de margen derecha.</p> | <p>La ausencia de elementos de contención vehicular puede generar un accidente grave.</p> | <p>Colocar elementos canalizadores que impidan la caída hacia el cauce del río, o un impacto contra el obstáculo señalado de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Superficie de rodamiento en mal estado (baches y sobre capa asfalto)</p> | <p>La superficie de ruedo presenta baches y desprendimiento de agregados.</p> | <p>La presencia de estas condiciones en la superficie de ruedo puede generar accidentes al realizarse maniobras evasivas en el puente.</p> | <p>Retirar la sobrecapa de mezcla asfáltica de acuerdo con las disposiciones de la sección 622 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Asegurarse de que no queden desniveles entre la rasante de los accesos y la superficie de ruedo del puente.</p> |
|  <p>Vigas expuestas, descascamiento de concreto en losa y nidos de piedra</p> | <p>El acero interno de la losa de este puente está expuesto, esto debido al descascamiento del concreto.</p> | <p>El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo.</p> | <p>Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle Hidalgo Jacobo | | Condición: Regular | |
|---|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Drenajes requieren extensión, se encuentran obstruidos</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Nidos de piedra y juntas frías en bastiones</p> | <p>Se identifican nidos de piedra en el cuerpo del bastión y juntas frías.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 13. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Méndez

| Puente: Calle Méndez | | Condición: Alarmante | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Sobrecapa de lastre, faltan canalizadores</p> | Se identifica una capa de agregados sueltos sobre la superficie de ruedo. | Estos materiales reducen la capacidad de frenado e impone una carga permanente adicional sobre el puente. | Retirar los materiales sueltos presentes sobre la superficie de ruedo, asegurándose de dejar libre los puntos de drenaje. Incluir esta actividad en un plan de mantenimiento periódico del puente. |
|  <p>Grietas por flexion en losa, ampliacion tiene formaleta que impide realizar inspeccion</p> | Parte de la losa visible presenta agrietamientos por flexión. En otra parte existe formaleta que impide inspeccionar la losa. | Este tipo de grietas son esperables en este tipo de superestructura. Sin embargo, su formación puede favorecer la entrada de humedad a lo interno de la losa. | Realizar un sellado de grietas siguiendo los procedimientos establecidos en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Retirar la formaleta existente para inspeccionar la cara inferior de la losa restante, procurando no dañar las vigas principales ni la losa. |
|  <p>Vigas principales de dos tipos (tipo I, Cerchas) con oxidación y corrosión con inicios de delaminación.</p> | Las vigas del puente presentan oxidación generalizada y corrosión con inicios de delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión con delaminación reducen considerablemente la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle Méndez | | Condición: Alarmante | |
|--|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Bastión con socavación grave en margen derecha</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación del bastión.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos en el cuerpo del bastión.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Es posible que se requiera ejecutar obras de desvío temporal del cauce.</p> |
|  <p>Separación en bastión margen derecha</p> | <p>Existe una grieta entre el cuerpo del bastión y el aletón en la margen derecha.</p> | <p>Estos agrietamientos pueden ser causados por asentamientos en el terreno, o bien, por desplazamientos generados por empujes del relleno que pueden generar afectaciones en los accesos.</p> | <p>Revisar las condiciones del relleno de aproximación para verificar si existen desplazamientos o agrietamientos. Reparar la abertura siguiendo los lineamientos de la sección 619.11 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Considerar la construcción de un encamisado externo para este puente en vista de los daños observados.</p> |
|  <p>Deslizamiento activo en bastión margen derecha, aguas abajo</p> | <p>Se identifica un deslizamiento de terreno junto al bastión de margen derecha.</p> | <p>Este tipo de deslizamiento puede afectar la estabilidad del relleno de aproximación, lo cual podría restringir el paso por el puente.</p> | <p>Realizar una evaluación puntual del deslizamiento para definir las obras a realizar (movimiento de tierras, obra de retención). Revisar el comportamiento de los flujos de agua en los accesos y de ser requerido realizar obras de drenaje adecuadas.</p> |

Tabla 14. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Jiménez

| Puente: Calle Jiménez | | Condición: Falla Inminente | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Puente sin barandas, ni señalización, requiere canalizadores de acceso</p> | <p>El puente no cuenta con barandas.</p> | <p>No hay ningún elemento de retención que impida la caída al cauce de algún usuario.</p> | <p>Colocar, a la mayor brevedad posible, un sistema de contención de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Superestructura de chasis y viga de concreto reforzado</p> | <p>El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Se considera que la condición general de la superestructura justifica su reemplazo por completo</p> |
|  <p>Vigas de concreto con fracturas y acero expuesto (condición crítica)</p> | <p>Las vigas de concreto presentan fracturas importantes y acero expuesto.</p> | <p>Es posible que ante una carga se incrementen las fracturas o se dé una falla repentina del puente bajo las condiciones actuales.</p> | <p>Se considera que la condición general de la superestructura justifica su reemplazo por completo.</p> |



| Puente: Calle Jiménez | | Condición: Falla Inminente | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación grave en ambos marcos, deslizamiento activo en ambos marcos</p> | <p>Se identifica socavación por debajo de la cimentación de ambos marcos y deslizamientos activos en ambas márgenes.</p> | <p>La pérdida de material de apoyo compromete la estabilidad de la subestructura, es posible que ante una creciente en este río se dé un fallo en el puente.</p> | <p>Las condiciones presentes en el puente justifican su reemplazo.</p> |
|  <p>Condición crítica del puente</p> | <p>Se observaron deterioros y fallas importantes tanto a nivel de superestructura como de subestructura.</p> | <p>Las condiciones del puente representan un riesgo para los usuarios. Es posible que se presente un colapso del puente dadas las condiciones de la superestructura y de las cimentaciones.</p> | <p>Gestionar el reemplazo de este puente, considerando que existen riesgos de seguridad vial que pueden ser atendidos de forma inmediata.</p> |

Tabla 15. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Cabuya

| Puente: Calle La Cabuya | | Condición: Deficiente | |
|---|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Deterioro en superficie de ruedo</p> | <p>Se observan deterioros leves en la superficie de ruedo (agrietamientos, desprendimientos de agregado).</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Baranda de poca capacidad, no hay canalizadores de acceso</p> | <p>Las barandas del puente no ofrecen un adecuado nivel de contención.</p> | <p>Es posible que ante un impacto vehicular las barandas cedan y no puedan evitar la caída al cauce.</p> | <p>Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Agrietamiento por flexión en losa</p> | <p>Se observan agrietamientos por flexión en la cara inferior de la losa.</p> | <p>Este tipo de grietas son esperables en este tipo de superestructura. Sin embargo, su formación puede favorecer la entrada de humedad a lo interno de la losa.</p> | <p>Realizar un sellado de grietas siguiendo los procedimientos establecidos en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle La Cabuya | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación en delantal de salida y aletón margen izquierda aguas abajo</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación del bastión y del aletón.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos en el cuerpo del bastión.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Es posible que se requiera ejecutar obras de desvío temporal del cauce.</p> |
|  <p>Salida de alcantarilla en aletón margen izquierda requiere reparación</p> | <p>Existe una descarga de agua en el aletón de margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad.</p> | <p>Considerar la construcción de un bajante para evacuar estas aguas fuera del cuerpo del aletón. Rellenar con concreto los bordes de la tubería para evitar fugas en el interior del cuerpo del aletón.</p> |
|  <p>Socavación inicial en aletón margen derecha aguas arriba</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del aletón.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 16. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Pacaya

| Puente: Calle La Pacaya | | Condición: Deficiente | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Puente ampliado construido sobre puente antiguo, ampliación con chasis relleno de concreto</p> | <p>La superestructura actual se construyó sobre el puente anterior utilizando un chasis en el sector aguas arriba.</p> | <p>La utilización de un chasis en la superestructura es una práctica inadecuada, pues son elementos que no están diseñados para este tipo de cargas.</p> | <p>Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Desprendimiento de agregados, baches y agrietamientos menores en superficie de ruedo</p> | <p>Se observan deterioros leves en la superficie de ruedo (agrietamientos, desprendimientos de agregado).</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación de ambos accesos (peligrosos) requieren canalizadores y obras de retención</p> | <p>Se identifica socavación en el relleno de aproximación de ambos accesos.</p> | <p>La pérdida de material de relleno puede generar daños en los accesos del puente y representa una condición de riesgo para los usuarios.</p> | <p>Realizar obras para mejorar la canalización de las aguas presentes que están afectando los rellenos (cunetas, bajantes, etc.). Reponer el material que se ha perdido con agregados que cumplan con las disposiciones de la sección 704.03 del CR-2020.</p> |



| Puente: Calle La Pacaya | | Condición: Deficiente | |
|---|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Fractura de cuerpo de bastión margen izquierda</p> | <p>Se observa una fractura en el cuerpo del bastión de margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de agrietamiento puede ser causado por sobrecargas en el relleno posterior y reducir la capacidad de soporte del bastión.</p> | <p>Realizar una reparación del agrietamiento siguiendo las recomendaciones de la sección 607.09 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación de bastiones con apoyo sobre rocas (obras de reparación presentes)</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión y el aletón.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 17. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Molina-La Pacaya

| Puente: Quebrada Molina – La Pacaya | | Condición: Regular | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Acceso a margen izquierda en mal estado (manejo de aguas, reconformación)</p> | Se presenta material suelto y deformación en la superficie de ruedo del acceso de margen izquierda. | Estas condiciones favorecen la ocurrencia de accidentes al tenerse una superficie con poca fricción. | Realizar obras para mejorar el manejo de aguas de escorrentía en los costados del camino y labores de reconformación en la superficie. Seguir las recomendaciones de la sección 621 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Oxidación parcial con inicios de corrosión en vigas principales</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión con inicios de delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Agrietamientos en esquina de losetas</p> | Algunas losetas presentan agrietamientos en los bordes y esquinas. | Los bordes y esquinas en losetas de piso pueden presentar agrietamientos causados por el mismo proceso constructivo. Estos agrietamientos permiten el paso de agua a lo interno favoreciendo la corrosión del acero interno. | Realizar reparaciones en los elementos agrietados siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Quebrada Molina – La Pacaya | | Condición: Regular | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Inicios de socavación en bastión margen izquierda</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión y el aletón.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Sobrecapa de lastre y juntas de expansión obstruidas</p> | <p>Se identifica una capa de agregados sueltos sobre la superficie de ruedo.</p> | <p>Estos materiales reducen la capacidad de frenado e impone una carga permanente adicional sobre el puente.</p> | <p>Retirar los materiales sueltos presentes sobre la superficie de ruedo, asegurándose de dejar libre los puntos de drenaje. Incluir esta actividad en un plan de mantenimiento periódico del puente.</p> |
|  <p>Barandas de baja altura</p> | <p>Las barandas del puente presentan una baja altura sobre el nivel de rasante.</p> | <p>La configuración actual podría facilitar que un vehículo sobrepase la baranda.</p> | <p>Revisar las recomendaciones respecto a la altura mínima recomendable según lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> <p>Colocar elementos adicionales para incrementar la altura de la baranda según la normativa correspondiente.</p> |



Tabla 18. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente El Manzano

| Puente: El Manzano | | Condición: Regular | |
|---|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas reconstruidas</p> | <p>Las barandas presentan obras de reconstrucción recientes, sin embargo, ya se ven algunas marcas de impactos.</p> | <p>El alineamiento del puente favorece la ocurrencia de impactos en las columnas, es posible que un vehículo genere daños a estos elementos.</p> | <p>Realizar revisiones periódicas que permitan identificar posibles daños en las barandas (principalmente en las columnas de los accesos).</p> |
|  <p>Socavacion en ambos bastiones (apoyados sobre roca)</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación de ambos bastiones.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Vigueta se encuentra reventada, tiene acero expuesto</p> | <p>Una de las viguetas de la superestructura presenta una fractura.</p> | <p>Este tipo de daño podría facilitar la ocurrencia de corrosión en el interior de la vigueta, reduciendo su capacidad soportante.</p> | <p>Realizar reparaciones en esta vigueta siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: El Manzano | | Condición: Regular | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Oxidación parcial y corrosión inicial en viga metálica</p> | <p>La viga metálica del puente presenta oxidación y corrosión con inicios de delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Agrietamiento menor, nidos de piedras en bastiones</p> | <p>Se identifica un agrietamiento menor y algunos nidos de piedras en los bastiones.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Deslizamiento en costados del puente</p> | <p>Se observa un deslizamiento en el costado del puente en la margen derecha.</p> | <p>Este tipo de deslizamiento puede afectar la estabilidad del relleno de aproximación, lo cual podría restringir el paso por el puente.</p> | <p>Realizar una evaluación puntual del deslizamiento para definir las obras a realizar (movimiento de tierras, obra de retención). Revisar el comportamiento de los flujos de agua en los accesos y de ser requerido realizar obras de drenaje adecuadas.</p> |

Tabla 19. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Honda-Llano Bonito

| Puente: Quebrada Honda Llano Bonito | | Condición: Alarmante | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Oxidación y corrosión de vigas principales (3 tipos de vigas)</p> | Las vigas metálicas del puente presentan oxidación y corrosión con inicios de delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>No hay acceso a la losa por formaletas, latas, y sobre capa de lastre</p> | No se pudo observar la losa en su cara inferior por la presencia de latas de formaleta. | Estas latas aportan muy poca capacidad de soporte, sin embargo, son elementos que pueden generar corrosión al resto de la superestructura. | Retirar las latas de formaleta evitando generar daños en la losa y en las vigas principales. Retirar el material de lastre que se encuentra sobre la superficie de rueda. |
|  <p>Barandas en mal estado (requieren canalizadores y señalización)</p> | Las barandas del puente no ofrecen un adecuado nivel de contención, están incompletas en uno de los costados. | Es posible que ante un impacto vehicular las barandas cedan y no puedan evitar la caída al cauce. | Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |



| Puentes: Quebrada Honda Llano Bonito | | Condición: Alarmante | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación por detrás del bastión margen izquierda y fundación</p> | <p>Se identifica socavación por detrás de los bastiones.</p> | <p>La socavación ha retirado material por detrás de los bastiones poniendo en riesgo la estabilidad del puente.</p> | <p>Reponer el material perdido e implementar obras de protección de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Deslizamientos en costados del puente</p> | <p>Se identifican deslizamientos en la margen izquierda del puente.</p> | <p>Este tipo de deslizamiento puede afectar la estabilidad del relleno de aproximación, lo cual podría restringir el paso por el puente.</p> | <p>Realizar una evaluación puntual del deslizamiento para definir las obras a realizar (movimiento de tierras, obra de retención).</p> <p>Revisar el comportamiento de los flujos de agua en los accesos y de ser requerido realizar obras de drenaje adecuadas.</p> |
|  <p>Fractura en viga cabezal margen izquierda</p> | <p>Se observa agrietamiento en la viga cabezal del cuerpo del bastión de margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de agrietamiento puede ser causado por sobrecargas en el relleno posterior y reducir la capacidad de soporte del bastión.</p> | <p>Realizar una reparación del agrietamiento siguiendo las recomendaciones de la sección 607.09 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 20. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Tablazo Higuito

| Puente: Quebrada Tablazo Higuito | | Condición: Deficiente | |
|---|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Superestructura con diferentes tipos de vigas y cubierta metálica (lámina 3mm espesor) oxidación 100% corrosión con delaminación</p> | <p>En general, los elementos que conforman la superestructura muestran deterioros de tipo oxidación y corrosión.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación de bastión y aletón margen derecha aguas abajo</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión y el aletón.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Baranda de concreto impactada, presenta agrietamientos y acero expuesto</p> | <p>Se observan agrietamientos y desprendimientos de concreto en las barandas.</p> | <p>Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión.</p> | <p>Realizar las reparaciones correspondientes en los elementos de concreto dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Quebrada Tablazo Higuito | | Condición: Deficiente | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Desgaste de losa con desprendimiento de agregados</p> | <p>Se observan deterioros leves en la superficie de ruedo (agrietamientos, desprendimientos de agregado).</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Pérdida de agregados en losa inferior</p> | <p>Se presenta la pérdida de agregados en la losa inferior en las aberturas de la lámina de acero.</p> | <p>La pérdida de estos agregados podría generar agrietamientos por falta de soporte en la losa del puente.</p> | <p>Realizar reparaciones en los bordes de la lámina de acero (posiblemente un proceso de enderezado y soldadura) para evitar una mayor pérdida de estos agregados.</p> |

Tabla 21. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio San José

| Puente: Barrio San José | | Condición: Alarmante | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Losa fracturada, superficie de ruedo mixta (acero-concreto) con deformación y daños importantes (condición crítica)</p> | <p>Los elementos de concreto de la losa presentan fracturas, por lo que la misma se deforma y desprende con el paso de los vehículos.</p> | <p>Bajo estas condiciones es posible que se den agujeros en la losa del puente, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios.</p> | <p>Reconstruir la superestructura del puente. En tanto se realice esta sustitución es posible que se presenten agujeros que deban ser atendidos utilizando placas de acero similares a las ya existentes.</p> |
|  <p>Oxidación 100%, corrosión con delaminación en vigas principales y elementos metálicos</p> | <p>Las vigas metálicas del puente presentan oxidación y corrosión con inicios de delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de oxidación y corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Bastión con desprendimiento y acero expuesto</p> | <p>Se observan algunos desprendimientos de concreto y acero expuesto en el bastión de margen derecha.</p> | <p>Estos desprendimientos facilitan la oxidación, corrosión y deterioro del acero interno.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Barrio San José | | Condición: Alarmante | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Solo hay una viga cabezal en margen izquierda</p> | <p>El puente no cuenta con un bastión en la margen izquierda, únicamente se tiene una viga cabezal.</p> | <p>Al no existir un bastión en esta margen se tiene un mayor riesgo de posibles afectaciones por socavación y deslizamientos en el talud.</p> | <p>Construir una estructura de tipo bastión en esta margen tomando en cuenta las condiciones del suelo e hidráulicas. Estas labores podrían realizarse en conjunto con el reemplazo de la superestructura.</p> |
|  <p>Alineamiento de puente complica acceso (giros cerrados)</p> | <p>El alineamiento del puente respecto a las vías de acceso dificulta las maniobras de giro y visibilidad.</p> | <p>Estas condiciones favorecen la ocurrencia de accidentes en el puente.</p> | <p>Considerar un realineamiento de la superestructura durante su reemplazo.</p> |
|  <p>Vibración y deformación al paso de vehículos (superestructura debe reconstruirse)</p> | <p>Se percibe vibración y se observa deformación en la losa al paso de los vehículos.</p> | <p>Los elementos fracturados de concreto en la losa producen estas vibraciones, es posible que se presenten agujeros en la superficie de ruedo.</p> | <p>Reconstruir la superestructura del puente. En tanto se realice esta sustitución es posible que se presenten agujeros que deban ser atendidos utilizando placas de acero similares a las ya existentes.</p> |



Tabla 22. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Jorco Encinales

| Puente: Río Jorco Encinales | | Condición: Deficiente | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  Superestructura de chasis, presenta oxidación y corrosión | <p>El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Se considera que la condición general de la superestructura justifica su reemplazo por completo</p> |
|  Barandas en mal estado (deformación, corrosión, faltante) | <p>Las barandas del puente no ofrecen un adecuado nivel de contención, presentan deformaciones, corrosión y faltantes.</p> | <p>Es posible que ante un impacto vehicular las barandas cedan y no puedan evitar la caída al cauce.</p> | <p>Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  Losa presenta agrietamiento en dos direcciones | <p>Se identifican agrietamientos en dos direcciones en la losa del puente.</p> | <p>Este tipo de agrietamientos están relacionados con procesos de fatiga en el concreto, esto puede generar fracturas en la losa y desprendimientos de concreto.</p> | <p>Considerar incorporar elementos de refuerzo en la superestructura del puente (vigas adicionales) para reducir la flexión que se presenta en la losa y genera este tipo de agrietamientos.</p> |



| Puente: Río Jorco Encinales | | Condición: Deficiente | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Inicios de socavación en bastión de margen izquierda</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión y el aletón.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Ausencia de señalización (Señal tipo Ceda)</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Bastiones presentan nidos de piedras</p> | <p>Se identifican algunos nidos de piedra en los bastiones.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 23. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Jorco Barrio Corazón de María

| Puente: Río Jorco Barrio Corazón de María | | Condición: Deficiente | |
|---|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agregados expuestos en superficie de ruedo</p> | Se observan desprendimientos de agregado en la superficie de ruedo. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Superestructura con 4 chasis (oxidación 100%, corrosión sin delaminación)</p> | El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión. | Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Se considera que la condición general de la superestructura justifica su reemplazo por completo |
|  <p>Socavación en ambos bastiones</p> | Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación del bastión y el aletón. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Río Jorco Barrio Corazón de María | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Subestructura de margen derecha con tubos de concreto (algunos presentan agrietamiento menor)</p> | <p>La subestructura del puente está formada a partir de tuberías de concreto.</p> | <p>Este tipo de estructura puede presentar agrietamientos en las uniones de los tubos.</p> | <p>Realizar revisiones periódicas para identificar posibles fracturas en las uniones de estos tubos.</p> <p>En caso de requerirse, considerar la construcción de una estructura externa (encamisado) para brindar más estabilidad a los bastiones.</p> |
|  <p>No hay señalización (Señal Ceda)</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Acero expuesto en superficie de ruedo</p> | <p>Se identifican algunos elementos de acero en la superficie de ruedo.</p> | <p>Estos elementos pueden generar daños en los vehículos y usuarios de la vía.</p> | <p>Retirar estos elementos metálicos tratando de no generar daños en la losa del puente.</p> |

Tabla 24. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Corazón de Jesús

| Puente: Barrio Corazón de Jesús | | Condición: Deficiente | |
|---|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Daños por impacto en barandas (falta señal Ceda)</p> | <p>Las barandas del puente presentan daños por impacto. No hay señal de tipo ceda.</p> | <p>Es posible que algunas conexiones y elementos reduzcan su nivel de contención ante estos impactos. La ausencia de la señalización puede provocar accidentes.</p> | <p>Sustituir aquellos elementos que presenten daños y revisar las uniones entre los elementos para reforzarlas de ser necesario. Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Sobrecapa de concreto (4cm)</p> | <p>Se identifica una sobrecapa de concreto de al menos 0.04 m sobre el puente.</p> | <p>Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente.</p> | <p>No colocar sobrecapas adicionales en este puente. Realizar reparaciones puntuales en aquellos sectores dañados sin aumentar el espesor de esta capa.</p> |
|  <p>Superestructura a partir de un chasis con marco de refuerzo (puntales)</p> | <p>El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Barrio Corazón de Jesús | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamiento en ambos aletones de margen izquierda</p> | <p>Se identifican agrietamientos en ambos aletones en la margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de agrietamiento puede ser causado por sobrecargas en el relleno posterior y reducir la capacidad de soporte de los aletones.</p> | <p>Realizar una reparación de los agrietamientos siguiendo las recomendaciones de la sección 607.09 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Deslizamiento en aletón margen derecha, aguas arriba</p> | <p>Se identifican deslizamientos en la margen derecha del puente.</p> | <p>Este tipo de deslizamiento puede afectar la estabilidad del relleno de aproximación, lo cual podría restringir el paso por el puente.</p> | <p>Realizar una evaluación puntual del deslizamiento para definir las obras a realizar (movimiento de tierras, obra de retención). Revisar el comportamiento de los flujos de agua en los accesos y de ser requerido realizar obras de drenaje adecuadas.</p> |
|  <p>Socavación en delantal aguas abajo</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo del delantal en el sector aguas abajo.</p> | <p>La socavación en el delantal puede extenderse y afectar las cimentaciones del puente.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Es posible que se requieran obras de desvío en el cauce.</p> |

Tabla 25. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Mina

| Puente: Mina | | Condición: Deficiente | |
|--|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Superestructura de chasis, dos chasis unidos en el centro</p> | <p>El puente cuenta con dos chasis como elementos principales de soporte de la superestructura, ambos presentan corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Manejo de aguas en bastiones genera socavacion lateral</p> | <p>Se identifica socavación lateral provocado por un manejo inadecuado de las aguas de escorrentía.</p> | <p>Este proceso puede afectar el resto de la cimentación del puente, generando inestabilidad en el bastión de margen izquierda.</p> | <p>Realizar obras para el manejo y canalización de las aguas de escorrentía y analizar la condición del terreno para determinar las medidas geotécnicas que deben implementarse en esta zona.</p> |
|  <p>Barandas con poca capacidad</p> | <p>Las barandas del puente no ofrecen un adecuado nivel de contención, presentan deformaciones, corrosión y faltantes.</p> | <p>Es posible que ante un impacto vehicular las barandas cedan y no puedan evitar la caída al cauce.</p> | <p>Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |



| Puente: Mina | Condición: Deficiente | | |
|--|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Varias subestructuras antiguas (puentes anteriores), socavación inicial</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación en las subestructuras antiguas.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 26. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Mora #1

| Puente: Calle Mora #1 | | Condición: Falla Inminente | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Falla y colapso de bastión margen derecha, puente en condición: Falla Inminente</p> | <p>El bastión de margen derecha prácticamente ha colapsado por completo.</p> | <p>Existe un alto riesgo de que el puente sufra daños mayores pues esta soportado únicamente por una franja de terreno en esta margen.</p> | <p>Se recomienda realizar un proceso de reconstrucción de esta estructura dadas las condiciones de la subestructura.</p> |
|  <p>Superestructura a partir de chasis, apoyo precario sobre terreno</p> | <p>El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | |
|  <p>Mal manejo de aguas en ambos accesos</p> | <p>Se observan condiciones inadecuadas de manejo de aguas de escorrentía que descargan directamente sobre el terreno de soporte.</p> | <p>Estas aguas generan un proceso de socavación del terreno que puede remover el poco terreno que soporta el puente.</p> | |



| Puente: Calle Mora #1 | | Condición: Falla Inminente | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Bastión de margen izquierda a partir de tubos de concreto y llantas</p> | <p>El bastión de margen izquierda está compuesto por una combinación de tuberías de concreto y llantas que retienen el relleno de aproximación.</p> | <p>Estos materiales no están diseñados para funcionar como elementos de retención o como bastión. Es posible que se den fallas en los materiales que generen afectaciones sobre el acceso y el soporte del puente.</p> | <p>Se recomienda realizar un proceso de reconstrucción de esta estructura dadas las condiciones de la subestructura.</p> |
|  <p>Socavación de fundación en bastión de margen izquierda</p> | <p>Se identifica un proceso avanzado de socavación en el bastión de margen izquierda.</p> | <p>Este proceso de socavación ha removido una gran parte del material de soporte del bastión, por lo que podría darse una falla de este ante una creciente.</p> | |
|  <p>Se requieren canalizadores y señalización de tipo Ceda</p> | <p>No hay canalizadores en el puente y no han señalización reglamentaria.</p> | <p>Existe un riesgo importante de caída hacia al cauce por la ausencia de canalizadores.</p> | <p>Colocar canalizadores que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |



Tabla 27. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Mora #2

| Puente: Calle Mora #2 | | Condición: Satisfactoria | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Subestructura compuesta por vigas cabezales</p> | <p>El puente esta soportado por vigas cabezales.</p> | <p>Al no contar con cimentaciones profundas el puente es más susceptible a sufrir desplazamientos.</p> | <p>Verificar en futuras inspecciones rutinarias señales en el terreno y la estructura de desplazamientos.</p> |
|  <p>Puente reconstruido en año 2020</p> | <p>El puente fue reconstruido en el año 2020 (según los vecinos).</p> | <p>Ninguno.</p> | <p>Implementar labores de mantenimiento periódicas para conservar el puente en su buen estado actual.</p> |



Tabla 28. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Reyes Urbanización Santa Bárbara

| Puente: Quebrada Reyes Urbanización Santa Bárbara | | Condición: Regular | |
|---|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Nidos de piedra en ambos bastiones</p> | Se identifican algunos nidos de piedra en los bastiones. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Daños en aleton margen derecha, aguas abajo</p> | Se identifica un agrietamiento menor y algunos nidos de piedra el aletón de margen derecha sector aguas abajo. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Acero corroído en acera, aguas abajo</p> | La estructura de soporte de la acera muestra deterioros por corrosión. | Este proceso de deterioro reduce la capacidad de soporte de las aceras del puente. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Quebrada Reyes Urbanización Santa Bárbara | | Condición: Regular | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamiento por contracción en losa (cara superior)</p> | <p>Se identifican algunos agrietamientos por contracción en la cara superior de la losa.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Descarga de aguas negras en bastión</p> | <p>Existe una descarga de agua en el aletón de margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad. Estas descargas al pie del bastión pueden generar socavación.</p> | <p>Verificar en futuras inspecciones rutinarias posibles efectos de socavación al pie del bastión. En caso de presentarse, realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 29. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Piedades

| Puente: Calle Piedades | | Condición: Regular | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Junta fría en bastión margen derecha</p> | Se identifican una junta fría en el bastión de margen derecha. | Las juntas frías se generan durante la construcción del bastión, su presencia facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Descascaramiento menor en bastion margen izquierda</p> | Se identifica descascaramiento menor en el bastión de margen izquierda. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Pintura de barandas con desprendimientos</p> | La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste. | Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento. | Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle Piedades | | Condición: Regular | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>No hay señalización</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Flujo de agua impacta aletón margen derecha aguas arriba (socavación de relleno)</p> | <p>Se identifica un proceso de socavación del relleno de aproximación por detrás del aletón de margen derecha.</p> | <p>Esta socavación puede afectar el acceso al puente al retirar el material del relleno de aproximación.</p> | <p>Realizar obras de protección en esta margen (extensión del aletón, escolleras, etc.) para orientar el cauce sin que genere daños.</p> <p>Reponer el material que se ha perdido con agregados que cumplan con las disposiciones de la sección 704.03 del CR-2020.</p> |

Tabla 30. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle La Rinconada

| Puente: Calle La Rinconada | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Fractura en bastión margen derecha</p> | Se observa una fractura en el cuerpo del bastión de margen derecha. | Este tipo de agrietamiento puede ser causado por sobrecargas en el relleno posterior y reducir la capacidad de soporte del bastión. | Realizar una reparación del agrietamiento siguiendo las recomendaciones de la sección 607.09 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Oxidación y corrosión en vigas principales</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Nidos de piedra y acero expuesto en losa</p> | Se observan desprendimientos de agregado en la superficie de ruedo, nidos de piedra y acero expuesto. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Realizar reparaciones puntuales de la losa en zonas puntuales (baches) según los procedimientos de la sección 611.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle La Rinconada | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  Antecedentes de inundación (reportan los vecinos del lugar) - Poca capacidad hidráulica | <p>El puente posee poca capacidad hidráulica, los vecinos reportan eventos de inundación recientes.</p> | <p>Estos eventos generan afectaciones importantes en las propiedades vecinas y en la infraestructura vial.</p> | <p>Considerar la realización de un dragado en el fondo del cauce tanto en el sector aguas arriba como aguas abajo del puente (acción periódica a incluir en un plan de mantenimiento y conservación de este puente). Consultar con un especialista en hidráulica sobre la profundidad adecuada de dragado.</p> |
|  Nidos de piedras en bastión | <p>Se identifican algunos nidos de piedra en los bastiones.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 31. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle El Alto

| Puente: Calle El Alto | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Superestructura a partir de chasis con oxidación y corrosión</p> | <p>El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Agrietamiento por fatiga en losa</p> | <p>Se identifican agrietamientos en dos direcciones en la losa del puente.</p> | <p>Este tipo de agrietamientos están relacionados con procesos de fatiga en el concreto, esto puede generar fracturas en la losa y desprendimientos de concreto.</p> | <p>Considerar incorporar elementos de refuerzo en la superestructura del puente (vigas adicionales) para reducir la flexión que se presenta en la losa y genera este tipo de agrietamientos.</p> |
|  <p>Socavación inicial en bastión margen derecho</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión en la margen derecha.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle El Alto | | Condición: Deficiente | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación en aletón margen izquierda aguas arriba (protección)</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del aletón de margen izquierda aguas arriba.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Barandas con impactos</p> | <p>Las barandas del puente presentan daños por impacto.</p> | <p>Es posible que algunas conexiones y elementos reduzcan su nivel de contención ante estos impactos.</p> | <p>Sustituir aquellos elementos que presenten daños y revisar las uniones entre los elementos para reforzarlas de ser necesario. Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>No hay señalización</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |

Tabla 32. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente La Isla

| Puente: La Isla | | Condición: Regular | |
|---|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Puente Rehabilitado, se conservó parte del bastión antiguo en margen izquierda</p> | <p>El puente fue rehabilitado, pero no se removió el bastión antiguo en la margen izquierda.</p> | <p>El bastión antiguo no permite inspeccionar la subestructura construida detrás este.</p> | <p>Ninguna.</p> |
|  <p>Bastion margen izquierda, socavado y fracturado</p> | <p>El bastión antiguo de margen izquierda muestra socavación y fracturas.</p> | <p>Es posible que un daño en el bastión genere afectación en la subestructura posterior. Si se diera un colapso de este bastión antiguo se podría dar un daño en la subestructura del puente.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Vigas con oxidación parcial y corrosión inicial sin delaminación</p> | <p>Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: La Isla | | Condición: Regular | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Drenajes sin extensiones, algunos alineados con el sistema de arriostramiento (corrosión)</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Bastión de margen derecha, nidos de piedra, inicios de corrosión</p> | <p>Se identifican algunos nidos de piedra en los bastiones.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Pintura de barandas</p> | <p>La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 33. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Entrada EBI - Calle Sabanilla

| Puente: Entrada EBI-Calle Sabanilla | | Condición: Alarmante | |
|--|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Vigas principales con agrietamiento por fatiga y cortante (grave)</p> | <p>Las vigas principales de concreto reforzado presentan agrietamientos por cortante y por fatiga.</p> | <p>Este tipo de agrietamiento es coincidente con procesos de sobrecarga en el puente, indican que se ha superado la capacidad de este y se han generado daños irreparables.</p> | <p>Los daños en la superestructura de este puente justifican una intervención a nivel de rehabilitación mayor que podría incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de vigas de refuerzo adicionales • Utilización de refuerzos con fibra de carbono tanto en vigas como en losa • Sustitución de la superestructura. |
|  <p>Acero expuesto en losa inferior (agrietamiento por fatiga)</p> | <p>Se identifican agrietamientos por fatiga, descascaramiento y acero expuesto en la losa.</p> | <p>Estos deterioros son compatibles con procesos de sobrecarga en la losa, la cual ha sobrepasado su capacidad y podrían presentarse daños mayores con desprendimientos de bloques y aparición de agujeros.</p> | <p>Se recomienda realizar una inspección detallada para determinar las acciones a seguir en esta superestructura.</p> |
|  <p>Bastión margen izquierda con fracturas y descascaramiento (grave)</p> | <p>Se observa una fractura en el bastión de margen izquierda y descascaramiento.</p> | <p>Este tipo de agrietamiento puede ser causado por sobrecargas en el relleno posterior y reducir la capacidad de soporte del bastión.</p> | <p>Realizar una reparación del agrietamiento siguiendo las recomendaciones de la sección 607.09 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Entrada EBI-Calle Sabanilla | | Condición: Alarmante | |
|---|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Sobrecapa de asfalto (deformación superficial)</p> | <p>Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica de al menos 0.05 m sobre el puente.</p> | <p>Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente.</p> | <p>No colocar sobrecapas adicionales en este puente.</p> |
|  <p>Separación de aletón y bastión en margen derecha</p> | <p>Se identifica una separación entre el cuerpo del bastión y el aletón de margen derecha.</p> | <p>Estas separaciones pueden ser causadas por asentamientos en el terreno, o bien, por desplazamientos generados por empujes del relleno que pueden generar afectaciones en los accesos.</p> | <p>Revisar las condiciones del relleno de aproximación para verificar si existen desplazamientos o agrietamientos. Reparar la abertura siguiendo los lineamientos de la sección 619.11 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Barandas impactadas (quebradas y con acero expuesto)</p> | <p>Se observan impactos en las barandas con agrietamientos y desprendimientos de concreto con acero expuesto.</p> | <p>Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión.</p> | <p>Realizar las reparaciones correspondientes en los elementos de concreto dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> <p>Reemplazar las columnas que muestran inclinación en los accesos.</p> |



Tabla 34. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle El Roblar

| Puente: Calle El Roblar | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Puente no tiene barandas</p> | El puente no cuenta con barandas. | No hay ningún elemento de retención que impida la caída al cauce de algún usuario. | Colocar, a la mayor brevedad posible, un sistema de contención de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |
|  <p>Sobrecapa 50 cm</p> | Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica de al menos 0.5 m sobre el puente. | Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente. | No colocar sobrecapas adicionales en este puente. |
|  <p>Socavación de bastión margen izquierda, inicio de socavación bastión margen derecha</p> | Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación de ambos bastiones. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle El Roblar | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Descarga de agua residual en aletón margen derecha</p> | <p>Existe una descarga de agua en el aletón de margen derecha.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad.</p> | <p>Considerar la construcción de un bajante para evacuar estas aguas fuera del cuerpo del aletón.</p> |
|  <p>Nidos de piedra en losa</p> | <p>Se identifican algunos nidos de piedra en la losa.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Fractura unión aletón-bastión margen izquierda (aguas abajo)</p> | <p>Se observa una fractura en la unión entre el bastión y el aletón de margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de agrietamiento puede ser causado por sobrecargas en el relleno posterior y reducir la capacidad de soporte del bastión.</p> | <p>Realizar una reparación del agrietamiento siguiendo las recomendaciones de la sección 607.09 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 35. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Salida El Llano

| Puente: Calle Salida El Llano | | Condición: Deficiente | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Zona inferior losetas con agrietamiento y desprendimientos</p> | <p>Algunas losetas presentan agrietamientos en los bordes y esquinas.</p> | <p>Los bordes y esquinas en losetas de piso pueden presentar agrietamientos causados por el mismo proceso constructivo. Estos agrietamientos permiten el paso de agua a lo interno favoreciendo la corrosión del acero interno.</p> | <p>Realizar reparaciones en los elementos agrietados siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Puente sometido a cargas pesadas frecuentemente</p> | <p>Durante la inspección se observó un paso constante de camiones sobre el puente.</p> | <p>Estos procesos de carga continua pueden acelerar la aparición de daños en el puente.</p> | <p>Realizar procesos de inspección rutinarios anuales y verificar la condición de los elementos de la superestructura que están sometidos a estas cargas pesadas continuamente.</p> |
|  <p>Losetas con fracturas y acero expuesto</p> | <p>Algunas losetas presentan desprendimientos de concreto.</p> | <p>Estos daños usualmente se presentan por sobrecargas en las losetas, es posible que se presenten fracturas en los elementos si no se realizan las reparaciones correspondientes.</p> | <p>Realizar reparaciones en los elementos agrietados siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle Salida El Llano | | Condición: Deficiente | |
|--|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Losetas faltantes sustitución con lamina de acero</p> | <p>Se identifica la utilización de una lámina de acero en sustitución de losetas.</p> | <p>Es posible que las losetas originales sufrieran fracturas y tuvieran que ser sustituidas por esta lámina. La misma presenta una superficie con menos fricción que el resto de las losetas.</p> | <p>Revisar las conexiones de la lámina con las vigas para evitar reventaduras en las soldaduras y posibles fallas por fatiga en la lámina.</p> <p>Considerar la sustitución de la lámina por losetas de características similares a las originales.</p> |
|  <p>Apoyos con filtración de material</p> | <p>Se encontraron acumulaciones de sedimento sobre los apoyos del puente.</p> | <p>La presencia de sedimento en los apoyos restringe el movimiento de estos, lo cual puede propiciar corrosión en las vigas y daños en los mecanismos de apoyo.</p> | <p>Realizar una limpieza general de la zona de asiento siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 605 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Sistema de arriostramiento con corrosión y delaminación</p> | <p>Se identifica corrosión y delaminación de elementos del sistema de arrioste del puente.</p> | <p>La condición de estos elementos reduce considerablemente su capacidad de resistir esfuerzos, es posible que ante un evento estas conexiones con las vigas principales se rompan.</p> | <p>Sustituir los elementos dañados del sistema de arriostramiento que muestren deterioros mayores por corrosión. Utilizar componentes metálicos de dimensiones y características similares a los originales. Seguir las recomendaciones establecidas en la sección 615.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle Salida El Llano | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Oxidación parcial con inicios de delaminación en vigas principales</p> | <p>Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Poca capacidad hidráulica, evidencia de impactos en superestructura</p> | <p>El puente posee poca capacidad hidráulica, se evidencian impactos contra la superestructura.</p> | <p>Se pueden producir daños en el puente al recibir impactos por parte del cauce durante las crecientes.</p> | <p>Considerar la realización de un dragado en el fondo del cauce tanto en el sector aguas arriba como aguas abajo del puente (acción periódica a incluir en un plan de mantenimiento y conservación de este puente). Consultar con un especialista en hidráulica sobre la profundidad adecuada de dragado.</p> |
|  <p>Bastión de margen derecha con agrietamiento y desprendimiento</p> | <p>Se identifica un agrietamiento menor y algunos desprendimientos en bastión de margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle Salida El Llano | | Condición: Deficiente | |
|---|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Pintura de barandas requiere mantenimiento</p> | <p>La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 36. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Entrada El Huazo

| Puente: Entrada El Huazo | | Condición: Regular | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Grietas en 2 direcciones losa superior, flexión (no hay acceso a losa inferior por cobertura de estereofón)</p> | Se identifican algunos agrietamientos por flexión en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Oxidación 100% en vigas, con inicio de delaminación</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Grietas en viga cabezal (pedestal)</p> | Se identifican agrietamientos menores localizados en las vigas cabezales. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Entrada El Huazo | | Condición: Regular | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Acumulación de sedimento en fondo (dragado necesario)</p> | <p>Se identifica una acumulación de sedimento por debajo del puente que reduce la capacidad hidráulica.</p> | <p>Se pueden producir daños en el puente al recibir impactos por parte del cauce durante las crecientes.</p> | <p>Considerar la realización de un dragado en el fondo del cauce tanto en el sector aguas arriba como aguas abajo del puente (acción periódica a incluir en un plan de mantenimiento y conservación de este puente).</p> <p>Consultar con un especialista en hidráulica sobre la profundidad adecuada de dragado.</p> |
|  <p>Indigencia presente en puente</p> | <p>Existen construcciones informales en las vigas y en los apoyos del puente.</p> | <p>Se tiene un riesgo latente para las personas que viven en estas construcciones ante una creciente, adicionalmente se presentan quemaduras de material por debajo del puente que pueden afectar los elementos de acero principalmente.</p> | <p>Retirar las construcciones ilegales presentes para desincentivar la presencia de estas personas en el puente.</p> |
|  <p>Deformación longitudinal vigas</p> | <p>Se identifica una deformación longitudinal en las vigas del puente.</p> | <p>Este tipo de deformaciones suelen presentarse durante la etapa constructiva e izaje de las vigas.</p> | <p>Dar seguimiento a la condición de las vigas por medio de inspecciones rutinarias.</p> <p>En caso de que se identifique un incremento apreciable en la deformación considerar la incorporación de elementos de arrioste adicionales.</p> |

Tabla 37. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Jorco El Lince

| Puente: Río Jorco El Lince | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Grietas por movimiento de torsión en losa superior</p> | Se identifican agrietamientos en la losa con patrón de torsión. | Este tipo de agrietamiento no es típico en losas de puentes, podría ser causado por desplazamientos diferenciales de los apoyos. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Daños estructurales en apoyos margen izquierda, fractura, pernos doblados y concreto desprendido</p> | Se tienen daños estructurales en los apoyos de la margen izquierda. | Estas condiciones son riesgosas pues se ha perdido el concreto de soporte por debajo del apoyo, es posible que se den desplazamientos en las vigas y deformaciones en los elementos restantes del apoyo. | Realizar una reparación en la zona de los apoyos que reponga el concreto perdido y brinde suficiente apoyo a las vigas del puente. Considerar la construcción de una estructura adicional (tipo dintel o columna) que provea mayor longitud de apoyo. Alternativamente podría considerarse realizar un reemplazo de los apoyos siguiendo las recomendaciones de la sección 610.12 del Manual de puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Bastión margen derecha con inclinación, socavación inicial</p> | Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión en la margen derecha. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Río Jorco El Lince | | Condición: Deficiente | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Unión de barandas inadecuadas</p> | <p>La unión de las barandas el puente no está ejecutadas de forma correcta.</p> | <p>Es posible que ante un evento de colisión parte los extremos de las barandas tiendan a introducirse en los vehículos.</p> | <p>Reacondicionar estas uniones siguiendo las recomendaciones de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Oxidación parcial y zonas con corrosión en vigas principales</p> | <p>Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Juntas de expansión obstruidas parcialmente (mezcla asfáltica)</p> | <p>Las juntas de expansión están obstruidas parcialmente con mezcla asfáltica.</p> | <p>Las juntas de expansión requieren tener libertad de movimiento para evitar daños en la superestructura al generarse los esfuerzos de expansión y contracción naturales del puente.</p> | <p>Remover la mezcla asfáltica que obstruye las juntas de expansión y acondicionar estas aplicando las recomendaciones de la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 38. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Alameda Almendro

| Puente: Alameda Almendro | | Condición: Regular | |
|--|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Desnudamiento de agregados en losa</p> | Se observan desprendimientos de agregado en la superficie de ruedo. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Juntas expansivas requieren sellos</p> | Las juntas de expansión están obstruidas parcialmente con sedimentos. | Las juntas de expansión requieren tener libertad de movimiento para evitar daños en la superestructura al generarse los esfuerzos de expansión y contracción naturales del puente. | Remover el sedimento que obstruye las juntas de expansión y acondicionar estas aplicando las recomendaciones de la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Drenajes requieren extensiones</p> | No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente. | Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto. | Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Alameda Almendro | | Condición: Regular | |
|--|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Oxidación parcial con corrosión en vigas principales (delaminación en apoyos)</p> | <p>Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Grieta de separación entre bastión y aletón margen izquierda, aguas arriba</p> | <p>Se identifica una grieta entre el cuerpo del bastión y el aletón de margen izquierda.</p> | <p>Estas separaciones pueden ser causadas por asentamientos en el terreno, o bien, por desplazamientos generados por empujes del relleno que pueden generar afectaciones en los accesos.</p> | <p>Revisar las condiciones del relleno de aproximación para verificar si existen desplazamientos o agrietamientos. Reparar la abertura siguiendo los lineamientos de la sección 619.11 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Inicio de socavación en bastión margen izquierda</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión en la margen izquierda.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 39. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Flores

| Puente: Calle Flores | | Condición: Alarmante | |
|--|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación grave en ambos bastiones</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación de ambos bastiones.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Deslizamiento margen derecha, afectación de vivienda y aleton margen derecha, aguas arriba</p> | <p>Se tiene un deslizamiento en la margen derecha el puente que ha afectado una vivienda y el aletón del sector aguas arriba del puente.</p> | <p>Esta socavación puede afectar el acceso al puente al retirar el material del relleno de aproximación.</p> | <p>Realizar obras de protección en esta margen (extensión del aletón, escolleras, etc.) para orientar el cauce sin que genere daños. Reponer el material que se ha perdido con agregados que cumplan con las disposiciones de la sección 704.03 del CR-2020. Es posible que se requieran construir obras de contención en esta margen para evitar una mayor afectación a las viviendas cercanas.</p> |
|  <p>Oxidación parcial de vigas</p> | <p>Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle Flores | | Condición: Alarmante | |
|---|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agregado expuesto y desprendido en superficie de ruedo</p> | <p>Se observan desprendimientos de agregado en la superficie de ruedo.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Juntas de expansión requieren sellos</p> | <p>Las juntas de expansión requieren sellos para evitar el paso de sedimentos hacia los apoyos.</p> | <p>La ausencia de sellos en estas juntas propicia el paso de agua y sedimentos que pueden deteriorar los apoyos del puente.</p> | <p>Acondicionar las juntas de expansión y colocar los sellos adecuados aplicando las recomendaciones de la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Drenajes requieren extensiones</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 40. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Naranjo

| Puente: Calle Naranjo | | Condición: Alarmante | |
|---|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>No hay barandas ni señalización</p> | El puente no cuenta con barandas. | No hay ningún elemento de retención que impida la caída al cauce de algún usuario. | Colocar, a la mayor brevedad posible, un sistema de contención de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |
|  <p>Socavación grave en ambos bastiones</p> | Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación de ambos bastiones. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Fractura entre aletón y bastión margen izquierda aguas arriba y margen derecha aguas abajo</p> | Se identifica una grieta entre el cuerpo del bastión y el aletón de margen izquierda. | Estas separaciones pueden ser causadas por asentamientos en el terreno, o bien, por desplazamientos generados por empujes del relleno que pueden generar afectaciones en los accesos. | Revisar las condiciones del relleno de aproximación para verificar si existen desplazamientos o agrietamientos. Reparar la abertura siguiendo los lineamientos de la sección 619.11 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle Naranja | | Condición: Alarmante | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Acero expuesto de losa inferior</p> | <p>El acero interno de la losa de este puente está expuesto, esto debido al descascaramiento del concreto.</p> | <p>El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo.</p> | <p>Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Vegetación creciendo en losa y aletones</p> | <p>Se tiene vegetación creciendo en los costados del puente.</p> | <p>Las raíces de esta vegetación pueden generar agrietamientos a lo interno del concreto.</p> | <p>Remover por completo la vegetación que está creciendo en los elementos de la subestructura y la superestructura. Asegurándose de retirar las raíces en el proceso.</p> |
|  <p>Sobrecapa de más de 1 metro en superficie de ruedo</p> | <p>Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica de al menos 1 metro sobre el puente.</p> | <p>Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente.</p> | <p>No colocar sobrecapas adicionales en este puente.</p> |



Tabla 41. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle El Tirr

| Puente: Calle El Tirr | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas en mala condición</p> | Las barandas del puente no ofrecen un adecuado nivel de contención, presentan deformaciones, corrosión y faltantes. | Es posible que ante un impacto vehicular las barandas cedan y no puedan evitar la caída al cauce. | Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |
|  <p>Desprendimiento de agregado y baches en superficie de ruedo</p> | Se observan desprendimientos de agregado en la superficie de ruedo, nidos de piedra y acero expuesto. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Realizar reparaciones puntuales de la losa en zonas puntuales (baches) según los procedimientos de la sección 611.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Vigas con oxidación parcial y corrosión con delaminación (apoyos)</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle El Tirr | | Condición: Deficiente | |
|--|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Nidos de piedra y acero expuesto en losa</p> | <p>El acero interno de la losa de este puente está expuesto, esto debido al descascaramiento del concreto.</p> | <p>El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo.</p> | <p>Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación inicial en bastión margen derecha</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión en la margen derecha.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>No hay senalizacin de CEDA</p> | <p>No hay senalizacin reglamentaria en el puente.</p> | <p>La senalizacin reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una senal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |

Tabla 42. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Guatuso Los Guido

| Puente: Guatuso – Los Guido | | Condición: Aceptable | |
|---|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Grietas por contracción en superficie de ruedo</p> | Se identifican algunos agrietamientos por contracción en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Agrietamiento longitudinal en bastiones, alineados con vigas</p> | Se identifican agrietamientos menores localizados en las vigas cabezales. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Alineación entre río y bastión margen izquierda genera impacto en aletón</p> | El alineamiento del cauce respecto al puente favorece el proceso de socavación. | El cambio de dirección que se da en el cauce puede ocasionar socavación en el bastión y en el aletón al recibirse un impacto directo. | Revisar en inspecciones rutinarias la posible aparición de socavación en el puente. En caso de presentarse indicios de socavación realizar obras de protección y relleno de la zona afectada de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Guatuso – Los Guido | | Condición: Aceptable | |
|---|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Mal manejo de salidas de aguas en bastión margen derecha</p> | <p>Existe una descarga de agua en el aletón de margen izquierda.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad.</p> | <p>Considerar la construcción de un bajante para evacuar estas aguas fuera del cuerpo del aletón. Rellenar con concreto los bordes de la tubería para evitar fugas en el interior del cuerpo del aletón.</p> |
|  <p>Pintura de barandas requiere mantenimiento</p> | <p>La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 43. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Los Cipreses

| Puente: Calle Los Cipreses | | Condición: Regular | |
|---|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas con impactos y acero expuesto</p> | Se observan agrietamientos y desprendimientos de concreto en las barandas. | Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión. | Realizar las reparaciones correspondientes en los elementos de concreto dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Vigas principales con oxidación (no hay delaminación)</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Socavación inicial bastión antiguo margen izquierda</p> | Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión en la margen izquierda. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



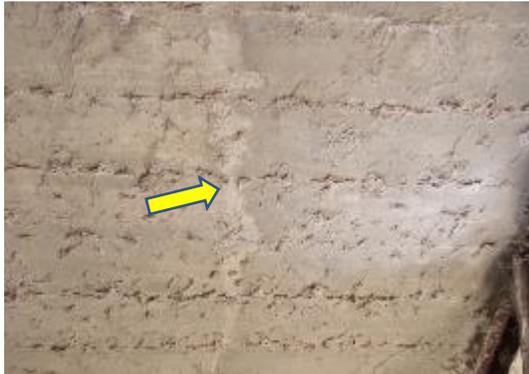
| Puente: Calle Los Cipreses | | Condición: Regular | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Deslizamiento por mal manejo de aguas, aletón margen izquierda aguas arriba</p> | <p>Se identifica un deslizamiento provocado por un manejo inadecuado de las aguas de escorrentía.</p> | <p>Este proceso puede afectar el resto de la cimentación del puente, generando inestabilidad en el bastión de margen izquierda.</p> | <p>Realizar obras para el manejo y canalización de las aguas de escorrentía y analizar la condición del terreno para determinar las medidas geotécnicas que deben implementarse en esta zona.</p> |
|  <p>Drenajes requieren extensiones</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Inclinación de aletón margen izquierda aguas abajo</p> | <p>Se identifica una inclinación en el aletón de margen izquierda aguas abajo.</p> | <p>Este tipo de inclinaciones pueden ser un síntoma de falla del aletón por el empuje del terreno, es posible que se den agrietamientos en un corto plazo.</p> | <p>Realizar obras para el manejo y canalización de las aguas de escorrentía y analizar la condición del terreno para determinar las medidas geotécnicas que deben implementarse en esta zona.</p> <p>Es posible que se requiera reemplazar este elemento en caso de que se agrave la inclinación o aparezcan nuevos deterioros.</p> |



Tabla 44. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Salitrillos

| Puente: Calle Salitrillos | | Condición: Regular | |
|---|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas con agrietamiento severo (acero expuesto)</p> | Se observan agrietamientos y desprendimientos de concreto en las barandas. | Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión. | Realizar las reparaciones correspondientes en los elementos de concreto dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Vigas principales con acero expuesto y agrietamientos menores por flexión</p> | El acero interno de la losa de este puente está expuesto, esto debido al descascaramiento del concreto. | El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo. | Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de las vigas. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Sobrecapa de asfalto</p> | Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica sobre el puente. | Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente. | No colocar sobrecapas adicionales en este puente. |

Tabla 45. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Las Mesas

| Puente: Calle Las Mesas | | Condición: Regular | |
|--|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Oxidación de vigas 100%, corrosión sin delaminación</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial sin delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Grietas por flexión con presencia de eflorescencia en losa</p> | Se observan agrietamientos por flexión en la cara inferior de la losa. | Este tipo de grietas son esperables en este tipo de superestructura. Sin embargo, su formación puede favorecer la entrada de humedad a lo interno de la losa. | Realizar un sellado de grietas siguiendo los procedimientos establecidos en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Baranda impactada con faltante en margen derecho</p> | Se observan impactos en las barandas elementos deformados y algunos faltantes en los extremos. | Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión. | Realizar las sustituciones de los elementos dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Colocar las terminales faltantes de acuerdo con las recomendaciones de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |



| Puente: Calle Las Mesas | | Condición: Regular | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Zona de apoyos con filtración, oxidación y corrosión</p> | <p>Se identifican daños por acumulación de sedimentos y agua en los apoyos del puente.</p> | <p>La exposición de los elementos de acero a estas acumulaciones propicia la aparición de corrosión y reduce la capacidad de los elementos.</p> | <p>Realizar una limpieza general de la zona de asiento siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 605 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Agrietamientos menores en superficie de ruedo</p> | <p>Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 46. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Los Picapiedra

| Puente: Calle Los Picapiedra | | Condición: Alarmante | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  Puente con superestructura de chasis (3 chasis) corrosión con pérdida de sección y elementos rotos | <p>El puente cuenta con tres chasis como elementos principales de soporte de la superestructura y presentan corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  Barandas en mal estado | <p>Las barandas del puente no ofrecen un adecuado nivel de contención, presentan deformaciones, corrosión y faltantes.</p> | <p>Es posible que ante un impacto vehicular las barandas cedan y no puedan evitar la caída al cauce.</p> | <p>Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  Sobrecapa de asfalto (10 cm) | <p>Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica de al menos 0.1 m sobre el puente.</p> | <p>Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente.</p> | <p>No colocar sobrecapas adicionales en este puente.</p> |



| Puente: Calle Los Picapiedra | | Condición: Alarmante | |
|---|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Bastiones con agrietamientos y juntas frías</p> | <p>Los bastiones del puente presentan agrietamientos y juntas frías con una combinación de dos tipos de muros (mampostería y concreto ciclópeo).</p> | <p>Es posible que se presenten deslizamiento y desprendimientos de concreto por las condiciones de estos bastiones.</p> | <p>Considerar la construcción de un bastión externo (encamisado) que prevenga daños mayores y afectación de la superestructura.</p> |
|  <p>Deslizamiento en aletón margen izquierda, aguas abajo</p> | <p>Se identifica un deslizamiento en la zona intermedia entre el bastión de margen izquierda y el muro de gaviones (también socavado).</p> | <p>Este proceso puede afectar el resto de la cimentación del puente, generando inestabilidad en el bastión de margen izquierda.</p> | <p>Realizar obras para el manejo y canalización de las aguas de escorrentía y analizar la condición del terreno para determinar las medidas geotécnicas que deben implementarse en esta zona.</p> <p>Se considera necesario realizar una intervención en el muro de gaviones que ya muestra daños en las canastas, pérdida de agregados y socavación grave.</p> |
|  <p>Aletones de mampostería, llantas y gaviones</p> | <p>En la margen derecha se tienen aletones formados por una mezcla de mampostería, llantas y gaviones en mala condición.</p> | <p>Esta configuración no brinda un adecuado soporte al terreno, por lo que se pueden dar deslizamientos que pueden afectar el relleno de aproximación.</p> | <p>Reemplazar estos materiales por una construcción de retención diseñada para las condiciones del sitio.</p> |

Tabla 47. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Entrada Quebrada Honda – La Calera

| Puente: Entrada Quebrada Honda – La Calera | | Condición: Regular | |
|--|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas metálicas con corrosión y agujeros</p> | Se observan elementos con daños por corrosión y algunos faltantes en los extremos. | Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión. | Realizar las sustituciones de los elementos dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Colocar las terminales faltantes de acuerdo con las recomendaciones de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |
|  <p>Sobrecapas de asfalto</p> | Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica sobre el puente. | Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente. | No colocar sobrecapas adicionales en este puente. |
|  <p>Bastión de margen derecha con agrietamiento y eflorescencia</p> | Se identifican agrietamientos menores y eflorescencia en el bastión de margen derecha. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Entrada Quebrada Honda – La Calera | | Condición: Regular | |
|--|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Requiere señalización y canalizadores</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |

Tabla 48. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Fátima – Entrada Parque La Libertad

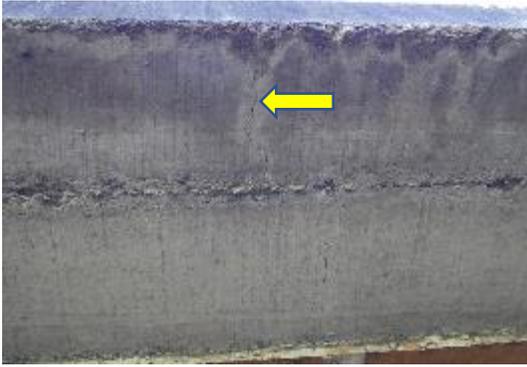
| Puente: Fátima – Entrada Parque La Libertad | | Condición: Aceptable | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Descascaramiento con acero expuesto en losa (corrosión)</p> | El acero interno de la losa de este puente está expuesto, esto debido al descascaramiento del concreto. | El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo. | Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Eflorescencia en unión de losetas</p> | Se identifican agrietamientos menores y eflorescencia en la losa del puente. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Agrietamiento por asentamiento en vigas cabezal</p> | Se identifican agrietamientos menores localizados en las vigas cabezales. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Fátima – Entrada Parque La Libertad | | Condición: Aceptable | |
|---|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación en aletón margen derecha aguas arriba</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del aletón de margen derecha aguas abajo.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 49. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Las Palmas

| Puente: Las Palmas | | Condición: Regular | |
|---|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación inicial en bastión margen derecha</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del bastión de margen derecha.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Descarga de agua socava aleton margen izquierda aguas abajo</p> | <p>Existe una descarga de agua en el aletón de margen izquierda aguas abajo que está generando socavación.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad.</p> | <p>Considerar la construcción de un bajante para evacuar estas aguas fuera del cuerpo del aletón.</p> |
|  <p>Grietas por flexión en losa inferior</p> | <p>Se observan agrietamientos por flexión en la cara inferior de la losa.</p> | <p>Este tipo de grietas son esperables en este tipo de superestructura. Sin embargo, su formación puede favorecer la entrada de humedad a lo interno de la losa.</p> | <p>Realizar un sellado de grietas siguiendo los procedimientos establecidos en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Las Palmas | | Condición: Regular | |
|---|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Grietas por contracción en losa superior</p> | Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Daños en baranda (requiere pintura)</p> | La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste. | Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento. | Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Posible impacto de río contra infraestructura de servicios</p> | Se identifican daños en la infraestructura de servicios conexas al puente por las crecientes en el río. | Estos daños pueden generar afectaciones en los usuarios de los servicios públicos. | Gestionar una reubicación de esta infraestructura con las empresas responsables para evitar un daño en estos elementos. |

Tabla 50. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Fátima

| Puente: Barrio Fátima | | Condición: Deficiente | |
|---|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Bastión margen izquierda con salida de tuberías (falta apoyo y socavación)</p> | <p>Se tiene una descarga de aguas en el cuerpo del bastión.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad. Estas descargas al pie del bastión pueden generar socavación.</p> | <p>Verificar en futuras inspecciones rutinarias posibles efectos de socavación al pie del bastión. En caso de presentarse, realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Combinación de materiales en superestructura</p> | <p>En la superestructura del puente se tiene varios tipos de vigas y materiales (vigas presforzadas, chasis).</p> | <p>Esta combinación de materiales y puede generar problemas de transferencia de carga y agrietamientos en la losa del puente.</p> | <p>Verificar en futuras inspecciones rutinarias posibles agrietamientos en la losa y fracturas en las uniones entre los diferentes tipos de elementos de soporte de la superestructura.</p> |
|  <p>Socavación en bastión margen derecha, unión con aletón</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación de ambos bastiones.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Barrio Fátima | | Condición: Deficiente | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Chasis con corrosión</p> | <p>El puente cuenta con un chasis como elemento principal de soporte de la superestructura, el mismo presenta corrosión.</p> | <p>Los chasis no son elementos adecuados para soportar cargas de superestructuras, la presencia de corrosión reduce su capacidad de soporte y puede generar fracturas repentinas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Requiere canalizadores en acceso margen derecha</p> | <p>No hay canalizadores en el puente y existe un talud de al menos 5 metros de altura en el acceso de margen derecha.</p> | <p>Existe un riesgo importante de caída hacia al cauce por la ausencia de canalizadores.</p> | <p>Colocar canalizadores que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |

Tabla 51. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Nazareth

| Puente: Calle Nazareth | | Condición: Deficiente | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>No hay barandas</p> | El puente no cuenta con barandas. | No hay ningún elemento de retención que impida la caída al cauce de algún usuario. | Colocar, a la mayor brevedad posible, un sistema de contención de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |
|  <p>Vigas principales con oxidación 100%, corrosión con perforaciones</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión con perforaciones. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Bastión margen izquierda presenta descascaramiento y acero expuesto</p> | Se identifican descascaramiento y acero expuesto en el bastión de margen izquierda. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle Nazareth | | Condición: Deficiente | |
|---|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación en salida de ambos bastiones (apoyados sobre rocas) y en aletón margen izquierda aguas arriba</p> | <p>Se identifica la pérdida de material por debajo de la cimentación de ambos bastiones.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones y aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Requiere señalización</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Filtración de agua y sedimentos hacia apoyos</p> | <p>Se identifican daños por acumulación de sedimentos y agua en los apoyos del puente.</p> | <p>La exposición de los elementos de acero a estas acumulaciones propicia la aparición de corrosión y reduce la capacidad de los elementos.</p> | <p>Realizar una limpieza general de la zona de asiento siguiendo las recomendaciones establecidas en la sección 605 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 52. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Corazón de Jesús – San Juan

| Puente: Barrio Corazón de Jesús –San Juan | | Condición: Regular | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>No hay señalización de CEDA</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |
|  <p>Barandas con impactos (no hay canalizadores)</p> | <p>Se observan impactos en las barandas elementos deformados y algunos faltantes en los extremos.</p> | <p>Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión.</p> | <p>Realizar las sustituciones de los elementos dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Colocar las terminales faltantes de acuerdo con las recomendaciones de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Vigas con oxidación, delaminación en viga externa aguas arriba</p> | <p>Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial con delaminación.</p> | <p>Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas.</p> | <p>Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Barrio Corazón de Jesús –San Juan | | Condición: Regular | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Grietas longitudinales leves</p> | <p>Se observan agrietamientos longitudinales leves en la cara inferior de la losa.</p> | <p>Este tipo de grietas son esperables en este tipo de superestructura. Sin embargo, su formación puede favorecer la entrada de humedad a lo interno de la losa.</p> | <p>Realizar un sellado de grietas siguiendo los procedimientos establecidos en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Desprendimiento de agregado en losa</p> | <p>Se identifican algunos desprendimientos de agregado en la losa.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Obstrucción de juntas en accesos</p> | <p>Las juntas de expansión están obstruidas parcialmente con mezcla asfáltica.</p> | <p>Las juntas de expansión requieren tener libertad de movimiento para evitar daños en la superestructura al generarse los esfuerzos de expansión y contracción normales del puente.</p> | <p>Remover la mezcla asfáltica que obstruye las juntas de expansión y acondicionar estas aplicando las recomendaciones de la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Barrio Corazón de Jesús –San Juan | | Condición: Regular | |
|---|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Drenajes obstruidos y sin extensiones</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Descascaramiento de bordes con acero expuesto</p> | <p>Se tiene descascaramiento del concreto en el borde de la losa.</p> | <p>El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo.</p> | <p>Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero expuesto para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación inicial pila (entrada)</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación de la pila.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 53. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente San Juan de Dios
Calle Alfonso XIII

| Puente: San Juan de Dios Calle Alfonso XIII | | Condición: Regular | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Baranda sector aguas abajo fracturado (impactado)</p> | <p>Se observan impactos en las barandas con elementos deformados.</p> | <p>Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión.</p> | <p>Realizar las sustituciones de los elementos dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Colocar las terminales faltantes de acuerdo con las recomendaciones de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Puente de arco con sobrelosa</p> | <p>La superestructura del puente está compuesta por un arco de mampostería con una sobre losa y vigas longitudinales de concreto reforzado.</p> | <p>Al tratarse de dos tipos de superestructuras combinadas se debe tener claro que los deterioros en cada una son distintos.</p> | <p>Verificar en futuras inspecciones rutinarias posibles deterioros para cada superestructura de forma separada.</p> |
|  <p>Eflorescencia a través de juntas</p> | <p>Se identifica eflorescencia a través de las juntas de unión de la mampostería.</p> | <p>La eflorescencia es un indicador del paso de agua a través de la superestructura, en el caso de este tipo de puente puede deteriorar el mortero de unión de las piezas de mampostería.</p> | <p>Realizar un sellado de las juntas de mampostería donde se tengan eflorescencia, seguir las recomendaciones de la sección 606.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: San Juan de Dios Calle Alfonso XIII | | Condición: Regular | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Pérdida de mortero en uniones al centro del arco y en aletón margen derecha aguas abajo</p> | <p>Se observa pérdida de mortero en algunas uniones de elementos de mampostería en el centro del arco.</p> | <p>La pérdida de mortero puede ocasionar que piezas de la mampostería se desprendan del arco y ocasionen un daño en la superficie de ruedo.</p> | <p>Realizar un sellado de las juntas de mampostería donde se tengan eflorescencia, seguir las recomendaciones de la sección 606.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación aletón margen derecho aguas abajo</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la cimentación del aletón en la margen derecha aguas abajo.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Descascaramiento y acero expuesto en sobrelosa</p> | <p>Se tiene descascaramiento del concreto en el borde de la sobrelosa.</p> | <p>El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo.</p> | <p>Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 54. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Concepción

| Puente: Barrio Concepción | | Condición: Regular | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Bordillos con impactos y acero de refuerzo expuesto (agrietamiento)</p> | Se tiene descascaramiento del concreto en los bordillos. | El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo. | Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero expuesto para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Vigas con oxidación y delaminación inicial cerca de apoyos</p> | Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión inicial con delaminación. | Estos daños son progresivos y la extensión de corrosión pueden reducir la capacidad de resistir cargas. | Realizar una limpieza general de los elementos metálicos para retirar la oxidación superficial. Revisar cada elemento para descartar la presencia de grietas por fatiga (en caso de identificarse aplicar los procedimientos de la sección 615.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. Aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Drenajes requieren extensiones</p> | No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente. | Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto. | Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Barrio Concepción | | Condición: Regular | |
|---|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamiento y contracción en superficie de ruedo</p> | <p>Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Barandas requieren pintura</p> | <p>La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>No hay señalización</p> | <p>No hay señalización reglamentaria en el puente.</p> | <p>La señalización reglamentaria previene la ocurrencia de accidentes en el puente. Su ausencia podría propiciar un accidente grave.</p> | <p>Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito según el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2006).</p> |



Tabla 55. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente San Juan de Dios-San Rafael

| Puente: San Juan de Dios – San Rafael | | Condición: Falla Inminente | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Puente cerrado por fractura de bastión margen izquierda</p> | <p>Existe una fractura en el bastión de margen izquierda con separación entre los bloques de concreto.</p> | <p>Es posible que esta fractura se incremente ante una creciente, por lo que existe un riesgo de falla del puente.</p> | <p>Mantener el cierre del puente y gestionar una sustitución tanto de la superestructura como de la subestructura del puente. Se recomienda realizar estudios básicos suficientes (suelos, hidrología, hidráulica, tránsito) para dimensionar adecuadamente la nueva estructura.</p> |
|  <p>Daños irreparables en superestructura (cerchas externas fracturadas)</p> | <p>Algunos elementos de las cerchas de la superestructura presentan fracturas, desprendimientos y daños irreparables.</p> | <p>La ausencia de elementos en una superestructura de este tipo reduce significativamente la capacidad de soporte de la cercha, por lo que es posible que una carga importante sobre el puente genere fracturas en la losa o incluso la falla.</p> | |
|  <p>Daños graves en losa (acero expuesto con pérdida de sección)</p> | <p>Se identifican daños graves en la losa del puente con acero expuesto y pérdida de sección en el acero de refuerzo.</p> | <p>Este tipo de daño suele ocurrir por sobreesfuerzos en el concreto reforzado, la pérdida de sección reduce la capacidad del acero y propicia la aparición de grietas y desprendimientos de concreto.</p> | |



| Puente: San Juan de Dios – San Rafael | | Condición: Falla Inminente | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación grave en bastión margen derecho</p> | <p>Se identifica socavación en el bastión de margen derecha del puente.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los aletones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Mantener el cierre del puente y gestionar una sustitución tanto de la superestructura como de la subestructura del puente. Se recomienda realizar estudios básicos suficientes (suelos, hidrología, hidráulica, tránsito) para dimensionar adecuadamente la nueva estructura.</p> |
|  <p>Realignar bastiones de acuerdo con el cauce del río</p> | <p>Se observa que el cauce del puente ha impactado directamente los bastiones del puente.</p> | <p>Es posible que se hayan dado cambios importantes en la cuenca, por lo que las crecientes máximas en este río ahora impactan los bastiones e incluso la superestructura.</p> | |



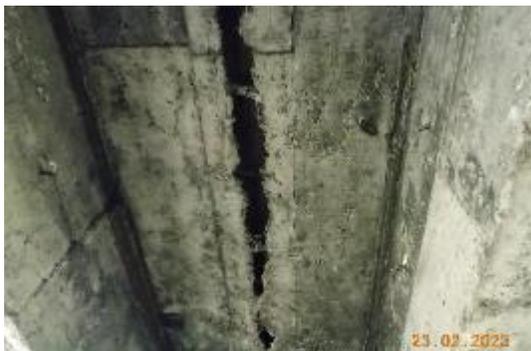
Tabla 56. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente San Miguel – San Rafael Arriba – Sector Lomas

| Puente: San Miguel – San Rafael Arriba - Sector Lomas | | Condición: Satisfactoria | |
|---|--|--------------------------|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  No se identificaron daños en el puente | El puente fue inaugurado en el mes de junio de 2023. | Ninguno. | Crear un plan de mantenimiento y conservación para este puente. |

Tabla 57. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Lajas- El Huazo

| Puente: Quebrada Lajas – El Huazo | | Condición: Satisfactoria | |
|---|---|--------------------------|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  No se identificaron daños en el puente | No se observan deterioros en el puente. | Ninguno. | Crear un plan de mantenimiento y conservación para este puente. |

Tabla 58. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Valverde – Barrio Santa Cecilia

| Puente: Calle Valverde – Barrio Santa Cecilia | | Condición: Deficiente | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas en mal estado</p> | Las barandas del puente no ofrecen un adecuado nivel de contención, presentan deformaciones, corrosión y faltantes. | Es posible que ante un impacto vehicular las barandas cedan y no puedan evitar la caída al cauce. | Retirar las barandas actuales y sustituirlas con elementos nuevos que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). |
|  <p>Vigas con acero expuesto</p> | Las vigas del puente presentan acero expuesto con corrosión. | Estos desprendimientos de concreto permiten el paso de humedad a lo interno del acero de refuerzo, propiciando procesos de oxidación y corrosión. | Realizar reparaciones en estas zonas desprendidas, procurando sellar las aberturas para impedir el paso de humedad a lo interno del elemento. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Losa con desprendimientos y acero interno expuesto</p> | Se identifican desprendimientos de concreto en la losa del puente con acero expuesto. | El acero interno al estar expuesto presenta procesos de oxidación y corrosión que pueden reducir su capacidad con el paso del tiempo. | Realizar reparaciones a lo largo de los elementos de acero expuesto para colocar material de protección que impida el ingreso de agua y humedad hacia el interior de la losa. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle Valverde – Barrio Santa Cecilia | | Condición: Deficiente | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Nidos de piedra en bastiones y losa</p> | <p>Se identifican algunos nidos de piedra en la losa y bastiones.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Superficie de ruedo con deformaciones</p> | <p>La superficie de ruedo presenta deformaciones y desprendimientos menores de agregado.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 59. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Patalillo – San Juan de Dios

| Puente: Quebrada Patalillo – San Juan de Dios | | Condición: Aceptable | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Acero expuesto en aproximación margen izquierdo</p> | Se identifican elementos de acero en la losa de aproximación de la margen izquierda. | Estos elementos pueden generar daños en los vehículos y usuarios si llegaran a sobresalir. | Remover estos elementos de acero y realizar reparaciones puntuales en las zonas de extracción. |
|  <p>Agrietamiento en muro y losa inferior en 1 dirección</p> | Se observan agrietamientos en una dirección en el muro y la losa del puente. | Este tipo de grietas son esperables en este tipo de superestructura. Sin embargo, su formación puede favorecer la entrada de humedad a lo interno de la losa. | Realizar un sellado de grietas siguiendo los procedimientos establecidos en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Agrietamiento por fatiga en losa (grietas en 2 direcciones)</p> | En un sector de la losa del puente (cara inferior) se observan agrietamientos en dos direcciones. | Los agrietamientos en dos direcciones están asociados a procesos de fatiga en la losa. | |



| Puente: Quebrada Patalillo – San Juan de Dios | | Condición: Aceptable | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Juntas de expansión obstruidas parcialmente</p> | <p>Las juntas de expansión están obstruidas parcialmente con sedimentos.</p> | <p>Las juntas de expansión requieren tener libertad de movimiento para evitar daños en la superestructura al generarse los esfuerzos de expansión y contracción naturales del puente.</p> | <p>Remover el sedimento que obstruye las juntas de expansión y acondicionar estas aplicando las recomendaciones de la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Drenajes requieren extensiones</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de la losa al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 60. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Urbanización Porosales – Río Jorco

| Puente: Urbanización Porosales – Río Jorco | | Condición: Regular | |
|---|--|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Juntas parcialmente obstruidas, filtración hacia apoyos</p> | Las juntas de expansión requieren sellos para evitar el paso de sedimentos hacia los apoyos. | La ausencia de sellos en estas juntas propicia el paso de agua y sedimentos que pueden deteriorar los apoyos del puente. | Acondicionar las juntas de expansión y colocar los sellos adecuados aplicando las recomendaciones de la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Corrosión de asiento y apoyos por sedimentos a traves de junta</p> | Se identifica corrosión con delaminación en los apoyos del puente. | Esta condición favorece la rotura y falla de los dispositivos de apoyo, afectando el proceso de transferencia de carga entre las vigas y la subestructura. | Realizar una limpieza de la zona y valorar si es necesario sustituir los elementos. En caso de ser necesaria la sustitución de los apoyos se recomienda seguir las recomendaciones de la sección 610.11 o 610.12 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020 según corresponda. |
|  <p>Drenajes obstruidos</p> | Se tiene sedimento en la superficie de ruedo que obstruye la salida del agua. | Esta condición propicia la formación de acumulaciones en la losa, lo cual puede generar daños en la losa del puente y generar una condición de riesgo para los usuarios. | Realizar una limpieza de la zona asegurándose de retirar la totalidad de los sedimentos tanto de la superficie como de los drenajes. |



| Puente: Urbanización Porosales – Río Jorco | | Condición: Regular | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas requieren pintura</p> | <p>La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Golpe en junta acceso margen derecha</p> | <p>Se escucha un golpe en la junta del acceso de margen derecha al paso de los vehículos.</p> | <p>Este tipo de sonido está asociado a la rotura de conexiones entre los elementos de borde (angulares) y la subestructura del puente. De no atenderse podrían desprenderse piezas metálicas.</p> | <p>Realizar una revisión de las conexiones entre los angulares y las piezas de sujeción en la viga cabezal. Soldar aquellas uniones que se encuentran sueltas. Seguir las recomendaciones de la sección 609.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Se identifica zona de losa inferior con eflorescencia y grietas</p> | <p>Se identifican agrietamientos menores y eflorescencia en la losa del puente.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Urbanización Porosales – Rio Jorco | | Condición: Regular | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Drenajes requieren extensiones</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Inicio de socavación en bastión margen derecha (obras de protección)</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de la protección del bastión en la margen derecha.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 61. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Barrio Cucubres

| Puente: Barrio Cucubres | | Condición: Deficiente | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Daños graves en rellenos de aproximación, acceso margen derecha (Socavación de losa y rellenos de ambos costados)</p> | <p>Se presenta un deslizamiento en el relleno de aproximación del acceso de margen derecha con socavación y falla de los aletones.</p> | <p>Es posible que este acceso se interrumpa por la falla de este relleno de aproximación si no se realizan obras de contención.</p> | <p>Analizar la condición de este deslizamiento y realizar obras de contención y de manejo de aguas que prevengan una falla del relleno de aproximación. Es posible que deban demolerse las estructuras actuales y ejecutar obras nuevas de canalización de aguas.</p> |
|  <p>Descascaramiento en vigas principales</p> | <p>Se identifican descascaramientos en algunas zonas de las vigas principales.</p> | <p>Estos descascaramientos pueden favorecer el ingreso de humedad hacia el interior de las vigas y propiciar la oxidación y corrosión del acero interno.</p> | <p>Realizar reparaciones en estas zonas desprendidas, procurando sellar las aberturas para impedir el paso de humedad a lo interno del elemento. Seguir las disposiciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Subestructuras a partir de tubos de alcantarillas, en ambos costados</p> | <p>Ambas subestructuras están compuestas por una combinación de tuberías de concreto y bloques de concreto.</p> | <p>Estos materiales no están diseñados para funcionar como elementos de retención o como bastión. Es posible que se den fallas en los materiales que generen afectaciones sobre el acceso y el soporte del puente.</p> | <p>Mediante inspecciones rutinarias identificar la posible aparición de agrietamientos en las uniones de estos elementos. Considerar la construcción de elementos externos de retención (encamisados).</p> |



| Puente: Barrio Cucubres | | Condición: Deficiente | |
|---|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Nidos de piedra en losa y subestructura</p> | <p>Se identifican algunos nidos de piedra en los bastiones y la losa.</p> | <p>Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Daños en canalizadores en margen derecha por deslizamiento del muro</p> | <p>Los canalizadores del acceso de margen derecha presentan daños por pérdida de apoyo a causa del deslizamiento.</p> | <p>Estos elementos no proveen suficiente nivel de contención y es posible que ante un impacto no logren evitar la caída de un vehículo al cauce.</p> | <p>Colocar canalizadores que cumplan con lo establecido en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). Incorporar la colocación de estos elementos en las obras de reparación del acceso de margen derecha.</p> |

Tabla 62. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Plaza Cucubres

| Puente: Plaza Cucubres | | Condición: Alarmante | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Antecedentes de inundación</p> | <p>En este punto se presentan inundaciones durante los eventos de lluvia.</p> | <p>Esta condición ha generado graves daños y afectaciones en las viviendas cercanas e interrupción del paso por esta vía.</p> | <p>Esta estructura posee una capacidad hidráulica limitada, lo que favorece la ocurrencia de estos eventos de inundación. Se recomienda realizar un reemplazo de este puente por una estructura con mayor capacidad (esto implicaría posiblemente elevar el nivel de la vía y generar rampas en ambos accesos). Para determinar las dimensiones de una nueva estructura deben ejecutarse estudios hidrológicos e hidráulicos que permitan estimar los caudales máximos. Adicionalmente, es posible que deban ejecutarse obras de canalización en ambos accesos del puente (aletones) e incluso un proceso de dragado del fondo del río.</p> |
|  <p>Limitación de capacidad hidráulica, antecedentes de inundaciones (condición crítica)</p> | <p>El puente posee un área hidráulica insuficiente para los eventos de crecientes en el río.</p> | | |
|  <p>Socavación de bastión margen derecha aletón</p> | <p>Se identifica socavación en el bastión de margen derecha y en el aletón aguas arriba.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | |



| Puente: Plaza Cucubres | | Condición: Alarmante | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Barandas con descascaramiento</p> | <p>Se observan desprendimientos de concreto en las barandas.</p> | <p>Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión.</p> | <p>Realizar las reparaciones correspondientes en los elementos de concreto dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Sobrecapa de asfalto</p> | <p>Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica sobre el puente.</p> | <p>Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente.</p> | <p>No colocar sobrecapas adicionales en este puente.</p> |

Tabla 63. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Fallas
Río Cucubres

| Puente: Calle Fallas – Río Cucubres | | Condición: Regular | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Deformación de losa inferior (defecto constructivo)</p> | <p>Se observa una deformación en la cara inferior de la losa del puente.</p> | <p>Esta deformación es posible que se presentara durante la colada de la losa (desplazamiento de la formaleta).</p> | <p>Ninguna.</p> |
|  <p>Agrietamiento por flexión en losa inferior con eflorescencia</p> | <p>Se identifican agrietamientos por flexión en la losa con presencia de eflorescencia.</p> | <p>La eflorescencia es un indicativo de que se está filtrando agua a través de la losa, esto favorece la formación de oxidación y corrosión en el interior.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación inicial bastión margen derecho</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo del bastión en la margen derecha.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



| Puente: Calle Fallas – Río Cucubres | | Condición: Regular | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Drenajes requieren extensiones (algunos)</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de la losa al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Desgaste de losa superior con descascaramiento y agregado expuesto</p> | <p>Se observan descascaramientos en la superficie de ruedo y agregado expuesto.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> <p>Realizar reparaciones puntuales de la losa en zonas puntuales (baches) según los procedimientos de la sección 611.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Baranda con daños por impacto (aguas abajo)</p> | <p>Se observan impactos en las barandas con elementos deformados.</p> | <p>Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión.</p> | <p>Realizar las sustituciones de los elementos dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> <p>Colocar las terminales faltantes de acuerdo con las recomendaciones de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |



Tabla 64. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Fallas La Florita

| Puente: Calle Fallas La Florita | | Condición: Regular | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Faltan dos losetas de soporte de relleno en bastión margen izquierdo</p> | <p>Faltan dos losetas de soporte del relleno en el bastión de margen izquierda.</p> | <p>La pérdida de estas losetas permite que el material del relleno de aproximación se desprenda, esto puede afectar el acceso.</p> | <p>Colocar las losetas faltantes, o bien, construir obras de retención para impedir una mayor pérdida del material de relleno.</p> |
|  <p>Evidencia de quemas por debajo del puente</p> | <p>Se observan depósitos de humo en la superficie de las vigas y losa inferior del puente.</p> | <p>Estos depósitos se dan por quemas que realizan indigentes por debajo del puente, esto puede generar daños en los elementos de concreto al someterlos a temperaturas altas.</p> | <p>Restringir el paso hacia la zona inferior del puente (especialmente en la margen derecha). Eliminar cualquier construcción temporal que albergue indigentes.</p> |
|  <p>Agregado expuesto en superficie de ruedo</p> | <p>Se identifican algunos desprendimientos de agregado en la losa.</p> | <p>Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno.</p> | <p>Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



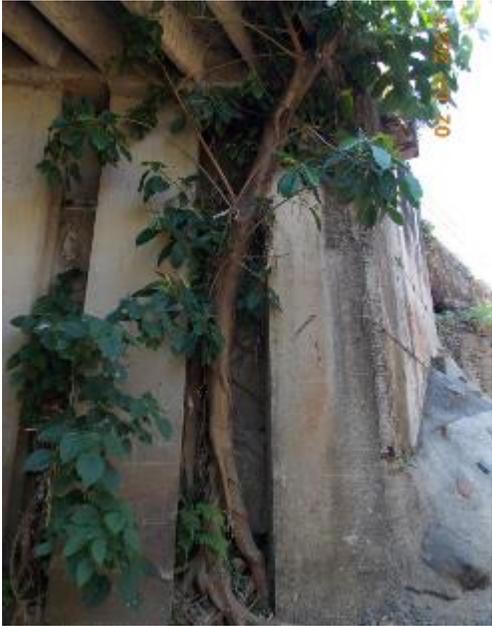
| Puente: Calle Fallas La Florita | | Condición: Regular | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Drenajes requieren extensiones</p> | <p>No se tienen tuberías de extensión de descarga para los drenajes del puente.</p> | <p>Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto.</p> | <p>Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Vegetación en bastión margen izquierda</p> | <p>Existe vegetación creciente en el bastión de margen izquierda.</p> | <p>Las raíces de estas plantas pueden generar agrietamientos en el concreto.</p> | <p>Remover por completo la vegetación que está creciendo en los elementos de la subestructura y la superestructura. Asegurarse de retirar las raíces en el proceso.</p> |

Tabla 65. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Colegio Contadores - Bailey

| Puente: Colegio Contadores-Bailey | | Condición: Aceptable | |
|---|--|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Paneles desprendidos, falta de tornillos de sujeción</p> | <p>Algunos de los paneles se han desprendido parcialmente por fallas en los tornillos de sujeción.</p> | <p>Los golpes que se generan entre los paneles y las vigas de apoyo generan deterioros por impacto.</p> | <p>Realizar una revisión de cada una de las conexiones y tornillería en el sistema de piso. Reemplazar aquellos tornillos que presenten fracturas, revisar el ajuste y torque de los tornillos presentes (revisar las especificaciones del fabricante).</p> |
|  <p>Revisión de tonelaje máximo (configuración simple-simple)</p> | <p>Sobre este puente transita una cantidad considerable de vehículos, durante la inspección se observaron varios camiones pesados.</p> | <p>Si se sobrepasa la capacidad máxima de carga de estos puentes se pueden presentar daños considerables en las vigas principales (barandas), o incluso, fallas repentinas.</p> | <p>Revisar el tonelaje máximo permisible en el puente con respecto a la configuración del puente (tipo de barandas). Consultar con el fabricante ese valor de capacidad admisible y colocar en ambos costados del puente señalización de limitación.</p> |
|  <p>Corrosión en apoyos</p> | <p>Los apoyos del puente presentan corrosión con pérdida de sección.</p> | <p>Esta condición favorece la rotura y falla de los dispositivos de apoyo, afectando el proceso de transferencia de carga entre las vigas y la subestructura.</p> | <p>Realizar una limpieza de la zona y valorar si es necesario sustituir los elementos. En caso de ser necesaria la sustitución de los apoyos se recomienda seguir las recomendaciones de la sección 610.11 o 610.12 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020 según corresponda.</p> |



| Puente: Colegio Contadores-Bailey | Condición: Aceptable | | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Presencia de indigencia bajo el puente</p> | Se observaron desechos en los costados y por debajo del puente. | Es posible que se realicen quemas por debajo del puente y esto puede afectar los elementos de acero al someterlos a altas temperaturas. | Restringir el paso hacia la zona inferior del puente (especialmente en la margen derecha). Eliminar cualquier construcción temporal que albergue indigentes. |



Tabla 66. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Torremolinos

| Puente: Calle Torremolinos | | Condición: Alarmante | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>No se observa la losa por lastre y formaleta</p> | <p>No fue posible observar la losa del puente por presencia de lastre en la superficie y formaleta en la cara inferior.</p> | <p>No se logró inspeccionar la losa, por lo que se desconoce su condición.</p> | <p>Retirar el lastre y las formaletas para poder realizar el proceso e inspección rutinaria.</p> |
|  <p>Socavación grave en ambos bastiones, riesgo de colapso</p> | <p>Se identifica socavación grave por debajo de los bastiones del puente.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Puente no tiene barandas ni canalizadores</p> | <p>El puente no cuenta con barandas.</p> | <p>No hay ningún elemento de retención que impida la caída al cauce de algún usuario.</p> | <p>Colocar, a la mayor brevedad posible, un sistema de contención de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |

Tabla 67. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Calle Altamira

| Puente: Calle Altamira | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Terminal de baranda inadecuada (cola de pez)</p> | <p>La terminal utilizada en esta baranda no se considera adecuada para los usuarios.</p> | <p>Este tipo de terminales tienden a introducirse dentro de los vehículos en impactos directos.</p> | <p>Retirar las terminales existentes y sustituir con elementos que cumplan con las recomendaciones de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).</p> |
|  <p>Socavacion aleton margen derecha aguas arriba</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo del aletón en la margen derecha.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones del aletón, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Deslizamiento de talud margen derecha aguas abajo</p> | <p>Se identifica un deslizamiento en el talud de margen izquierda derecha sector aguas abajo.</p> | <p>Este proceso puede afectar el resto de la cimentación del puente, generando inestabilidad en el bastión de margen derecha.</p> | <p>Realizar obras para el manejo y canalización de las aguas de escorrentía y analizar la condición del terreno para determinar las medidas geotécnicas que deben implementarse en esta zona.</p> |



| Puente: Calle Altamira | | Condición: Deficiente | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamiento leve en losa superior</p> | Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Agrietamiento en columna de subestructura</p> | Se identifican agrietamientos en algunos elementos de los bastiones. | Estos agrietamientos pueden favorecer el ingreso de humedad hacia el interior del concreto y generar desprendimientos de este. | Realizar un sellado de estas grietas siguiendo las disposiciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Agrietamientos en vigas principales</p> | Se observan agrietamientos longitudinales en las vigas principales. | Estos agrietamientos suelen estar vinculados con procesos de sobrecarga en el puente. Al tratarse de elementos prefabricados es importante evitar que el acero interno de refuerzo se oxide o corroa. | Realizar un sellado de estas grietas siguiendo las disposiciones de la sección 623 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Calle Altamira | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación ambos bastiones, cimentación superficial</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de ambos bastiones, la cimentación es de tipo superficial.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Descargas de agua en todos los aletones</p> | <p>Existen descargas de agua en los aletones del puente, que pueden generar socavación.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad.</p> | <p>Considerar la construcción de un bajante para evacuar estas aguas fuera del cuerpo del aletón.</p> |

Tabla 68. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Cucubres Multicentro

| Puente: Río Cucubres Multicentro | | Condición: Deficiente | |
|---|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamiento en losa superior</p> | Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Juntas con desprendimientos, sonidos y parcialmente obstruidas</p> | Las juntas de expansión están obstruidas parcialmente con sedimentos. | Las juntas de expansión requieren tener libertad de movimiento para evitar daños en la superestructura al generarse los esfuerzos de expansión y contracción naturales del puente. | Remover el sedimento que obstruye las juntas de expansión y acondicionar estas aplicando las recomendaciones de la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Socavación general de cauce con afectación a viviendas (taludes)</p> | Se identifica un proceso de socavación general del cauce que genera afectación a las propiedades colindantes. | Este tipo de socavación desgasta el fondo del cauce generando taludes con mayor altura y pendiente. | Realizar un análisis y evaluación detallada de los taludes en ambas márgenes para determinar el tipo de medida de protección u obra de contención que sea más adecuada para evitar un mayor avance de la socavación lateral. Evaluar la posibilidad de construir una protección de fondo para detener el proceso de socavación de fondo. |



| Puente: Río Cucubres Multicentro | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación inicial en bastiones</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo de ambos bastiones, la cimentación es de tipo superficial.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Agrietamientos con acero expuesto en vigas principales</p> | <p>Se observan agrietamientos longitudinales con acero expuesto en las vigas principales.</p> | <p>Estos agrietamientos suelen estar vinculados con procesos de sobrecarga en el puente. Al tratarse de elementos prefabricados es importante evitar que el acero interno de refuerzo se oxide o corroa.</p> | <p>Realizar un sellado de grietas y recubrimiento del acero expuesto siguiendo las disposiciones de la sección 623 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación en aletón de margen derecha aguas abajo</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material por debajo del aletón en la margen derecha.</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |

Tabla 69. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Damas Cruz Roja

| Puente: Río Damas – Cruz Roja | | Condición: Aceptable | |
|--|---|--|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamiento por contracción en losa superior y desprendimiento leve</p> | Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Agrietamiento por flexión en losa inferior</p> | Se identifican agrietamientos por flexión en la losa con presencia de eflorescencia. | La eflorescencia es un indicativo de que se está filtrando agua a través de la losa, esto favorece la formación de oxidación y corrosión en el interior. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Mantenimiento de drenaje, se requieren extensiones</p> | Las tuberías de drenaje requieren mantenimiento y extenderse por debajo del nivel de las vigas. | Las aguas de escorrentía entran en contacto directo con elementos de la superestructura, favoreciendo procesos de oxidación, corrosión en el acero y degradación en el concreto. | Colocar tuberías de extensión que sobrepasen el nivel inferior de las vigas al menos 0.1 metros. Seguir las recomendaciones de la sección 604.10 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Río Damas – Cruz Roja | | Condición: Aceptable | |
|---|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Uniones de placa con soldadura discontinua</p> | <p>Las soldaduras entre las placas de refuerzo y las vigas del puente son discontinuas.</p> | <p>Este tipo de elementos requieren de una conexión continua para realizar adecuadamente el proceso de transferencia de cargas a través de toda la unión.</p> | <p>Realizar una inspección detallada de las soldaduras en estas placas de refuerzo para determinar si se tienen agrietamientos o fracturas, de ser así acondicionar la zona y realizar una soldadura continua en la unión de las placas y las vigas.</p> |
|  <p>Daño en protección contra socavación margen izquierdo</p> | <p>Se identifica una zona con concreto desprendido en la protección de la margen izquierda.</p> | <p>A través de este tipo de daños se extiende la socavación hacia el resto de la protección de la margen.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona desprendida siguiendo las recomendaciones de la sección 617.11 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Pintura de barandas con deterioro</p> | <p>La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 70. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Tiribí – San Francisco – San Antonio

| Puente: Río Tiribí – San Francisco – San Antonio | | Condición: Deficiente | |
|---|--|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Acero expuesto en vigas principales</p> | Las vigas del puente presentan acero expuesto con corrosión. | Estos desprendimientos de concreto permiten el paso de humedad a lo interno del acero de refuerzo, propiciando procesos de oxidación y corrosión. | Realizar reparaciones en estas zonas desprendidas, procurando sellar las aberturas para impedir el paso de humedad a lo interno del elemento. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Descascaramiento de losa</p> | Se identifican algunos descascaramientos en la losa. | Este tipo de deterioro facilita la penetración de humedad hacia el interior del concreto, propiciando la corrosión del acero interno y la degradación del concreto. | Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Socavación de bastión margen derecha</p> | Se identifica la pérdida inicial de material por debajo del bastión de margen derecha. | La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos. | Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Río Tiribí – San Francisco – San Antonio | | Condición: Deficiente | |
|--|---|---|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Socavación general de cauce</p> | Se identifica un proceso de socavación general del cauce. | Este tipo de socavación desgasta el fondo del cauce generando taludes con mayor altura y pendiente. | Evaluar la posibilidad de construir protecciones a los bastiones para reducir el riesgo a una afectación por el proceso de degradación del fondo. |



Tabla 71. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Río Damas Gravilias

| Puente: Río Damas Gravilias | | Condición: Aceptable | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  Impacto en juntas de expansión margen derecha (filtración hacia apoyos) | Se observan daños en las juntas de expansión a causa del desprendimiento del material superficial en la aproximación. | Los impactos pueden generar daños en el angular y losa como fracturas, acero expuesto y pone en riesgo a los usuarios al darse maniobras evasivas por parte de los vehículos. | Realizar una reparación puntual de la zona en la que se ha perdido material (bache) siguiendo las recomendaciones de la sección 612.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  Agrietamiento en losa superior (dos direcciones) | Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  Oxidación y corrosión en apoyos | Se observan daños por oxidación y corrosión en los apoyos del puente a causa de la filtración de agua a través de las juntas. | Los daños observados están en una fase inicial, pero pueden agravarse en un corto plazo si no se corrige el problema de filtración. | Colocar sellos en las juntas de expansión según lo establecido en la sección 609 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |



| Puente: Río Damas Gravilias | | Condición: Aceptable | |
|--|---|---|--|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Desgaste de pintura en vigas</p> | <p>Algunos sectores de las vigas muestran desgaste en la pintura.</p> | <p>El sistema de protección previene la aparición de la oxidación y posterior corrosión en elementos metálicos.</p> | <p>Aplicar un sistema de protección contra la corrosión en las vigas del puente de acuerdo a lo establecido en la sección 613.08 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Pintura en barandas con desgaste</p> | <p>La pintura en las barandas del puente muestra desprendimientos y desgaste.</p> | <p>Se propicia la aparición de oxidación y corrosión reduciendo la vida útil del elemento.</p> | <p>Realizar una limpieza y luego aplicar un sistema de protección contra la corrosión de acuerdo con las especificaciones de la sección 613.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Eflorescencia losa inferior</p> | <p>Se identifican agrietamientos por flexión en la losa con presencia de eflorescencia.</p> | <p>La eflorescencia es un indicativo de que se está filtrando agua a través de la losa, esto favorece la formación de oxidación y corrosión en el interior.</p> | <p>Realizar una reparación puntual de la zona afectada siguiendo las especificaciones de la sección 607.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



Tabla 72. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente Quebrada Caliente

| Puente: Quebrada Caliente | Condición: Aceptable | | |
|---|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Nido de piedras y acero expuesto en arco</p> | <p>Se identifican nidos de piedra y acero expuesto en el arco.</p> | <p>Estos desprendimientos de concreto permiten el paso de humedad a lo interno del acero de refuerzo, propiciando procesos de oxidación y corrosión.</p> | <p>Realizar reparaciones en estas zonas desprendidas, procurando sellar las aberturas para impedir el paso de humedad a lo interno del elemento. Seguir las disposiciones de la sección 608 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Sobrecapa asfalto</p> | <p>Se identifica una sobrecapa de mezcla asfáltica sobre el puente.</p> | <p>Esta sobrecapa genera una carga permanente en el puente, reduciendo la capacidad de soporte de puente.</p> | <p>No colocar sobrecapas adicionales en este puente.</p> |

Tabla 73. Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Puente El Solar

| Puente: El Solar | | Condición: Deficiente | |
|--|---|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Deterioro superficial en superficie de ruedo</p> | Se identifican algunos agrietamientos menores en la cara superior de la losa. | Estos deterioros pueden facilitar el ingreso de humedad al interior de la losa aumentando la posibilidad de oxidación y corrosión en el acero interno. | Aplicar una membrana impermeabilizante en la superficie de acuerdo con la sección 620.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Daños por impactos en barandas (deformación y fracturas)</p> | Se observan desprendimientos de concreto en las barandas por impacto. | Los deterioros identificados reducen el nivel de contención de las barandas, incrementando las posibles consecuencias de una colisión. | Realizar las reparaciones correspondientes en los elementos de concreto dañados de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 603.07 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020. |
|  <p>Deslizamiento en aletón margen derecha aguas arriba</p> | Existe un deslizamiento en el aletón de margen derecha sector aguas arriba. | Este proceso puede afectar el resto de la cimentación del puente, generando inestabilidad en el bastión de margen derecha. | Realizar obras para el manejo y canalización de las aguas de escorrentía y analizar la condición del terreno para determinar las medidas geotécnicas que deben implementarse en esta zona. |



| Puente: El Solar | | Condición: Deficiente | |
|--|--|--|---|
| Daño encontrado | Observaciones | Riesgo o vulnerabilidad | Recomendaciones |
|  <p>Agrietamientos longitudinales en losa cara inferior</p> | <p>Se observan agrietamientos longitudinales leves en la cara inferior de la losa.</p> | <p>Este tipo de grietas son esperables en este tipo de superestructura. Sin embargo, su formación puede favorecer la entrada de humedad a lo interno de la losa.</p> | <p>Realizar un sellado de grietas siguiendo los procedimientos establecidos en la sección 606 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Descarga de aguas en bastiones</p> | <p>Se tiene una descarga de aguas en el cuerpo del bastión.</p> | <p>Este tipo de descargas generan condiciones de humedad constantes en el concreto que afectan su durabilidad. Estas descargas al pie del bastión pueden generar socavación.</p> | <p>Verificar en futuras inspecciones rutinarias posibles efectos de socavación al pie del bastión. En caso de presentarse, realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |
|  <p>Socavación en salida (delantal)</p> | <p>Se identifica la pérdida inicial de material a la salida del puente (delantal).</p> | <p>La socavación genera la pérdida gradual de material de apoyo de las cimentaciones de los bastiones, en caso de no atenderse se corre el riesgo de desplazamientos diferenciales y agrietamientos.</p> | <p>Realizar obras de protección y relleno de la zona afectada por socavación de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 616 del Manual de Puentes de Costa Rica 2020.</p> |



7. Conclusiones

- Producto de la inspección realizada a los puentes solicitados por la Municipalidad de Desamparados se han identificado:
 - 3 puentes en condición satisfactoria
 - 7 puentes en condición aceptable
 - 23 puentes en condición regular
 - 25 puentes en condición deficiente
 - 9 puentes en condición alarmante
 - 4 puentes en condición de falla inminente
- Los deterioros y daños encontrados se refieren en mayoría a: deterioro de las vigas principales por oxidación y corrosión, problemas de socavación y ausencia de barandas y sistema de contención.
- El orden en el que se presentan los puentes corresponde a la secuencia usada durante el proceso de inspección y no está relacionado con el nivel de daño o condición. Se recomienda consultar la tabla 1 para identificar aquellos puentes que presentan una calificación más severa y requieren priorizar su atención.
- Se considera oportuno señalar que los puentes clasificados en condición de falla inminente, alarmante y sería deberían ser prioritarios en cuanto a su atención para evitar situaciones que pongan en riesgo a los usuarios.

8. Recomendaciones

- Se recomienda establecer un programa de mantenimiento rutinario de puentes que incluya actividades periódicas como: chapea, 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. Para ello se recomienda tomar 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).
- Para los casos donde se ha identificado una condición alarmante o de falla inminente, donde se deben sustituir o construir elementos estructurales 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 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.



- 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)
- La información mostrada en este documento y en los formularios de inspección expuestos como anexos, 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 Desamparados la decisión sobre la priorización y tipo de intervenciones, así como su diseño y construcción según corresponda.



9. Referencias

LanammeUCR. (2016). *Curso de inventario e inspección de puentes cantonales*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.

LanammeUCR. (2022). *Alternativas de mitigación y prevención de la socavación en puentes cantonales*. San Pedro: UCR.

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

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2020). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2020*. San José: Ministerio de Obras Publicas.

Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2020). *Manual de Puentes de Costa Rica*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José, Costa Rica.

LanammeUCR. (2011). *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San Pedro: UCR.

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.