



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

CURSO OPCIÓN DE GRADO

Especialización Patología de la Construcción

Estudio patológico para intervención del PUENTE VEHICULAR UF10- E077 en el
corregimiento de Loboguerrero

Presentado por:

Lisbeth Jhoanna Pallares Jaimes

Katherine Patiño Gaviria

Daniela Alejandra Osorio García

Asesor:

Osmar Albert Gamba Gómez

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Civil
Especialización en Patología de la Construcción
2025



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	3
1. HISTORIA CLÍNICA	4
2. METODOLOGÍA	6
3. ANÁLISIS DE DATOS.....	6
4. DIAGNÓSTICO	9
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	11
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	13
7. CRONOGRAMA	16
8. PRESUPUESTO	17
9. RESULTADOS	18
10. BIBLIOGRAFÍA.....	19
11. ANEXOS	21

RESUMEN

Este trabajo evalúa el estado de la estructura de concreto reforzado (vigas y tablero) del puente vehicular UF10-E077, ubicado en el corregimiento de Loboguerrero, Municipio Dagua, Valle del Cauca, con el objetivo de evaluar el estado de la estructura y proponer alternativas de intervención. La metodología incluyó una inspección visual para identificar las patologías, análisis de ensayos de laboratorio realizados por la concesión vial en el 2023, la propuesta de algunos ensayos para conocer el estado actual del paciente, el análisis de vulnerabilidad y la propuesta de intervención. Dentro de las patologías encontradas se encuentran humedad, suciedad por depósito, hormigueros, pérdida de recubrimiento, oxidación del acero, corrosión por oxidación en la armadura, eflorescencias, contaminación animal y vegetal. Los resultados de los ensayos indican que las vigas presentan una resistencia inferior a 16MPa, la resistencia a fluencia del acero es de 235MPa, y el rango de corrosión del acero está entre -200mv-300mv, es decir, está en una transición activa-pasiva. Además, mediante una modelación en SAP2000, se comprobó que la placa y las vigas no cumplen con la capacidad de carga requerida de acuerdo a la CCP-14. Finalmente, el análisis permitió concluir que el paciente presenta una vulnerabilidad sísmica alta. El plan de intervención contempla reparación de hormigueros, impermeabilización, sellado de fisuras, aplicación de convertidor de óxido, limpieza, mejora de drenaje y reforzamiento estructural del tablero y vigas para recuperar su capacidad. El estudio incluye un cronograma de duración de 4 meses y un presupuesto de \$12.813.000 para la ejecución del estudio patológico completo. Se concluye que la estructura requiere de una intervención inmediata ya perdió su capacidad estructural.

Palabras clave: Estructura de concreto reforzado, Puente Vehicular, rehabilitación estructural, Estudio Patológico.

ABSTRACT

This study evaluates the condition of the reinforced concrete structure (beams and deck) of vehicular bridge UF10-E077, located in the Loboguerrero, Dagua district, Valle del Cauca, with the objective of evaluating the structural condition and proposing intervention alternatives. The methodology included a visual inspection to identify pathologies, analysis of laboratory tests carried out by the road concession in 2023, the proposal of additional tests to assess the current condition of the structure, a vulnerability analysis, and an intervention proposal. The identified pathologies include moisture, depositary grime, honeycombing in concrete, loss of concrete cover, steel oxidation, corrosion of the reinforcement due to oxidation, efflorescence, as well as animal and vegetal contamination. The laboratory results indicate that the beams exhibit a compressive strength below 16 MPa, the yield strength of the steel is 235 MPa, and the corrosion potential of the reinforcement ranges between -200 mV and -300 mV, which corresponds to an active-passive transition state. Furthermore, through a structural modeling in SAP2000, it was verified that the slab and beams do not meet the load-bearing capacity required by CCP-14.

Finally, the analysis concluded that the structure presents a high seismic vulnerability. The intervention includes the repair of honeycombing, waterproofing treatment of concrete, crack sealing, application of rust converter, cleaning, drainage improvement, and structural strengthening of the deck and beams in order to restore their capacity. The study also includes a four-month schedule and a budget of \$12,813,000 for the execution of the complete pathological assessment. It is concluded that the structure requires immediate intervention, as it has already lost its structural capacity

Keywords: Reinforced concrete structure, pathology, structural rehabilitation

1. HISTORIA CLÍNICA

a) Identificación del paciente:

- Nombre del paciente: UF10 Puente vehicular E077(PR59+470)
- Localización: El puente se encuentra ubicado en la vía Buenaventura – Loboguerrero – Buga, en el corregimiento de Loboguerrero, Municipio de Dagua, Departamento del Valle del Cauca, específicamente en las coordenadas 3.768019 -76.677672 (Ver Figura 1).

Figura 1

Localización General específica del puente



Nota. Fuente Google Earth 2025. Sin escala

- Fecha de construcción: Se estima que el puente tiene alrededor de 20 a 30 años de antigüedad.
- Tránsito promedio diario (TPD): 5.330 Vehículos/año
- Sistema Estructural: Puente de vigas en concreto reforzado simplemente apoyadas, con 4 luces. Superestructura compuesta por 2 vigas tipo T invertida y vigas transversales. Ancho de tablero: 5.22 m.
- Subestructura: Dos estribos y tres pilas de concreto reforzado.

- b) Antecedentes constructivos: No se dispone de información sobre los diseños y estudios iniciales del puente ni los planos as built en la etapa de la construcción. Sin embargo, en el año 2023, la concesión Unión vial camino del pacífico realizó un estudio de inspección resultando en: Geometría y planos, informe de inspección principal del puente, fichas de inspección de puentes y pontones del INVIAS 2023, Informe de inspección especial, y Estudio de capacidad del puente.
- c) Intervenciones anteriores: de acuerdo a las imágenes del histórico de google maps se evidencia que entre el 2014 y 2015, y el 2022 y 2023, se realizaron dos intervenciones de mejoramiento de la carpeta de rodadura del puente. Ver Anexo A.
- d) Descripción de patologías identificadas:
 A continuación, se presentan las patologías identificadas en el paciente (ver tablas 1 y 2). En las fichas técnicas se presenta la información detallada, ver Anexo A.

Tabla 1

Identificación de patologías (1/2)

Clasificación	Lesión / condición	Causa
Problemas constructivos	Hormigueros	Mal vibrado del concreto durante la construcción
	Acero Liso	No presenta adherencia mecánica, no es permitido por la CCP-14
	Falta de mantenimiento	No se evidencia intervenciones en la estructura en los últimos años
Degradación del concreto y el refuerzo	Pérdida de recubrimiento	Pérdida del recubrimiento de 5cm de los elementos, dejando expuesto el acero de refuerzo en vigas y tablero,
	Eflorescencia	Presencia de sales solubles en la superficie debido a las filtraciones al interior de la estructura
	Corrosión activa	Disminución de sección del acero expuesto. El potencial de media celda (ASTM C876) se encuentra en transición activo-pasivo.

Tabla 2

Identificación de patologías (2/2)

Clasificación	Lesión / condición	Causa
Degradación del concreto y el refuerzo	Carbonatación	Ensayo (UNE 112011:11) revela que aún no se alcanza el refuerzo, la velocidad es de 3,65mm/año



Fisuras y grietas	Fisuras inferiores a 5mm	Asociados a la fátiga por las cargas dinámicas y cambios térmicos
Daños por agentes externos y biológicos	Humedad accidental y filtraciones	Filtración de agua en el tablero y la viga debido al sistema de drenaje colapsado
	Suciedad por deposito	Se presenta debido a los agentes atmosféricos que viajan a través del viento
	Contaminación animal y vegetal	Presencia de biocapas, hongos, y nidos en el tablero y las vigas

e) Diagnóstico preliminar de la condición estructural: La estructura se encuentra en estado regular, con riesgo de colapso parcial y presencia de patologías activas y progresivas que comprometen su capacidad portante y su seguridad sísmica. Los elementos más críticos corresponden al tablero y a las vigas principales, los cuales han perdido resistencia y requieren una intervención urgente. La vulnerabilidad sísmica se clasifica como ALTA, debido a la combinación de los daños estructurales, la antigüedad de la obra y su localización en una zona con fallas geológicas activas.

2. METODOLOGÍA

La metodología planteada para el análisis patológico del puente vehicular UF10-E077 se estructura en un conjunto de actividades esenciales que garantizan la obtención de resultados precisos en la valoración de los deterioros presentes en la estructura. En las tablas 3 y 4 se relaciona la metodología planteada para el desarrollo del presente estudio:

Tabla 3

Metodología planteada para el desarrollo del estudio patológico (1/2)

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Recopilación de información	Recopilación informes y planos. Normativa aplicable: NSR-10, CCP-14 y manual del invias	Google earth, Google maps, comunicación con la concesión vial, normativas vigentes.	Base documental existente del puente.

Tabla 4

Metodología planteada para el desarrollo del estudio patológico (2/2)

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Inspección visual	Identificación y registro de lesiones (físicas, mecánicas, químicas y	Cámara de celular, flexómetro, fisurómetro, cartera de campo y fichas técnicas propias basadas en las fichas de	Registro fotográfico, e inventario detallado de las

	biológicas) en los elementos del puente.	inspección de puentes y pontones de INVIAS.	patologías clasificadas según su tipo y severidad.
Ensayos de laboratorio	Evaluación de la resistencia del concreto y el acero, carbonatación, tracción de barras, y calidad de materiales	Auscultación del acero (ASTM G01.11.05), Potencial de corrosión (ASTM C876), Ensayo de rebote (ASTM C805), Análisis químico de sales para determinar relación entre procesos de carbonatación (ASTM C1152 y ASTM C1580), Extracción de núcleos (NTC673), Ensayo de resistencia a la compresión (ACI 214.4R.03, ASTM C39), Ensayo a tracción de barras de acero, (ASTM A370, NTC 161).	Datos cuantitativos del estado real de la estructura y de los materiales.
Análisis sísmico	Evaluación de vulnerabilidad sísmica según configuración estructural y daños existentes.	Matrices de vulnerabilidad, NSR-10 Título A, registros sísmicos.	Clasificación del riesgo sísmico y elementos críticos.
Diagnóstico e intervención	Integración de datos para proponer las alternativas de intervención y reforzamiento	Información existente, información tomada en campo, resultados de laboratorios, software SAP 2000, análisis profesionales, ACI 562 y CCP-14	Informe con diagnóstico y propuestas de intervención.

3. ANÁLISIS DE DATOS

A través de los ensayos de laboratorio y la inspección visual se procesan los datos obtenidos, con el fin de interpretar el estado actual de la estructura y la evolución de las patologías detectadas. En las tablas 5 y 6 se presenta el análisis de datos del presente estudio:

Tabla 5

Análisis de datos (1/2)

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Estado estructura general	Geometría del puente, tipo y ubicación de las patologías, y fotografía de las lesiones	Inspección visual, registro fotográfico, medición	La severidad de las patologías evidenciadas en el tablero y las vigas es Alta, presentan afectaciones en todos los elementos.
Condiciones ambientales	Temperatura entre 18°C y 24°C, la humedad relativa es del 75%, la velocidad del viento entre 0,3 – 3,3 m/seg, la pluviosidad anual entre los 800 a los 900mm, tráfico TPD:5330	Consulta datos del IDEAM, análisis de registros de tráfico de la concesión	Humedad relativa alta y constante que genera un ambiente agresivo. Las cargas dinámicas son altas y constantes. El sistema de drenaje colapsado.
Patologías estructurales	Ensayos no destructivos: Homogeneidad del concreto, etapa de corrosión del acero. Fisuras hasta de 5mm.	Número de rebote del concreto endurecido (ASTC805)	Homogeneidad del concreto con desviación estándar baja
		Potencial de corrosión (ASTM C876)	Corrosión en estado de transición activo-pasivo, rango de corrosión esta entre -200mv-300mv.
	Ensayos destructivos: identificación del refuerzo, profundidad de la carbonatación, resistencia del concreto y del acero.	Carbonatación (UNE 112011:2011)	No se ha llegado a la armadura, la velocidad de avance es de 3,65mm/año.
		Auscultación del acero (ASTM G01.11.05)	Armadura de refuerzo del tablero y las vigas. El recubrimiento de la estructura es de 5cm.

Nota. Tabla representativa de los daños encontrados a través de ensayos de laboratorio. Fuente propia.

Tabla 6

Análisis de datos (2/2)

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Patologías estructurales	Ensayos destructivos: identificación del refuerzo, profundidad de la carbonatación, resistencia del concreto y del acero.	Extracción de núcleos (NTC673), Ensayo de resistencia a la compresión (ACI 214.4R.03, ASTM C42)	Extracción de 8 núcleos. Los resultados obtenidos en campo variaron entre 16,6MPa y 28,9MPa. Aplicando la metodología de la ACI214.4R, y se obtuvo que la resistencia es inferior a los 16MPa.
		Ensayo a tracción de barras de acero, (ASTM A370, NTC 161).	La resistencia a la fluencia del acero es aproximadamente 235MPa, indicando que el acero es grado AH-14
Capacidad estructural	Geometría y dimensionamiento del puente, resultado ensayo de compresión y tracción de barra e acero.	Análisis de capacidad de carga según CCP-14	Rating Factor inferior a 1 para vigas y tablero, lo que indica que no cumplen con la capacidad de carga. Vigas refiere refuerzo a flexo-cortante y tablero a flexión.
Cumplimiento normativo	Recubrimiento, resistencia de los materiales, separación de estribos, acero liso, detalles constructivos.	Verificación frente a la CCP-14, comparativo entre realidad y normatividad.	Incumplimiento de la CCP-14, recubrimiento insuficiente, resistencia del concreto y acero inferior a la mínima, separación de estribos es mayor a la permitida, y el acero liso.

Nota. Tabla representativa de los daños encontrados a través de ensayos de laboratorio. Fuente propia.

4. DIAGNÓSTICO

Tras la identificación del avance de las patologías, se lleva a cabo el diagnóstico focalizado en vigas y tablero, se plantean recomendaciones preliminares para el tratamiento de dichas patologías (Ver tablas 7, 8 y 9). Se anexa las fichas técnicas, donde se evidencian todas las lesiones y la ubicación en el puente.



Tabla 7

Diagnóstico del paciente (1/3)

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Estado estructura general	Evaluación integral del estado actual de las vigas y tablero del puente	Todas las vigas y el tablero presentan patologías	Realizar un reforzamiento estructural a flexión en el tablero y a flexo-cortante en las vigas (CCP-14)
		Las vigas y el tablero están afectados en un 90%.	
		Las lesiones identificadas en las vigas y el tablero se clasifican como severas.	
		El estado general de la estructura es deficiente (NSR-10 A.10.2.2)	
Degradación del concreto	Evaluación de la calidad y resistencia de los concretos.	Resistencia a la compresión en vigas inferior a 16MPa (ACI214.4R).	Reforzamiento estructural con elementos metálicos (CCP-14)
		Carbonatación no alcanza el acero de refuerzo, avanza 3.65mm/ año (UNE 112011:2011).	Aplicación de inhibidor de carbonatación (EN1504-9)
		Hormigueros en los elementos	Aplicación de mortero de reparación (C928/C928M-20 ^a)
		Fisuras	Realizar sello de fisuras (ASMT C-881)
Corrosión de armaduras	Evaluación del estado y la resistencia del acero de refuerzo.	Presente en vigas y losa en un 70-85% de afectación.	Reemplazo del refuerzo corroído (NTC2289 y CCP-14)
		Recubrimiento es de 5cm, insuficiente según CCP-14	
		Potencial de Corrosión en transición activo-pasiva (ASTM C876).	Realizar un tratamiento de ácidos débiles (ASTM D4258 / D4260)
		Acero expuesto, la pérdida de recubrimiento afecta un 70% de los elementos	Aumento del recubrimiento de la estructura cumpliendo CCP-14

Tabla 8

Diagnóstico del paciente (2/3)

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Sistema de drenaje y humedad	Evaluación del sistema de drenaje y control de humedad en el puente	Drenaje del puente colapsado al 100%.	Rehabilitación completa (INVIAS)
		Genera patologías como pérdida de recubrimientos, eflorescencia, y corrosión.	
		Humedad permanente en vigas y losa, afecta el 80% de la estructura.	Impermeabilización de las vigas y el tablero (ASTM D4258 / ACI 302)
		La eflorescencia está presente en un 80% de la estructura.	
		La densa vegetación de la zona intensifica la humedad	Retiro y limpieza de material vegetal y contaminación animal
		Presencia de biocapas y animales en un 60% de las vigas.	
Vulnerabilidad sísmica	Evaluación del comportamiento sísmico de la estructura de acuerdo con la NSR-10 y CCP-14	Daños existentes que reducen la capacidad sísmica	Reforzamiento sísmico con disipadores de energía. Conexiones rígidas en apoyos
		Elementos sismo-resistentes que no cumplen con normativa vigente (NSR-10 y CCP-14)	
		Presencia de fallas geológicas a menos de 10km del puente, presenta tratamiento especial según CCP-14.	
		Vulnerabilidad sísmica Alta	
Capacidad portante	Evaluación de la capacidad para resistir las solicitaciones	Rating factor menor a 1, lo que indica que no cumple con la capacidad de carga (MBE – AASHTO 2018).	Reforzamiento con láminas de acero (ASTM A36).
		Capacidad insuficiente para el TPD de 5330 (Manual de aforo de tránsito INVIAS)	

Tabla 9

Diagnóstico del paciente (3/3)

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Capacidad portante	Evaluación de la capacidad para resistir las solicitaciones	Se puede presentar deflexiones excesivas comparándola con las permitidas en la norma CCP-14	Reforzamiento con láminas de acero (ASTM A36).
Cumplimiento o normativo	Verificación de cumplimiento respecto a la NSR-10 y CCP-14	Acero liso no cumple	Reforzamiento de la estructura cumpliendo con la normativa vigente
		Separación de estribos en vigas es superior a la permitida	
		Resistencia del concreto y el acero menor a la mínima	
		Detalles constructivos inadecuados	

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

El análisis realizado se centra en las patologías evidenciadas en el tablero y las vigas, por tanto, en las tablas 10 y 11, se presentan las alternativas de intervención tanto de reparación y reforzamiento de los elementos.

Tabla 10

Propuesta de intervención (1/2)

Área/ componente	Propuesta de intervención	Objetivo
Tablero y vigas	-La humedad se controlará con un buen sistema de drenaje. -En las zonas donde se presenta suciedad, biocapas o animales se debe hacer una respectiva limpieza con agua a presión y cepillo. -La reparación de hormigueros y las zonas donde hay pérdida de recubrimiento, se debe retirar el material suelto, encontrar concreto sano y aplicar un mortero de reparación de mayor o igual resistencia. (ASTM C881/C881M-15)	-Evitar la presencia que patologías secundarias por malas prácticas constructivas o de reparación. - Mejorar la funcionalidad de la estructura.

Tabla 11

Propuesta de intervención (2/2)

Área/ componente	Propuesta de intervención	Objetivo
Tablero y vigas	-Aplicar un convertidor de óxidos que inhiba la corrosión, enjuagar residuos, que el convertidor sea compatible con el mortero de reparación y comprobar la pasivación mediante nuevos ensayos de potencial y/o (ASTM C876) LPR tras el curado. - Las zonas afectadas con eflorescencias se deben limpiar e impermeabilizar.	-Mejorar las condiciones actuales de la estructura. -Evitar patologías futuras por inadecuados procesos de reparación. -Evitar patologías futuras por falta de mantenimiento.
Vigas	-Para las fisuras, se debe realizar un sello de fisuras con resina epóxica, (ASTM C881/C881M-15) De acuerdo al estudio del 2023 se debe: -Instalar lamina de acero de 12mm en los 5.5 m centrales de viga. -instalar 20 conectores en la zona de cortante máximo y 14 conectores en el resto de luz. (ACI 318-19)	-Mejorar la capacidad a flexión y cortante de las vigas. -Restablecer la capacidad estructural del puente. -Prolongar la vida útil de los elementos.
Tablero	De acuerdo al estudio del 2023 se debe: -instalar lamina de 3mm de espesor por 100mm de ancho separadas cada 300mm, material debe cumplir con la ATM A36) -Realizar impermeabilización que evite filtraciones futuras.	-Recuperar la capacidad de carga de la estructura del tablero, mejorando su capacidad a flexión. -Prolongar la vida útil de los elementos.

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

En el análisis de vulnerabilidad sísmica se evaluó del comportamiento sísmico de la estructura de acuerdo con la NSR-10 y CCP-14, a partir de la información extraída de la zona, el histórico de sismo de acuerdo con el servicio geológico colombiano, el sistema estructural del puente, y el estado actual de la estructura (ver Tabla 12):

Tabla 12

Información sobre la zona

Ubicación	Dagua, Valle del Cauca																																																							
descripción geológica	“presenta dos formaciones geológicas: la formación Cisneros, compuesta por intercalaciones sedimentarias metamorfizadas, y la formación Espinal, conformada por rocas sedimentarias (...). El municipio presenta un complejo sistema de fallas interconectadas de orientación nororiente suroccidente (NE-SW) que forman una red densa de bloques litológicos de formas romboidales orientadas. Las principales fallas que atraviesan la cuenca del río Dagua son: falla Dagua – Calima, falla del río Bravo y falla río Blanco – El Naranjo; sin embargo, se presentan numerosas fallas menores que confluyen entre sí a manera de cuñas según la dirección general noreste-sudoeste” (CVC & CIAT, s.f.). Fallas geológicas cerca de la zona de estudio:  <i>Nota. Fuente tomado del portal de datos abiertos del Servicio Geológico Colombiano.</i>																																																							
Histórico de sismos	<table><tr><th colspan="11">Historia sísmica del municipio Dagua, Valle del Cauca</th></tr><tr><th>No.</th><th>Fecha del sismo</th><th>Hora local</th><th>Latitud</th><th>Longitud</th><th>Magnitud</th><th>Profundidad (km)</th><th>Centro poblado</th><th>Int. Sitio (EMS-98)</th><th>Intensidad Máxima EMS-98</th><th>Area epicentral</th></tr><tr><td>1</td><td>1957/05/23</td><td>21:37</td><td>3.7</td><td>-76.75</td><td>6.1</td><td>52.3</td><td>El Queremal</td><td>7</td><td>7</td><td>Suroccidente Valle Del Cauca, Valle</td></tr><tr><td>2</td><td>1961/12/20</td><td>08:25</td><td>4.49</td><td>-75.51</td><td>6.8</td><td>163</td><td>Dagua</td><td>5</td><td>8</td><td>Eje Cafetero, Colombia</td></tr><tr><td>3</td><td>1995/02/08</td><td>13:40</td><td>4.06</td><td>-76.56</td><td>6.4</td><td>71</td><td>Dagua</td><td>7</td><td>8</td><td>Calima (darién), Valle Del Cauca</td></tr></table> <i>Nota. Fuente tomado del servicio geológico Colombiano.</i>	Historia sísmica del municipio Dagua, Valle del Cauca											No.	Fecha del sismo	Hora local	Latitud	Longitud	Magnitud	Profundidad (km)	Centro poblado	Int. Sitio (EMS-98)	Intensidad Máxima EMS-98	Area epicentral	1	1957/05/23	21:37	3.7	-76.75	6.1	52.3	El Queremal	7	7	Suroccidente Valle Del Cauca, Valle	2	1961/12/20	08:25	4.49	-75.51	6.8	163	Dagua	5	8	Eje Cafetero, Colombia	3	1995/02/08	13:40	4.06	-76.56	6.4	71	Dagua	7	8	Calima (darién), Valle Del Cauca
Historia sísmica del municipio Dagua, Valle del Cauca																																																								
No.	Fecha del sismo	Hora local	Latitud	Longitud	Magnitud	Profundidad (km)	Centro poblado	Int. Sitio (EMS-98)	Intensidad Máxima EMS-98	Area epicentral																																														
1	1957/05/23	21:37	3.7	-76.75	6.1	52.3	El Queremal	7	7	Suroccidente Valle Del Cauca, Valle																																														
2	1961/12/20	08:25	4.49	-75.51	6.8	163	Dagua	5	8	Eje Cafetero, Colombia																																														
3	1995/02/08	13:40	4.06	-76.56	6.4	71	Dagua	7	8	Calima (darién), Valle Del Cauca																																														
vecinos colindantes	No cuenta con vecinos colindantes, las estructuras más cercanas son otro puente vehicular y un túnel.																																																							
sistema constructivo	Puente de vigas en concreto reforzado simplemente apoyadas, en el cual el tablero y las vigas se apoyan sobre los estribos, y las tres pilas.																																																							
Materiales	Concreto reforzado.																																																							
Cimentación	Estribos y pilas en concreto reforzado, los cuales según las inspecciones se encuentran en buen estado																																																							
Sistema estructural	Puente en concreto reforzado de 4 luces con una longitud de 31.40m. La superestructura consta de 2 vigas tipo T invertida y vigas transversales simplemente apoyadas con un ancho de tablero de 5.22m y luz promedio de 7.30m. La subestructura está conformada por dos estribos a cada lado, y 3 pilas.																																																							

En las tablas 13 y 14 se presenta la matriz de vulnerabilidad sísmica cualitativa donde se evidencia que la vulnerabilidad sísmica de la estructura es alta:

Tabla 13

Análisis sísmico cualitativo (1/2)

1. FACTORES ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación	Normativa	Observaciones
Configuración en planta	Baja	NSR-10, Título A, Numeral A.3.3.4 Configuración en planta y figura A.3-1	El puente es una estructura recta. No presenta irregularidades en planta.
Configuración en altura	Alta	NSR-10, Título A, Numeral A.3.3.5 Configuración en planta y figura A.3-2	El puente vario su altura debido a la pendiente de la vía.
Sistema resistente a momentos	Alta	NSR-10, Título A Numeral A.3.2 Sistemas estructurales	Tablero y vigas en concreto reforzado simplemente apoyadas sobre estribos y pilas. Estos elementos presentan grandes afectaciones.
Daños preexistentes	Alta	Inspección visual	Alta presencia de humedad, suciedad por deposito, pérdida de recubrimiento, oxidación, corrosión por oxidación, eflorescencia, presencia de organismos vegetales, y contaminación animal.
2. FACTORES NO ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación	Normativa	Observaciones
Elementos no estructurales	Media	NSR-10, Título A, Capítulo A.9	Baranda y carpeta asfáltica, presentan lesiones como fisuras, pérdida de pintura y desgaste.
Equipos críticos	Baja	No Aplica	No aplica, no se cuentan con equipos mecánicos
3. CIMENTACIÓN Y SUELO			
Criterio	Evaluación	Normativa	Observaciones
Tipo de cimentación	Media	NSR-10, Titulo H	Estribos y pilas en concreto aparentemente en buen estado, solo se evidencia en las pilas algunos golpes pequeños por las rocas que las impactan.

Tabla 14

Análisis sísmico cualitativo (2/2)

3. CIMENTACIÓN Y SUELO

Criterio	Evaluación	Normativa	Observaciones
Condiciones del suelo	Media	NSR-10, Titulo H	Se asume que el puente este cimentado en un suelo rocoso, debido a la presencia de grandes piedras en el lugar. Sin embargo, se logra evidenciar algunas rocas con fracturas.

4. CALIFICACIÓN GLOBAL DE VULNERABILIDAD

Índice de Vulnerabilidad	Rango	Acciones Recomendadas
Alta	Estructuralmente deficiente	Mantenimiento general, sello de fisuras, aplicación de mortero de reparación, construcción sistema de drenaje y reforzamiento del tablero y vigas.

7. CRONOGRAMA

Tabla 15

Cronograma de estudio patológico

[illegible]

De la tabla 15, se puede deducir que para la elaboración del estudio patológico incluyendo las visitas de campo, los levantamientos, los ensayos, el análisis de vulnerabilidad sísmica y las alternativas de intervención, se requieren cuatro meses.

8. PRESUPUESTO

El presupuesto total para la elaboración del estudio patológico es \$16.656.900 incluye los costos indirectos (AIU), el análisis detallado se puede evidenciar en la tabla 16. Los ensayos recomendados para la elaboración del estudio patológico se presentan en el anexo B.

Tabla 16

Presupuesto del estudio patológico

Actividad o ensayo	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Total
Transporte a sitios de interés para recolección de información.	día	5	\$180.000	\$900.000
Levantamiento topográfico	día	1	\$850.000	\$850.000
Levantamiento de la estructura	m2	164	\$6.000	\$984.000
Inspección preliminar. Incluye profesionales y el transporte al sitio.	Visita	1	\$750.000	\$750.000
Inspección detallada. Incluye profesionales y el transporte al sitio.	Visita	2	\$750.000	\$1.500.000
Informe de estudio patológico: análisis de la información, análisis de vulnerabilidad sísmica y propuestas de intervención. Incluye los profesionales, y los equipos de oficina requeridos.	Und	1	\$3.000.000	\$3.000.000
Toma de muestras y ensayos				
Extracción de núcleo de concreto de 5"-6"	und	4	457.000	\$ 1.828.000
Resistencia a la compresión simple	und	8	58.000	\$ 464.000
Auscultaciones	und	2	237.500	\$ 475.000
Potencial de media celda	und	4	196.000	\$ 784.000
Tracción del acero	und	2	300.000	\$ 600.000
Extracción de muestra para medidas de absorción	und	2	\$189.000	\$378.000
Medida de absorción del agua	und	2	150.000	\$300.000
Costos directos			\$ 12.813.000	
Costos indirectos: AIU			30%	\$ 3.843.900



Costo total del estudio patológico

\$ 16.656.900

9. RESULTADOS

1. La inspección visual y técnica permitió identificar patologías clasificadas así: lesiones físicas como la humedad accidental y por filtraciones, la suciedad por depósito, los hormigueros; las lesiones mecánicas como la pérdida de recubrimiento y el acero expuesto; las lesiones químicas como oxidación, corrosión por oxidación, y eflorescencias; las lesiones biológicas con presencia de nidos, secreciones de animales y biocapas. Estas lesiones se originan principalmente debido a la concepción inadecuada del proyecto, la mala calidad de los materiales, los procesos constructivos inadecuados y la falta de mantenimiento. Sumado a eso, la alta presencia de humedad, y el mal sistema de drenaje, han contribuido a la generación de lesiones. Todas estas causas, han generado que el puente que aproximadamente lleve 30 años en funcionamiento requiera de una intervención, previo cumplimiento de su vida útil, la cual de acuerdo al Euro código EN-1990 debería ser aproximadamente de 100 años.
2. Analizando los ensayos realizados en 2023, se puede concluir varias cosas. Respecto al ensayo de compresión, se puede determinar que la resistencia de las vigas principales no supera los 16MPa, y las vigas cabeceras presenta un valor de referencia de 25.61MPa, sin embargo, presenta una desviación muy alta indicando que el resultado no es concluyente. Estos resultados demuestran que la estructura, no cuenta con una resistencia de concreto suficiente según la normativa actual, la cual es mínimo 21MPa. Dado que en el estudio solo se intervinieron algunos elementos, se recomienda realizar nuevamente ensayos de compresión a los elementos que no se han estudiado. Del análisis de resultados del ensayo de esclerometría, se puede inferir la homogeneidad del concreto y, por tanto, pueden considerarse representativos los resultados de los ensayos de compresión obtenidos. Respecto a las auscultaciones realizadas, se evidencia que fueron satisfactorias en una viga y en el tablero, aunque no se incluyeron las otras vigas ni el voladizo, motivo por el cual, recomendamos realizar nuevamente un proceso de auscultación que incluya el estudio de la viga principal 1, el voladizo del tablero, y las vigas cabeceras. Del ensayo de carbonatación se evidencia que si la velocidad promedio continúa siendo 3.65mm/año, en aproximadamente 14 años, se alcanzará la armadura del concreto, esto indica que es necesario realizar intervenciones, para disminuir la velocidad del proceso de carbonatación, con el fin de prolongar la vida útil del puente, más allá de 14 años. Por otro lado, el potencial de media celda, solo fue realizado en la viga 2 del puente, el resultado obtenido fue que se encuentra en un estado de incertidumbre en transición activo-pasivo. Sin embargo, no se considera un resultado concluyente para la estructura, dado que dos de las lecturas se encuentran muy cerca del rango para confirmar un 90% de probabilidad de corrosión del acero. Motivo por el cual, se recomienda realizar el estudio en los demás elementos, para así determinar de forma acertada si existe corrosión activa o

no. En cuanto al acero, las pruebas de tracción evidenciaron propiedades equivalentes al grado AH-24 ($f_y = 235$ MPa). Sin embargo, el ensayo solo se realizó en un estribo, por lo que se aconseja repetirlo en diferentes elementos para verificar la uniformidad de la materia.

3. El análisis sísmico evidencia alta vulnerabilidad sísmica por antigüedad, deficiencias estructurales, corrosión y falta de dispositivos de disipación de energía, lo que eleva el riesgo de falla.
4. Debido a la importancia del paciente, es fundamental garantizar el funcionamiento de la estructura. Es por ello, que se recomienda realizar los estudios y ensayos propuestos para evaluar resistencia del concreto, distribución de refuerzos, estado real de corrosión y propiedades del acero en todos los elementos, con el fin de determinar el diagnóstico definitivo de la estructura y así poder determinar cuáles de los elementos requieren ser reforzados. Los ensayos recomendados se pueden evidenciar en el anexo B.
5. En el estudio realizado por la concesión en el 2023, no se analizaron en todos los ensayos, todas las vigas ni el voladizo del tablero, motivo por el cual, en el presente informe, se recomendó realizar algunas exploraciones y ensayos de laboratorio. Todos los estudios están valorados en \$16.656.900, y se requiere un plazo de elaboración de cuatro meses, los cuales permitirán determinar el estado real de los elementos estudiados.
6. Durante la vigencia del 2023, la concesión realizó un análisis del rating factor, el cual como resultado se obtuvo que es inferior a 1, concluyendo que las vigas y el tablero no tienen la capacidad para resistir las solicitaciones actuales, esto genera un riesgo de colapso parcial de la estructura si no se realiza un reforzamiento estructural, que permita incrementar la capacidad para resistir los esfuerzos a cortante y flexión de los elementos.
7. La estructura requiere un plan de rehabilitación: limpieza, impermeabilización, sellado de fisuras, aplicación de convertidor de óxido, mejora de drenaje y refuerzo metálico en tablero y vigas para recuperar capacidad y extender la vida útil de la estructura.

10.BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. (2014). Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14.
- Asociación Española de Normalización. (2011). Corrosión en armaduras, Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio (UNE112011).
- ASTM international. (2020). Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes (ASTM C1585-20).
- ASTM international. (2022). Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete (ASTM C876-22b).

- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) & Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (s.f.). Portafolio de estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático. Municipio de Dagua Valle del Cauca. Recuperado el 17 de septiembre de 2025 de: http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/PORTAFOLIO_DE_ESTRATEGIAS_DE_ADAPTACION-DAGUA.pdf Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010).
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2018). NTC 3658, Ingeniería Civil Y Arquitectura. Método Para La Obtención Y Ensayo De Núcleos Extraídos Y Vigas De Concreto Aceradas - Norma Técnica Colombiana.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2021). NTC 673, Concretos. Ensayo De Resistencia A La Compresión De Especímenes Cilíndricos De Concreto - Norma Técnica Colombiana.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2020). NTC 2289, Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto – Norma Técnica Colombiana.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2021). NTC 3353, Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero – Norma Técnica Colombiana.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2013). NTC 161, Barras y rollos lisos de acero al carbono - Norma Técnica Colombiana.
- Pan, L. Martines, A. (2022). Fichas técnicas Puente Romero Aguirre
- Quesada, N. (2023). Formato de inspección para inspección visual de puentes y pontones. evaluación del estado actual de las obras del contrato: regional: 25 valle del cauca nombre de la vía: 4001 buenaventura-buga
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Título A Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.
- Rodriguez, I. (2023). Inspección principal del puente vehicular E077.
- Rodriguez, I. (2023). Informe de inspección especial puente PR59+470 Calzada izquierda
- Rehabtec. (2023). Elaboración de los estudios y diseños de las intervenciones requeridas sobre el corredor Buenaventura-Loboguerrero-Buga de la concesión 5G de la nueva malla vial del Valle del Cauca (Geometría).
- Rehabtec. (2023). Elaboración de los estudios y diseños de las intervenciones requeridas sobre el corredor Buenaventura-Loboguerrero-Buga de la concesión 5G de la nueva malla vial del Valle del Cauca (reforzamiento).

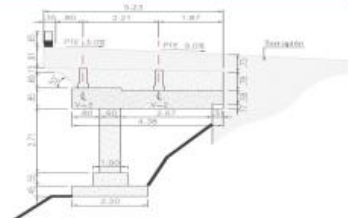
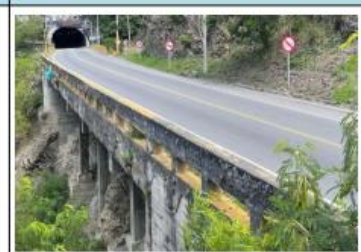
- Servicio Geológico Colombiano. Sismicidad Histórica. Recuperado el 17 de septiembre de 2025 de: https://sish.sgc.gov.co/visor/sesionServlet?metodo=irATablaCompleta&opciones=MAPA_ACTUAL_MUNICIPIOS76233DEPTO76
- Urbina, J. (2023). Estudio de capacidad puente PR59+470 Calzada

11. ANEXOS

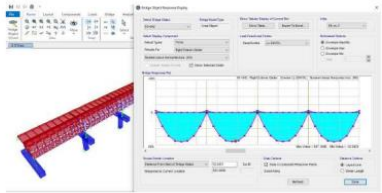
Anexo A. Fichas técnicas del puente peatonal

Anexo B. Ensayos de laboratorios

Anexos A

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
Ubicación	Rural	Geometría del puente	
Obstáculo que salva	Montañosa -rocosa	 Fuente: Planos Geometría, "ELABORACION DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS INTERVENCIONES REQUERIDAS SOBRE EL CORREDOR BUENAVENTURA-LOBOGUERRERO-BUGA DE LA CONCESION 5G DE LA NUEVA MALLA VIA VALLE DEL CAUCA"	
Antigüedad de la construcción	Aproximadamente 30 años		
Geometría			
Longitud total del puente	31,4m		
Ancho del tablero	5,22m		
Ancho de acceso	4,89m		
Número de luces	4		
Galibo	3,89m		
Altura de pilas	2,71 a 6,10 m		
Altura de tablero entre viga interna	0,71m		
Puente en curva o tangente	T		
Cimentación		Superestructura del puente	
Tipo de pila	formada por una columna , pedestal y apoyada sobre dado de concreto.	 Fuente: Planos Geometría, "ELABORACION DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LAS INTERVENCIONES REQUERIDAS SOBRE EL CORREDOR BUENAVENTURA-LOBOGUERRERO-BUGA DE LA CONCESION 5G DE LA NUEVA MALLA VIAL DEL VALLE DEL CAUCA"	
Losas, vigas y Riostras			
Tipo de losa:	tablero en concreto reforzado		
Tipo de vigas:	vigas T invertida en concreto reforzado		
Riostras:	en concreto reforzado		
Muros		Subestructura del puente	Anclajes
Muros	Muro de acompañamiento en concreto reforzado y muro de el costado buenaventura -buga.	 Fotografía N°2 vista lateral de los cimientos	 Fotografía N°3 vista superior de carpeta de rodadura
La estructura corresponde a un puente en concreto reforzado de 4 vanos. La superestructura es simplemente apoyada en sistema de placas-vigas .			
La superestructura consta de 2 vigas tipo T invertida simplemente apoyada en concreto reforzado. La subestructura esta conformada por viga cabezal, 3 pilas conformadas por columna, pedestal , dados y estribos tipo muro de contención . El tablero y la viga cabezal se apoyan sobre un muro de contención .			

FOTOGRAFÍA	INFORMACIÓN HISTÓRICA	OBSERVACIONES
	El puente ubicado en el corregimiento de Loboguerrero que comunica la calzada entre Buenaventura y Buga PR 59+470, de acuerdo a las inspecciones visuales y unos ensayos iniciales se determinó que su antigüedad de construcción esta alrededor de 20 a 30 años .	Fuente: Informe de inspección especial puente PR59+470 calzada izquierda. Fuente imagen: Informe de inspección especial puente PR59+470 calzada izquierda. (Tomada de google earth)
	En el historico de google maps se evidencia que la carpeta de rodadura del puente de estudio, en el 2013 tenia problemas, desgaste superficial. También se puede evidenciar, la presencia de rocas sobre la carpeta de rodadura debido a su caída de la montaña. En el mismo historico, se puede evidenciar que en el año 2013-2014, se construyó el puente que comunica, el puente de estudio (PR59+470) y el tunel No.12 de la vía Loboguerrero-Buenaventura. Allí, se puede evidenciar el inicio de su construcción, y además, el material empleado para la obra, reposo directamente sobre el puente de estudio.	Fuente: Historico de google maps (2013) Fuente imagen: Historico de google maps (2013)
	Durante todo este tiempo, el puente de estudio estuvo cerrado, por allí es posible que circularan volquetas y otra maquinaria pesada, requeridas para el área de construcción. Teniendo en cuenta lo anterior, hay una alta posibilidad que entre el 2014 y 2015, se haya realizado un mejoramiento en la carpeta de rodadura del puente, mediante una repavimentación	Fuente: Historico de google maps (2014) Fuente imagen: Historico de google maps (2014)
	El historico permite visualizar nuevamente el puente en el 2022, donde se puede observar la carpeta de rodadura sin los problemas en los puntos anteriores, pero se observa problemas en otros puntos, tales como piel de cocodrilo, fisuras, y baches. En el 2023, mediante una visita realizada, por personal encargado de realizar una evaluación del estado actual del puente, se puede observar que si bien, la carpeta de rodadura ya empezaba a presentar desgaste, no tenia los problemas evidenciados en el 2022, motivo por el cual se presume que entre agosto de 2022 y octubre de 2023, se realizó una repavimentación o mejoramiento de la carpeta asfáltica.	Fuente: Historico de google maps (2022) Fuente imagen: Historico de google maps (2022)
		Fuente: Evaluación del estado actual de las obras del contrato Regional 25 del Valle del Cauca, Nombre de la vía 4001 BUENAVENTURA-BUGA. Fuente imagen: Evaluación del estado actual de las obras del contrato Regional 25 del Valle del Cauca, Nombre de la vía 4001 BUENAVENTURA-BUGA.
 Vista general sentido Buga - Buenaventura y Lesiones en el tablero	En octubre de 2023 realizó una visita de campo al sitio, para una inspección visual del puente, mediante la cual se realizó el levantamiento de las lesiones del paciente. Dentro de las lesiones encontradas, se tienen: -Vigas, riostras y tablero: pérdida de recubrimiento, acero expuesto, corrosión en el acero, hormigueros, segregaciones, biocapas y eflorescencias. -Estribos y muros: humedades, biocapas, hormigueros, segregaciones y juntas frías -Pilas: hormigueros, segregaciones y golpes debido al desprendimiento de rocas. -Cabezales: acero expuesto y junta frías. -Apoyo de vigas: presenta problemas de corrosión. -La barranda: hormigueros y perdida de pintura. Mediante la realización de la toma de información inicial, se evaluó la problematica existente, y se recomendo realizar un estudio patológico, una	Fuente: Evaluación del estado actual de las obras del contrato Regional 25 del Valle del Cauca, Nombre de la vía 4001 BUENAVENTURA-BUGA. Informe de inspección principal del puente vehicular E077 Fuente imagen: Evaluación del estado actual de las obras del contrato Regional 25 del Valle del Cauca, Nombre de la vía 4001 BUENAVENTURA-BUGA

 	En noviembre de 2023, la Concesion Unión Vial Caminos del Pacifico en el 2023, realiza por medio de la empresa Rehabtec, una inspección especial del puente, mediante: -Auscultaciones para determinar el acero de refuerzo. -Extracción de cilindros de asfalto -Ensayos invasivos y no invasivos: resistencia a la compresión simple, carbonatación, número de rebotes, tracción de barra de acero y potencial de corrosión, Mediante la ejecución de este informe, se recomendo proceder con un diagnóstico y evaluación estructural.	Fuente:Informe de inspección especial puente PR59+470 calzada izquierda. Fuente imagen: Informe de inspección especial puente PR59+470 calzada izquierda.
	En el mismo mes, noviembre de 2023, se realizó el primer análisis de capacidad del puente de estudio. Sin embargo, la versión final presentada, es de noviembre de 2024. En este análisis se realizó la evaluación de capacidad de carga de la estructura, mediante la cual se pudo determinar que el tablero y las vigas requieren de un reforzamiento. Respecto a la subestructura, mencionan que no se estudio de forma detallada, dado que no se evidencian daños mayores, pero si recomiendan un mantenimiento y un análisis de estabilidad global del suelo.	Fuente:Estudio de capacidad puente PR59+470 calzada izquierda. Fuente imagen: Estudio de capacidad puente PR59+470 calzada izquierda.
 	Los días 10 y 11 de marzo de 2025, se realizó visita de campo al puente de estudio, con el fin de identificar las lesiones existentes en el puente vehicular. De dicha visita, se pudo observar todas las lesiones presentada en el informe de inspección realizado en octubre de 2023, y se evidenció algunas nuevas lesiones, relacionadas con el tema de humedades, mayor presencia de biocapas, filtraciones, fisuras en una viga, mayor exposición de acero, y contaminación animal.	Fuente: elaboración propia

FICHA		INSPECCIÓN VISUAL					
ESTADO GENERAL DE LA ESTRUCTURA							
Aspecto general	Presenta Daños			Evidencia de intervenciones o reparaciones			
	Si	No	N/A	En la superestructura	En la sub estructura	Elementos Nuevos	
	x			x	x		
Accesibilidad a cada elemento del puente	Fácil	Medio	Difícil	Presencia de elementos en estado deficiente		Si	No
		x				x	
INSPECCIÓN VISUAL GENERAL							
Estado de la superficie, presencia de	Descascarillado		Corrosión	Oxidación	fisurados	Otros	
	Si		Si	Si	Si	Si	
IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS POR CORROSIÓN							
Exite Corrosión	Si	X	En que elemento	en las vigas, riostras y tablo del puente vehicular.	Tipo de Corrosión	corrosión de tipo atmosférica	
	No						
Gravedad de la corrosión	Baja	Moderada	Alta	Existes Factores que favorecen la corrosión	La Humedad, temas ambientales y del entorno		
			X				
Tipo de Intervención	Mantenimiento y rehabilitación			Nivel de intervención	Urgente	Necesario	Preventivo
					x		
IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS POR RECUBRIMIENTOS							
Daños en los elementos estructurales	Si	X	En que elemento	tablero , vigas y riostras	Posible Defecto	por temas de humedad que generan desprendimiento del material , inadecuados procesos constructivos	
	No						
Gravedad del daño	Baja	Moderada	Alta	Posibilidad de aseveración del daño	Disminución de la capacidad estructural y fallo al corroerse el acero expuesto.		
			X				
Tipo de Intervención	Rehabilitación y reforzamiento			Nivel de intervención	Urgente	Necesario	Preventivo
					x		



IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS POR HUMEDADES							
Existe Humedad	Si	X	En que elemento	en las vigas, riostras y tableros , ademas de otros elementos analizados.	Posible Defecto	Por agentes atmosféricos, una deficiencia en el sistema de drenaje.	
	No						
Gravedad del daño	Baja	Moderada	Alta	Impacto sobre la estructura	Baja	Moderada	Alta
		X				X	
Tipo de Intervención	Rehabilitación y mantenimiento			Nivel de intervención	Urgente	Necesario	Preventivo
						X	
IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS EFLORESCENCIAS							
Existen Daños	Si	X	En que elemento	en las vigas, riostras y tableros , ademas de otros elementos analizados.	Tipo de daño	Manchas ocasionado por migración de sales solubles por filtraciones.	
	No						
Gravedad del daño	Baja	Moderada	Alta	Posibilidad de aseveración del daño	Baja	Moderada	Alta
		X				X	
Tipo de Intervención	Mantenimiento			Nivel de intervención	Urgente	Necesario	Preventivo
						X	
IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS POR CONTAMINACIÓN ANIMAL Y VEGETAL							
Existen Daños	Si	X	En que elemento	en las vigas, riostras y tableros , ademas de otros elementos analizados.	Tipo de afectación	secreciones en disntos elementos , nidos, formación de biocapas vegetales.	
	No						
Gravedad del daño	Baja	Moderada	Alta	Estado de instalación de anclaje	Mala	Regular	Buena
		X				X	
Tipo de Intervención	Mantenimiento			Nivel de intervención	Urgente	Necesario	Preventivo
						X	

OBSERVACIONES GENERALES

Cantidad de hallazgos y clasificación: Se encuentra que varios elementos estan afectados con lesiones patologicas de distinta indole, lesiones fisicas que se desarrollan por temas atmosféricos y del entorno, lesiones mecánicas que afectan la capacidad de soporte ; ademas se presentan lesiones químicas como la oxidación y corrosión que comprometen la estructura. Se registro hallazgo de lesiones biologicas contaminación por nidos de animales y biocapas vegetal .

¿Se requieren estudios adicionales, cuales?: Si, se recomienda realizar medidas con fisuometro, extracción de nucleos de concreto, resistencia ala compresión simple, auscultaciones en el acero , potencial de media celda , esclerómetro y ensayo de atracción del acero . Con ello se determina una evaluación estructural para determinar el grado de afectación que tiene la estructura y su capacidad de carga, con el fin de determinar si se requiere un reforzamiento estructural.

Recomendaciones generales y determinación del riesgo estructural: De acuerdo a la inspección visual y visita de campo, se tienen un alto riesgo de falla del puente estudiado, debido a que el puente objeto de estudio presenta lesiones en todos los elementos del puente, donde han fallado los recubrimiento , el acero expuesto en varios sectores; que posiblemente este llevando a la disminución de la capacidad del puente. Por tanto, se determinó que es necesario realizar una rehabilitación y reforzamiento a los elementos inspeccionados, ademas se de realizar un mantenimiento periódico.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía N°1 sección de placa afectada



Fotografía N°2 vista lateral del puente



Fotografía N°3 tramo de losa con desprendimiento



Fotografía N°4 Afectaciones biológicas

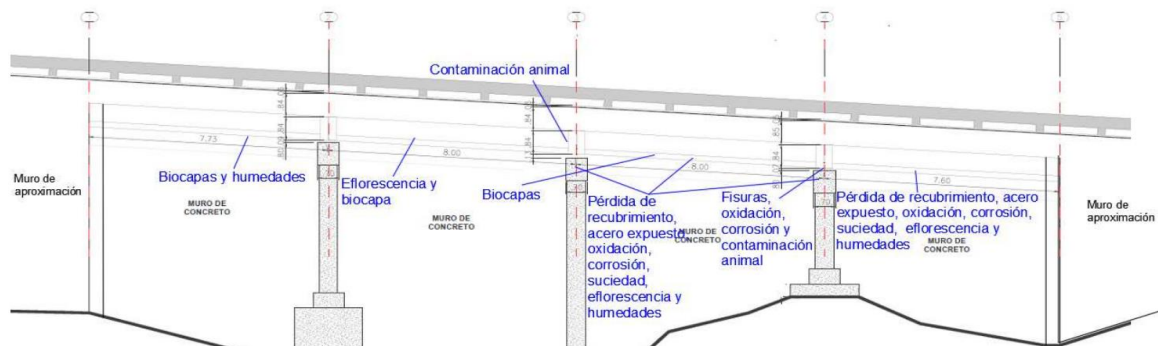


Fotografía N°5 Vigas

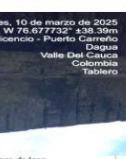
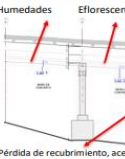


Fotografía N°6 viga vista bajo placa

PLANO GENERAL DE LAS LESIONES



NÚMERO DE LESIONES		UBICACIÓN DE LA LESIÓN		MATERIALES:		COMPORTAMIENTO GENERAL		% DE AFECTACIÓN A LA ESTRUCTURA		ENSAYO REQUERIDO BAJO LA NORMATIVA CORRESPONDIENTE	
Sustentación		Humedades		Eflorescencias		Fisuración		Eflorescencias		Contaminación vegetal	
Pérdida de recubrimiento, acero expuesto, oxidación y corrosión.		Pérdida de recubrimiento, acero expuesto, oxidación y corrosión		Fisuración		Eflorescencias		Contaminación vegetal			
Fotografía N°1 vista Frontal vigas		Fotografía N°2 y 3 tramo bajo placa		Fotografía N°4 vista frontal del puente		Fotografía N°5 vista lateral de la					
Fuente: Elaboración propia											
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SU ESTADO											
CAUSAS DIRECTAS		CAUSAS INDIRECTAS		LESIONES		PRIMARIA		SEGUNDA		CLASIFICACIÓN DE LESIÓN	
FÍSICAS		PROYECTOS		FÍSICAS		A		RIA		LEV E SEVERO	
AGENTES ATMOSFÉRICOS (LLUVIA, VIENTO, HELADAS, CAMBIOS TÉRMICOS, CONTAMINACIÓN)		DEFICIENTE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO		HUMEDAD DE OBRA							
MECÁNICAS		ELECCIÓN DE LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA		HUMEDAD POR CAPILARIDAD		X					
SISMO		DISEÑO CONSTRUCTIVO		HUMEDAD POR CONDENSACIÓN							
EMPUJES		CAMBIO DE ESPECIFICACIONES		SUJEDAD POR DEPÓSITO		X					
IMPACTOS		OTROS		SUJEDAD POR LAVADO DIFERENCIAL							
ROZAMIENTOS		EJECUCIÓN		EROSIÓN ATMOSFÉRICA							
SOBRECARGA		X		HORMIGUERO O SEGREGACIONES		X					
PÉRDIDA DE CAPACIDAD PORTANTE				MECÁNICAS							
INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES		X		GRIETAS POR CARGA							
FISURAS		X		GRIETAS POR DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN							
QUÍMICAS / BIOLÓGICAS											
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL		MALA CALIDAD DEL MATERIAL		DEFORMACIÓN / UNIONES DEBILITADAS							
HUMEDAD		X		FISURAS POR SOPORTE							
SALES SOLUBLES CONTENIDAS		X		FISURAS POR ACABADO		X					
AGRESIONES AMBIENTALES		INTERVENCIONES INAPROPIADAS		DESPRENDIMIENTO		X					
ORGANISMOS		X		EROSIÓN MECÁNICA							
LESIONES PREVIAS		FALTA DE MANTENIMIENTO		QUÍMICAS							
HUMEDADES				EFLORESCENCIAS		X					
DEFORMACIONES				OXIDACIÓN		X					
GRIETAS Y FISURAS				CORROSIÓN		X					
DESPRENDIMIENTOS		X		CORROSIÓN POR AIREACIÓN DIFERENCIAL							
CORROSIONES				EROSIÓN QUÍMICA							
ORGANISMOS				BIOLÓGICAS							
				ORGANISMOS VEGETALES							
				ANIMALES		X					
PREDIAGNÓSTICO:		En el tablero se evidencia humedad por filtración y accidental, succiedad, desprendimiento de material ; corrosión en el acero por oxidación , eflorescencias y contaminación animal .									
POSIBLES AGRAVANTES:		La pérdida de recubrimiento y el acero expuesto comprometen gravemente la estructura, dado que acelera la oxidación y corrosión de los materiales , ocasionando una pérdida en su capacidad portante. Así mismo, la humedad podría generar desprendimientos o formación de grietas que llevaría a la corrosión de los elementos y consigo se compromete la estabilidad de la estructura. Adicionalmente los organismos animales existentes pueden generar secreciones, alteración química en los materiales y erosiones que con el paso del tiempo se traducen en pérdida de sección y exposición del acero de refuerzo.									
RECOMENDACIONES O INTERVENCIÓN:		ENSAYOS ADICIONALES REQUERIDOS: Se requiere Auscultación del acero (ASTM G01.11.05), Extracción de núcleos (NTC 3658), Ensayo destructivo de compresión simple (NTC 673), y Ensayo destructivo de tracción de barra de acero (NTC 3353). INTERVENCIONES: Se requiere para los hormigones retirar el material suelto hasta encontrar concreto sano y aplicar el mortero de reparación puede ser EUCCOPATCH M. Para las eflorescencias producto de las filtraciones del exterior realizar un tratamiento con ácidos débiles, utilizando abundante agua y cepillo, se debe aplicar solo lo necesario para evitar cambios del pH del concreto, se recomienda EUCCOCLARNER 320 . Para las fisuras se debe realizar un buen lavado, con cepillo o espátula, y manejar adecuadamente las aguas para evitar que se generen humedades y de nuevo el crecimiento de la vegetación. Para las juntas frías se debe limpiar bien la superficie si tiene eflorescencia aplicar el ácido, luego de garantizar la limpieza se debe utilizar un sustrato SUPER STOP y mortero de reparación EPOTOC, antes de la aplicación, la superficie debe estar limpia, es necesario realizar la recomendación de la sección del elemento tras la pérdida de recubrimiento, el cual se puede realizar con el mortero de reparación. Para el acero de refuerzo oxidado y posiblemente corroído, se debe realizar una evaluación técnica que precise el grado o alcance que tiene la corrosión en el refuerzo, y a partir de dicho resultado se determinará si requiere el cambio o si es suficiente con una reparación. Para su reparación se debe eliminar todo el concreto suelto, limpiar bien, y aplicar productos que actúen como una barrera protectora, ejemplo el TOC ARMADURA 6037 para luego aplicar el mortero de reparación EUCCOPATCH M. El recubrimiento de los elementos estructurales debe garantizarse en este caso las vigas se les debe aplicar mortero de reparación para reconfigurar la sección debido a la pérdida de recubrimiento como mala práctica constructiva. Respecto a la humedad, se debe primero sellar las fisuras o áreas de hormigero o juntas frías por la cual se está filtrando el agua al interior, y realizar un buen manejo de las aguas que discurren de la vía. Adicionalmente, se recomienda evaluar la capacidad de carga del tablero y las vigas, dado que debido a las condiciones actuales de corrosión del acero, la exposición del acero y la pérdida de recubrimiento, se haya perdido su capacidad portante.									

NUMERO DE LESIONES		DIAGNÓSTICO DEL TABLERO DEL PUENTE VEHICULAR UF16									
UBICACIÓN DE LA LESIÓN		En toda la sección bajo la losa , en los dintintos tramos .									
MATERIALES:		concreto y acero de refuerzo									
 Humedades Eflorescencias Pérdida de recubrimiento, acero expuesto, oxidación y corrosión Fotografía N°1 vista bajo placa de losa  Humedades Eflorescencias Suciedad por depósito Fotografía N°2 tramo bajo placa de losa  Humedades Eflorescencias Suciedad por depósito Fotografía N°3 vista frontal del puente  Contaminación vegetal Fotografía N°4 vista lateral del puente Fuente: Elaboración propia											
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SU ESTADO											
CAUSAS DIRECTAS		CAUSAS INDIRECTAS		LESIONES		PRIMARIA		SECUNDARIA		CLASIFICACIÓN DE LESIÓN	
FÍSICAS		PROYECTOS		FÍSICAS		A		RIA		LEV E MOD ERAD RO	
AGENTES ATMOSFÉRICOS (LLUVIA, VIENTO, HELADAS, CAMBIOS TÉRMICOS, CONTAMINACIÓN)	X	DEFICIENTE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO	X	HUMEDAD DE OBRA							
				HUMEDAD POR CAPILARIDAD							
MECÁNICAS		ELECCIÓN DE LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA	X	HUMEDAD POR FILTRACIÓN	X						
SISMO		DISEÑO CONSTRUCTIVO		HUMEDAD POR CONDENSACIÓN							
EMPUJES				HUMEDAD ACCIDENTAL	X						
IMPACTOS		CAMBIO DE ESPECIFICACIÓN ES		SUCIEDAD POR DEPÓSITO	X						
ROZAMIENTOS		OTROS		SUCIEDAD POR LAVADO DIFERENCIAL							
SOBRECARGA				EROSIÓN ATMOSFÉRICA							
PÉRDIDA DE CAPACIDAD PORTANTE	X	EJECUCIÓN	X	HORMIGUERO O SEGREGACIONES	X						
INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES	X			MECÁNICAS							
PERÍODO DE ADHERENCIA	X	DEFECTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS MATERIALES		GRIETAS POR CARGA							
QUÍMICAS / BIOLÓGICAS				GRIETAS POR DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN							
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL		MALA CALIDAD DEL MATERIAL		DEFORMACIÓN / UNIONES DEBILITADAS							
HUMEDAD	X			FISURAS POR SOPORTE							
SALES SOLUBLES CONTENIDAS	X			FISURAS POR ACABADO							
AGRESIONES AMBIENTALES		INTERVENCIÓN S INAPROPIADAS		DESPRENDIMIENTO		X					
ORGANISMOS	X	FALTA DE MANTENIMIENTO	X	EROSIÓN MECÁNICA							
LESIONES PREVIAS				QUÍMICAS							
HUMEDADES	X			EFLORISCENCIAS		X					
DEFORMACIONES				OXIDACIÓN	X						
GRIETAS Y FISURAS				CORROSIÓN POR OXIDACIÓN		X					
DESPRENDIMIENTOS	X			CORROSIÓN POR AIREACIÓN DIFERENCIAL							
CORROSIONES				EROSIÓN QUÍMICA							
ORGANISMOS				BIOLÓGICAS							
				ORGANISMOS VEGETALES	X						
				ANIMALES							
PREDIAGNÓSTICO:	En el tablero se evidencia humedad por filtración y accidental, suciedad, desprendimiento de material ; corrosión en el acero o oxidación , eflorescencias y contaminación vegetal.										
POSIBLES AGRAVANTES:	La pérdida de recubrimiento y acero expuesto comprometen gravemente a la estructura, dado que , acelera la oxidación y corrosión de los materiales , ocasionando una pérdida en su capacidad portante . Así mismo, la humedad podría generar desprendimiento o formación de grietas que llevaría nuevamente a la corrosión de los elementos y conlgo se compromete la estabilidad de la estructura.										
RECOMENDACIONES O INTERVENCIÓN:	Se requiere para los hormigueros retirar el material suelto hasta encontrar concreto sano y aplicar el mortero de reparación puede ser EUCOPATCH M. ENSAYOS ADICIONALES REQUERIDOS: Se requiere Auscultación del acero (ASTM G01.11.05), Extracción de núcleos (NTC 3658), Ensayo destructivo de compresión simple (NTC 673), y Ensayo destructivo de tracción de barra de acero (NTC 3353). INTERVENCIÓNES: Para las bioespigas producto de las filtraciones del exterior realizar un tratamiento con ácidos débiles, utilizando abundante agua y cepillo, se debe aplicar solo lo necesario para evitar cambios del pH del concreto , se recomienda EUCOCLEANER 320 . Para las bioespigas se debe realizar un buen lavado con cepillo o espátula , y manejar adecuadamente las aguas para evitar que se generen humedades y de nuevo el crecimiento de la vegetación. Para las juntas frías se debe limpiar bien la superficie si tiene eflorescencia aplicar el ácido, luego de garantizar la limpieza se debe utilizar un sustrato SUPER STOP y mortero de reparación EPOTOC, antes de la aplicación, la superficie debe estar limpia , es necesario realizar la recomendación de la sección del elemento tras la pérdida de recubrimiento, el cual se puede realizar con el mortero de reparación. Para el acero de refuerzo oxidado y posiblemente corroído, se debe realizar una evaluación técnica que precise el grado o alcance que tiene la corrosión en el refuerzo , y a partir de dicho resultado se determinará si requiere el cambio o si es suficiente con una reparación. Para su reparación se debe eliminar todo el concreto suelto , limpiar bien y aplicar productos que actuen como una barrera protectora ejemplo el TOC ARMAQUARA 6037 para luego aplicar el mortero de reparación EUCOPATCH M . Respecto a la humedad, se debe primero sellar las fisuras o áreas de hormiguero o juntas frías por la cual se esta filtrando el agua al interior , y realizar un buen manejo de las aguas que discurran de la vía. Adicionalmente, se recomienda evaluar la capacidad de carga del tablero y las vigas, emplear ensayos dado que debido a las condiciones actuales de corrosión del acero, la exposición del acero y la pérdida de recubrimiento, se haya perdido su capacidad portante.										

Anexo B

TIPO DE FICHA	TIPO		APLICABILIDAD DE ENSAYOS ED-END		NORMATIVA
	END	ED	APLICACIÓN		
Método de ensayo estándar para medir la tasa de absorción de agua en concretos de cemento hidráulicos		x	 Fotografía N° 1 ubicación de aplicabilidad del método de ensayo de absorción		(ASTM C1585-20)
Ensayo de carbonatación		x	 Fotografía N° 2 ubicación de aplicabilidad del ensayo de carbonatación		(UNE 112011:2011)
Ensayo de potencial de media celda	x		 Fotografía N°3 ubicación de aplicabilidad del		(ASTM C876)
Ensayo de compresión simple		x	 Fotografía N°4 ubicación de aplicabilidad del		(NTC 673)
Ensayo de tracción de barra de acero		x	 Fotografía N°5 ubicación de aplicabilidad del ensayo a tracción de acero		(NTC 3353)