



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO

MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE EN LA RAMA DE LAS VÍAS
TERRESTRES

MODELO DIFUSO DE EVALUACIÓN
INTEGRAL DE LA CONDICIÓN DE
PUENTES TIPO LOSA Y VIGA PARA LA
RECOMENDACIÓN DE ACCIONES DE
MANTENIMIENTO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRA EN INFRAESTRUCTURA

PRESENTA:

PAOLA ARRIAGA OREJEL

ASESOR:

LUIS ALBERTO MORALES ROSALES

Morelia, Michoacán, noviembre de 2023



Maestría en Infraestructura
del Transporte
en la Rama de las Vías Terrestres



Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por su invaluable apoyo económico, el cual hizo posible la realización de mis estudios de posgrado. Este respaldo financiero no solo representó una oportunidad académica, sino también un impulso significativo para el desarrollo de mi investigación.

Agradezco de manera especial a todas las personas que estuvieron a mi lado durante mi desarrollo académico. Cada palabra de aliento y gesto de solidaridad contribuyeron a enriquecer mi experiencia y fortalecer mi compromiso con la investigación.

Mi reconocimiento se extiende hacia mi asesor, el Dr. Luis Alberto Morales Rosales, por su guía experta, paciencia y dedicación a mi formación académica. Sus conocimientos, consejos y apoyo constante fueron esenciales para el desarrollo exitoso de este proyecto.

Este trabajo de investigación no solo es el resultado de mi esfuerzo individual, sino también de la colaboración y el apoyo de las personas que creyeron en mí. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Índice general

Resumen	4
Abstract	5
INTRODUCCIÓN	6
1.1 Planteamiento del problema	7
1.2 Contribuciones	8
1.3 Justificación	9
1.4.1 General.....	10
1.4.2 Específicos.....	10
1.5 Hipótesis.....	11
1.6 Metodología	11
Organización de la tesis	15
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Definición de puente.	17
2.2 Clasificación de los puentes.....	17
2.3 Defectos en los puentes	18
2.4 Diagnóstico de puentes	18
2.4.1 Definición de inspección	19
2.4.2 Clasificación de la inspección y su frecuencia	19
2.4.3 Evaluaciones	20
2.4.3.1 Métodos de evaluación tradicionales	20
2.4.4 Conservación	21
ESTADO DEL ARTE	23
3.1 Análisis de manuales de inspección internacionales con criterios tradicionales	23
3.1.1 Manuales con calificación global	23
3.1.2 Calificación individual.....	25
3.1.3 Comparativa entre los manuales internacionales de inspección y evaluación	29
3.2 Análisis de proyectos de evaluación de activos viales utilizando la lógica difusa.....	34
3.2.1 Comparativa de los trabajos que emplean la lógica difusa en la evaluación de activos viales ..	36
CATÁLOGO DE ELEMENTOS DEL PUENTE.....	38
4.1 Manual de inspección y evaluación de puentes	55
4.2 Propuesta de tratamientos	56
MODELO DIFUSO PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE PUENTES DE TIPO DE VIGA Y LOSA	58
5.1 Mecanismo de inferencia del modelo difuso integral.....	60
5.2 Evaluación modular e integral del puente	64
5.2.1 Evaluación modular de los elementos del puente	64
5.2.2 Evaluación integral de la condición del puente	66
RESULTADOS	72

6.1 Caso de Estudio	72
6.2 Metodología de evaluación mediante la SICT	73
6.3 Metodología del modelo difuso de evaluación integral	75
6.4 Discusión	78
CONCLUSIONES	81
REFERENCIAS	83
ANEXO A	88
CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES	88
ANEXO B	94
MANUAL DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES CON RECOMENDACIONES DE ACCIONES DE MANTENIMIENTO	94

Resumen

Una infraestructura vial adecuada es fundamental para el desarrollo socioeconómico del país. El mantener en buen estado los activos es un reto que enfrenta los diferentes niveles de gobierno, ya que debe contemplar el estado funcional, operativo y el nivel de seguridad que ofrecen. En México un activo poco evaluado por su complejidad es el puente carretero. Existen manuales que presentan criterios de inspección y evaluación de puentes, que, a pesar de mostrar criterios puntuales, sólo consideran algunos elementos de los componentes principales (tablero, superestructura y subestructura). Además, no establecen relaciones entre los elementos de cada componente para realizar la evaluación, ni es considerada la progresión de los deterioros que existen en los componentes ocasionados por la influencia que tiene la condición de los elementos que trabajan en conjunto.

En este trabajo, presentamos un catálogo modular para la evaluación de todos los elementos de un puente de losa o de viga. Se contemplan las propiedades que cada elemento tiene, evaluando su deterioro de manera individual para determinar la condición de la estructura de manera modular y con ello establecer las relaciones de manera integral entre sus propiedades, elementos, factores, y componentes. Las relaciones permiten ejecutar una inspección integral con el fin de determinar las causas que incrementan el deterioro entre los diferentes elementos y componentes.

Además, se presenta un modelo difuso que emplea como base las calificaciones propuestas en el catálogo para determinar de manera integral la condición del puente en dos aspectos principales: 1) se determina el estado integral de la condición del puente para recomendar el tipo de mantenimiento que se deberá ejecutar y 2) se indica la urgencia de atención para determinar si debe ser atendido con urgencia o puede esperar las reparaciones acorde al mantenimiento preventivo o periódico que se realiza de manera regular. Las recomendaciones de tratamiento de mantenimiento se determinan acorde al estado modular de cada uno de los factores y propiedades que componen el puente, donde cada una de ellas emplea sistemas difusos para su evaluación. Estas recomendaciones deberán ser evaluadas por los profesionistas para seleccionar el mantenimiento más adecuado de ejecutar acorde a sus recursos disponibles.

Para evaluar la usabilidad tanto del catálogo modular como del modelo de evaluación difuso propuesto para determinar el estado integral de la condición de puentes de tipo losa y viga, se presenta un caso de estudio que corresponde a un puente tipo viga, con las calificaciones obtenidas se determinó que el puente con registro 15-016-00.0-0-04.0 PIV con nombre La Cuesta, se encuentra en una condición suficiente con una prioridad de atención alta. Este análisis se comparó con la evaluación que realizó la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte (SICT) que emplea los criterios de evaluación que se presentan en el manual de su autoría llamado “Manual para inspección de puentes 2018”. Como resultado de esta comparativa se observó que nuestro sistema de evaluación ofrece una descripción detallada de los deterioros permitiendo una mejor planificación de las obras de mantenimiento, ya que se contemplan las relaciones entre los módulos y elementos que componen el puente.

Palabras clave: Mantenimiento, evaluación, puentes, recomendaciones, modelo.

Abstract

Adequate road infrastructure is essential for the socioeconomic development of the country. Maintaining assets in good condition is a challenge faced by different levels of government since it must consider the functional and operational status and the level of security they offer. In Mexico, an asset that is slightly evaluated due to its complexity is the bridge. Some manuals present criteria for the inspection and evaluation of bridges, but despite showing specific criteria, only consider some elements of the main components (deck, superstructure, and substructure). Furthermore, they do not establish relationships between the elements of each component to carry out the evaluation, nor is the progression of the deterioration in the components caused by the influence of the condition of the elements that work together.

This work presents a modular catalog to evaluate all the elements of a slab or girder bridge. Each element's properties are considered, and its deterioration is individually assessed to determine the structure's condition in a modular way, thereby establishing comprehensive relationships between its properties, elements, factors, and components. The relationships allow an integral inspection to be carried out to determine the causes that increase the deterioration between the different elements and components.

In addition, we present a fuzzy model that uses as a basis the ratings proposed in the catalog to integrally determine the condition of the bridge in two main aspects: 1) the integral state of the condition of the bridge is determined to recommend the type of maintenance that must be executed and 2) the urgency of care is indicated to determine if it must be attended urgently or can wait for repairs according to the preventive or periodic maintenance that is carried out on a regular basis. The maintenance treatment recommendations are determined according to the modular state of each of the factors and properties that make up the bridge, where each uses fuzzy systems for their evaluation. Professionals should evaluate these recommendations to select the most appropriate maintenance to execute according to their available resources.

A case study is presented to evaluate the usability of the modular catalog and the proposed fuzzy evaluation model to determine the integral condition of slab and girder-type bridges. The scores obtained determined that the bridge with registration 15-016-00.0-0-04.0 PIV, named La Cuesta, is in sufficient condition with a high attention priority. We compare these results with the evaluation criteria carried out by the Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones u Transportes (SICT), which uses the manual of its authorship called "Manual for Bridge Inspection 2018". As a result of this comparison, we determine that our evaluation system offers a detailed description of the deterioration, allowing better planning of maintenance works since the relationships between the modules and elements that make up the bridge that were considered explain in a better way the damage.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Una infraestructura vial adecuada es fundamental para el desarrollo socioeconómico del país. (SCT, 2018) La infraestructura carretera está compuesta por activos viales, entre los más importantes se encuentran: el pavimento, las estructuras (puentes, túneles, drenaje y taludes), dispositivos (señalización, iluminación, casetas), entre otros (Gómez Aguilar, 2020). Los activos deben ser evaluados para identificar su estado funcional, operativo y nivel de seguridad que ofrecen. Dentro de la parte de las estructuras, uno de los activos que en México es poco evaluado por su complejidad son los puentes carreteros. El objetivo de los puentes es unir dos puntos inaccesibles ya sea de manera horizontal o vertical y están diseñados para resistir las solicitaciones a los que estarán sometidos (Sánchez ,2015).

En México, de acuerdo con la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) la operatividad de los puentes está relacionada con el estado funcional del camino. Los puentes son activos vulnerables en las carreteras y representan la inversión unitaria más alta de todos los elementos del sistema de caminos (SCT, 2018). Por su gran importancia, en México, se desarrolló el Programa Nacional de Conservación de Carreteras con el objetivo de mejorar el mantenimiento de las vías carreteras y sus activos (SICT, 2022). Sin embargo, no fue hasta el año 2013 que el gobierno mexicano comenzó a registrar una mayor inversión a las obras de mantenimiento de la red vial y no solamente a la construcción de nuevos activos (SCT, 2021).

Existen sistemas internacionales de gestión de puentes que utilizan los gobiernos internacionales, como el Sistema de Administración de Puentes (SIAP) en México (SCT, 1994) o PONTIS en Estados Unidos (Gutkowski. M. et al., 1998). Estos sistemas se encargan de examinar, categorizar y registrar el estado de los puentes con el fin de llevar a cabo acciones de mantenimiento que restauren su funcionalidad. Los sistemas de gestión se apoyan en manuales de inspección empleados por profesionistas inspectores para evaluar de forma individual la condición de cada elemento de un puente, permitiendo así una calificación integral del estado general del mismo.

Por otra parte, se han desarrollado manuales que ofrecen criterios de inspección y evaluación, tales como el manual AASHTO (AASHTO, 2010), Manual de inspecciones de estructuras de Ontario (Ministry of Transportation, 2008), la Guía para inspecciones de puentes de Perú (MTC, 2006), Manual para la inspección visual de estructuras viales (COTO, 2018). Estos manuales comparten una carencia: la falta de una metodología que relacione la condición de los elementos para evaluar al puente con un enfoque preventivo, analizando la progresión de los deterioros con el fin de ejecutar las acciones de mantenimiento que se requieran para devolver el estado funcional al puente.

En la actualidad, se han explorado diferentes métodos para ejecutar el proceso de evaluación del estado de los activos viales. Una de las herramientas que ha tomado gran importancia en

la rama de la ingeniería civil es la lógica difusa, debido a su capacidad para lidiar con la incertidumbre de muchos problemas que se pueden presentar, permitiendo tomar decisiones en entornos caracterizados por la incertidumbre y la subjetividad.

En este trabajo se presentan dos contribuciones importantes orientadas a cuantificar y evaluar los deterioros que se pueden presentar en los puentes de tipo losa y viga con un enfoque preventivo. La primera contribución se centra en el desarrollo de un catálogo modular de los elementos que componen a los puentes de tipo losa y viga, aunado a un manual de inspección y evaluación. Estos se complementan con la generación de un catálogo de tratamientos que contiene recomendaciones periódicas, preventivas y correctivas. La segunda contribución se centra en el desarrollo un modelo de evaluación difuso que emplea como base las calificaciones propuestas en el catálogo para determinar de manera integral la condición del puente en dos aspectos principales: 1) se determina el estado integral de la condición del puente para recomendar el tipo de mantenimiento que se deberá ejecutar y 2) se indica la urgencia de atención para determinar si debe ser atendido con urgencia o puede esperar las reparaciones acorde al mantenimiento preventivo o periodico que se realiza de manera regular.

Mediante estas dos contribuciones determinamos la influencia que tiene cada elemento dentro del desempeño del puente con el fin de ejecutar a tiempo las acciones de mantenimiento necesarias para evitar una progresión mayor de daño y con ello mantener la seguridad del puente ofreciendo una mejor calidad de servicio para los usuarios.

1.1 Planteamiento del problema

La operatividad de los puentes está relacionada con el estado funcional del camino y de acuerdo a la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) este activo es el componente más vulnerable de una carretera y representa la más alta inversión unitaria de todos los elementos del sistema de camino (SCT, 2018).

A lo largo del tiempo han existido sistemas de gestión de puentes internacionales, que se apoyan de manuales de inspección y evaluación que, a pesar de mostrar criterios puntuales, no consideran todos los elementos del puente, pues se enfocan solamente en los elementos principales (tablero, superestructura y subestructura) omitiendo la influencia que tienen los elementos secundarios sobre el desempeño del puente.

Estas deficiencias impiden que, al diagnosticar un puente, se atiendan todos los requerimientos para evitar su deterioro y que, a pesar de ejecutar acciones de conservación en los elementos prioritarios de manera periódica, los elementos secundarios del puente continúen deteriorándose. Esto produce que los costos de conservación se eleven, pues en lugar de ejecutarse una conservación preventiva para evitar avances en los deterioros, las acciones de conservación se ejecutan de forma correctiva con un deterioro cada vez mayor.

Además, estos sistemas, a pesar de ofrecer una metodología de inspección y evaluación de la condición de un puente, comparten una debilidad significativa: la carencia de un criterio de evaluación que permita determinar las relaciones que existen entre los elementos y sus

deterioros presentes. Esto deja en evidencia que no existe una metodología formal y analítica que permita ejecutar una evaluación integral de la condición de un puente.

A consecuencia de esto, solamente algunos manuales como el manual AASHTO de Estados Unidos (AASHTO, 2010), el Manual de inspecciones de estructuras de Ontario (Ministry of Transportation, 2008), la Guía para inspecciones de puentes MTC de Perú (MTC, 2006), el Manual de inspección de elementos del puente del departamento de Nueva Jersey Unidos (New Jersey Department of Transportation, 2014)., presentan recomendaciones de acciones de mantenimiento correctivo, pero son escasos los que presentan recomendaciones de mantenimiento preventivo. Cabe destacar que a pesar de que cuenten con estas recomendaciones, los manuales no incluyen todos los elementos del puente ni las recomendaciones de mantenimiento necesarias para atender los deterioros presentes. Esta situación ocasiona que, a pesar de conocer la condición de un puente, sea complicado elegir la acción de mantenimiento necesaria para devolverle su funcionalidad.

Asimismo, estas deficiencias ocasionan que no se atiendan todos los requerimientos para evitar el deterioro del puente, ya que, a pesar de ejecutar acciones de mantenimiento en los elementos principales, los elementos secundarios continuarán deteriorándose gravemente por no ser atendidos, ocasionando costos de mantenimiento elevados.

1.2 Contribuciones

En este trabajo, presentamos dos contribuciones principales. La primera consiste en las herramientas utilizadas para auxiliar la toma de decisiones de los profesionistas. Estas herramientas son:

- La elaboración de un catálogo modular de todos los elementos de un puente de losa o de viga. Particularmente, el catálogo se enfoca en determinar las relaciones entre los elementos de la estructura de un puente, para la ejecución de inspecciones integrales, las cuales, permiten establecer las causas que incrementan la afectación en los diferentes elementos. Además, presenta las propiedades que cada elemento tiene, evaluando su deterioro de manera individual para posteriormente determinar la condición de la estructura de manera modular. La clasificación modular del catálogo permite establecer las condiciones funcionales y estructurales, para determinar la influencia que tiene su condición sobre el estado integral de la estructura.
- El desarrollo de un manual de criterios de inspección y evaluación que permitió registrar los deterioros presentes en los elementos individuales clasificándolos por su grado de severidad.
- La generación de recomendaciones de tratamientos que contienen acciones de mantenimiento periódicas, preventivas y correctivas para cada elemento del puente. Estos tratamientos se generaron con el objetivo de ayudar al profesional a elegir con base en la condición de los elementos del puente, cuál será el tratamiento más adecuado para devolverle su funcionalidad a los elementos del puente.

La segunda contribución que presentamos en este trabajo es el desarrollo de un modelo de evaluación difuso que permitió evaluar de manera integral los componentes de un puente con

un enfoque preventivo. Este modelo fue desarrollado teniendo en cuenta los criterios cualitativos que son registrados en campo por parte de los profesionistas inspectores, permitiendo considerar la subjetividad que el criterio de cada profesional tiene. Mediante las funciones de fusificación de tipo Mamdani, se obtuvieron resultados defusificados que nos sirvieron para representar dos calificaciones integrales del puente: una relacionada con la condición del puente y otra sobre la urgencia de atención requerida. Con base en estas calificaciones, los profesionistas podrán hacer uso de las recomendaciones de tratamientos de mantenimiento y elegir cuál es la más adecuada, así como el período de tiempo en el que las acciones deberán llevarse a cabo.

1.3 Justificación

Los puentes, al ser un activo fundamental de la red vial mundial, requieren de un mantenimiento constante para mantenerlo funcional durante toda su vida útil. Es por esto que la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), desde su fundación en 1891 ha tenido como principal objetivo promover la seguridad en la red vial mexicana, dictando normativas y ofreciendo manuales para ejecutar los trabajos necesarios para mantener en buen estado todos los activos viales. Estas normativas y manuales están en constante actualización, corrigiendo errores, mejorando metodologías, omitiendo información no relevante y agregando requisitos que sí lo son.

A pesar de estos esfuerzos por parte de la SICT, en México han existido accidentes catastróficos de colapsos de puentes por falta de mantenimiento. Uno que ha pasado a la historia es el colapso del puente de la línea 12 del metro de la Ciudad de México en el 2021 dejando al menos a 25 fallecidos. Se mencionó que los usuarios notaban daños visibles en la estructura del puente, pero estos no se resolvieron, ocasionando su colapso.

Uno de los problemas principales que se presentan en la etapa de mantenimiento de los puentes es la omisión de los deterioros presentes en los elementos secundarios de estos. Pues internacionalmente, los manuales solamente consideran los componentes principales de los puentes, omitiendo la influencia de los elementos secundarios sobre el desempeño del puente, ocasionando que, a pesar de ejecutar acciones de mantenimiento a los elementos principales, los elementos secundarios sigan deteriorándose afectando cada vez más la seguridad del puente y requiriendo acciones de mantenimiento correctivas con deterioros cada vez mayores.

Por esta razón, nos vimos en la necesidad de desarrollar un modelo de evaluación integral que ofrezca tratamientos con acciones de mantenimiento. Este modelo de evaluación tiene un enfoque preventivo, con el objetivo de incitar a ejecutar trabajos de mantenimiento en los puentes antes de comprometer la seguridad de los usuarios, así como permitir a los gobiernos internacionales ahorrar dinero.

El desarrollo del modelo de evaluación se ejecutó a partir de un catálogo modular de elementos principales y secundarios de un puente, el cual, posibilita identificar todos los elementos principales y secundarios que influyen en el desempeño del puente, así como la

ubicación de cada uno. Además, permite determinar relaciones entre los elementos del puente para conocer cómo influye el estado de un elemento sobre la seguridad del puente.

Este trabajo permite investigaciones futuras para inspección de puentes, metodologías de evaluación, aplicación de este modelo a otros activos viales, entre otros. Además, este modelo de evaluación es aplicable a todos los puentes que cumplen con las características que se mencionan en el presente trabajo y se puede aplicar en metodologías internacionales.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Desarrollar un modelo difuso de evaluación integral con enfoque preventivo de los componentes de un puente, determinando sus relaciones e influencias para recomendar acciones de mantenimiento periódico, preventivo y correctivo.

1.4.2 Específicos

Comparar la normativa existente más importante a nivel internacional para conocer los criterios de inspección y evaluación.

Identificar todos los elementos que pueden existir en un puente de tipo losa o de viga, además de los materiales de los que pueden estar contruidos.

Identificar los deterioros que se pueden presentar en los materiales de cada elemento del puente.

Elaborar un catálogo modular de los componentes del puente, clasificando los elementos y las propiedades de cada uno.

Elaborar un manual de inspección y evaluación de puentes de tipo losa o de viga con criterios descriptivos que permitan asignar una calificación a cada propiedad analizada con base a la severidad del daño observado.

Desarrollar un modelo de evaluación difuso con base en el catálogo modular de elementos y criterios de evaluación, que determine relaciones entre todos los elementos del puente para asignar una calificación integral a la condición del puente con un enfoque preventivo.

Generar tratamientos con recomendaciones periódicas, preventivas y correctivas con base en el modelo de evaluación difuso para determinar la prioridad de atención y las acciones necesarias para que un puente no pierda su capacidad funcional.

1.5 Hipótesis

Al desarrollar un modelo difuso de evaluación integral de un puente, se ofrecerá un método de evaluación con un enfoque preventivo que permita dar recomendaciones de acciones de mantenimiento periódicas, preventivas y correctivas para facilitar la toma de decisiones de los profesionistas encargados de su evaluación y mantenimiento.

1.6 Metodología

En la Figura 1 se presenta la metodología desarrollada para el desarrollo del modelo difuso de evaluación integral. Para esto fue necesario realizar una comparativa de manuales de inspección y evaluación de puentes, la elaboración de un catálogo modular de elementos y propiedades de puentes, el desarrollo de un manual de inspección y evaluación de puentes y la elaboración de un catálogo de recomendaciones de acciones de mantenimiento. La metodología está compuesta de 10 etapas: 1) la selección de manuales de inspección y evaluación de puentes, 2) la selección de manuales de construcción y diseño de puentes 3) un análisis comparativo de los elementos con sus propiedades contenidos en los manuales de inspección y evaluación 4) la clasificación de deterioros con base en los materiales de los elementos 5) elaboración del manual de inspección y evaluación de puentes 6) la generación de relaciones entre los elementos del puente, 7) catálogo modular de los elementos de un puente y sus propiedades 8) la selección de manuales de conservación de puentes 9) elaboración de catálogo de recomendaciones de acciones de mantenimiento 10) Desarrollo del modelo difuso. A continuación, se describe de manera general lo que abordamos en la Figura 1.

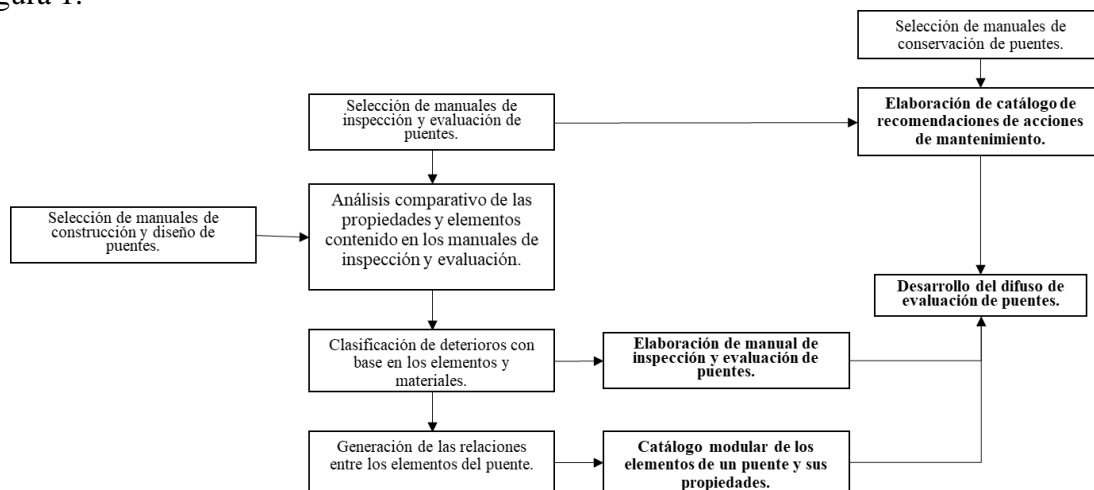


Figura 1. Metodología para el desarrollo del modelo difuso de la evaluación de puentes

El primer paso de la metodología está orientado a identificar las deficiencias que existen en los manuales internacionales de inspección y evaluación, complementándose con el análisis de manuales de construcción y diseño de puentes. La investigación se limitó a los puentes de tipo losa y viga, con el fin de conocer todos los elementos que pueden existir en los puentes, sus materiales, la importancia que tienen en el desempeño de la estructura y los criterios que utilizan para la evaluación de la condición en la que se encuentran los componentes de un

puente, para conocer los deterioros significativos en cada elemento. Posteriormente, nos enfocamos a realizar una clasificación modular de los elementos conforme a su función y ubicación, acompañado de las propiedades con las que cada elemento cuenta. Estas propiedades fueron definidas con base a los deterioros que se presentan en los diferentes tipos de material de construcción de los elementos.

Además, elaboramos un manual de inspección y evaluación de puentes de tipo losa y de viga, que contiene los criterios necesarios para realizar una evaluación integral de los componentes del puente.

Por otro lado, se seleccionaron manuales de conservación que nos permitieron recaudar las posibles acciones de mantenimiento que se pueden ejecutar en los elementos deteriorados para devolverles el estado funcional a estos.

Al clasificar estas acciones de mantenimiento, se obtuvo un catálogo de recomendaciones de acciones de mantenimiento que sirve como apoyo a los profesionistas evaluadores en la toma de decisiones sobre la conservación de los puentes.

El catálogo modular, el manual de inspección y evaluación y el catálogo de recomendaciones de acciones de mantenimiento sirvieron de herramienta para el desarrollo e interpretación de nuestra propuesta del modelo difuso de evaluación integral. A continuación, se describe a detalle cada una de las etapas de la metodología descritas en la Figura 1.

Selección de manuales de inspección y evaluación de puentes.

La selección de los manuales internacionales de inspección y evaluación consistió en identificar aquellos que describieran los elementos de los puentes, incluyendo criterios de evaluación enfocados principalmente en puentes de losa y viga. Así como aquellos que evaluaran los deterioros de los materiales más utilizados en los elementos de un puente. Particularmente, se priorizó la identificación de manuales que presentan un impacto internacional con base en el avance que tiene la infraestructura de los países a los que pertenecen.

Selección de manuales de construcción y diseño de puentes.

Para complementar la información obtenida en los manuales de inspección y evaluación de puentes e identificar las deficiencias que pueden presentar en la selección de los elementos evaluados, se analizaron manuales de diseño y de construcción que describieran los elementos que se pueden encontrar en puentes de tipo losa o de viga. El objetivo principal fue conocer todos los tipos de elementos que pueden existir en los puentes, conociendo cuál es su función dentro de la estructura para definir su importancia, determinar su grado de deterioro permitido por la normativa y clasificarlos acorde a las relaciones que presentan con otros elementos.

Análisis comparativo de las propiedades y elementos contenidos en los manuales de inspección y evaluación.

Se llevó a cabo una comparación de los manuales internacionales de inspección y evaluación, donde se evaluaron los elementos referentes a los puentes de losa y viga de manera puntual. Específicamente, se examinó si estos manuales evaluaban la condición de los componentes basándose en criterios de inspección y evaluación. También se investigaron las acciones de mantenimiento propuestas en cada manual y si establecían relaciones entre los deterioros de los distintos elementos del puente para realizar una evaluación integral. Utilizando este análisis comparativo y al revisar los manuales de diseño, se procedió a agrupar los elementos en categorías según su función y ubicación.

Clasificación de deterioros con base en los elementos y materiales.

En esta etapa se realizó una investigación en los manuales de diseño sobre los tipos de materiales utilizados para construir los elementos de los puentes de losa y viga con el fin de determinar el tipo de deterioro que pueden aparecer en estos. Al realizar la relación entre los materiales y los deterioros, se lograron determinar las propiedades principales que cada elemento del puente puede tener. Estas propiedades se agregaron modularmente a la clasificación de los elementos obtenida en el paso anterior. Además, se conjuntaron los criterios de evaluación de todos los manuales, encontrando semejanzas y diferencias entre ellos. Para obtener un producto final, se aplicó el criterio ingenieril, dejando como resultado los deterioros más significativos para cada material de los elementos.

Elaboración de manual de inspección y evaluación de puentes

Al haber obtenido un criterio definido para cada propiedad de los elementos de los puentes de losa y de viga procedimos a realizar un manual de inspección y evaluación. Este manual clasifica los deterioros por elemento y material, pues cada material presenta diferentes deterioros y severidad de estos.

Los elementos contienen enlistadas las propiedades que deben inspeccionarse, calificándolos en cuatro niveles de severidad: bueno, aceptable, deficiente, severo. En algunas propiedades las etiquetas lingüísticas cambiarán para ajustarse a los criterios de la propiedad evaluada. En cada nivel de severidad se enlistan los deterioros que determinan a cada condición y se les coloca una calificación numérica (dentro de un rango dado) dependiendo de cuán deteriorado considera el profesional inspector que se encuentra el elemento dentro de su nivel de severidad.

Generación de las relaciones entre los elementos del puente.

A partir de la clasificación en conjuntos de las propiedades que presenta cada elemento, se establecen los factores de importancia que cada elemento representa en el puente. Estos factores componen el estado de cada uno de los componentes del puente. Los factores se clasifican en funcionales y estructurales. Los funcionales son aquellos que no desempeñan

un trabajo de resistencia en la estructura y su deterioro no representa un riesgo inminente de colapso de la estructura. En cambio, los estructurales son aquellos elementos que resisten las cargas aplicadas en el puente y que si se encuentran en un mal estado requieren de una atención inmediata para no comprometer la seguridad de la estructura o de los usuarios. Con base en estos dos factores identificados, se realizan las relaciones entre elementos del puente conforme a su ubicación, desempeño e importancia.

Estas relaciones se realizan con base en una jerarquización que se modula de la siguiente manera:

- El nivel más bajo incluye las propiedades que definen a cada elemento individual del puente. Estas propiedades son las que presentan las patologías de los deterioros de cada elemento, con base en estas será posible determinar la condición en la que se encuentran los elementos individuales del puente.
- En el segundo nivel se encuentran los elementos individuales a las que se les podrá asignar una calificación con base a las patologías encontradas en sus propiedades.
- El tercer nivel está definido por los factores de importancia que representa cada elemento individual dentro de su componente: funcional o estructural. Estos factores son importantes para determinar la importancia de cada componente en el desempeño del puente.
- En el cuarto nivel se encuentran los componentes del puente. Estos módulos se dividirán en cinco clasificaciones: drenaje, tablero, superestructura, subestructura y condiciones.
- En el quinto nivel se encuentra el puente de forma integral. La condición integral de este se podrá definir con base en el estado en el que se encuentra cada uno de sus componentes.

Catálogo modular de los elementos de un puente y sus propiedades.

El catálogo modular se desarrolla tomando en cuenta los cinco niveles de clasificación de la etapa anterior para ejecutar de manera integral una evaluación de la estructura. El primer nivel es el de las propiedades, en este se determinan los deterioros encontrados en las inspecciones de campo junto con la severidad que tiene cada uno. En el segundo nivel se encuentran los elementos individuales del puente, a los cuales será posible asignarles una calificación individual con base a los deterioros encontrados en sus propiedades. El tercer nivel es el factor de importancia de cada elemento, este factor determina la influencia que tiene el deterioro de cada elemento sobre el desempeño del puente. En el cuarto nivel se encuentran los componentes, esta clasificación se realiza para modular los elementos individuales del puente, facilitando la evaluación de los deterioros encontrados en campo con base al factor de importancia que cada elemento representa. El quinto nivel contiene al puente. En este último, la evaluación de los elementos del puente es integral, asignando una calificación de la condición de la estructura, permitiendo identificar qué tipo de mantenimiento es necesario ejecutar en cada elemento y con qué periodicidad.

Selección de manuales de conservación de puentes

Para conocer las acciones de mantenimiento que se pueden ejecutar para los diferentes niveles de severidad de los elementos, se seleccionaron manuales que mencionan acciones de mantenimiento ya sean periódicas, preventivas o correctivas.

En este caso, algunos manuales de inspección y evaluación analizados en la primera etapa contenían recomendaciones de mantenimiento principalmente correctivas que nos sirvieron para esta finalidad. Sin embargo, la carencia de recomendaciones de mantenimiento periódicas y preventivas nos llevaron a analizar manuales de conservación de puentes, con el fin de recaudar las acciones de mantenimiento faltantes.

Elaboración de catálogo de recomendaciones de acciones de mantenimiento

Se obtuvieron acciones de mantenimiento de tipo periódicas, preventivas y correctivas específicamente para los materiales de los que pueden estar conformados los elementos. Sin embargo, los manuales de inspección y de conservación analizados solamente consideran los elementos principales de los puentes (tablero, superestructura, subestructura), así como los materiales más comunes que se utilizan en su construcción (acero y concreto principalmente). Para resolver esta falta de recomendaciones, nos basamos en nuestro conocimiento previo sobre las acciones de mantenimiento que en práctica suelen utilizarse comúnmente sobre los elementos y materiales faltantes. Estas recomendaciones se clasificaron basándonos en los elementos, materiales y severidad de los daños que pueden aparecer en estos. Es decir, se determinaron conjuntos de acciones de mantenimiento periódicas, preventivas y correctivas nombradas “tratamientos”. Estos tratamientos contienen recomendaciones de las acciones de mantenimiento necesarias para devolver la funcionalidad de los elementos con respecto a la severidad de daño que cada elemento presenta con respecto a su material.

Desarrollo del modelo difuso.

Auxiliándose del catálogo de elementos de puentes de tipo losa y de viga que hemos desarrollado para identificar todos los elementos que se deben inspeccionar en este tipo de puentes, además del manual de inspección y evaluación que se elaboró, en conjunto para identificar los deterioros que pueden aparecer en las propiedades de los elementos inspeccionados, desarrollamos el modelo difuso de evaluación integral. En esta etapa se establecieron las funciones de membresía y los conjuntos difusos, los cuales, conforman a los datos de entrada y de salida. Se definieron las reglas para determinar las relaciones entre los deterioros de los diferentes elementos, así como para determinar la condición en la que se encuentra el puente en general y sus componentes. Al obtener la condición del puente y de sus componentes, nos auxiliamos del catálogo de recomendaciones de acciones de mantenimiento para determinar los tratamientos recomendados para devolver el estado funcional a los puentes evaluados.

Organización de la tesis

Nuestro trabajo de investigación está organizado de la siguiente manera. En el capítulo 2 se presenta el marco teórico donde se describen los conceptos principales que se utilizarán en la tesis. En el capítulo 3 se encuentra el estado del arte, capítulo en el cual se analizan y comparan los manuales internacionales de evaluación de puentes vigentes, así como las

nuevas aportaciones que se han desarrollado para evaluar activos viales mediante la lógica difusa. A continuación, en el capítulo 4 presentamos las herramientas que hemos desarrollado para auxiliar a los profesionistas en la toma de decisiones sobre la evaluación de los puentes. En el capítulo 5 se muestra el desarrollo de nuestro modelo difuso de evaluación integral. En el capítulo 6 se muestra el caso de estudio que se realizó para comparar nuestra metodología de evaluación contra la metodología de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) que se utiliza en México para evaluar la condición de los puentes. Finalmente, en el capítulo 7 damos nuestras conclusiones sobre el trabajo presentado en esta tesis.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Los puentes son uno de los activos viales más importantes en las redes carreteras y requieren de mantenimiento continuo para que permanezcan en buen estado. Cada uno de sus elementos tiene una función específica dependiendo del tipo de puente y la ubicación del elemento, y en ocasiones presentan defectos que afectan a su comportamiento. Para evitar que se desarrollen estos defectos y comprometan la seguridad del usuario, se realizan inspecciones para encontrar los daños presentes en los elementos y con base a esto evaluar su estado y ejecutar acciones de conservación que mantengan o devuelvan al puente su funcionalidad.

2.1 Definición de puente.

Un puente es una estructura destinada a evitar obstáculos naturales o artificiales, con el fin de unir caminos y poder trasladarse de una zona a otra evitando accidentes y facilitando el tránsito de los vehículos. (Cahua Chara, 2013).

Están conformados por dos elementos principales:

- Superestructura. Se encuentra sobre la subestructura y está integrada por un sistema portante, sistema de piso y elementos complementarios.
- Subestructura. Es la encargada de soportar las cargas de la superestructura y transferirlas a las cimentaciones. Sus elementos principales son: pilas, estribos, aletas, cimentaciones, entre otras.

2.2 Clasificación de los puentes.

Espinoza Díaz et al., (2015) mencionan que algunos elementos como la topografía del terreno, presupuesto, procedimiento de construcción, entre otros, son los que determinan el tipo de puente que se va a construir, es por ello que realizan la siguiente clasificación de puentes:

- Por tipo. En este tipo de clasificación se toman los puentes por la forma que adoptan y los esfuerzos que soportan sus elementos. Se clasifican en: armadura, vigas, atirantado, suspendido, arco, móvil.
- Material. Las características estructurales y funcionales, además de las cualidades estéticas de un puente, están ligadas a los materiales con los que está construido, es por esto que se pueden clasificar en puentes de: concreto, acero, madera, mampostería y compuesto.

- **Función.** Los puentes están contruidos para satisfacer los requisitos en la red vial de un país y se clasifican dependiendo de la función que se les otorgue, la cual puede ser: peatonal, vehicular, ferroviario, para instalaciones y mixto.
- **Forma.** La geometría de un puente depende, entre otros, de la topografía existente en el terreno donde se requiera construir. Esto determina la forma de los puentes, clasificándolos como: recto, curvo, arco, esviajado y mixto.
- **Movilidad.** Los puentes generalmente se encuentran en lugares donde no se requiere una movilidad de su tablero, es decir, se encuentran fijos, pero existen casos en los que es necesario que este tablero se mueva para que haya un flujo continuo de vehículos. De esta manera los puentes se clasifican como: fijo, levadizo, giratorio, de elevación vertical y deslizante.
- **Resistencia de cargas.** Los puentes están diseñados para resistir las cargas muertas, vivas y accidentales a las que están sometidos y estas existen en diferentes direcciones. Es por ello que, según su resistencia de cargas, los puentes se clasifican en: carga a tensión, a compresión y a tensión-compresión.

2.3 Defectos en los puentes

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de la República del Perú (MTC,2006) existen dos defectos que se pueden presentar en la estructura de un puente, los cuales son:

- **Funcionales.** Son los que comprometen la finalidad principal de la obra y la seguridad de los usuarios.
- **Estructurales.** Son los que deben solucionarse inmediatamente para no comprometer la estabilidad del puente.

Además, los problemas que existen en la estructura de un puente reduce su vida útil; algunos de estos problemas son: deformaciones de la superestructura, asentamientos, apoyos desnivelados, socavación visible en pilas y estribos, grietas, obstrucción al cauce en la zona del puente, puente con mantenimiento pobre, mal orientados, con reducida capacidad hidráulica, con cimentaciones pobres y poco profundas, entre otros. (SCT, 2014)

Durante la vida útil de un puente los problemas que se presentan van deteriorando su estructura hasta llegar al punto en que no sean funcionales. Es por ello que es necesario darle una conservación periódica devolviéndolo a un estado funcional.

2.4 Diagnóstico de puentes

Todos los elementos que conforman una red vial requieren de mantenimiento para que estos no pierdan su funcionalidad: este es el caso de los puentes. Existen tres tipos de mantenimiento: periódico, preventivo y correctivo, cada uno se ejecutará dependiendo del

estado en el que el puente se encuentre. El mantenimiento periódico es aquel que se hace de manera rutinaria para garantizar la durabilidad de los elementos que conforman al puente. Por otro lado, el mantenimiento preventivo son los trabajos que se ejecutan sobre los elementos del puente para evitar que el deterioro presente avance y comprometa la seguridad de los usuarios. Por último, el mantenimiento correctivo es aquel que se ejecuta cuando el desempeño del puente ya no es el deseado y la seguridad de los usuarios se ve comprometida.

El diagnóstico de un puente se ejecuta mediante un proceso que consta de tres etapas:

- Etapa de inspección. En esta, se extrae la información necesaria para calificar el estado del puente mediante la observación de los defectos. Es una etapa clave donde la información obtenida debe estar regida por formatos que estandarice el criterio de los inspectores con la intención de evitar errores y presentar información que no sea ambigua o imprecisa.
- Etapa de evaluación. Dentro de esta etapa se ponderan calificaciones a los daños encontrados y a partir de estas se puede calificar de forma global el estado del puente.
- Etapa de conservación. Con base a la calificación global que se le otorgue al puente, se selecciona el tipo de mantenimiento que se llevará a cabo en este.

2.4.1 Definición de inspección

La inspección es un conjunto de acciones técnicas que proveen los datos necesarios, los cuales permiten conocer el estado físico de la estructura de un puente y que sirven para evaluar los posibles daños existentes y la evolución que habrá en estos. Es una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista; su finalidad es detectar los deterioros y patologías existente para determinar las acciones de mantenimiento, conservación o rehabilitación necesarias en los puentes optimizando las inversiones, preservando el patrimonio de la infraestructura y garantizando la seguridad de los usuarios (Yepes Piquera, 2016) y (SCT, 2018).

2.4.2 Clasificación de la inspección y su frecuencia

En el Manual de Inspección de puentes de la SCT (2018) se definen 3 tipos de clasificación de las inspecciones y se muestran los casos donde cada tipo de inspección es requerido.

2.4.2.1 Inspección visual.

Tiene dos objetivos, asegurar el tráfico seguro sobre la estructura y detectar las deficiencias estructurales recomendando acciones para corregirlas. La inspección visual de puentes tradicionales obtiene los datos geométricos generales, detecta los daños y problemas que se puedan prevenir para finalizar con un catálogo de conservación con sus respectivas especificaciones y costos.

Por otro lado, en la inspección visual de puentes especiales existe un grado de dificultad mayor para ejecutar las inspecciones y se requiere de equipo especializado para llevarse a cabo. Para el levantamiento se requerirá equipo de acercamiento necesario (vehículos,

cámaras, iluminación, entre otros) para tener acceso a los elementos por inspeccionar, así como el personal profesional y técnico necesario para su ejecución.

Los motivos para ejecutar una inspección visual pueden ser para elaborar un inventario inicial, para ejecutar trabajos de mantenimiento normal o rutinario, para dar un permiso de tránsito de cargas especiales, por emergencias o por petición especial.

2.4.2.2 Inspección detallada.

En la mayoría de los casos viene precedida de una inspección visual que dicte un requisito de una auscultación técnica más profunda apoyada de estudios y pruebas a los materiales. Esta además de tomar todas las consideraciones de una inspección visual, considera la medición y observación del funcionamiento de los elementos de un puente en distintos periodos y horarios diarios ya que existen cambios en el ambiente a lo largo del tiempo y estos afectan a los componentes del puente.

En esta inspección se pretende elaborar un proyecto ejecutivo suficientemente detallado de mejoramiento de las condiciones de conservación de la estructura.

El motivo para ejecutar una inspección detallada es realizar una evaluación estructural del puente.

2.4.3 Evaluaciones

El concepto de evaluación del estado de un puente, se refiere a calificar cada elemento y al puente de manera integral, para conocer los defectos que presenta y ponderar la afectación que ocasionan estos defectos sobre su funcionamiento y si es necesario, realizar acciones de mantenimiento que permita al puente desempeñarse como es requerido.

Los manuales de inspección permiten conocer los defectos que se pueden presentar en los elementos del puente, con base a estos defectos y a su gravedad, los inspectores asignan calificaciones a los elementos y al puente en general.

Existen diferentes métodos para ponderar las calificaciones y evaluar el estado de los puentes, a continuación, se presentan algunos.

2.4.3.1 Métodos de evaluación tradicionales

Las evaluaciones tradicionales son las más utilizadas en los sistemas de evaluación de puentes. Son aquellas elaboradas con base a los criterios definidos por la normativa de un país, teniendo en cuenta los datos de inspección levantados en campo para calificar la condición de los elementos del puente. Este método tiene la desventaja de no ser preciso con la evaluación del estado del puente de forma integral porque califica por rangos el estado de sus elementos teniendo un nivel de confianza bajo para acertar en la condición exacta en la que se encuentran los elementos y el puente en general.

2.4.3.2 Métodos de evaluación no tradicionales

Ya que el riesgo existente en un puente no se puede calcular de manera precisa porque los criterios que se utilizan para calificar su estado están basados en el conocimiento de los profesionistas que ejecutan la inspección, y estos criterios son ambiguos y subjetivos. La computación tradicional solamente trabaja con valores extremos, es decir, con valores como “sí” y “no” sin permitir la existencia de uno o varios puntos intermedios ocasionando que se califiquen erróneamente los criterios subjetivos de los inspectores. En cambio, la computación suave permite dar respuesta a una información que es imprecisa, es decir, que requiere una respuesta intermedia como “tal vez”. (Ying-Ming Wang et al., 2017) mencionan que esta información subjetiva y ambigua puede ser mejor administrada usando lingüísticas y teorías de conjuntos difusos.

Según Hurtado Palacio (2014) la lógica difusa proporciona una manera simple y elegante de obtener una conclusión a partir de información de entrada vaga, ambigua, de gran grado de imprecisión o incompleta. Esta mediante la fuzzificación convierte a un conjunto *crisp* (el cual emplea una lógica que ofrece un límite duro y nítido) a un conjunto difuso (el cual proporciona una transición suave entre los límites) (González Morcillo, 2012).

(Diciembre Sanahuja, 2017) menciona que el método más utilizado en la lógica difusa es el de inferencia de Mamdani, el cual utiliza un conjunto de reglas difusas y mediante un proceso de unificación de todas las salidas, de estas reglas se obtiene un único conjunto difuso por cada una de las variables de salida.

Por otro lado, el método de inferencia de Takagi-Sugeno-Kang (TSK) es un método basado en reglas difusas que nos ofrece de resultado una serie de funciones lineales, siendo muy útil para sistemas complejos. Este método no necesita realizar un proceso de defuzzificación debido al hecho de que no se obtiene ningún conjunto difuso sino un conjunto de funciones lineales.

Por otro lado, existen técnicas de reconocimiento de patrones estadísticos como los que manejan algoritmos que se basan en modelos autoregresivos (AR) y autoregresivos con entradas exógenas (ARX) que permiten identificar y localizar daños estructurales mediante las vibraciones captadas por sensores instalados en un puente (Cuartas et al., 2013).

2.4.4 Conservación

En el Manual para Conservación de Puentes y Estructuras Similares de la SCT (2018) se define la conservación como: “El conjunto de operaciones y trabajos necesarios para que una obra se mantenga con las características funcionales, resistentes y estéticas con las que fue proyectada y construida” (SCT,2018) y estas acciones deben ejecutarse al menos una vez al año. El tipo de conservación se elige con base a la gravedad de los daños, el presupuesto existente y la demanda de tráfico que se espera en el puente.

Según la SCT, existen tres tipos de conservación:

- La rutinaria que se realiza cada año para atenuar el deterioro de los puentes.

- La periódica que son obras de rehabilitación de carácter preventivo y;
- La reconstrucción la cual se realiza a estructuras con daños relevantes o condiciones de operación insuficientes.

También existen otros tipos de conservación como lo son la modernización y la sustitución. La modernización es una acción que ejecuta la modificación de la estructura del puente. La sustitución se ejecuta cuando es preferible cambiar la estructura entera de un puente a una nueva en lugar de mantener funcionando al puente en cuestión.

Las acciones de mantenimiento anteriormente mencionadas se pueden dividir en dos grandes grupos como se muestra a continuación.

Acciones preventivas	Acciones correctivas
<p>Las acciones preventivas son aquellas que tienen como fin proteger el estado de salud de los puentes, actuando con anticipación para que no se presente ningún daño que comprometa a su estructura ni a su funcionalidad.</p>	<p>Las acciones correctivas se ejecutan después de que el puente presenta daños que comprometen su funcionamiento. Se realizan para reparar los daños existentes y devolver al puente su estado de servicio original.</p>
<ul style="list-style-type: none"> · Rutinaria · Periódica 	<ul style="list-style-type: none"> · Reconstrucción · Modernización · Sustitución

Capítulo 3

ESTADO DEL ARTE

En esta sección, se analizan distintos manuales de inspección de acuerdo a la normativa internacional. El análisis se enfoca en identificar los elementos del puente que considera cada manual, reconocer los criterios de inspección que exponen y analizar la forma en la que llevan a cabo el proceso de evaluación de la condición de los elementos del puente, con el fin de destacar sus fortalezas y deficiencias.

Además, se analizan diferentes modelos de evaluación de puentes propuestos por investigadores internacionales donde se utiliza la lógica difusa.

3.1 Análisis de manuales de inspección internacionales con criterios tradicionales

La información que se utiliza al evaluar la condición de los elementos de un puente se recauda mediante una inspección visual ó detallada. Estas inspecciones se realizan bajo diferentes criterios que permiten al inspector calificar la condición de sus componentes y decidir qué tipo de mantenimiento se tendrá que ejecutar para mantener al puente en una condición deseada.

Los manuales analizados se clasificaron con respecto a la evaluación completa que se le asigna al activo. La evaluación del activo corresponde a dos tipos de calificación: global o individual. Una calificación global pretende incluir todos los deterioros encontrados en la estructura para asignar una sola calificación al puente. Por otra parte, una calificación individual indica la asignación de calificaciones a los elementos individuales de la estructura sin determinar una relación entre los deterioros encontrados para asignar una calificación general al puente.

3.1.1 Manuales con calificación global

El manual de Grupo técnico-convenio 587 de 2003 (2006) fue elaborado junto con el Instituto Nacional de Vías de Colombia en el año 2006 convirtiéndose en una herramienta de suma importancia para la evaluación y mantenimiento de los puentes nacionales. El manual se enfoca en categorizar en cuatro conjuntos principales a los elementos de un puente: superficie y equipamiento, superestructura, subestructura y todo aquello que no está contemplado en estas tres categorías, forma parte del conjunto denominado “otros”. A partir de esta clasificación se describe cada elemento junto a sus materiales. Además, se mencionan los daños que cada elemento suele presentar sin ponderar una calificación acorde a su severidad. Este manual no se apoya de ningún sistema que ejecute el proceso de evaluación. Los autores consideran al componente llamado “Puente en General” y mencionan que este componente enmarca la evaluación general de la estructura, considerando un funcionamiento integral de los elementos del puente. Sin embargo, no se determinan relaciones entre los elementos y su desempeño. En cambio, se consideran los factores externos que pueden estar afectando al

desempeño del puente en general, como el tráfico, condiciones del medio ambiente, trabajos de mantenimiento que se estén realizando en algún elemento o evidencia de modificaciones a la estructura en general. Al registrar estos factores, los profesionistas evaluadores deberán, bajo su propio criterio, especificar la prioridad de la reparación, así como la necesidad de realizar estudios detallados en algún elemento de la estructura.

Por otro lado, el manual mexicano de la SCT (2018), detalla los tipos de puentes, sus partes y los materiales con los que pueden estar contruidos. Explican cómo se desempeñan los elementos dentro de la estructura y el perfil que debe cumplir el inspector para levantar la información de campo requerida. Además, se describen los procesos de evaluación con el objetivo de recomendar el tipo de inspección necesaria para realizar la evaluación del puente, mostrando una metodología que permita ejecutar este proceso de evaluación. El manual mexicano de la SCT (2018), muestra una metodología que permite ejecutar el proceso de evaluación. Mostrando criterios para calificar la condición de un puente aplicables a inspecciones y evaluaciones visuales. Las calificaciones se generan con base en el criterio del inspector procurando homogeneizarlos mediante un catálogo de daños. Los autores de este manual se fundamentan en un análisis integral con calificaciones globales determinadas con base en los deterioros observados en cada elemento basándose en el tipo, la severidad y la extensión de los daños en cada uno de ellos.

Así mismo, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) desarrolló el Sistema de Administración de Puentes (SIAP) (Carrión et al., 2011) que ha servido de apoyo para evaluar el estado de estos activos viales y del cual el manual desarrollado por la SCT (2018) se apoya para asignar las calificaciones.

En la Tabla 1, se muestran los seis niveles de calificación empleados para el estado individual de cada elemento del puente propuestos por el Sistema de Administración de Puentes (SIAP), donde el nivel 5 representa una condición excelente, en cambio el nivel cero es una condición de falla.

Nivel	Descripción
5	Condición excelente
4	Condición buena
3	Condición aceptable
2	Condición regular
1	Condición mala o defectuosa
0	Condición de falla

Tabla 1. Descripción de niveles del Sistema de Administración de Puentes (SIAP) (SCT,2018)

Por cuestiones de practicidad, los autores del manual de la SCT (2018) recomiendan que los elementos que ellos clasifican como principales del puente: superestructura, subestructura, superficie de rodamiento, cimentación (socavación), y demás elementos estructurales, se califiquen en alguno de los niveles que se muestran en la Tabla 1. Al término de la inspección, el jefe de la brigada procederá a dar una calificación del estado global del puente, con base en las calificaciones de la Tabla 1 para cada componente del puente, clasificándolo globalmente en uno de los tres grados que se muestra en la Tabla 2 con base a la descripción que se menciona en la misma.

Grado de deficiencias	Descripción	Necesidad de atención
Grado “A”	Puentes o estructuras que presentan una o más deficiencias graves que impliquen un peligro inminente para la seguridad pública o que puedan ocasionar la interrupción prolongada del tránsito sobre el puente.	Requiere atención inmediata.
Grado “B”	Aquellos que presenten una o varias deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hacia deficiencias graves.	Requiere atención a mediano plazo (seis años).
Grado “C”	Los que solo presenten deficiencias menores con evolución lenta.	Mantenimiento rutinario.

Tabla 2. Grado de deficiencias con respecto al rango de calificaciones. (SCT, 2018)

El manual de Perú MTC (2006) describe el proceso de inspección y la frecuencia con la que se debe ejecutar. Además, describe los tipos de puentes que pueden existir, definiendo seis calificaciones para la condición global de la estructura, determinando su condición con base en el avance de los deterioros encontrados en los elementos que el manual considera como primarios o críticos. Estas categorías se clasifican con números del cero al cinco, donde cero indica un estado excelente y cinco indica un estado extremadamente deteriorado. Sin embargo, el manual no especifica los rangos de aceptación ni proporciona una descripción de la progresión del deterioro. No cuentan con un sistema de evaluación de puentes, los autores mencionan que el ingeniero inspector en conjunto con el supervisor de mantenimiento debe ejecutar la evaluación y estimación de los recursos necesarios para darle mantenimiento a la estructura.

3.1.2 Calificación individual

El manual de Ontario, Canadá (Ministry of transportation, 2008) describe el proceso de la inspección, así como los daños que se pueden presentar en los elementos principales de un puente dependiendo del material del que esté conformado. Presenta criterios de evaluación de cada daño para calificarlos en cuatro niveles: ligero, medio, severo y muy severo. Al obtener la calificación individual de los deterioros observados, se realiza una clasificación del estado del elemento considerando su severidad, asignándole al elemento una etiqueta de: excelente, bueno, justo, pobre. Los elementos del puente se analizan de forma individual

haciendo recomendaciones de mantenimiento periódico, preventivo y correctivo para ciertos deterioros encontrados en diferentes elementos. El manual no presenta ningún sistema en el que se apoye para ejecutar el proceso de evaluación de las estructuras inspeccionadas. El material auxiliar que se presenta en el manual de Ontario para la inspección, es la determinación de algunas relaciones entre daños presentes en diferentes elementos, fotografías que ejemplifican los daños en campo e ilustraciones que definen la magnitud de daño que se inspeccionó.

Del mismo modo, el manual de Costa Rica (MOPT, 2007) en colaboración con expertos japoneses, tiene como objetivo establecer criterios de inspección y evaluación de la condición de los puentes existentes. Los elementos se clasifican en cuatro categorías: accesorios, superestructura, subestructura y accesos de aproximación, mencionando el tipo de elemento junto a sus materiales. Además, se expone cómo se deben documentar los resultados de la inspección. Asigna dos tipos de calificaciones, una numérica y otra basada en rangos de acuerdo a los valores de las normas. En la parte numérica se establecen calificaciones del 1 al 5, siendo 1 el mejor estado y 5 el estado más deteriorado. Los autores mencionan que cuentan con un sistema de evaluación de puentes que incluye un inventario y una sección del grado de daño. En esta sección de grado de daño se registran las calificaciones asignadas a los deterioros encontrados en la estructura, resaltando que si un elemento se encuentra en un grado de daño severo, no significará que el componente que lo incluye se encontrará en un nivel de deterioro avanzado. Si embargo, los autores no explican cómo se ejecuta el proceso de evaluación de la estructura. Los autores de este manual intentaron disminuir el sesgo personal en la evaluación de los elementos del puente, estableciendo criterios donde el objetivo que se persigue es homogeneizar las calificaciones de los inspectores. Lo que establecen los autores son rangos definidos de aceptación para evitar la consideración de criterios personales u opiniones. El manual presenta algunas recomendaciones de medidas de seguridad que deben tomar los inspectores y los usuarios durante los trabajos de mantenimiento. No obstante, no presenta un catálogo de acciones de mantenimiento de ningún tipo.

Otro manual que presenta calificaciones individuales, es el manual estadounidense (AASHTO, 2010). Tiene como objetivo presentar todas las partes que conforman a un puente para calificarlos de forma integral. Sin embargo, no presenta un criterio para ponderar una calificación al puente con base en los elementos inspeccionados. Los elementos que se presentan son los componentes principales del puente, que aportan la seguridad y la condición de servicio necesarios para su correcto desempeño. Estos elementos se califican en cuatro condiciones, a cada condición le corresponde una calificación tal como se muestra en la Tabla 3.

Calificación	Condición
Bueno	Condición 1
Justo	Condición 2
Pobre	Condición 3

Severo	Condición 4
--------	-------------

Tabla 3. Calificaciones manejadas en el Manual AASHTO (2019)

En la condición 1, se establece que el estado del elemento es el adecuado, solamente se requiere revisar su sistema de protección y monitorearlo. En la condición 2 aún no se compromete el desempeño del puente, sus acciones de mantenimiento son revisar su sistema de protección y reparar los elementos deteriorados. En la condición 3 se presentan deterioros moderados a severos siendo necesario ejecutar acciones como revisar su sistema de protección, reparar los elementos deteriorados y rehabilitar a los elementos que lo requieran. Por último, la condición 4 incluye a todos los defectos que están más allá de los límites, requiriendo una revisión estructural del puente, pues su estabilidad se ve comprometida en este punto; las acciones que se ejecutarán serán revisar su sistema de protección o reemplazar al puente. Dispone de un apartado para la documentación de los hallazgos de la inspección. Se hacen recomendaciones para los informes requeridos para la evaluación de la condición del puente.

El manual considera al sistema de gestión de puentes PONTIS para registrar el estado de los activos inspeccionados. Además, su metodología de evaluación CoRe proporciona un enfoque integral para la evaluación de puentes y ayuda a los gobiernos a tomar decisiones sobre el mantenimiento de los puentes.

El manual de Nueva Jersey, Estados Unidos (New Jersey Department of Transportation, 2014) presenta los elementos y calificaciones basados en el manual AASHTO (2010). Añade un conjunto de elementos obtenidos en la Agency Developed Elements (ADE) describiéndolos de manera detallada junto con los deterioros que se pueden presentar en el material a causa de factores ambientales. Este manual determina algunas calificaciones según el deterioro funcional, aunque la mayoría de las calificaciones están basadas en los deterioros del material. Para asignar una calificación, se proporcionan criterios de inspección junto con secciones de comentarios que aclaran puntos específicos. La calificación final del elemento se determinará según el daño más severo encontrado en él. El método de evaluación en este manual está enfocado en la inspección de los diferentes elementos que componen un puente. Los autores mencionan que, en lugar de evaluar el puente como una sola unidad, se califican de forma individual cada uno de los elementos. Además, el manual no hace mención específica al uso de un sistema de gestión o evaluación para la revisión y calificación del puente.

El manual de Sudáfrica (COTO, 2018) publicado por “The South African National Roads Agency SOC Limited” describe el proceso de inspección y el perfil que requieren los profesionistas para ejecutar la inspección. Además, menciona que los elementos se inspeccionan de acuerdo al tipo del puente analizado, clasificando los defectos y señalando los más comunes en los elementos del puente. El sistema de evaluación que utiliza este manual se denomina por sus siglas en inglés “DER”, donde se analiza el grado del deterioro (D), la extensión del daño (E) y la Relevancia que tiene el daño (R). Esta clasificación se muestra en la Tabla 4. El sistema permite calificar el estado de los elementos de un puente con base a 5 calificaciones determinadas con números del cero al cuatro, siendo el cero un grado sin defectos visibles y cuatro un grado de estado severo. Además, se determina la extensión del daño encontrado en los elementos junto con su relevancia mediante el factor

“R”, el cual es el más difícil de evaluar, pues requiere inspectores muy capacitados para ejecutar esa tarea. Existen dos excepciones de calificación: una “X” determinando que no se puede ponderar un grado de daño al elemento y una “U” que establece que no es posible inspeccionar al elemento.

Calificación	D (Grado)	E (Extensión)	R (Relevancia)	
X	No aplica			
U	No es posible inspeccionarlo			
0	No tiene defectos visibles			
1	Menor	Local	Mínimo	No existen problemas estructurales o de seguridad
2	Moderado	Más que local	Moderado	Algunos problemas posibles en la integridad estructural o en la seguridad
3	Alerta	Menos que general	Mayor	Integridad estructural o seguridad comprometidos
4	Severo	General	Crítico	Impacto potencialmente serio en la integridad estructural y/o seguridad del usuario

Tabla 4. Calificaciones DER (COTO, 2018).

Para ponderar la calificación se requiere elegir cuál es el defecto más grave de entre los calificados, después se le otorga valores con respecto a su grado, extensión y relevancia, convirtiendo estos valores en la calificación única del elemento evaluado. A los defectos restantes también se les califica con la intención de dar un seguimiento a su estado y ejecutar acciones de mantenimiento al elemento si así lo requiere. Para priorizar las acciones de mantenimiento a los puentes que se encuentran en un estado más deteriorado que otros se determina un nivel de urgencia.

Su metodología de evaluación establece relaciones entre los defectos de los elementos para indicar cómo afectan al desempeño del puente. Sin embargo, el sistema no considera las condiciones externas del puente, las cuales pueden influir en la aparición de deterioros prematuros en sus elementos.

3.1.3 Comparativa entre los manuales internacionales de inspección y evaluación

Se analizaron 8 manuales internacionales de inspección y evaluación con base a 11 elementos analizados y su comparativa se muestra en la Tabla 5.

Internacionalmente existen diferentes tipos de puentes, es por eso que es necesario identificar la cobertura que tiene cada manual sobre los tipos de puentes para ejecutar sus inspecciones. En el caso de México, los tipos de puente más utilizados y analizados son de tipo losa y de viga.

Los manuales se encargan de inspeccionar y evaluar la condición en la que se encuentra un puente con diferentes enfoques, en esta comparativa se presentan dos: enfoque correctivo y enfoque preventivo. La determinación de los enfoques se da con base en las calificaciones y los criterios de evaluación que cada manual determina. Un enfoque preventivo tiene como objetivo identificar el deterioro progresivo de los elementos de un puente a través del tiempo. En cambio, el enfoque correctivo permite la aparición de deterioros más severos.

Manual	País	Tipo de puentes considerados	Componentes principales y secundarios	Deterioros evaluados	Criterio de evaluación	Relación entre elementos	Calificaciones	Tipo de calificación del puente	Enfoque	Recomendaciones	Tipo de evaluación.
Ontario Structure Inspection Manual (Ministry of transportation, 2000)	Canadá	No especifica.	No.	De materiales.	No presenta.	No.	Cuatro condiciones.	Individual.	Correctivo.	Correctivas.	Tradicional.
Manual para inspección visual de puentes y pontones (Grupo técnico-convenio 587 de 2003, 2006)	Colombia	Losa, viga, arco, colgantes, armadura.	No.	De materiales.	Personal.	No.	Tres niveles descriptivos.	Global.	Correctivo.	No presenta.	Tradicional.
Manual de inspección de puentes (MOPT, 2007)	Costa Rica	Losa, viga, arco, colgantes, atirantados, armadura y “otros”.	No.	De materiales.	No presenta.	No.	Cinco grados de daño.	Individual.	Correctivo.	No presenta.	Tradicional.
Manual para inspección de puentes 2018 (SCT, 2018)	México	Losa, viga, arco, colgantes, atirantados, armadura y “otros”.	No.	De materiales y funcionales.	Calificaciones SIAP.	No.	Seis condiciones.	Global.	Correctivo.	Correctivas.	Tradicional.
Guía para inspección de puentes (MTC, 2006)	Perú	Losa, viga, pórtico, arco, colgante, atirantado, modular, reticulado, alcantarilla.	No.	De materiales y funcionales.	Personal.	Sí.	Seis calificaciones globales.	Global.	Correctivo.	Periódicas. Preventivas. Correctivas.	Tradicional.
Bridge element inspection manual (New Jersey Department of Transportation, 2014)	Estados Unidos	No especifica.	No.	De materiales, funcionales y medio ambientales.	No presenta.	Sí.	Cuatro condiciones.	Individual.	Correctivo.	No presenta.	Tradicional.
AASHTO Bridge Element Inspection Guide Manual (AASHTO, 2010)	Estados Unidos	No especifica.	No.	De materiales, funcionales y medio ambientales.	Sistemas PONTIS y CoRe.	No.	Cuatro condiciones.	Individual.	Correctivo.	No presenta.	Tradicional.
Manual for the Visual Assessment of Road Structures (COTO, 2018)	Sudáfrica	Losa, viga, arco.	No.	De materiales, funcionales y medio ambientales.	Calificaciones DER.	No.	Cinco calificaciones dentro de tres categorías.	Individual.	Correctivo.	Periódicas. Preventivas. Correctivas.	Tradicional.
Propuesta de modelo difuso de evaluación integral.	México	Losa y de viga.	Sí.	De materiales, funcionales y condiciones.	Inferencia Difusa (Modelo Mamdani)	Sí.	Cuatro condiciones.	Integral.	Preventivo.	Periódicas. Preventivas. Correctivas.	Lógica difusa.

Tabla 5. Comparativa entre manuales internacionales

Los elementos del puente generalmente se clasifican en componentes según su ubicación o su función. Esto facilita la ubicación de los elementos en el proceso de inspección. En los manuales, con base a la ubicación de los elementos y el desempeño que tienen dentro del puente, los elementos pueden clasificarse por conjuntos para facilitar la ejecución de las inspecciones, así como la determinación de calificaciones en el momento de ejecutar la evaluación de la condición de los componentes. Estos elementos presentan deterioros que a nivel general se pueden clasificar en tres tipos: de materiales, funcionales, medioambientales y de condiciones., y se califican con respecto a su severidad asignándoles un nivel de importancia que representa en el desempeño del puente.

Con base a las calificaciones asignadas a la condición de los elementos individuales se determina una calificación general del puente y se suele dar de dos maneras:

- Global, tomando la condición de algunos factores y elementos principales del puente. Con base a estos se da una calificación a la estructura.
- Integral, en la cual se establecen niveles de importancia entre los elementos de un puente ponderando los deterioros encontrados en cada uno.

La determinación de las condiciones correspondientes contribuye a la toma de decisiones para seleccionar el tipo de mantenimiento a ejecutar. Sin embargo, en algunas ocasiones también ayudan a determinar la periodicidad en que un mantenimiento debe aplicarse, con el fin de acortar o alargar los tiempos entre mantenimientos. Este ajuste en la periodicidad se debe a las condiciones externas a las que algunos elementos del puente se someten y pueden dañarse prematuramente.

La selección de los manuales de inspección y evaluación analizados fue con base a sus alcances principalmente en los puentes de losa y viga para acotar la investigación. En este caso, todos los manuales cumplieron con este requisito, pues estos dos tipos de puentes son los más comunes y sencillos de analizar. Sin embargo, los manuales que más alcance tienen respecto a los tipos de puentes considerados son el MTC (2006), SCT (2018) y MOPT (2007). Estos dos últimos manuales consideran una sección para diferentes tipos de puentes (no especificados) llamada “otros”, dándonos a entender que los puentes que no están descritos en el manual pueden analizarse bajo esta clasificación. Por otro lado, hay manuales como AASHTO (2010), New Jersey Department of Transportation (2014) y Ministry of transportation (2000) que no especifican qué tipo de puentes se pueden analizar con los criterios definidos en el manual.

Los componentes en los que los manuales clasificaron a los elementos de los puentes varían dependiendo del manual y de la manera en la que esta clasificación se realizó. En general, los manuales describen tres componentes en común: superestructura, subestructura y elementos debajo del puente. Estos componentes abarcan a los elementos principales de la estructura, omitiendo la influencia que tienen los elementos secundarios sobre el desempeño y la condición del puente. Esto ocasiona que, en la evaluación de este activo, solamente se ejecuten acciones de mantenimiento a los elementos principales, causando un deterioro

avanzado de los elementos secundarios. En cambio, en nuestro catálogo propuesto consideramos cinco componentes principales (drenaje, tablero, superestructura, subestructura y condiciones) en donde se clasificaron todos los elementos principales y secundarios del puente según su ubicación, desempeño e importancia.

Con base a los elementos individuales de cada componente se determinan los deterioros que se evalúan, a nivel general se pueden clasificar en tres tipos: de materiales, funcionales, medioambientales y de condiciones. Todos los manuales comparten el análisis de los deterioros sobre los materiales ya que cada material se conforma de diferente manera a la intemperie y algunos se deterioran con mayor rapidez que otros. Evaluar los deterioros con base en su material es de gran importancia, sin embargo, algunos manuales como SCT (2018), MTC (2006), New Jersey Department of Transportation (2014), AASHTO (2010), COTO (2018) y en la presente propuesta, se encargan de analizar los factores externos que ocasionan un mayor progreso en el deterioro de los materiales de cada elemento. Esto toma gran importancia al momento de determinar la periodicidad en la que se deben ejecutar las acciones de mantenimiento en la estructura. Sin embargo, no existe una homogeneización en la forma en la que los distintos manuales asignan calificaciones, ya que, al calificar un puente, aún, siendo la misma persona quien lo evalúe, para cada manual el resultado puede ser distinto.

En nuestro catálogo, con base en lo que representa la severidad de los deterioros en el funcionamiento de la estructura, fue posible los niveles de importancia de cada elemento sobre el desempeño del puente. Los elementos individuales los clasificamos por niveles, comenzando con los componentes del puente, seguido del factor que representan los elementos de estos componentes dentro de la estructura: los funcionales son aquellos que no desempeñan un trabajo de resistencia en la estructura y si la estructura no cuenta con estos elementos en un buen estado no representan un riesgo inminente de colapso. En cambio, los estructurales son aquellos elementos que sí resisten las cargas aplicadas dentro del puente, y si estos se encuentran en un mal estado requerirán de una atención inmediata para no comprometer la seguridad de la estructura o de los usuarios. Además, se determinan las propiedades que conforman a cada elemento con el objetivo de determinar las relaciones que existen entre los elementos del puente.

Los manuales clasifican por conjuntos a sus elementos al momento de mostrar los criterios de inspección y evaluación de cada elemento. Sin embargo, el manual COTO (2018) no realiza una clasificación de estos elementos. En cambio, en nuestra propuesta presentamos una tabla de clasificación modular de elementos que permite asignar niveles de importancia a cada elemento y deterioro inspeccionado, haciendo posible determinar relaciones entre los elementos de la estructura. En cambio, solamente en el manual MTC (2006) y New Jersey Department of Transportation (2014) determinan relaciones entre elementos (limitados) para calificar de manera global a la estructura. Los demás manuales, no tienen determinadas las relaciones que existen entre los elementos, impidiendo determinar la importancia de cada daño encontrado sobre la calificación global de la estructura.

Las calificaciones individuales que se otorgan en los manuales varían dependiendo de los criterios presentados. Algunos de los manuales como son el manual SCT (2018), AASHTO (2010), COTO (2018) y nuestro trabajo, se auxilian de sistemas de calificación que permiten asignar de manera eficaz la calificación a la condición de cada elemento. Sin embargo, los demás manuales no mencionan ningún sistema en el que se apoyan para realizar esta toma de decisión. Algunos manuales como el Grupo técnico- convenio 587 de 2003 (2006) y el MTC (2006) mencionan que el profesional deberá elegir la calificación final del componente analizado con base en su experiencia, dejando una alta posibilidad a que el criterio personal altere los resultados de la evaluación del puente.

Generalmente los manuales presentan cuatro o más calificaciones para cada deterioro. Sin embargo, el manual MOPT (2007) no exhibe calificaciones para todos los elementos del puente que se mencionan. Además, los criterios de inspección expuestos permiten un alto error humano, pues las descripciones son ambiguas. Esta misma situación ocurre en el manual SCT (2018), los criterios de inspección que se presentan son ambiguos y muy generales, permitiendo un alto error humano al momento de la evaluación de la condición de los elementos.

El error humano tiene una alta influencia en el proceso de evaluación. En todos los manuales internacionales analizados, el proceso de evaluación se ejecuta de manera tradicional, es decir que solamente permite al inspector asignar una calificación sobre la condición del elemento, a pesar de que esta no se cumpla completamente. Es por eso que en nuestro trabajo utilizamos la lógica difusa como método de evaluación, ya que esta permite que el inspector elija el grado de pertenencia de la condición en la que se encuentra el elemento inspeccionado, permitiendo así conocer el progreso del deterioro presente.

Existen deficiencias en el momento de asignar una calificación a la condición de la estructura. Los manuales Ministry of transportation (2000), MOPT (2007), New Jersey Department of Transportation (2014), AASHTO (2010) y COTO (2018) solamente presentan calificaciones sobre los elementos individuales, y los manuales Grupo técnico- convenio 587 de 2003 (2006), SCT (2018) y MTC (2006) presentan calificaciones globales de la condición de la estructura, sin determinar la importancia de cada deterioro presente en la estructura. En el mismo contexto, en nuestra propuesta contemplamos cuatro niveles de severidad para las propiedades de cada elemento, además de presentar tres calificaciones para los elementos evaluados permitiendo determinar el daño que se encuentra en cada componente y la importancia que tiene sobre el funcionamiento de la estructura de manera integral. Esto último con la finalidad de permitir asignar una periodicidad en las inspecciones o acciones de mantenimiento, así como la determinación de los trabajos de mantenimiento desde un punto de vista preventivo.

En lo que concierne las recomendaciones de mantenimiento, los manuales Grupo técnico- convenio 587 de 2003 (2006), MOPT (2007), New Jersey Department of Transportation (2014) y AASHTO (2010) no presentan recomendaciones de mantenimiento. Por otro lado, los manuales Ministry of transportation (2000) y SCT (2018) presentan recomendaciones de

mantenimiento correctivos. Los únicos manuales que presentan algunas recomendaciones de mantenimiento periódico, preventivo y correctivo son el manual MTC (2006) y COTO (2008). Por nuestra parte, en el trabajo desarrollado, presentamos recomendaciones de acciones de mantenimiento periódicas, preventivas y correctivas para todos los elementos del puente.

Resaltamos que nuestra propuesta es el único trabajo que presenta un enfoque preventivo, con el objetivo de permitir identificar la condición en la que se encuentra un elemento y la progresión de su deterioro, para reducir costos de mantenimiento y elongar la vida útil del puente sin que sus elementos lleguen a un estado de deterioro avanzado. En cambio, los demás manuales analizados presentan un enfoque correctivo, donde se prioriza la evaluación acorde a la aparición de deterioros en etapas avanzadas.

3.2 Análisis de proyectos de evaluación de activos viales utilizando la lógica difusa

Rogulj, K., et al. (2021) Realizaron una metodología de evaluación de la condición de los puentes con un enfoque que usa la media geométrica ponderada difusa (FWGM por sus siglas en inglés) para reducir el número de reglas “if-then” utilizadas en la lógica difusa con el fin de disminuir el nivel de conocimiento requerido para realizarlas, pues los autores mencionan que la lógica difusa requiere muchas de estas reglas que son definidas solamente por expertos.

Para ejecutar la evaluación se realiza una asignación de calificaciones a los elementos de los puentes mediante la utilización de conjuntos difusos. Un experto debe inspeccionar visualmente los elementos con el apoyo de otros cinco expertos para definir la importancia estructural de cada elemento. A pesar de la experiencia de los expertos, se reconoce que sus opiniones pueden ser subjetivas y dar estimaciones inexactas, por lo que se decidió utilizar la lógica difusa. Se determinan cinco conjuntos difusos con las etiquetas lingüísticas de: extremadamente malo, muy malo, malo, medianamente bueno y bueno, y se determinó que la función de membresía triangular era la más adecuada para este tipo de evaluación debido a su cresta reducida. Una vez asignada la importancia estructural, se calculan las calificaciones de los elementos del puente y se defusifican utilizando el método del centroide.

A continuación, las calificaciones resultantes se compararon entre sí utilizando los principios del método AHP y la escala de comparación Saaty. Se multiplicó la importancia relativa de cada elemento por su calificación y se sumaron los productos para obtener una estimación de la condición general del puente.

Con este trabajo concluyeron que se desarrolló una herramienta práctica y adecuada siendo la metodología la que ayude a los ingenieros estructurales expertos y a los encargados de tomar decisiones alcanzar un juicio sistemático y adecuado para la recuperación, rehabilitación o demolición de los puentes analizados.

El sistema propuesto por Markiz N., et al., (2018) está basado en lógica difusa y matrices de factorización probabilísticas Gaussianas, diseñado para apoyar a los encargados del mantenimiento de puentes en la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento, reparación y sustitución de estos. Además de tener como objetivo priorizar las acciones de mantenimiento. Este sistema funciona mediante la generación de calificaciones utilizando matrices de factorización probabilísticas Gaussianas. Estas calificaciones se obtienen a partir de los valores de entrada proporcionados por los usuarios, y el sistema asigna recomendaciones para el mantenimiento de los componentes del puente, mostrando la vida de servicio restante de los componentes. Se validó el sistema mediante un caso de estudio en el cual se compararon los resultados obtenidos con puentes similares. Además, se consultó a expertos administradores de puentes para evaluar la precisión del sistema confirmando que el sistema presenta una precisión aceptable.

En un estudio realizado en Filipinas por Lau J., et al., (2018), se desarrolló un programa con un proceso sistemático basado en la lógica difusa para la gestión de puentes. Este programa fue implementado utilizando el software MATLAB. La información utilizada fue recopilada con sensores instalados en las vigas y pilares, que, según los autores, son los elementos clave de la estructura del puente estudiado. Los sensores proporcionan datos en tiempo real sobre el estado del puente, que se pueden clasificar en cuatro categorías: bueno, aceptable, deficiente y malo. Estas categorías también se utilizaron como funciones de membresía para llevar a cabo una evaluación difusa del estado del puente, asignándoles un factor de importancia a cada una. El enfoque de este trabajo fue preventivo, es decir, su objetivo es detectar de manera temprana posibles daños en el puente, con el fin de tomar medidas preventivas de mantenimiento.

En el estudio realizado por Cheng, Jin. et al., (2018) se desarrolló un método enfocado en la administración de los riesgos que existen en un puente asociados a su construcción. Su modelo combina el proceso de jerarquía analítica (por sus siglas en inglés FAHP) basado en una escala de tres puntos junto con la teoría de conjuntos difusos y de lógica difusa. Realizan un caso de estudio aplicando este método y se concluye con respecto al uso de la lógica difusa, que es viable aplicarla en la administración de los riesgos durante la construcción de un puente y podría ser aplicada en otros campos de la ingeniería.

En el estudio realizado por Gallegos Cornejo (2021) se desarrolló un modelo difuso para evaluar las condiciones de los activos viales, que abarcan al pavimento, el drenaje, los activos de seguridad y los activos geotécnicos, con el fin de gestionar su mantenimiento y administrar sus riesgos. El autor propone establecer relaciones entre los elementos para ejecutar una evaluación integral. Para esto, se diseñó un catálogo modular de elementos para identificar las propiedades que deben evaluarse en cada elemento. Además, al finalizar la evaluación, la clasificación modular facilita la identificación de los elementos que se encuentren en mal estado. En el proceso de evaluación, se utilizan los conjuntos difusos con formas triangulares y piramidales, utilizando el sistema de inferencia Mamdani, el cual permite modelar el razonamiento aproximado de los inspectores.

Los autores concluyen que su propuesta permite a los administradores identificar las prioridades de atención, evaluar el estado global o individual de las vías y determinar el grado de deterioro en el que se encuentran los activos.

Por último G. Ali et al., (2019) estudian en Missouri el deterioro de los componentes de un puente: superestructura, subestructura y tablero. Con el objetivo de desarrollar un modelo de estadística lineal (LM) usando regresión lineal como punto de referencia para evaluar el desempeño de un modelo de redes neuronales (NN) que permita optimizar las acciones de mantenimiento y rehabilitación en los puentes. El modelo se desarrolló para predecir el deterioro de los puentes ofreciendo la información necesaria a los profesionistas para ejecutar las acciones de mantenimiento requeridas para los puentes de forma individual o grupal. Los parámetros de entrada utilizados fueron obtenidos de las inspecciones anuales ejecutadas por la administración federal de carreteras (por sus siglas en inglés FHWA) y fueron entre otros: año de construcción, tipo de estructura, geometría, entre otros. No se utilizaron datos específicos de deterioros presentes. Se concluye que la comparación entre el modelo NN y LM fue exitosa y el modelo NN tiene levemente mejor precisión. Se menciona que este modelo funciona mejor para puentes de claros largos.

3.2.1 Comparativa de los trabajos que emplean la lógica difusa en la evaluación de activos viales

Se realizó un análisis de los trabajos de investigación más recientes que hacen uso de la lógica difusa como una herramienta para la toma de decisiones en el ámbito de la ingeniería civil. Este análisis se consideró el enfoque de dichos estudios y las conclusiones obtenidas en relación a la eficacia que aporta la aplicación de la lógica difusa como instrumento de evaluación. La comparativa de estos trabajos se muestra en la Tabla 6.

Autores	Tema	Enfoque	Herramienta	Conclusión
Rogulj, K., et al., 2021	Metodología de evaluación de la condición de los puentes.	Enfocado en clasificar los puentes con respecto a su prioridad de atención.	Lógica difusa.	Se confirma que es una herramienta práctica y adecuada para tomar decisiones sobre las acciones de mantenimiento necesarias sobre los puentes.
Markiz N., et al., 2018	Sistema para el apoyo en la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento, reparación y sustitución de puentes.	Enfocado en las acciones de mantenimiento en la etapa conceptual de diseño.	Lógica difusa y matrices de factorización probabilísticas Gaussianas.	Se confirma que el sistema presenta una precisión aceptable.
Cheng, Jin. et al., 2018	Método enfocado en la administración de los riesgos que existen en un puente asociados a su construcción.	Enfocado en la medición de riesgos en la construcción.	Proceso de jerarquía analítica y lógica difusa.	Es viable aplicarla en la administración de los riesgos durante la construcción de un puente y podría ser aplicada en otros campos de la ingeniería.
Gallegos Cornejo, J. C., 2021	Modelo difuso para evaluar las condiciones de activos viales, con el fin de gestionar su mantenimiento y administrar sus riesgos.	Enfocado en evaluar pavimentos, drenaje, activos geotécnicos y de seguridad.	Lógica difusa.	Permite a los administradores identificar las prioridades de atención, evaluar el estado global o individual de las vías y determinar el grado de deterioro en el que se encuentran los activos.

Nuestra propuesta	Modelo difuso para evaluar la condición de puentes de tipo losa y de viga para la toma de decisiones sobre el mantenimiento de estos activos.	Enfocado en evaluar la condición de los puentes y la urgencia de atención para la ejecución de los trabajos de mantenimiento necesarios.	Lógica difusa.	Es viable y práctico utilizar la lógica difusa para procesar la información de las inspecciones y conocer la condición de los puentes evaluados. Permitiendo tomar decisiones sobre las acciones de mantenimiento que se requieren ejecutar en estos.
--------------------------	---	--	----------------	---

Tabla 6. Comparativa de los trabajos que utilizan la lógica difusa como herramienta para la toma de decisiones.

Todos los trabajos analizados presentan la aplicación de la lógica difusa como herramienta en la toma de decisiones sobre la evaluación de activos viales. Todos los trabajos excepto el Gallegos Cornejo (2021) tienen como objetivo analizar la condición de los puentes y los riesgos asociados a su función. Sin embargo, la diferencia entre estos trabajos se presenta en el desarrollo de su investigación: el trabajo de Rogulj, K., et al., (2021) analiza la condición de los puentes con base en criterios de normativa existente, evaluando su condición para así clasificar a los puentes según su estado y la prioridad de atención dentro de la red vial. El trabajo de Markiz N., et al., (2018) analiza la condición de los puentes para la toma de decisión con respecto a su mantenimiento, sin embargo, las decisiones toman lugar en la etapa de diseño de estos activos. El trabajo de Cheng, Jin. et al., (2018) se enfoca en la medición y administración de los riesgos existentes en la etapa de construcción de los puentes.

Por otro lado, el trabajo de Gallegos Cornejo, (2021) estudia activos viales que no consideran a los puentes, sin embargo, este trabajo también utiliza la lógica difusa para evaluar la condición de los activos viales estudiados, para facilitar la toma de decisiones sobre su mantenimiento y la administración de los riesgos asociados a su condición.

Nuestro trabajo se diferencia principalmente por su enfoque preventivo en la evaluación de la condición de puentes de tipo losa y viga, la metodología de desarrollo y las herramientas que se ofrecen: catálogo modular de elementos, manual de inspección y evaluación, propuestas de tratamientos de acciones de mantenimiento y el modelo difuso de evaluación integral. Nos centramos en conocer mediante la lógica difusa la condición de los puentes existentes en la red vial, así como, conocer la urgencia de atención de estos. Esto se logra con la ayuda de herramientas que se desarrollaron en el proceso: un catálogo modular de elementos del puente, un manual de criterios de inspección y evaluación, así como la generación de tratamientos de acciones de mantenimiento. El desarrollo de nuestro trabajo facilita a los profesionistas procesar la información recopilada en la inspección para conocer la condición de los puentes evaluados y tomar decisiones sobre las acciones de mantenimiento que se deberán ejecutar, así como los tiempos de ejecución de estas.

Capítulo 4

CATÁLOGO DE ELEMENTOS DEL PUENTE

La principal deficiencia que presentaron los manuales de inspección y evaluación es la falta de la generación de relaciones entre los elementos de un puente. Sin estas relaciones no es posible llevar a cabo una evaluación integral del puente identificando los elementos dañados que influirán a un daño prematuro de los elementos contiguos.

Es por esta razón que en nuestro catálogo determinamos relaciones entre los elementos clasificándose en módulos para facilitar la generación de estas relaciones. Los módulos fueron divididos en 5 componentes: drenaje, tablero, superestructura, subestructura, y condiciones. Estos componentes clasifican a los elementos que los componen dependiendo del factor que representan dentro de la estructura, acompañándose de las propiedades que se deben evaluar para identificar la condición del elemento para evaluar de forma integral al componente y al puente.

A continuación, se describe cómo se elaboró la clasificación de los elementos dentro de cada componente y la determinación de las relaciones entre estos.

Drenaje

En los manuales internacionales, el drenaje no se toma como un componente de alto impacto, ni consideran a los elementos que lo componen, solamente se hace mención de algunas propiedades generales que se evalúan para conocer el estado general del sistema de drenaje. En nuestro caso, en el ANEXO A “CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES” se explican cuáles son las propiedades que debemos satisfacer para cada uno de los elementos considerados para la evaluación del drenaje.

En este catálogo modular se considera de gran importancia el drenaje de un puente, ya que, el buen funcionamiento de este, evita que aumente la posibilidad del deterioro prematuro del resto de los componentes del puente con los cuales se conecta el drenaje. Todos los elementos comprendidos en esta clasificación son funcionales. Esto quiere decir que si no se encuentran desempeñándose como es esperado, no habrá un riesgo de colapso de la estructura, sin embargo, no se debe omitir su evaluación y mantenimiento para que el puente funcione de acuerdo a los límites establecidos en su diseño.

Se identificaron los elementos más utilizados en el drenaje de un puente y se dividieron en dos grandes grupos: obras de drenaje principales y obras de drenaje complementarias. Las obras de drenaje principales contienen dos elementos: drenes de piso o tubo y bajadas, y los drenes para muro de contención. En la zona del tablero se encuentran los drenes de piso o tubo y sus bajadas. Este elemento se encarga de expulsar el agua que se acumula en las lluvias guiada a estos por el bombeo de la superficie de rodadura y por la guarnición. Pueden tener

dos tipos de bajada, la primera es una pequeña sección de tubería que evita que el agua que baja por el dren se adhiera a los elementos de la superestructura o la segunda que son conexiones de tubería que bajan a través de la subestructura hasta una obra de captación debajo del puente. Estos elementos tienen cuatro propiedades principales a evaluar:

- Pérdida de sección. En esta propiedad se analiza la pérdida de área en el tubo del dren ya que la aparición de este deterioro evita que el tubo dirija de manera exitosa el agua a su salida.
- Características de diseño. En esta sección se considera el alineamiento, la ubicación y la geometría del elemento, es decir, el diseño y ejecución correctos con base a la normativa siendo capaces de desempeñarse de la manera que se espera.
- Contaminación. Una propiedad muy importante a evaluar es la suciedad. Existen dos propiedades consideradas; obstrucción y contaminación como tal. La contaminación considera la suciedad que se encuentra en la zona externa del tubo y la obstrucción es la suciedad que se encuentra dentro de la tubería. Esta última es de suma importancia ya que, una tubería obstruida deja de ser funcional y comienza a causar problemas por la acumulación de humedad.
- Conexión. La conexión considera solamente los tubos que tienen tubería de bajada en la subestructura. Esta propiedad determina la posibilidad de dirigir el agua a su salida, sin tener desalineamiento en la bajada ni fugas de agua.

Por otro lado, los drenes para muro de contención son aquellos que se encuentran empotrados en los muros de los estribos de un puente. Su finalidad es abatir el nivel de aguas freáticas que tiene el talud de entrada y salida del puente y expulsarla para evitar daños por humedad en la estructura.

Las propiedades evaluadas en este elemento son:

- Pérdida de sección. Ocurre el mismo caso que los drenes de piso o tubo y sus bajadas. A pesar de que los drenes para muros de contención no cuenten con bajadas sino con una extensión del mismo tubo para evitar que el agua escurra por el muro y ocasione daños por humedad en este, es necesario evaluar su pérdida de sección por la misma razón.
- Contaminación. Los criterios de evaluación son diferentes por la ubicación de cada elemento, pero la propiedad de contaminación se evalúa de la misma manera que para los drenes de piso o tubo y tienen la misma importancia.

- Características de diseño. De la misma manera que los drenes de piso o tubo, las especificaciones que se consideran son el alineamiento, ubicación y geometría de los tubos para identificar si con base al diseño y construcción se satisfacen los requisitos de funcionalidad.

El siguiente elemento en el conjunto del drenaje son las obras de drenaje complementarias. Son aquellas que captan el agua que es expulsada por las obras de drenaje principal o por las guarniciones del puente.

En estas obras entran los lavaderos, cunetas de captación debajo del puente y cualquier elemento que influya en la captación y dirección del agua acumulada en la estructura.

Por ser un elemento de menor importancia se clasificó en un solo conjunto determinando tres propiedades a evaluar:

- Pérdida de sección. La pérdida de sección en estos componentes se analiza para identificar fugas o desviaciones del flujo de agua y evitar que los elementos próximos a esta obra sean dañados. En esta clasificación también se consideró la conexión la cual causaría el mismo daño que la pérdida de sección si no se encuentra en buenas condiciones.
- Factores externos. Deterioros como la eflorescencia en el concreto o mampostería y oxidación por falta de recubrimiento en el acero, así como la contaminación que puede existir sobre el elemento. En esta propiedad toma mayor importancia la contaminación ya que puede obstruir el paso del agua y dañar a elementos próximos.
- Características de diseño. Como en el caso de las obras de drenaje principales, las especificaciones se califican con base al diseño y construcción del elemento.

Tablero

Este componente contiene todos los elementos de la superficie de uso, así como las losas que componen al puente. La mayor parte de los elementos son funcionales ya que nos encontramos en una zona superficial de la estructura y no se requiere que estos resistan cargas de la estructura por estar en la superficie. Sin embargo, existen elementos estructurales que están resistiendo la carga de los vehículos y de los elementos funcionales que se consideran en el componente. En el ANEXO A “CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES” se explica cuáles son las propiedades de los elementos considerados para la evaluación del tablero.

Los elementos estructurales considerados son la losa y la losa de aproximación.

La losa del puente puede estar construida de concreto reforzado, concreto pretensado, de acero y de madera.

Las propiedades que se evalúan son las siguientes:

- Pérdida de sección. Esta propiedad incluye las deformaciones que pueden existir en las losas de acero, fisuramiento y separación de la losa, corrosión, delaminación del concreto y pérdida de área en forma de agujeros.
- Contaminación. A pesar de que no es una propiedad determinante en el desempeño del elemento, la contaminación juega un factor fundamental en la estética del puente y es por ello que se incluye su evaluación.
- Refuerzo. En el caso de las losas de concreto reforzado y pretensado, es necesario revisar que el refuerzo no esté expuesto, y si lo está, evaluar que no tenga pérdida de área o corrosión para que no se comprometa su resistencia.
- Factores externos. Esta propiedad evalúa el daño que el entorno puede ocasionar, desde daño por impacto, eflorescencia en el concreto, pudrimiento de la madera por humedad, y daño por insectos. Su importancia es alta, ya que, en un estado avanzado, estas condiciones ocasionan pérdida de sección del elemento y por ende pérdida de capacidad.
- Conexión. En el caso de los materiales que requieren conexiones se evalúa el estado de estas.
- Placa rigidizante. En casos específicos, se suele utilizar una placa rigidizante en la losa para aumentar la capacidad de carga de esta. En estos casos se evalúa su pérdida de sección, deformaciones existentes y la conexión de la placa a la losa.

Por otro lado, la losa de aproximación presenta menos propiedades ya que esta no suele ser visible. Sus propiedades analizadas, para cualquier tipo de losa de aproximación son:

- Asentamiento. Ya que es común que las losas de aproximación se encuentren en un talud, se analiza que no haya asentamientos para evitar comprometer la seguridad de los usuarios al hacer la transición entre la losa de aproximación y la losa del puente.
- Deterioro. Se evalúa de manera general el estado de esta losa.
- Pendiente. En esta propiedad se revisa que se haya diseñado y construido con la pendiente requerida.

Siguiendo con los elementos funcionales, la superficie de rodadura es uno de los elementos principales del puente, aunque no sea un elemento estructural, es un elemento que debe encontrarse en un estado adecuado para dar confort y seguridad a los usuarios.

Los materiales evaluados son asfalto, concreto y madera, y las propiedades que se analizan son las siguientes:

- Deformaciones. En las superficies de rodadura de asfalto pueden existir deformaciones como la ondulación transversal y las roderas. Esto ocasiona incomodidad a los usuarios al transitar sobre la superficie y es importante analizarlo para evitar comprometer la seguridad del usuario.
- Características de diseño. En esta propiedad se analiza la textura, pendiente y en el caso de una superficie de asfalto, la migración de asfalto a la superficie. La textura es esencial para aportar un buen agarre de los neumáticos del vehículo a la superficie y evitar que los usuarios pierdan el control del vehículo especialmente en temporada de lluvias o en invierno. La pendiente es esencial para el tema del drenaje, el bombeo y la pendiente longitudinal permiten dirigir el agua a las obras de drenaje. Para finalizar, la migración de asfalto a la superficie suele ser un defecto en la elaboración y colocación de la carpeta y puede ocasionar superficies resbalosas si se encuentra presente en una gran extensión.
- Contaminación. Esta propiedad no impide el uso de la superficie, pero sí compromete la estética del puente, además, es un factor de influencia en los deterioros del drenaje, es por ello que se requiere considerar qué tan contaminada está la superficie.
- Factores externos. En los factores externos se considera la abrasión, eflorescencia, el daño por insectos en la madera y el daño por fuego. Se evalúa la abrasión, pues el paso de los vehículos desgasta con el tiempo la textura de la superficie. La eflorescencia es un deterioro muy común en los elementos de concreto, y aunque no sea una propiedad determinante en la condición del elemento, esto indica que existen otros problemas en la estructura. El daño por insectos ocasiona pérdida de sección en el elemento de madera, así como pérdida de capacidad. Por último, el daño por fuego juega un papel de suma importancia ya que, si existió un evento de esta cuestión, la capacidad de la madera se ve altamente reducida.
- Pérdida de sección. En esta propiedad se consideran todos los tipos de agrietamiento, pérdida de área, pudrimiento y delaminación. La delaminación es el deterioro que aparece como escamas por pérdida de adherencia del concreto a sí mismo de manera superficial.

El siguiente elemento que conforma al tablero son las juntas de expansión. Estas están ubicadas en las transiciones entre losas con el fin de permitir el movimiento individual de cada una sin dañar a los elementos consecuentes. Hay muchos tipos de juntas, se clasifican generalmente en abiertas (aquellas que tienen un hueco pero que están selladas superficialmente para evitar que entre contaminación o hallan filtraciones) y las cerradas (aquellas que generalmente tienen un neopreno que rellena el hueco entre las dos losas). Los materiales más utilizados en las juntas son el acero y el neopreno y las propiedades que se analizan para este elemento son:

- Características de diseño. En esta propiedad se considera la obstrucción, movimiento vertical y filtración de agua. Como anteriormente mencionábamos, las juntas tienen como objetivo permitir el movimiento de las losas de manera individual sin permitir obstrucciones ni filtraciones a través de ellas. La obstrucción ocurre cuando una junta abierta o cerrada (con pérdida de sección en el neopreno) comienza a acumular escombros. Esta acumulación lo que ocasiona a largo plazo es impedir el movimiento de las losas y hacer que el elemento ya no sea eficiente. El movimiento vertical se analiza para revisar que no existan desniveles en la transición entre losas. La filtración del agua es un daño que se requiere de mucho cuidado: cuando una junta no está cubierta ya sea por un neopreno o por una sobrecapa de asfalto, el agua de la lluvia se filtra por esta y puede ocasionar problemas de humedad en la superestructura o en la subestructura.
- Daño. El daño que se evalúa es en los perfiles y en el sello. Los perfiles incluyen a los elementos de acero que conforman a la junta y se analiza su deformación o fisuramiento. El sello debe inspeccionarse para analizar si tiene pérdida de sección, extrusión o fisuramiento que ocasione incomodidad al usuario al transitar o que permita filtración de agua.
- Anclaje. Algunas juntas requieren de un sistema de anclaje que generalmente no es visible para los inspectores, sin embargo, es sencillo analizar si está en buenas condiciones por la extrusión de los perfiles o del mismo neopreno.
- Superficie. Para las juntas que cuentan con una sobrecapa de asfalto, es necesario revisar que se encuentre en buenas condiciones sin pérdida de sección significativa para evitar la obstrucción o filtración de la junta que se encuentra debajo.

A continuación, nos encontramos con los elementos de iluminación. La iluminación a pesar de no ser un elemento estructural es esencial para seguridad de los usuarios y en el cuidado de los elementos del puente para evitar daños por impacto causados por accidentes viales.

Las propiedades que se analizan en este elemento son:

- Características de diseño. Se evalúa la ubicación correcta y normada del elemento y la intensidad de la iluminación.
- Recubrimiento. Si el elemento cuenta con un recubrimiento o pintura, se inspecciona su estado para identificar si el recubrimiento está siendo efectivo o si el elemento está comenzando a presentar daños a causa de la falta de un recubrimiento.
- Daño. En esta sección entra la deformación, principalmente ocasionada por impacto de vehículos, y también la pérdida de sección a causa de los factores externos o por el mismo impacto al elemento.
- Anclaje. El anclaje es el encargado de mantener al elemento en su posición y alineamiento. Un anclaje inadecuado puede significar una colisión del elemento.

Un buen estado del elemento de señalamiento significa una buena funcionalidad en el tránsito de los vehículos sobre la estructura. El elemento se divide en dos partes: señalamiento horizontal y señalamiento vertical.

En el señalamiento horizontal se analiza la propiedad de los dispositivos y pintura, evaluando la existencia y el estado de estos. Por otro lado, en el señalamiento vertical se analizan más propiedades que se describen a continuación:

- Estado. En esta propiedad se inspecciona el estado del tablero, de los postes, de la conexión entre estos y del anclaje de la señal.
- Características de diseño. La evaluación de la ubicación de la señal es de gran importancia para definir si el elemento está siendo efectivo. Además, es necesario revisar que su conformación sea la correcta, es decir, que tenga el color, retroreflectividad, forma y pictograma adecuados conforme a normativa.
- Contaminación. Generalmente, el señalamiento vertical es muy vandalizado con calcomanías o dibujos sobre el tablero impidiendo su correcta legibilidad. Esta condición junto a la suciedad se evalúa en esta la propiedad.

Los servicios públicos sobre el puente son elementos que no se usan con mucha frecuencia, sin embargo, su correcto funcionamiento es de suma importancia para brindar seguridad y confort a los usuarios cuando lo necesiten.

Las propiedades que se analizan en estos elementos son:

- Daño. Dentro de esta propiedad se inspecciona la estética (existencia de pintura y que esté libre de contaminación) y la pérdida de sección. En esta última se revisan las deformaciones, fisuras, pérdida de área y el desalineamiento ocasionado por impacto.
- Efectividad. Como anteriormente describimos, la efectividad en el funcionamiento de los servicios públicos brinda seguridad y confort a los usuarios. En esta propiedad se analiza su correcto funcionamiento, así como las dimensiones y ubicación de los elementos.

El siguiente elemento considerado en el tablero son las barreras de contención. La existencia de las barreras representa un elemento de seguridad para los usuarios evitando principalmente el daño por impacto del flujo vehicular. Toma en cuenta cualquier material con el que se puede construir este elemento.

Sus propiedades son:

- Daño. En esta propiedad se inspecciona el daño por impacto que puede tener el elemento, así como la falta del recubrimiento o pintura que sea requerida.
- Características de diseño. La ubicación, alineamiento horizontal y vertical y las dimensiones del elemento se analizan en esta propiedad. Para un funcionamiento correcto del elemento es necesario que se encuentre ubicado y dimensionado dentro de los lineamientos de la normativa vigente. Además, es necesario revisar que el alineamiento sea correcto ya que puede alterarse a causa de un impacto sobre el elemento y puede afectar el flujo vehicular si no se atiende.
- Conexión. Si la barrera cuenta con conexiones o un anclaje es necesario revisar que esté en buenas condiciones ya que una conexión que no sea eficiente afectaría el alineamiento del elemento, habría pérdida de componentes y se podría comprometer la seguridad del usuario.

El siguiente elemento del catálogo son los accesos peatonales, ya sea en rampa o escalera. Los materiales de los que pueden estar conformados estos accesos peatonales son de concreto reforzado, madera y acero.

Las propiedades analizadas son:

- Pérdida de sección. En esta propiedad se analiza la pérdida de área causada por el deterioro del elemento o por impacto. Además, se analiza la separación o fisuramiento del material, así como las deformaciones permanentes y corrosión que puede presentar un elemento de acero.

- Contaminación. Un acceso peatonal muy contaminado compromete la estética de la estructura y puede ocasionarles accidentes a los peatones. En esta propiedad se analiza la efloriscencia, vandalismo y contaminación por flora o fauna.
- Acceso. En esta sección se analiza la pendiente longitudinal y transversal del elemento. Una pendiente longitudinal correcta permitirá a los usuarios transitar de manera segura y cómoda. Por otro lado, una pendiente transversal correcta será capaz de expulsar el agua a los elementos de drenaje existentes y así evitar accidentes causados por una acumulación de agua.
- Características de diseño. La textura, dimensiones y asentamiento son los elementos analizados en esta propiedad. La textura debe ser suficientemente rugosa para que exista fricción entre el elemento y el usuario. Por otro lado, las dimensiones deben ser las que dicta normativa y el asentamiento se debe analizar para reconocer si la estructura está sufriendo algún asentamiento y qué avance existe en este.
- Factores externos. Los factores externos se analizan en el caso de ser un elemento de madera. En este se considera el pudrimiento, el daño por fuego y químicos y el daño por insectos.
- Conexión. Para los elementos que tengan conexiones se inspeccionará su estado con el fin de asegurar el buen funcionamiento de estas y revisar que no se comprometa la seguridad del usuario.

Otro elemento evaluado en el tablero son las banquetas, guarniciones y camellones. Estos tres elementos se clasifican de la misma manera ya que se conforman de la misma manera. Las guarniciones siempre acompañan a las banquetas y se comportan como un elemento de ellas. Por otro lado, los camellones generalmente tienen una plataforma que se comporta igual que una banqueta. Es por ello que las propiedades de estos elementos son compartidas y se clasifican en un mismo conjunto. Los materiales de los que pueden estar conformados son concreto reforzado, madera, mampostería y acero.

Las propiedades evaluadas son las siguientes:

- Pérdida de sección. En esta propiedad se analiza la pérdida de área causada por el deterioro del elemento o por impacto. Además, se analiza la separación o fisuramiento del material, así como las deformaciones permanentes y corrosión que puede presentar un elemento de acero. En el caso de los elementos construidos con mampostería se analiza por separado el deterioro presente en el bloque y en el mortero.

- Contaminación. Un elemento muy contaminado compromete la estética de la estructura y puede ocasionarles accidentes a los peatones. Además, la contaminación acumula humedad y en el caso de los elementos de madera esta humedad puede ocasionar pudrimiento si no se atiende a tiempo. En esta propiedad se analiza la eflorescencia, vandalismo y contaminación por flora o fauna.
- Características de diseño. Al igual que en los accesos peatonales, en esta propiedad se analiza la textura, dimensiones, asentamientos y la pendiente. La textura debe ser suficientemente rugosa para que exista fricción entre el elemento y el usuario. Por otro lado, las dimensiones deben ser las que dicta normativa y el asentamiento se debe analizar para reconocer si la estructura está sufriendo algún asentamiento y qué avance existe en este. La pendiente se evalúa para comprobar que el tránsito sobre la banqueta sea cómodo y seguro y para corroborar que el agua de lluvia está siendo correctamente expulsada de su superficie.
- Factores externos. Los factores externos se analizan en el caso de ser un elemento de madera. En este se considera el pudrimiento, el daño por fuego y químicos y el daño por insectos.
- Conexiones. Para los elementos que tengan conexiones se inspeccionará su estado con el fin de asegurar el buen funcionamiento de estas sin pérdida de elementos o desalineamientos y para revisar que no se comprometa la seguridad del usuario.

El tablero cuenta con barandales en sus extremos longitudinales para la seguridad de los peatones y también con el fin de que sirvan de barrera de contención para los automóviles en caso de que alguno pierda el control. El tipo de barandales que se considera es monolítico, de cables y mixtos.

Los materiales de los que pueden estar contruidos son de concreto, madera, mampostería, acero, mixtos que pueden ser de diferentes materiales o de postes con cables de acero.

- Pérdida de sección. Las deformaciones, fisuras, corrosión, pérdida de área y daño en el bloque y el mortero (en el caso de la mampostería) son consideradas en esta propiedad.
- Conexiones. Esta propiedad abarca las conexiones entre los elementos del barandal y el anclaje de este a la banqueta o losa.
- Contaminación. El vandalismo y la contaminación por flora y fauna es analizado en esta propiedad. El vandalismo compromete la estética del puente, además, en casos severos, estas propiedades ocasionan incomodidad para los peatones.

- Recubrimiento. El elemento puede tener recubrimiento o pintura que protege al material del elemento de la intemperie y le otorga mayor resistencia al deterioro. Un daño en el recubrimiento severo compromete la estética del elemento y su resistencia.
- Características de diseño. El alineamiento, las dimensiones y la estabilidad del elemento son analizados en esta propiedad. Un elemento con conexiones fallidas o con daño por impacto tiene deficiencias en su alineamiento. Las dimensiones se revisan conforme a normativa de diseño para brindar la seguridad necesaria a los usuarios. Por último, la estabilidad del elemento se analiza cuando está construido de concreto o mampostería, pues estos materiales no suelen contar con conexiones visibles y la manera en la que se puede reconocer que sus conexiones y anclaje interno está en buenas condiciones es analizar su estabilidad bajo las cargas vivas aplicadas.
- Factores externos. Los factores externos se analizan en el caso de ser un elemento de madera. En este se considera el pudrimiento, el daño por fuego y químicos y el daño por insectos.
- Cables. En el caso de contar con barandales de cables se analizan las conexiones entre el cable y el poste, así como el daño en los cables de acero y la tensión que existe en estos, este último con el fin de identificar que la seguridad que este elemento otorga a los usuarios es la deseada.

Superestructura

Al igual que los manuales anteriormente analizados, un componente de gran importancia en nuestro catálogo es la superestructura, ya que esta abarca elementos estructurales como lo son las vigas principales, el arriostramiento y los dispositivos de apoyo.

En el ANEXO A “CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES” se explica cuáles son las propiedades que debe de satisfacer cada uno de los elementos que se consideran para la evaluación de la superestructura.

Las vigas principales son elementos que resisten la carga del tablero y la transfieren a los apoyos. Existen de diferentes materiales y los que nosotros consideramos son el concreto reforzado, concreto pretensado, acero y madera. En algunos casos, para reforzar estas vigas existen placas rigidizantes, en el caso de existir, se evalúan como una propiedad de la viga.

Las propiedades que se evalúan son las siguientes:

- Pérdida de sección. Esta propiedad considera el fisuramiento, la pérdida de área, y en el caso del concreto la delaminación. En una viga de acero también se analizan las deformaciones y corrosión.
- Refuerzo. Para las vigas de concreto reforzado y pretensado se considera esta propiedad ya que el refuerzo es un elemento esencial en la resistencia del elemento y su deterioro impacta altamente en la capacidad del elemento.
- Factores externos. Se revisan elementos como la eflorescencia en el concreto, el daño por impacto, el pudrimiento y el daño por insectos en el caso de vigas de madera.
- Conexiones. En el caso de que la viga cuente con conexiones es necesario analizarlas para asegurar su correcto funcionamiento, alineamiento y capacidad de carga.
- Contaminación. El vandalismo en las vigas es un caso muy común en los puentes, este vandalismo compromete la estética del elemento. Además, la existencia de fauna en las vigas no suele representar mayor riesgo, pero puede comprometer su comportamiento si se encuentra en zonas de funcionamiento críticas o si las vigas son de madera.
- Alineamiento. Esta propiedad se analiza con base a la normativa de diseño.
- Placa rigidizante. Si se presenta el caso de vigas con placas rigidizantes, se analiza su pérdida de sección, deformación y conexión para corroborar su correcto desempeño.

El siguiente elemento es el arriostramiento. Estos elementos se encuentran entre las vigas del puente para aportar resistencia y evitar la torsión de las vigas individuales. Es un elemento secundario que da un aporte estructural al elemento primario el cual es la viga.

Sus propiedades se evalúan de la misma manera que las de las vigas principales, omitiendo las placas rigidizantes ya que los arriostramientos no requieren este elemento auxiliar. Se enlistan las propiedades consideradas en este elemento.

- Pérdida de sección. Esta propiedad considera el fisuramiento, la pérdida de área, y en el caso del concreto la delaminación. En una viga de acero también se analizan las deformaciones y corrosión.
- Refuerzo. Para las vigas de concreto reforzado y pretensado se considera esta propiedad ya que el refuerzo es un elemento esencial en la resistencia del elemento y su deterioro impacta altamente en la capacidad del elemento.

- Factores externos. Se revisan elementos como la eflorescencia en el concreto, el daño por impacto, el pudrimiento y el daño por insectos en el caso de vigas de madera.
- Conexiones. En el caso de que la viga cuente con conexiones es necesario analizarlas para asegurar su correcto funcionamiento, alineamiento y capacidad de carga.
- Contaminación. El vandalismo en las vigas es un caso muy común en los puentes, este vandalismo compromete la estética del elemento. Además, la existencia de fauna en las vigas no suele representar mayor riesgo, pero puede comprometer su comportamiento si se encuentra en zonas de funcionamiento críticas o si las vigas son de madera.
- Alineamiento. Esta propiedad se analiza con base a la normativa de diseño.

La longitud de asiento, como se mencionaba anteriormente, no es un elemento tangible sino una propiedad. Por tener gran impacto en la seguridad de la estructura se considera en el mismo nivel de importancia que los elementos del puente.

Por último, los dispositivos de apoyo. Estos elementos son los encargados de permitir el movimiento que existe entre las vigas y los apoyos. Existe una gran variedad de apoyos, y se consideraron las propiedades generales que todos comparten. Se diferencian entre los apoyos de acero y los apoyos sencillos de neopreno. Se realizó la lista de propiedades a evaluar y son las siguientes:

- Características de diseño. En esta propiedad se evalúa el movimiento y el alineamiento. Dos factores que determinan el buen funcionamiento del dispositivo de apoyo.
- Pérdida de área. Se analiza de dos formas, la pérdida de área del acero en el caso de los dispositivos que lo contienen y la pérdida de área de la almohadilla de los dispositivos de apoyo de neopreno.
- Conexión. Los apoyos de neopreno no tienen una conexión o anclaje a los elementos próximos, en cambio, los apoyos compuestos de acero sí. Esta propiedad analiza las conexiones entre los elementos del dispositivo de apoyo así como el anclaje con los elementos próximos.

Subestructura

Al igual que la superestructura, la subestructura contiene principalmente elementos estructurales que son los encargados de dirigir las cargas hacia la cimentación. En este componente también se consideran las propiedades del río (socavación, tiro, obstrucciones).

Estas se clasifican en un factor funcional, pues un cambio en el comportamiento del río representa una alerta, y no un riesgo inminente de colapso. El impacto que tiene un deterioro avanzado en alguno de estos elementos estructurales es de gran importancia y es necesario ejecutar acciones de mantenimiento inmediatas para evitar comprometer la seguridad de la estructura y de los usuarios.

En el ANEXO A “CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES” se muestra cuáles son las propiedades que deben inspeccionarse para cada uno de los elementos considerados en la evaluación de la subestructura.

Los apoyos que se consideran son los apoyos extremos o estribos y los apoyos intermedios. Estos dos apoyos se pueden presentar en pilas o muros. Los materiales de construcción considerados son concreto reforzado, madera, mampostería y acero.

Este elemento se evalúa en tres partes: cabezal, cuerpo del apoyo y aletones en el caso de los apoyos extremos. Esta distinción entre elementos se realiza porque estos tres elementos tienen conformaciones diferentes y por ello pueden presentar deterioros a destiempo y no es necesario ejecutar las acciones de mantenimiento requeridas para un solo elemento en todo el apoyo.

Las propiedades evaluadas en estos tres elementos del apoyo son las mismas y se expondrán solamente una ocasión.

- Pérdida de sección. La pérdida de sección en los elementos considera el fisuramiento, deformaciones permanentes, la pérdida de área y el refuerzo expuesto en el caso de contenerlo. Además, en el caso de los elementos de mampostería se analiza el deterioro en el bloque y en el mortero. Para el caso del acero, también se considera la corrosión.
- Factores externos. El daño por impacto, la eflorescencia en el concreto y el pudrimiento y daño por insectos en la madera son los elementos que se evalúan en esta propiedad.
- Conexiones. En el caso que el elemento cuente con conexiones es necesario analizarlas para asegurar su correcto funcionamiento, alineamiento y capacidad de carga.

De manera general, tomando en cuenta el elemento del apoyo como uno solo, se analizan dos propiedades: las especificaciones y la pintura.

- Características de diseño. El asentamiento y la capacidad son evaluadas en esta propiedad. A pesar de que en los elementos de la superestructura o en el tablero, el asentamiento sea visible, el problema se califica en esta propiedad. En el caso de la capacidad, se analizan las dimensiones y orientación del elemento.

- Pintura. El recubrimiento y el señalamiento que necesitan tener los apoyos se evalúan en esta propiedad.

Por otro lado, el tope sísmico es un elemento preventivo estructural. Con esto nos referimos a que este elemento no está bajo cargas permanentes todo el tiempo, sino que previene sirviendo como un tope, en un caso de sismo, que la estructura colapse. Los materiales considerados en las propiedades determinadas son el concreto, mampostería y acero.

Las propiedades no se evalúan con gran exigencia por el hecho de ser preventivo, sin embargo, es necesario anotar cualquier deterioro observado para mantener su funcionalidad.

- Factores externos. Se analiza la eflorescencia para el caso del concreto y la mampostería, deformaciones o corrosión en el caso del elemento de acero.
- Conexión. En el caso en el que el elemento cuente con una conexión, es necesario revisar que sea efectiva para asegurar la capacidad y funcionamiento del elemento.
- Conformación. En esta propiedad se analizan las dimensiones y el alineamiento del elemento con base a la normativa de diseño.
- Pérdida de sección. El fisuramiento, la pérdida de área y el refuerzo expuesto en el caso del concreto, son los elementos que se analizan en esta propiedad para asegurar que la capacidad del elemento sigue intacta.

En algunos casos, existen conos de derrame en los estribos de los puentes. Generalmente cubierto por concreto reforzado para evitar erosión. En este elemento también puede existir socavación, lo cual representa un alto riesgo de colapso si este daño es severo.

Las propiedades que se evalúan en este elemento son:

- Pérdida de sección. En esta propiedad, el fisuramiento y la pérdida de área son los elementos a evaluar.
- Contaminación. En los conos de derrame, suele ser fácil vandalizar y lanzar basura. Esto compromete la estética del elemento y puede influir a una obstrucción del río.
- Daño. El asentamiento, manchas y socavación del cono se analiza en esta propiedad.

Por último, el río. Este elemento se evalúa por los efectos que puede tener el agua sobre la estructura, principalmente en los apoyos. Toma suma importancia la evaluación de la propiedad de socavación, ya que esta propiedad junto con la longitud de asiento son las que definen el riesgo de colapso.

La socavación no se colocó en el mismo nivel que los elementos, pues en este elemento solamente se evalúan dos propiedades, por lo que ponderar la importancia de una propiedad sobre otra es más sencillo.

- Socavación. La socavación es uno de los deterioros más importantes a evaluar en el puente. Esta propiedad es determinante en la condición de la estructura y tiene un alto nivel de importancia.
- Características del río. En esta propiedad se analiza el tiro (la profundidad del río) y una posible obstrucción en este.

Condiciones

El último componente que se evalúa en el puente son las condiciones externas. Este componente contiene propiedades funcionales y es el principal en determinar la periodicidad de las acciones de mantenimiento en un puente. En el ANEXO A “CATALOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES” se muestran las propiedades que componen a este componente.

La exposición de la estructura a la humedad es considerada por los deterioros que ocasiona el agua y sus minerales sobre los materiales de construcción.

La identificación de la zona sísmica en la que se encuentra la estructura es de gran ayuda para determinar periodos de inspección y de mantenimiento. En una zona de baja sismicidad, la periodicidad en la que se deben ejecutar las inspecciones será más baja que en una zona de alta sismicidad. A pesar de considerar esta condición, es necesario realizar una inspección inmediata en una ocurrencia de sismo. Por esta razón, consideramos una propiedad específica para registrar la ocurrencia de sismos en la zona de la estructura.

Una avenida torrencial es un rápido aumento del caudal de agua en ríos, arroyos y canales, causado por fuertes precipitaciones de lluvia que ocurren repentinamente de manera intensa. Los problemas causados por una avenida torrencial pueden ser: 1) sobrecarga estructural, 2) socavación, 3) acumulación de escombros y en los casos más severos 4) desplazamientos o colapso de la estructura del puente.

Por último, el análisis del tráfico es necesario para identificar un aumento inusual en las cargas sobre la estructura para ejecutar las acciones de mantenimiento necesarias para aumentar la capacidad de la estructura y evitar un deterioro progresivo.

Evaluación integral de los componentes

Los componentes drenaje, tablero, superestructura, subestructura y condiciones, se evaluaron en conjunto para generar la evaluación integral, como se muestra en la Tabla 7, encontrándose en el mismo nivel de jerarquización al ser los componentes principales en los que el puente está dividido.

Componente	Integración
Drenaje	Puentes
Tablero	
Superestructura	
Subestructura	
Condiciones	

Tabla 7. Elementos del puente integrados.

La clasificación de los elementos del drenaje no había tomado gran importancia en ningún manual internacional analizado. Sin embargo, como anteriormente se mencionó, el drenaje en un puente es esencial para evitar deterioros prematuros en los elementos de la estructura, así como para brindar seguridad y confort al usuario al transitar. Para considerar la influencia que tiene el desempeño del drenaje dentro del puente, se realizó un conjunto específico de estos elementos ya que los elementos del drenaje no existen en una sola zona específica, pueden existir en toda la estructura de un puente como lo es: en el tablero, en las aproximaciones, en los muros de los estribos o en la vía debajo de la estructura.

El componente del tablero es el segundo componente, a pesar de contener elementos estructurales, la mayoría de sus elementos son funcionales. Los elementos como la superficie de rodadura, los barandales, accesos peatonales, banquetas, guarniciones y camellones, al encontrarse en un estado avanzado de deterioro comprometen directamente a la seguridad del usuario.

En la superestructura y la subestructura todos los elementos existentes son estructurales con excepción del río, pero como se describió anteriormente, el río tiene una propiedad evaluada de suma importancia dentro de la seguridad del puente: la socavación. Esta propiedad es determinante en el desempeño del puente, pues un avance significativo en este deterioro se traduce a un riesgo muy alto en la seguridad de la estructura.

Por último, el componente de las condiciones se tomó en consideración ya que las condiciones tienen una influencia alta en los deterioros que los materiales presentan. Estas condiciones son las que determinan el tiempo de ejecución de inspecciones y obras de mantenimiento en la estructura.

4.1 Manual de inspección y evaluación de puentes

Al analizar los manuales internacionales de evaluación e inspección, complementándose con manuales de construcción y diseño de puentes se obtuvieron los materiales de los que cada elemento puede estar contruidos. Estos materiales presentan propiedades, las cuales, tienen un deterioro progresivo diferente. Para identificar todos los deterioros que se pueden presentar en los elementos considerados en nuestro catálogo modular, generamos un manual de inspección y evaluación de puentes de tipo losa o de viga, clasificando los criterios con base en el elemento y su material de construcción. Los criterios presentados en el manual son descriptivos, y clasifican a los deterioros con respecto a su severidad, ubicación y extensión de daño. Este manual se encuentra en el ANEXO B “MANUAL DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES CON RECOMENDACIONES DE ACCIONES DE MANTENIMIENTO”.

Para asignar una calificación con respecto a la severidad del deterioro observado, se determinaron principalmente cuatro calificaciones: bueno, aceptable, deficiente y severo. En casos específicos estas calificaciones cambiaron de etiqueta lingüística o de cantidad de estas. Además, para cada una de las etiquetas se presenta un rango del cero al cien para calificar qué tanto se presenta esa condición en el elemento inspeccionado.

Al ejecutar la inspección, el profesional tendrá que elegir solamente una etiqueta lingüística que define a los deterioros que está observando con base en los criterios del manual. Seguido de esto, dará una calificación numérica en el rango del 0 al 100 que determine qué tanto está presente esa condición en el elemento.

El proceso que se debe llevar a cabo para asignar una calificación a la condición de los elementos inspeccionados es:

1. Durante la inspección, localizar en el manual el elemento y tipo de material con el que está construido para conocer las propiedades que el elemento tiene y los deterioros que puede presentar.
2. Identificar visualmente los deterioros presentes, enfocándose en un deterioro a la vez para su correcto registro. Una vez identificado el deterioro, se clasifica en una sola etiqueta lingüística que describa mejor las patologías presentes; bueno, aceptable, deficiente o severo.
3. En seguida se asigna un nivel de pertenencia al deterioro dentro de su etiqueta lingüística. Para esto, se utiliza el rango de 0-100 que cada etiqueta lingüística

incluye. Con este rango el inspector puede determinar qué tanto se presenta esa condición de deterioro en el elemento inspeccionado. Este proceso se debe ejecutar en todas las propiedades analizadas de los elementos inspeccionados.

4. La etiqueta y el puntaje asignado a cada una de las propiedades de cada elemento permite conocer el progreso del deterioro presente y serán los datos que alimentará a nuestro modelo de evaluación difuso.

Esta modalidad de asignación de calificaciones se da específicamente para reducir la ambigüedad en la evaluación que puede originarse entre los profesionistas inspectores al momento de analizar los deterioros encontrados en los elementos. Pues estos, a pesar de tener experiencia en la ejecución de inspecciones de puentes, siempre tendrán criterios personales que tomarán lugar en el registro de los daños. Dada la incertidumbre que tiene el inspector en la descripción del daño, este seleccionará la etiqueta lingüística que mejor se adapte al deterioro encontrado y se determinará qué tanto se aprecia esa condición en el elemento. El solapamiento entre las etiquetas lingüísticas que se ha considerado está enfocado en solventar la ambigüedad entre las calificaciones asignadas por cada uno de los inspectores que pueda evaluar cada elemento del puente.

4.2 Propuesta de tratamientos

Para facilitar la toma de decisiones de los profesionistas, desarrollamos un conjunto de recomendaciones de tratamientos que incluyen acciones de mantenimiento periódicas, preventivas y correctivas. Estas recomendaciones de tratamientos se desarrollaron basándonos en las propiedades que debe cumplir cada elemento y su material dentro del funcionamiento del puente y se pueden consultar en el ANEXO A “CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES”.

Cada uno de los componentes descritos en este anexo son evaluados en primera instancia de manera individual mediante sistemas de inferencia difusa. Cada una de estas evaluaciones son entradas para determinar la condición de cada elemento y con base en su resultado recomendar el tipo de tratamiento que se puede aplicar dependiendo del nivel de deterioro detectado.

Las recomendaciones de tratamiento asignan acciones de mantenimiento para cada elemento del puente con respecto a la condición en la que se encuentran; para un elemento que se encuentra en un estado adecuado, principalmente se encontrarán tratamientos con acciones de mantenimiento periódicas. En el caso de encontrarse en un estado suficiente, los tratamientos contendrán también acciones de mantenimiento preventivas. Si el elemento está en una condición severa entonces también encontraremos tratamientos que incluyan acciones de mantenimiento correctivas.

Al haber identificado las opciones de tratamientos, el profesional tendrá la responsabilidad de elegir entre estos el más adecuado para cubrir las necesidades del puente en el tiempo y forma requerido con respecto a los recursos con los que se disponga.

Capítulo 5

MODELO DIFUSO PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE PUENTES DE TIPO DE VIGA Y LOSA

Para realizar la evaluación integral mediante el modelo difuso se proponen los pasos que se muestran en la Figura 2. En primera instancia, se ejecuta la inspección en campo de los elementos del puente para recaudar la información necesaria que servirá para asignar calificaciones sobre el nivel de deterioro en el que se encuentran los elementos inspeccionados. Con base en estas calificaciones asignadas se ejecutará una evaluación integral de los elementos del puente, obteniendo dos calificaciones finales: la condición del puente y la urgencia de atención para este.

A partir de estas calificaciones el profesional podrá elegir qué tratamiento de acciones de mantenimiento se podrán ejecutar para devolver el estado funcional de la estructura.

Específicamente, los pasos a seguir se describen a continuación:

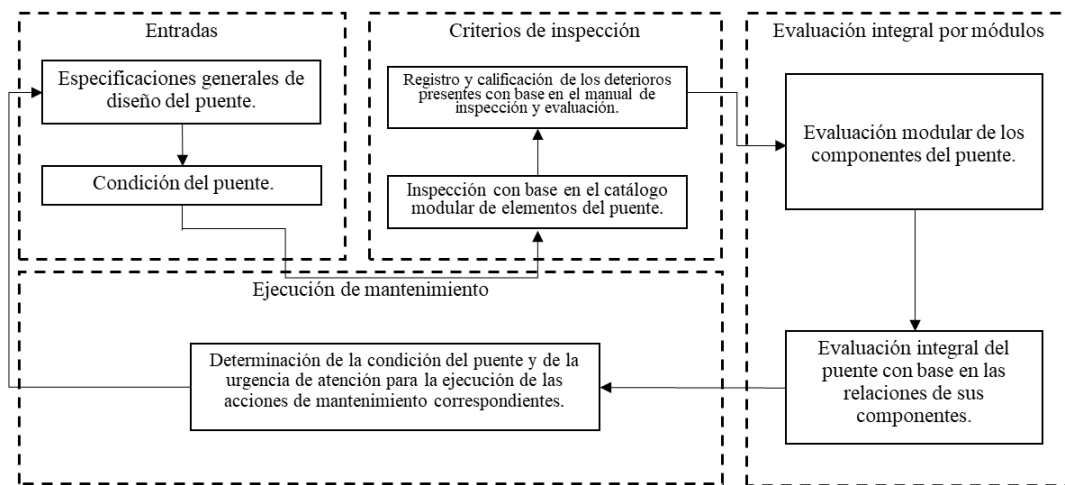


Figura 2. Diagrama del proceso para ejecutar la evaluación integral de un puente.

1. Especificaciones generales de diseño del puente. El primer paso es analizar las propiedades de diseño del puente que se va a evaluar. Se registran los datos geométricos del puente, los materiales de sus elementos, así como datos de su ubicación. El registro de la geometría es necesario para identificar el tipo de puente que se está inspeccionando y el número de elementos que se estarán evaluando para que más adelante, al ejecutar la evaluación de la estructura sea posible determinar el estado integral del puente. Para determinar los deterioros que se deben inspeccionar es necesario conocer el tipo de material con el que está hecho cada elemento del puente, esto servirá para asignar la calificación adecuada de cada elemento con base a los criterios de inspección correspondientes. Por

último, la ubicación del puente es necesaria para identificar la zona sísmica en la que se encuentra, el nivel de humedad en el ambiente, la demanda de tráfico del camino, entre otros. Que afectan indirectamente al desempeño de los elementos del puente e influyen en la aparición de los deterioros.

2. Condición del puente. Toda inspección en campo debe iniciar con la pregunta: ¿en qué estado se encuentran los elementos del puente? Pues es la principal incógnita de los trabajos de inspección y evaluación de este activo vial que debemos resolver.

3. Inspección con base en el catálogo modular de elementos del puente. En este paso, el profesional inspector, junto con su brigada de trabajo, se encarga de inspeccionar ya sea visual o detalladamente todos los elementos del puente en busca de los deterioros presentes en cada uno de ellos. Esta inspección está regida por criterios de inspección definidos con base en la normativa internacional de diseño y construcción de puentes.

4. Registro y calificación de los deterioros presentes con base en el manual de inspección y evaluación. Los profesionistas inspectores deben llenar un formato de inspección, en donde se indicarán los deterioros presentes, su ubicación y el riesgo que estos deterioros representan en el desempeño de la estructura. La severidad de los deterioros será calificada con base en los criterios de inspección mencionados en el paso anterior.

5. Evaluación modular de los componentes del puente. Una vez registrados los daños presentes en los elementos del puente, se procede con la evaluación modular de los componentes. Se ejecuta una evaluación modular, es decir, se califican los elementos del puente determinando el estado general de cada componente. Para esta evaluación se utilizará el modelo de evaluación difuso propuesto en este trabajo. Este modelo permitirá identificar la severidad y progresión del daño que presenta cada elemento.

6. Evaluación integral del puente con base en las relaciones de sus componentes. Con base en las calificaciones modulares determinadas en el punto 5, se realiza una evaluación integral del puente. Esto se logra mediante el modelo de evaluación propuesto, el cual determina relaciones entre los componentes, permitiendo obtener una calificación global del componente, así como la calificación de cada elemento para facilitar la identificación de los elementos que presentan deterioros y requieren de mantenimiento.

7. Determinación de la condición del puente y de la urgencia de atención para la ejecución de las acciones de mantenimiento correspondientes. Al haber ejecutado el proceso de la evaluación integral del puente, se habrán obtenido dos calificaciones finales, las cuales, determinan la condición del puente y la urgencia de atención a este. Estas dos calificaciones en conjunto le permiten al profesional decidir qué acciones de mantenimiento serán necesarias ejecutar sobre el puente y qué prioridad tendrá para evitar un avance de deterioro mayor sobre la estructura. En esta etapa, el profesional evaluador habrá determinado los tratamientos de mantenimiento que se tienen que ejecutar en la estructura con base en los costos y tiempos disponibles. Se tendrá que enviar una cuadrilla encargada

de ejecutar las acciones de mantenimiento requeridas. Finalmente, se determinará el tiempo para la siguiente inspección visual o detallada que el profesional considere con base en la condición del puente y las acciones de mantenimiento que se ejecutaron sobre este.

5.1 Mecanismo de inferencia del modelo difuso integral

Para disminuir la influencia humana en la evaluación de las condiciones de un puente, el modelo de evaluación se desarrolló mediante la lógica difusa, la cual, permite el solapamiento de límites entre los conjuntos de membresía que representan a cada una de las etiquetas lingüísticas determinadas para describir los deterioros. Estos solapamientos serán los encargados de reducir la ambigüedad entre los criterios personales de los profesionistas inspectores, permitiendo identificar el progreso del deterioro que cada elemento tiene con respecto a la información obtenida en campo.

Se hace uso del sistema de inferencia Mamdani. Este sistema es un método que usa reglas difusas tipo if-then para ejecutar decisiones sobre las salidas del modelo de evaluación. Los beneficios de utilizar este sistema es la facilidad de interpretación, su intuición y la adecuación para interpretar la entrada de información con influencia humana. (Alyas, T. et al., 2022)

La primera etapa para el desarrollo del modelo difuso mediante el sistema de inferencia Mamdani es la fusificación de los datos. Este consiste en asignar valores numéricos a los criterios descriptivos encontrados en el manual de inspección y evaluación anteriormente descrito.

Este procedimiento se realiza de la siguiente manera:

1. Se enlistan los deterioros que pueden aparecer en cada una de las propiedades analizadas yendo del deterioro menos severo al deterioro más severo.
2. Se asigna una sola etiqueta lingüística que describe al deterioro presente y se otorga una calificación en un rango del 0-100, siendo una calificación baja cuando los deterioros son menos severos y alta cuando los deterioros son más severos.
3. A partir de la asignación de las etiquetas lingüísticas y calificaciones correspondientes, procedemos a determinar el rango de valores que le corresponderá a cada función de membresía que representará a nuestra etiqueta lingüística dentro del modelo difuso. Este rango tiene tres valores: límite inferior y superior de la función de membresía y ubicación del punto donde la función de membresía se cumple enteramente.

Las funciones de membresía se encargan de determinar el grado de pertenencia de un elemento a un conjunto determinado. Existen varias funciones de membresía, las que

utilizamos en el desarrollo de este modelo son tres: triangular, trapezoidal y gaussiana, pues estas son las que definen mejor la progresión de cada uno de los deterioros en los elementos.

Función de membresía triangular

La función de membresía triangular se caracteriza por poseer un único valor nítido, en el cual todas las condiciones que describen a este conjunto, se satisfacen completamente. Además, esta función puede tener dos límites difusos (ecuación 1.1) o tener un solo límite a la izquierda (ecuación 1.2) o a la derecha (ecuación 1.3) del valor nítido.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & x = b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0 & x \geq c \end{cases} \quad (1.1)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1 & x = b = c \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (1.2)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ 1, & x = a = b \\ 1 & x = b = c \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0 & x \geq c \end{cases} \quad (1.3)$$

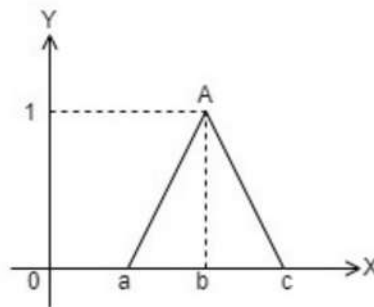


Figura 3. Función de membresía triangular obtenida de (Cheng G. et al. 2001)

Función de membresía trapezoidal

Por otra parte, las funciones de membresía trapezoidales se caracterizan por contar con un intervalo de valores nítidos en el cual todas las condiciones de dicho conjunto se cumplen completamente. De la misma manera que la función de membresía triangular, es posible que

tenga dos límites fusificados (ecuación 2.1) o tener un solo límite a la izquierda (ecuación 2.2) o a la derecha (ecuación 2.3) del valor nítido.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b}, & c < x \leq d \\ 0 & x \geq d \end{cases} \quad (2.1)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq d, c = d \end{cases} \quad (2.2)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & a = b, a \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b}, & c < x \leq d \\ 0 & x \geq d \end{cases} \quad (2.3)$$

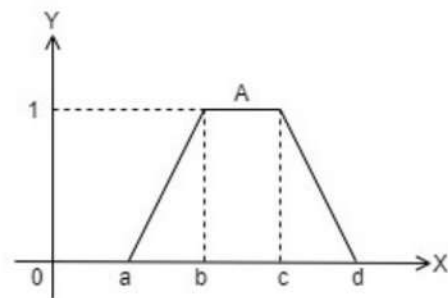


Figura 4. Función de membresía trapezoidal obtenida de (Cheng G. et al. 2001)

Función de membresía gaussiana

La función de membresía gaussiana (ecuación 3.1) tiene una forma de campana simétrica y está definida por tres parámetros principales: el valor central o la media, la desviación estándar y la amplitud máxima de la campana. Con lo que respecta al grado de pertenencia, cuanto más cerca esté el valor dado del valor central, mayor será el grado de pertenencia de este valor sobre el conjunto difuso.

$$A = e^{-k(x-m)^2} \quad (3.1)$$

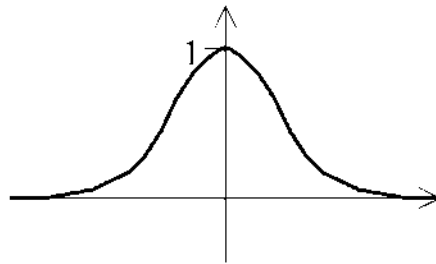


Figura 5. Función de membresía Gaussiana (Cheng G. et al. 2001)

Estas funciones de membresía se emplean para llevar a cabo la evaluación modular e integral de los componentes de los puentes. Siendo su función principal determinar los niveles de pertenencia de la información de entrada en el modelo, así como el grado de pertenencia de la condición en la que se encuentran tanto los elementos individuales del puente como el puente en su totalidad.

Los conjuntos de membresía que representan al comportamiento de los elementos individuales, así como a la estructura integral del puente se muestran en la Figura 6. Se presentan cuatro conjuntos con respecto a las calificaciones que se pueden obtener de la condición de los elementos: adecuado, suficiente, deficiente y riesgoso:-

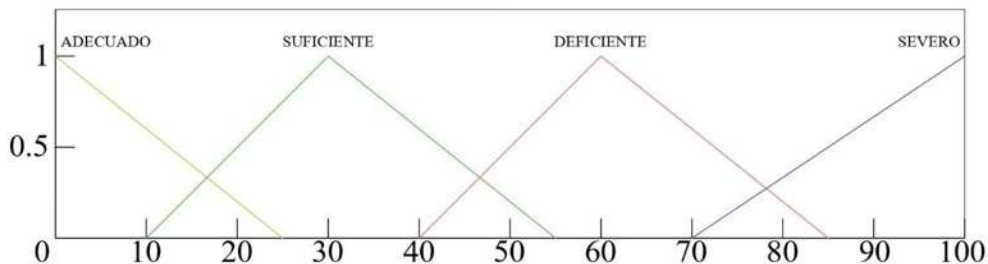


Figura 6. Conjuntos de membresía de la condición de la estructura.

Los traslapes que se presentan entre cada uno de los conjuntos representan la transición entre las condiciones de los elementos. Es decir que, por ejemplo, encontrarnos en un traslape entre la condición adecuada y suficiente, indica que el elemento tiene un deterioro que está dejando de ser adecuado y comienza a clasificarse como suficiente.

Para el caso de la asignación de los conjuntos de membresía sobre la calificación de la urgencia de atención del puente, se determinaron cuatro conjuntos con el nombre: baja, media, alta y muy alta. Estos nombres representan la rapidez con la que se deben ejecutar los trabajos de mantenimiento sobre la estructura evaluada.

En la Figura 7 se muestra la distribución de estos conjuntos de membresía, la cual, es igual a la distribución de la Figura 6. Esto porque se representa un progreso de deterioro equivalente para cada una de las condiciones, trasladando sus límites entre sí, para permitir que la condición de un puente pueda pertenecer a dos conjuntos de membresía, representando un avance de deterioro progresivo en la estructura.

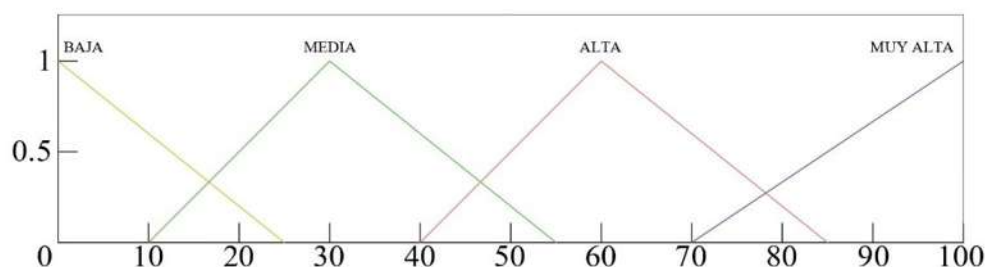


Figura 7. Conjuntos de membresía para la urgencia de atención del puente.

5.2 Evaluación modular e integral del puente

Para la evaluación de la condición de un puente se ejecutan dos tipos de evaluaciones: 1) modular e 2) integral. La evaluación modular se enfoca en analizar el deterioro de elementos individuales del puente para conocer la condición en la que se encuentran. En cambio, la evaluación integral genera relaciones entre los elementos individuales del puente para conocer el estado global en el que se encuentra el activo analizado. A continuación, describimos a detalle cada una de ellas.

5.2.1 Evaluación modular de los elementos del puente

La primera evaluación que se ejecuta sobre el puente es la modular. Los elementos del puente están categorizados por módulos dependiendo su ubicación y su función. Esta clasificación de elementos está regida por nuestro catálogo modular de elementos del puente que se puede consultar en el ANEXO A “CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES”.

Para cada uno de los elementos se determinaron las funciones de membresía necesarias para describir mejor los datos de entrada correspondientes sobre las propiedades de cada elemento. Además, se asignaron los valores de salida con las funciones de membresía que mejor describen el comportamiento de los elementos del puente evaluados.

En seguida se realizaron las combinaciones de los deterioros que pueden existir en cada elemento del puente. Estas combinaciones se introdujeron como reglas en nuestro modelo de evaluación para definir una superficie de evaluación en la que se puede observar la relación entre los deterioros de cada elemento analizado, así como su progresión del daño. Estas superficies de evaluación se obtuvieron para todos los elementos evaluados del puente y se

muestra un ejemplo de la progresión de deterioro de un acceso peatonal con respecto a su Pérdida de área (en el eje “x”) y sus Pendientes (en el eje “y”) en la Figura 8.

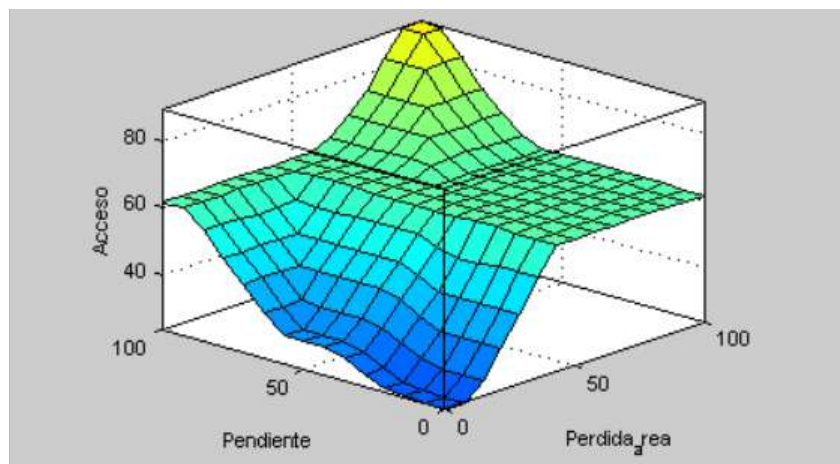


Figura 8. Superficie de evaluación del acceso peatonal.

La superficie de la Figura 8 muestra la evolución del deterioro sobre la condición del acceso peatonal que puede ocurrir cuando las propiedades de un elemento empiezan a perder su funcionalidad. Cuando las propiedades analizadas se mantienen en un estado bueno, la condición del elemento se considera adecuada. Sin embargo, si alguna propiedad experimenta un deterioro significativo, el elemento se clasificará como deficiente. En situaciones más críticas, si varias propiedades muestran un deterioro grave, el elemento podría encontrarse en una condición riesgosa para su operación.

Las calificaciones que se pueden obtener individualmente para cada módulo, así como para la condición integral del puente son: adecuado, suficiente, deficiente y riesgoso.

Cada una de las calificaciones individuales se describen a continuación:

- Adecuado. Un estado adecuado en un elemento individual indica que este se encuentra en sus condiciones óptimas o con deterioros prácticamente imperceptibles. En esta condición, la resistencia y funcionalidad son como se esperan. Las acciones de mantenimiento que se ejecutarán en los elementos que se encuentran en esta condición serán periódicas para mantener su estética y evitar cúmulos de basura o humedad.
- Suficiente. Un estado suficiente en un elemento individual indica que este se encuentra en un estado bueno con algunos deterioros perceptibles. En este caso, la

resistencia y funcionalidad no se ven comprometidas, sin embargo, es probable que su estética sí se encuentre comprometida. Por otro lado, los deterioros que se presentan, al ser observables, requieren de mantenimiento, pues el elemento se encuentra expuesto a las condiciones externas que influyen en los materiales con los que está constituido el elemento. En esta condición, las acciones de mantenimiento que se tendrán que ejecutar son preventivas acompañadas de acciones de mantenimiento periódicas.

- Deficiente. Un estado deficiente en un elemento individual indica que este se encuentra en un estado donde su funcionalidad o resistencia se encuentra comprometida. En este estado los deterioros son completamente observables y probablemente el estado de este elemento está dañando a los elementos próximos. Esta condición es probable que se comprometa el desempeño del puente y puede verse comprometida la seguridad de los usuarios, en esta condición, los deterioros comienzan un progreso muy acelerado y es altamente probable que se deban ejecutar acciones de mantenimiento correctivas, preventivas y periódicas.
- Riesgoso. Por último, un estado riesgoso en un elemento individual indica que se encuentra en un estado de fallo. Aquí, el desempeño del elemento es nulo y la seguridad de los usuarios y de la propia estructura se ve completamente comprometida. Es urgente ejecutar acciones de mantenimiento correctivas para devolver la seguridad a la estructura y no comprometer a los usuarios ni a los elementos próximos.

5.2.2 Evaluación integral de la condición del puente

Para ejecutar la evaluación integral del puente, se utilizan las calificaciones obtenidas de la evaluación modular del puente y se determinan todas las combinaciones de los escenarios posibles de deterioro que se pueden encontrar en los elementos del puente. Es en este punto donde se realizaron las relaciones entre los elementos con respecto a la importancia que cada uno tiene dentro del desempeño del puente y también se ponderó el peso que cada elemento dañado tiene sobre la condición integral de los elementos, componentes y del puente.

Estas combinaciones se introdujeron como reglas en nuestro modelo de evaluación. En total se generaron alrededor de 11,700 reglas para la evaluación integral de un puente, considerando todos los elementos descritos en el Anexo B “MANUAL DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES CON RECOMENDACIONES DE ACCIONES DE MANTENIMIENTO”. A partir de estas reglas, se hizo una programación en MatLab y se muestra de forma gráfica en la Figura 9.

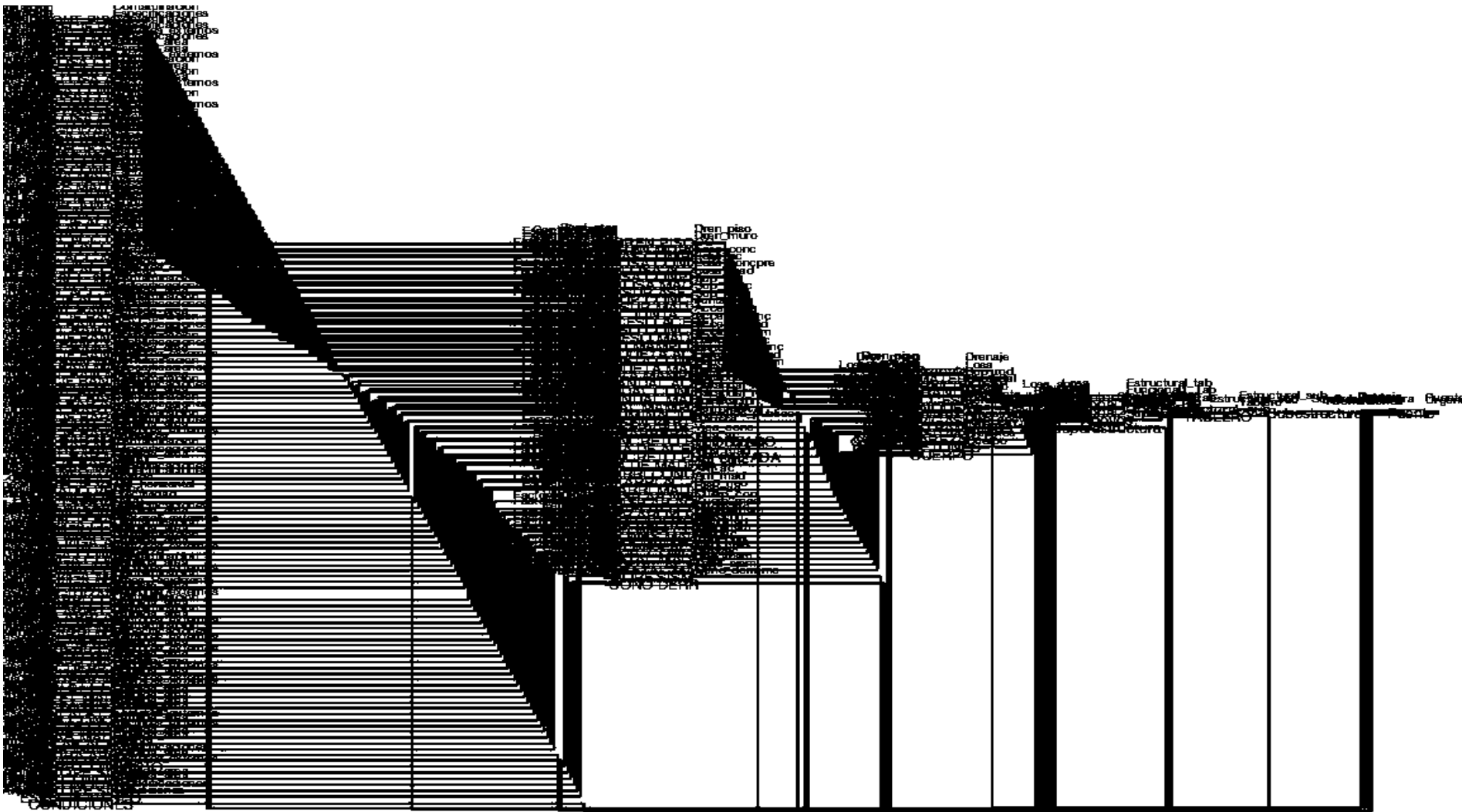


Figura 9. Modelo difuso de la evaluación integral de un puente.

Esta programación permite determinar las relaciones entre los elementos del puente y da como resultado dos calificaciones integrales: la condición del puente y la urgencia de atención.

La condición del puente es el estado actual en el que se encuentra la estructura, por otro lado, la urgencia de atención es la rapidez con la que se requiere ejecutar las acciones de mantenimiento para evitar que los deterioros presentes progresen. Para cada una de las calificaciones se obtienen superficies de evaluación en la que se puede observar la relación entre los deterioros de los elementos que conforman al puente, así como la progresión del daño conforme cada elemento se deteriora de forma más severa. Un ejemplo de estas superficies se muestra en la Figura 10a y 10b.

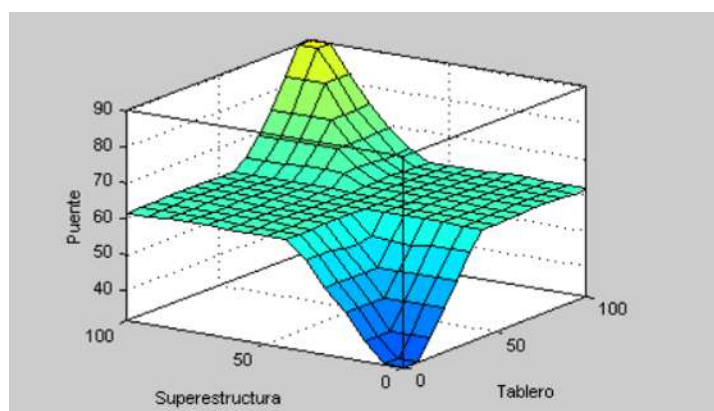


Figura 10a. Superficie de evaluación de la condición integral del puente.

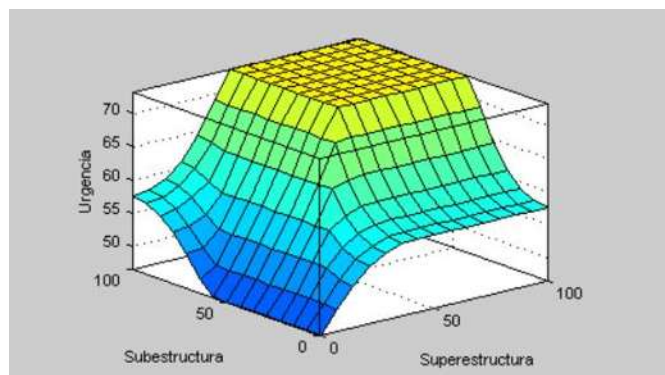


Figura 10b. Superficie de evaluación de la urgencia de atención del puente.

Al igual que la superficie de la Figura 8, la Figura 10a y 10b muestran la evolución del deterioro que ocurre en el puente cuando las propiedades de sus elementos comienzan a perder su funcionalidad. En la Figura 10a se presenta una de las superficies de evaluación de

la condición integral del puente, se comporta semejante como la superficie de la Figura 8: cuando la condición de los componentes considerados es adecuada el puente se encontrará en un estado bueno. Sin embargo, si algún componente experimenta un deterioro significativo, el elemento se clasificará como deficiente o en su caso, si un componente es estructural el puente estará en una condición riesgosa.

Por otro lado, la superficie de la Figura 10b representa la urgencia de atención del puente. Esta superficie presenta un porcentaje alto de esta misma encontrándose en una calificación de urgencia alta. Esto se debe a que nuestro enfoque preventivo establece que cualquier elemento deteriorado que pueda comprometer la funcionalidad de los elementos cercanos conlleva un riesgo elevado que debe ser atendido de manera inmediata para garantizar la seguridad del puente y de sus usuarios.

Las calificaciones que se obtienen sobre la condición integral del puente son las siguientes:

- **Adecuado.** Para el puente, los componentes que podrán encontrarse en un estado suficientemente deteriorados serán los funcionales, comprometiendo levemente la comodidad de los usuarios, sin embargo, ningún elemento estructural podrá encontrarse en un estado deteriorado. Los trabajos que se deberán hacer sobre los componentes de la estructura serán periódicos y en algunos casos preventivos.
- **Suficiente.** Con respecto al puente, una condición suficiente puede indicar un deterioro avanzado en los componentes funcionales del puente, así como un estado suficientemente deteriorado en los componentes estructurales del mismo. En ningún caso, esta condición arriesgará la seguridad de los usuarios ni de la misma estructura. A partir de este estado, el deterioro en los componentes funcionales será cada vez más rápido y dañino. Por otro lado, para los componentes estructurales, a pesar de estos estar dentro de los límites tolerables, será necesario atender los deterioros presentes para evitar una mayor inversión en las acciones de mantenimiento requeridas. Pues en este estado, las acciones de mantenimiento que se requerirán ejecutar son principalmente periódicas y preventivas, sin embargo, en los componentes funcionales podrá existir la posibilidad de necesitar acciones de mantenimiento correctivas.
- **Deficiente.** El obtener una condición deficiente del puente significa que alguno de los componentes estructurales se encuentra en una condición severa, indicando un riesgo alto en el desempeño del puente y en la seguridad de los usuarios requiriendo atención inmediata. En esta condición es necesario ejecutar acciones de mantenimiento correctivo en el componente que se encuentra severamente deteriorado, así como acciones de mantenimiento periódicas o preventivas en los demás componentes del puente para evitar el progreso de deterioro sobre la estructura.

- Riesgoso. Una condición riesgosa del puente indica que se tiene más de un componente estructural en un estado severo, representando un riesgo inminente de colapso y requiriendo atención inmediata con acciones correctivas sobre estos componentes. Es altamente probable que las acciones de mantenimiento que se requieran hacer sea rehabilitación, reforzamiento o sustitución. Pues el avance del deterioro integral de los componentes del puente será alto.

Las calificaciones que se obtienen para determinar la urgencia de atención sobre las acciones de mantenimiento pueden ser:

- Baja. Una urgencia de atención baja determina que los deterioros presentes no son severos y que no tendrán repercusiones sobre el desempeño de elementos próximos. En este estado, el puente no se encuentra en un estado prioritario de atención en la red vial. Puede mantenerse con inspecciones periódicas programadas según el profesional y con un mantenimiento de bajo costo, pues sus tratamientos principalmente serán periódicos.
- Media. Una urgencia de atención media determina que los deterioros presentes en los elementos estructurales del puente no son severos y no hay riesgo de colapso de la estructura. Los deterioros que se presentan en los elementos funcionales, por otro lado, pueden encontrarse en un estado de deterioro más avanzado que los estructurales, sin comprometer el desempeño de los elementos próximos. Será responsabilidad del profesional evaluador determinar la periodicidad con la que se tendrán que ejecutar las próximas inspecciones del puente, así como determinar el tiempo en el que los tratamientos de mantenimiento tendrán que ser ejecutados.
- Alta. Una urgencia de atención alta determina que las condiciones en las que se encuentra el activo analizado no son las adecuadas para su correcto desempeño o que los deterioros presentes en los elementos funcionales son severos; como lo es el caso del drenaje, y es urgente darle atención, pues un estado deteriorado de este componente daña a los elementos próximos. También, una urgencia de atención alta puede no solo referirse a los elementos funcionales o a las condiciones del lugar, sino a un estado de deterioro severo de un componente estructural. La prioridad de atención del puente sobre la red vial será primordial, pues en este estado de urgencia de atención el progreso de los deterioros es rápido.
- Muy alta. Una urgencia de atención muy alta significa que más de un elemento estructural está en un estado avanzado de deterioro, representando un riesgo muy alto sobre la seguridad de la estructura y de los usuarios. La prioridad de atención del

activo es extremadamente alta y debe situarse en los primeros lugares de la red vial para llevar a cabo labores de mantenimiento.

Una condición adecuada o suficiente en el puente nos indica que las acciones de mantenimiento que deberán llevarse a cabo en este son principalmente de carácter periódico y preventivo. Sin embargo, es necesario también evaluar la urgencia de atención que el activo requiere, ya que, a pesar de encontrarse en una condición buena, la urgencia de atención podría ser alta. Esto se debe a que los deterioros identificados en los componentes analizados podrían presentar un deterioro rápido o causar daños acelerados en los elementos próximos de dicho componente.

Capítulo 6

RESULTADOS

Con el objetivo de demostrar la eficiencia del modelo difuso de evaluación propuesto en el capítulo 5 en conjunto con las herramientas que elaboramos 1) catálogo modular del puente, 2) el manual de evaluación y 3) las recomendaciones de tratamientos, se llevó a cabo un estudio de caso. En el presente capítulo se muestra una comparativa entre nuestra propuesta de evaluación para puentes y la metodología que actualmente se emplea en México mediante el sistema SIPUMEX, que está a cargo de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT). Los resultados obtenidos de ambas evaluaciones se analizan mostrando tanto las ventajas como las desventajas de cada una de ellas.

6.1 Caso de Estudio

Para comprobar la efectividad del modelo de evaluación desarrollado, se realizó un estudio de caso sobre el puente que se muestra en la Ilustración 1 registrado bajo el número 15-016-00.0-0-04.0 PIV "La Cuesta," ubicado en la carretera Morelia-Pátzcuaro. Este puente es una estructura de viga que consta de dos claros que permiten el paso de vehículos sobre la carretera principal. Sus apoyos extremos están contruidos con mampostería, mientras que cuenta con un apoyo intermedio de concreto. La superficie de rodadura está revestida con asfalto. Aunque no dispone de banquetas para los peatones, sí cuenta con accesos peatonales de escalones.



Ilustración 1. Puente 15-016-00.0-0-04.0 PIV "La Cuesta".

La comparativa entre el método de evaluación ejecutado por la SICT y el método desarrollado en este trabajo, se ejecutará en los siguientes elementos:

- Elementos de la estructura considerados.
- Asignación de calificaciones.
- Modelo de evaluación utilizado.
- Obtención de las calificaciones de la condición integral e individual de la estructura y sus elementos.
- Asignación de acciones de mantenimiento.

A partir del análisis de estos puntos, se enlistan las ventajas y desventajas de utilizar cada una de las metodologías, enfocándonos en el proceso para la asignación de calificaciones sobre la condición de la estructura así como la asignación de las acciones de mantenimiento necesarias sobre el estado del puente.

6.2 Metodología de evaluación mediante la SICT

En el formato de la SICT con base en SIPUMEX se inspeccionaron once elementos del puente para obtener posteriormente una evaluación global. Estos son: superficie del puente, juntas de expansión, parapeto/pasamanos, conos/taludes, aleros, estribos, pilas, apoyos, losa, largueros/trabes, otros elementos/escaleras, puente en general.

Con base en esto, podemos identificar que la inspección de la SICT asignó once calificaciones sobre el estado de los elementos del puente y una calificación global, abarcando el tablero, la superestructura y la subestructura, sin embargo, no se analizó el componente del drenaje ni los factores externos que influyen en el comportamiento del puente.

Para asignar la calificación a la condición en la que se encuentra cada uno de los elementos, los inspectores se basan en los criterios del Manual de Inspección de puentes 2018 de la SICT para identificar los deterioros presentes y así asignar una calificación que describa mejor a la condición que están observando del elemento. Las calificaciones asignadas por los inspectores encargados fueron las siguientes:

Elementos inspeccionados	Calificación
Superficie del puente	1
Juntas de expansión	1
Parapeto/pasamanos	2
Conos/taludes	1
Aleros	2
Estribos	2
Pilas	2
Apoyos	1

Losa	2
Largueros/trabes	1
Otros elementos/Escaleras	2
Puente en general	2

Tabla 8. Calificaciones asignadas a los elementos inspeccionados.

Como se puede observar en la Tabla 8 ningún elemento se encuentra en una condición con deterioro avanzado, pues, con respecto a la metodología de evaluación de la SICT, una calificación de 1 o 2 representa una condición de buena a excelente.

En seguida, la metodología de evaluación de la SICT indica las acciones de mantenimiento que serán necesarias ejecutar con base en las calificaciones y observaciones obtenidas de campo, indicando si será necesario o no un mantenimiento en cada uno de los elementos individuales. Cabe destacar que las recomendaciones dadas en este formato, se dan como “observaciones” indicando que durante el proceso de inspección se asignaron las acciones de mantenimiento que el evaluador consideró adecuadas.

Las acciones de mantenimiento que se asignaron a los elementos individuales son:

Elemento	Observaciones	Mantenimiento
Superficie del puente	-	-
Juntas de expansión	-	Sellar juntas
	-	Limpieza
Parapeto/Pasamanos	-	Pintar periódicamente
	-	Limpieza
Estribos	Infiltraciones de agua. Humedad.	-
Pilas	Escurrimiento, falta de pintura.	-
Losa	Daño en concreto.	Reparación de concreto
Largueros/Trabes	-	-
Otros elementos	Falta un tramo de barandal en escalera	-
Puente en general		-

Tabla 9. Acciones de mantenimiento recomendadas bajo el método de evaluación de la SICT.

Como se puede observar en la Tabla 9. Se asignaron acciones de mantenimiento periódicas para el parapeto/pasamanos del puente, así como acciones de mantenimiento preventivas para las juntas de expansión y para la losa (ya que el daño en el concreto observado no es severo).

Sin embargo, a pesar de contar con observaciones de daño en los estribos, pilas y accesos peatonales (escaleras) no se asignó ningún tipo de mantenimiento para estos elementos. A pesar de que estos daños no comprometen la seguridad de la estructura ni del peatón, deja en evidencia que la metodología de la SICT no cuenta con un enfoque preventivo, ocasionando que las acciones de mantenimiento que se tendrán que ejecutar serán correctivas con un gasto cada vez mayor a causa del progreso del deterioro que no se atendió.

6.3 Metodología del modelo difuso de evaluación integral

Una de las ventajas de nuestro modelo de evaluación es la flexibilidad de evaluar cualquier variante de puentes de losa y viga, pues no todos los puentes cuentan con los mismos componentes a pesar de ser del mismo tipo. En esta evaluación, a diferencia de los elementos y conexiones considerados en la Figura 9, la cual abarca todos los elementos del puente y sus materiales, solamente se consideraron los elementos específicos que componen al puente estudiado. Estos elementos son: drenes de piso, drenes de muro de contención, obras de drenaje complementarias, losa, losa de aproximación, superficie de rodadura, juntas de expansión, señalamiento horizontal, barreras de contención, accesos peatonales, barandal, vigas, arriostramiento, longitud de asiento, dispositivos de apoyo, apoyos, topes sísmicos, cono de derrame y condiciones.

Como podemos observar, los elementos individuales que nosotros inspeccionamos consideran a todos los componentes del puente: drenaje, tablero, superestructura, subestructura y condiciones. Esta consideración nos permitió reconocer cuál es el factor que puede estar afectando al desempeño del puente y no solo darle mantenimiento a los elementos que están deteriorados, sino también a aquellos que influyen sobre este deterioro, aunque sean factores externos o elementos secundarios.

Para registrar los daños presentes en los elementos inspeccionados, se siguió la metodología de registro de calificaciones que se muestra en el apartado 4.1 de este trabajo. Estas calificaciones registradas las utilizamos como datos de entrada para el proceso de evaluación. Este proceso consta de generar las relaciones que existen entre los deterioros presentes con el fin de determinar la influencia que tiene la condición de cada uno de los elementos sobre el desempeño integral del puente y se muestra su gráfico en la Figura 11.

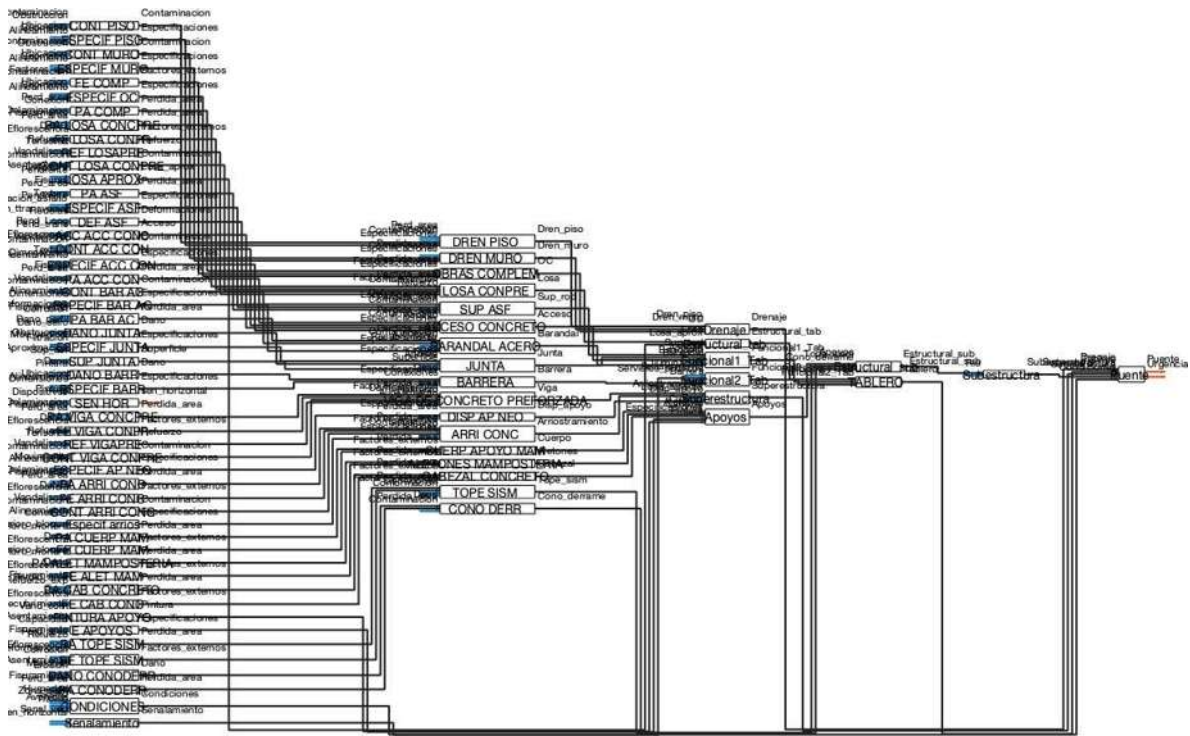


Figura 11. Modelo difuso de la evaluación integral del puente 15-016-00.0-0-04.0 PIV "La Cuesta".

El modelo de evaluación está programado para clasificar de manera modular a los elementos y componentes del puente, determinando relaciones entre sus propiedades y condiciones para así obtener las calificaciones del puente integral, así como de cada elemento y componente del puente.

Las calificaciones resultantes de la condición integral del puente se muestran en la Tabla 10.

ELEMENTO	OUTPUT	ETIQUETA	COMPONENTE	OUTPUT	ETIQUETA	CONDICIÓN DEL PUENTE	
Dren piso	85.15	Riesgoso	Drenaje	73.41	Riesgoso	Condición del puente 39.67 Suficiente	Urgencia de atención 51.39 Alta
Dren muro	8.54	Adecuado					
Obras Complementarias	8.75	Adecuado					
Losa	12.42	Adecuado	Tablero	24.55	Suficiente		
Losa Aproximación	8.00	Adecuado					
Superficie de rodadura	17.72	Adecuado					
Acceso peatonal	22.29	Suficiente					
Barandal	20.77	Adecuado					
Junta	22.78	Suficiente					
Barrera	8.76	Adecuado	Superestructura	8.38	Adecuado		
Señalamiento horizontal	26.06	Suficiente					
Viga	8.89	Adecuado					
Dispositivos de apoyo	9.17	Adecuado					
Arriostramiento	8.89	Adecuado					
Apoyos	24.84	Adecuado	Subestructura	24.92	Suficiente		
Tope sísmico	8.00	Adecuado					
Cono de derrame	8.77	Adecuado					
CONDICIONES				53.41	Suficiente		

Tabla 10. Calificaciones de la condición del puente, componentes y elementos del puente evaluado mediante nuestro método.

El modelo de evaluación arroja calificaciones sobre la condición integral del puente, así como la de sus componentes y sus elementos. Esto con el fin de facilitar la identificación de la condición de los elementos que influyen a la condición integral del puente y seleccionar el tratamiento más adecuado para devolver o mantener la funcionalidad de cada elemento individual.

Con base en las calificaciones obtenidas anteriormente y a los deterioros que se registraron en campo, procedemos a la selección de los trabajos de mantenimiento que se ejecutarán en cada elemento. Estos se muestran a continuación:

Elemento	Tratamiento
Dren de piso	Limpieza de drenes
	Limpieza de superficie de rodadura
Dren de muro	Lavado/Limpieza
Obras complementarias	Lavado/Limpieza
	Sellado de fisuras
	Relleno de pérdida de sección del elemento
Losa	Lavado/Limpieza
	Relleno de pérdida de sección del elemento

	Sellado de fisuras
Losa de aproximación	Lavado/Limpieza
Superficie de rodadura	Limpieza
	Parcheo de elemento
Acceso peatonal	Limpieza
	Sellado de fisuras
Barandal	Lavado/Limpieza
	Aplicación de recubrimiento
Junta	Sellado de grietas en la sobrecapa de asfalto
Barrera	Limpieza
	Ajuste de conexiones
	Quitar deformación
Señalamiento horizontal	Repintado de señalamiento
Vigas	Lavado/Limpieza
	Sellado de fisuras
	Relleno de pérdida de sección del elemento
Dispositivos de apoyo	Lavado/Limpieza
Arriostramiento	Lavado/Limpieza
Apoyos	Lavado/Limpieza
	Aplicación de recubrimiento
	Relleno de pérdida de sección del elemento
Tope sísmico	Limpieza
Cono de derrame	Limpieza

Tabla 11. Recomendaciones de tratamientos generadas con base en las calificaciones obtenidas mediante nuestra propuesta.

Estas recomendaciones se dan desde un punto de vista preventivo, ninguno de estos elementos se encuentra en un estado donde se requieran acciones de mantenimiento correctivas.

6.4 Discusión

Al ejecutar una inspección, resulta de gran importancia tomar en cuenta todos los elementos que conforman el puente analizado, ya sean principales o secundarios. Cada uno de estos elementos desempeñan un papel crucial en el correcto funcionamiento del puente y si alguno de ellos presenta deterioros, su capacidad para cumplir su función se verá comprometida y a su vez esto puede ocasionar un deterioro progresivo en los elementos próximos.

La metodología de evaluación utilizada por la SICT se enfocó en analizar los deterioros en once elementos principales que forman parte del tablero, la superestructura y la subestructura. Sin embargo, no se tuvo en cuenta el componente de drenaje ni el de las condiciones a las que está expuesto el puente, a pesar de que estos ejercen una influencia significativa en el desempeño del puente.

Por otro lado, nuestro modelo de evaluación nos permitió inspeccionar un total de diecinueve elementos, tanto principales como secundarios, que conforman a los cinco componentes del puente: drenaje, tablero, superestructura, subestructura y condiciones. De esta manera, logramos registrar cualquier deterioro que pudiera estar afectando el desempeño del puente.

Para llevar a cabo el registro de los deterioros observados en el campo, ambos métodos cuentan con manuales de criterios de inspección y evaluación. Estos manuales proporcionan descripciones para asignar una calificación que refleje la condición de los elementos, basándose en los criterios que mejor describan los deterioros identificados.

En el caso del manual utilizado por la SICT, cada calificación viene acompañada de un conjunto de características que debe cumplir completamente el deterioro presente para ser asignada dicha calificación. El evaluador tiene la responsabilidad de determinar cuál de las calificaciones es la más apropiada para clasificar los deterioros observados.

Es importante destacar que el manual utilizado por la SICT presenta diferencias en los criterios de calificación. En sus tablas, asignan calificaciones del 0 al 5, como se muestra en la Tabla 1, donde el 0 representa un estado severamente deteriorado y el 5 un estado excelente. Sin embargo, en su descripción escrita, indican que las calificaciones se otorgan con un criterio diferente, donde el 0 representa un estado excelente y el 5 un estado altamente deteriorado. Este último criterio se utilizó en el formato de levantamiento de deterioros del puente estudiado. Esto deja en evidencia que el manual de inspección de puentes de la SICT muestra dos criterios de evaluación que crean confusión al momento de ejecutar la evaluación de un puente.

De la misma manera, nuestro manual de criterios de evaluación también ofrece descripciones para clasificar el estado de los elementos en relación a los deterioros identificados. Sin embargo, a diferencia del enfoque de la SICT, nuestro manual brinda la flexibilidad de permitir al profesional evaluar el grado de pertenencia que tiene el deterioro encontrado dentro de la calificación asignada. Es decir, se reconoce que es probable que los deterioros observados no se ajusten completamente a una única calificación, lo que permite al evaluador determinar en qué medida se cumple la condición establecida para esa calificación. Esta flexibilidad facilita una evaluación más precisa y detallada de los deterioros presentes en los elementos.

Una vez que se ha asignado una calificación a los deterioros observados en el campo, la metodología de la SICT procede a determinar qué elementos del puente requieren mantenimiento. Es importante destacar que este proceso se lleva a cabo sin establecer relaciones entre los deterioros de los diferentes elementos del puente, lo que resulta en una calificación global del puente, pero no integral. Esta falta de consideración de las relaciones entre los deterioros puede llevar a que la prioridad de atención asignada al activo analizado no sea la más adecuada en términos de su urgencia de atención.

Es por esta razón que en nuestra metodología hemos incorporado la generación de relaciones entre los elementos del puente y sus respectivos deterioros. De esta manera, la calificación final del puente se vuelve integral, lo que significa que no solo se evalúa cada elemento por separado, sino que también se tiene en cuenta cómo los deterioros en un elemento pueden afectar o estar relacionados con los de otros elementos. Esto permite determinar la urgencia de atención requerida de una manera más completa. Esto facilita la priorización de los trabajos de mantenimiento en la red vial, asegurando que los activos que presenten una urgencia de atención más alta reciban la debida

Como se mencionó anteriormente, la metodología de la SICT opta por tomar acciones de mantenimiento en aquellos elementos que presentan deterioros significativos. Este enfoque es correctivo, ya que, aunque se registran elementos con deterioros leves, no se recomienda el mantenimiento preventivo para todos ellos. En lugar de eso, las acciones de mantenimiento recomendadas están diseñadas para restaurar la funcionalidad de los elementos que presentan un deterioro más avanzado permitiendo el progreso de deterioro en los elementos que no presentaron tantos deterioros. A pesar de que la SICT da recomendaciones sobre los elementos que muestran deterioros, estas recomendaciones son genéricas, pues no consideran todas las propiedades del elemento que pueden estar presentando un nivel de deterioro y que requieran atención.

En contraste, nuestra metodología se orienta hacia un enfoque preventivo. Esto significa que se realizarán acciones de mantenimiento adecuadas para todos los elementos que lo requieran, incluso si no se encuentran en una condición deficiente o severa. Las recomendaciones de mantenimiento que se hacen son periódicas y preventivas, aplicándose a todos los elementos del puente, así como a todas las propiedades de los elementos que requieran atención. Este enfoque preventivo tiene la ventaja de ayudar a prevenir el deterioro futuro de los elementos y garantizar un funcionamiento seguro a lo largo del tiempo, en lugar de esperar a que los deterioros alcancen una condición severa antes de ejecutar mantenimiento correctivo.

Capítulo 7

CONCLUSIONES

Uno de los problemas críticos en la evaluación y mantenimiento de los puentes es la omisión de deterioros en los elementos secundarios. Es por ello que en este estudio, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de la normativa internacional más relevante relacionada con la inspección y evaluación de puentes, para identificar los elementos que componen a un puente de losa y de viga, así como para conocer los criterios de evaluación aplicados para inspeccionar su estado. El siguiente paso consistió en la identificación de los tipos de deterioros que pueden afectar a los materiales de cada elemento del puente.

Con base en estos análisis se elaboraron dos contribuciones significativas. La primera son las herramientas desarrolladas para apoyar la toma de decisiones de los profesionistas encargados del mantenimiento de puentes. Estas herramientas incluyen la creación de un catálogo modular que abarca todos los elementos de un puente, facilitando las inspecciones individuales y la evaluación integral del puente. Además, se ha creado un manual de criterios de inspección y evaluación para clasificar los deterioros por su severidad, proporcionando recomendaciones de tratamientos de mantenimiento.

La principal contribución de este trabajo es la creación de un modelo de evaluación difuso que se basa en el catálogo modular de elementos y criterios de evaluación. Este modelo establece relaciones entre todos los elementos del puente, lo que permite asignar una calificación integral a la condición del puente, con un enfoque preventivo. A través de funciones de fusificación, se generan calificaciones integrales para la condición del puente y la urgencia de atención requerida.

Además, se generaron tratamientos con recomendaciones periódicas, preventivas y correctivas, basadas en el modelo de evaluación difuso. Estos tratamientos incluyen las acciones necesarias para conservar la capacidad funcional de los elementos del puente analizado.

El caso de estudio realizado en el puente número 15-016-00.0-0-04.0 PIV "La Cuesta" demostró la efectividad de nuestra metodología de evaluación en comparación con la metodología actualmente utilizada por la SICT. Los puntos destacados de esta comparación son los siguientes:

- Inspección de elementos amplia: A diferencia de la SICT, que se enfoca en inspeccionar principalmente los elementos principales del puente, nuestra metodología incluye la inspección de elementos secundarios. Esto proporciona una visión más completa de los deterioros que pueden surgir y de cómo estos pueden afectar al desempeño del puente.

- Generación de relaciones integrales: Nuestro modelo de evaluación genera relaciones entre los elementos del puente, lo que permite obtener una calificación integral de la condición del puente. Esta calificación integral facilita la priorización de las acciones de mantenimiento en la red vial, permitiendo identificar qué elemento está causando un mayor daño y cuáles requieren tratamiento.
- Clasificación modular: Nuestra metodología utiliza una clasificación modular que facilita la identificación de los elementos que influyen en los daños del puente. Así mismo, nos ayuda a ubicar en qué elementos se encuentran los deterioros que están afectando a la condición integral del puente. En cambio, la metodología de la SICT asigna calificaciones individuales a los elementos, lo que puede dificultar la atención detallada de los requerimientos de los elementos del puente.
- Tratamientos de acciones de mantenimiento: Nuestras recomendaciones de tratamientos están organizadas por elemento y nivel de deterioro, lo que facilita la toma de decisiones de los profesionistas encargados del mantenimiento. Por la parte de la SICT, sus recomendaciones se basan en calificaciones individuales y observaciones registradas, lo que puede complicar la toma de decisiones de cuál mantenimiento será el más adecuado que agrupe a todos los elementos que presentan un deterioro.

En resumen, nuestro modelo de evaluación se destaca por su enfoque preventivo e integral, considerando todos los elementos del puente para generar relaciones que permitirán priorizar fácilmente a los activos que requieran mayor atención. Además, las recomendaciones de tratamiento periódicas, preventivas y correctivas organizadas por elemento y tipo de daño ayudan a los profesionistas a elegir fácilmente el tipo de mantenimiento que se deberá ejecutar.

En esta investigación, nos enfocamos específicamente en analizar puentes de losa y viga, ya que son los tipos de estructuras más comunes en México. Sin embargo, este trabajo nos ofrece la oportunidad de expandir nuestros horizontes y explorar puentes con estructuras diferentes a las que hemos estudiado. Además, un tema interesante a considerar en futuros proyectos podría ser la estimación de costos relacionados con la ejecución de las labores de mantenimiento. Por otro lado, esta metodología de evaluación se puede aplicar a la evaluación de otros activos viales.

REFERENCIAS

AASHTO (2010) AASHTO Bridge Element Inspection Guide Manual, American Association of State Highway and Transportation Officials.

Alyas, T., Javed, I., Namoun, A., Tufail, A., Alshmrany, S., & Tabassum, N. (2022). Live migration of virtual machines using a mamdani fuzzy inference system. *Computers, Materials & Continua*, 71(2), 3019-3033.

American Association of State Highway and Transportation Officials (2010), AASHTO Bridge Element Inspection Guide Manual 1st Edition.

Argüello Ordóñez, F. Andrés (2015) Diseño de apoyos para puentes de acuerdo a la Especificación AASHTO LRFD 6ta Edición, Trabajo Experimental. Universidad San Francisco de Quito USFQ.

Bowman, M. D., & Moran, L. M. (2015). Bridge preservation treatments and best practices (Joint Transportation Research Program Publication No. FHWA/IN/JTRP-2015/22). West Lafayette, IN: Purdue University. <https://doi.org/10.5703/1288284316007>

Cahua Chara, E. (2013) Análisis y diseño estructural puente tipo arco de luz de 40 metros, Universidad católica de Santa María.

Carrión, F., Quintana, A. y López, A. (2011) Diseño y estrategia para un centro de monitoreo de puentes y estructuras inteligentes de México, Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=357&IdBoletin=131>

Cheng, G. Trung T. P. (2001) Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems, by CRC Press LLC, Texas.

Committe of Transport Officials (2018) MANUAL FOR THE VISUAL ASSESSMENT OF ROAD STRUCTURES. South Africa COTO

Corporación Instituto Chileno del Acero (2008), Manual de diseño de superestructuras de acero para puentes 1a. ed. Santiago: Corporación Instituto Chileno del acero.

Cuartas Ospina, L. y Riveros Jerez C. (2013) Detección de daños en puentes de concreto reforzado utilizando algoritmos de reconocimiento de patrones estadísticos autoregresivos, *Revista Politécnica* ISSN 1900-2351 Volumen 9.

Diciembre Sanahuja S. (2017) Sistemas de Control con Lógica Difusa: Métodos de Mamdani y de Takagi-Sugeno-Kang (TSK). Universitat Jaume I.

Dirección de Puentes (2007) Manual de Inspección de Puentes, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Dirección general de carreteras (2012) Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado, Ministerio de Fomento.

Espinoza Díaz, C., García Rojas, A. y Trujillo Mora, M. (2015) Puentes en Colombia, Seminario Internacional Análisis, Diseño y Construcción de Puentes.

Fiorella Robin, C. (2017) Estudio de socavación de la subestructura de puente y análisis de estabilidad – caso puente Nicolás Dueñas de la ciudad de Lima en el 2017, Universidad César Vallejo.

Folic, R. y Partov, D. (2020) Comparative analysis of some bridge management systems.

G. Ali et al., "Artificial Neural Network Model for Bridge Deterioration and Assessment," Proceedings of the 2019 Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference (2019, Montreal, Canada), Canadian Society for Civil Engineering (CSCE), Jun 2019.

Gallegos Cornejo, J. (2021) A fuzzy model of assets condition assessment for maintenance and risk management of road networks, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

González Morcillo C. (2020) Lógica Difusa, Una introducción práctica. Técnicas de Softcomputing. <https://www.lawebdelprogramador.com/pdf/info.php?id=1253>

Greater Buffalo-Niagara Regional Transportation Council (2007). Bridge preventive maintenance strategy for Erie-Niagara local bridge owners.

Grupo Técnico Convenio 587 (2006) Manual para la inspección visual de puentes y pontones.

Gutkowski R.M, Arenella N.D (1998) Investigation of PONTIS- a bridge management software, Department of Civil Engineering, Colorado State University.

Hurtado Palacio J.P., (2014) LÓGICA DIFUSA: PERSPECTIVA Y APLICACIONES. Universidad del Quindío, Armenia, Quindío.

Ibarguen, R., Molina Tamayo, E., Guevara Hoyos, M. y Henao Mejia, Y. (2015) Manual para el Análisis y Diseño de Puentes para una Vía Terciaria. Universidad Libre Seccional Pereira.

Indiana Department of Transportation (2013). 2013 DESIGN MANUAL, chapter 412 Bridge Preservation.

Instituto Mexicano del Transporte y Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1994) Sistema de administración de puentes (SIAP), Publicación técnica No. 49

Lark R. (2000) The development of UK bridge management systems, ResearchGate.

Nasser Y. (2018) New Model for Bridge Management System (BMS): Bridge Repair Priority Ranking System (BRPRS), Case Based Reasoning for Bridge Deterioration, Cost Optimization, and Preservation Strategy, University of New Hampshire, Durham.

Méndez Mena H.A., Torres Jarquín J.A, (2017) DISEÑO DE SUPERESTRUCTURA Y SUBESTRUCTURA DEL PUENTE LA VAINILLA POR EL MÉTODO AASHTO LRFD 2010 CON LAS CARGAS HS20-44 + 25%., Managua.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Dirección general de Carreteras (1995), Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) (2007) Manual de inspección de puentes. Dirección de puentes.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2006) Directiva N° 01-2006-MTC/14 “GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES”. DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES.

Ministry of Transportation (2000) Ontario Structure Inspection Manual.

Montoya Jaramillo, L. J., Silva Arroyave, S. M., & González, J. E. (2009). Evaluación de zonas de amenaza por avenidas torrenciales utilizando metodologías cualitativas: Caso de aplicación a la quebrada Doña María. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 8(15), 11-29.

Naranjo Posada, J. y Abril Parra, P. (2018) Inspección visual y estudio de patologías estructurales de puentes vehiculares en la autopista norte - La Caro – Briceño, Universidad Católica de Colombia.

Navarro Henríquez, F. (2015) Proyecto eBridge 2.0 utiliza sensores de fibra óptica FBG para monitoreo de la salud estructural de puentes. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5289>

NZ Transport Agency (2001) Bridge inspection and maintenance manual, 1st version. Nueva Zelanda.

Rogulj, K.; Kilic Pamukovic, J. Jajac, N. (2021) KnowledgeBased Fuzzy Expert System to the Condition Assessment of Historic Road Bridges. Appl. Sci. 2021, 11,1021. <https://doi.org/10.3390/app11031021>

Sánchez-Flores F. (2015) SEMINARIO INTERNACIONAL DE ANÁLISIS, DISEÑO, Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y TÚNELES. Universidad libre seccional Pereira. Colombia.

Santos Durán C., Díaz Durán E. & Benjumea Royero J., “Comparación de la respuesta estructural de un puente viga cajón de voladizos sucesivos durante construcción y en servicio en tres escenarios de humedad relativa de Colombia”, INGE CUC, vol. 18, no. 1, pp. 51–65, 2022. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.18.1.2022.05>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011) Conceptos que conforman un proyecto ejecutivo de carreteras, XXIV Congreso Mundial de Carreteras.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2014) Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2018) Manual para inspección de puentes. Ciudad de México, México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2018) Manual para Conservación de Puentes y Estructuras Similares. México.

Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Instituto Mexicano del Transporte, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018), Documento Técnico Descriptivo, Red Nacional de Caminos. https://www.snig.mx/DocAcervoINN/documentacion/inf_nvo_acervo/SNIGMA/Red_Nacional_Caminos/documento_tecnico_descriptivo_rnc_2018.pdf

Seminario, Manrique, Ernesto. (2004) Guí para el diseño de puentes con vigas y losas. Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Repositorio institucional PIRHUA-Universidad de Piura.

Structural Evaluation & Bridge Management (2014) Bridge Element Inspection Manual. New Jersey Department of Transportation

Tello Rodríguez I. A. (2011) SELECCIÓN DEL SISTEMA DE REFUERZO PARA SUPERESTRUCTURAS DE PUENTES EXISTENTES DE CONCRETO REFORZADO, Morelia, Michoacán.

Valenzuela Díaz, A. (2008) Metodología de gestión de puentes a nivel de red basada en inspección visual, Pontificia Universidad Católica de Chile Escuela de Ingeniería.

Yepes, Piqueras V. (2016) Inspección de puentes: evaluación de daños y su evolución. Universitat politècnica de València. Consultado en <https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/10/25/inspeccion-de-puentes-evaluacion-de-danos-y-su-evolucion/>

Z. Kamaitis (2001) BEHAVIOUR AND DESIGN OF ROCKER BEARINGS IN BRIDGE STRUCTURES, *Statyba*, 7:3, 207-212, DOI: 10.1080/13921525.2001.10531726

ANEXO A
CATÁLOGO DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES

Propiedades	Elementos		Factor	Componente	Puente
Pérdida de sección	Drenes de piso o tubo y bajadas	Obras de drenaje principales	Funcional	Drenaje	Puente
Características de diseño					
Contaminación					
Conexión					
Pérdida de sección	Drenes para muros de contención				
Contaminación					
Características de diseño					
Pérdida de sección	Obras de drenaje complementarias				
Factores externos					
Características de diseño					
Pérdida de sección	Losa		Estructural	Tablero	
Contaminación					
Refuerzo					
Factores externos					
Conexión					
Placa rigidizante					
Deterioro	Losa de aproximación				
Pendiente					
Asentamiento					
Deformaciones	Superficie de rodadura		Funcional		
Características de diseño					
Contaminación					
Factores externos					

Pérdida de sección			Funcional	Tablero	
Características de diseño					
Daño	Junta de expansión				
Anclaje					
Superficie					
Características de diseño					
Recubrimiento	Iluminado público				
Daño					
Anclaje					
Dispositivos y pintura	Horizontal	Señalamiento			
Características de diseño	Vertical				
Estado					
Contaminación					
Daño	Servicios públicos				
Efectividad					
Daño	Barreras de contención				
Características de diseño					
Conexiones					
Pérdida de sección	Accesos peatonales				
Factores externos					
Acceso					
Contaminación					
Características de diseño					
Conexiones					
Pérdida de sección					

Contaminación	Banquetas, guarnición y camellones			
Factores externos				
Características de diseño				
Conexiones				
Pérdida de sección	Barandal			
Conexiones				
Factores externos				
Características de diseño				
Contaminación				
Recubrimiento				
Cables				
Pérdida de sección	Vigas principales			
Refuerzo				
Factores externos				
Conexiones				
Contaminación				
Alineamiento				
Placa rigidizante				
Pérdida de sección	Arriostramiento			
Refuerzo				
Factores externos				
Conexiones				
Contaminación				
Alineamiento				

Longitud de asiento				
Características de diseño	Dispositivos de apoyo		Estructural	Subestructura
Anclaje				
Pérdida de sección				
Pérdida de sección	Cuerpo	Apoyos		
Factores externos				
Conexiones				
Pérdida de sección	Aletones			
Factores externos				
Conexiones				
Pérdida de sección	Cabezal			
Factores externos				
Conexiones				
Características de diseño				
Pintura				
Factores externos	Topes sísmicos			
Conexión				
Conformación				
Pérdida de sección				
Pérdida de sección	Cono de derrame			
Contaminación				
Daño				
Socavación		Río	Funcional	
Características del río				

Exposición a humedad	Funcional	Condiciones	
Zona sísmica			
Ocurrencia de sismos			
Avenidas torrenciales			
Tráfico			

ANEXO B

**MANUAL DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES
CON RECOMENDACIONES DE ACCIONES DE
MANTENIMIENTO**

Drenes de piso y tubería

Propiedad	Criterio			
Pérdida de sección	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe pérdida de sección en ninguna parte del tubo de bajada o del dren. Existe pérdida de sección casi imperceptible en diferentes zonas del dren.	Existen fisuras perceptibles en el tubo del dren o en el tubo de bajada. Estas fisuras no permiten goteo o es un goteo que no afecta a elementos próximos.	Existen fisuras anchas en el tubo de dren o en el tubo de bajada. Estas fisuras tienen goteo continuo cuando la tubería contiene agua. Existe humedad en elementos próximos y están dañados.	N/A
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión de la tubería está en buen estado. No existe fuga de agua y conecta correctamente a los tramos de tubería. Leve desalineamiento o casi imperceptible.	Existe fuga de agua casi imperceptible en la conexión. El elemento puede estar desalineado, pero esto no impide su correcta función.	En la conexión existe fuga de agua como goteo causado por un desalineamiento notorio. El elemento aún es capaz de dirigir el agua a la estructura de salida. El goteo humedece a elementos próximos sin dañarlos.	Algún tramo de la tubería ya no está conectado correctamente, causando que el agua no se dirija de forma correcta a la estructura de salida y que haya caída de agua donde no debe. La caída de agua ha dañado a elementos próximos.
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-

	<p>No existe contaminación por fauna ni por vandalismo en la zona externa del tubo de bajada. Hay suciedad como polvo. Existe vandalismo ubicado en zonas donde es casi imperceptible.</p>	<p>En el tubo de bajada hay pintura vandálica que se nota de cerca pero que no es perceptible por los usuarios que pasan en la vía. Existe contaminación notoria que no afecta al elemento.</p>	<p>Existe contaminación como basura en la zona externa del elemento. Hay pintura vandálica que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.</p>	<p>N/A</p>
Obstrucción	<p>Bueno</p>	<p>Aceptable</p>	<p>Deficiente</p>	<p>Severo</p>
	<p>0-100</p>	<p>0-100</p>	<p>0-100</p>	<p>0-100</p>
	<p>No hay obstrucción en la entrada o salida de los drenes ni a lo largo de la tubería. Existe leve suciedad en la entrada o salida del elemento.</p>	<p>Existe suciedad notoria que no obstruye levemente al agua correr hacia la salida del dren. La obstrucción altera al flujo del agua, pero no lo alenta ni causa daño a otros elementos.</p>	<p>Hay obstrucción en la entrada, salida de los drenes o a lo largo de la tubería. La velocidad de drenado ha reducido un 30% y el agua tarda en ser drenada pero no causa problemas sobre la superficie de rodadura. Ocasiona leves encharcamientos.</p>	<p>Hay obstrucción que ha reducido a la velocidad de drenado tanto que causa encharcamientos extensos. Este deterioro ocasiona problemas severos de drenaje sobre la superficie de rodadura.</p>
Alineamiento	<p>Bueno</p>	<p>Aceptable</p>	<p>Deficiente</p>	<p>Severo</p>
	<p>0-100</p>	<p>0-100</p>	<p>0-100</p>	<p>0-100</p>
	<p>En el elemento no se observa deformación ni asentamientos. Existe dsalineamiento</p>	<p>En el elemento existe distorsión que no requiere mitigación, o distorsión que se ha mitigado. Hay</p>	<p>En el elemento existe deformación o desalineamiento que altera al flujo del agua.</p>	<p>El estado del elemento afecta a los elementos próximos. El elemento no está cumpliendo con</p>

	casi imperceptible.	leve desalineamiento que no afecta al flujo del agua.	Su estado humedece levemente algunos elementos próximos, pero no causa problemas.	su función y no dirige el agua hacia la desembocadura efectivamente.
--	---------------------	---	---	--

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Ubicación	0-100	0-100	0-100
	El elemento se encuentra en el lugar y orientación normados. El elemento está levemente fuera de lugar o de orientación, no causa problemas.	El elemento no se encuentra en el lugar normado, alenta el flujo del agua. La obra de drenaje no está en la orientación correcta, el agua expulsada humedece levemente a otros elementos.	La obra de drenaje no está en la orientación correcta. Esto causa problemas de agua en el elemento principal. No existen suficientes obras de drenaje o no existe ninguna cuando es necesario que exista.
Geometría	0-100	0-100	0-100
	En el elemento las dimensiones cumplen con normativa/diseño o y son capaces de desahogar el agua. No causa problemas en otros elementos.	En el elemento las dimensiones no cumplen con normativa/diseño. Afecta al comportamiento del flujo causando leve humedad en las aproximaciones.	Las dimensiones en el elemento no cumplen con normativa/diseño. Afecta severamente al comportamiento del flujo. El agua golpea a elementos que no debería y los daña o no

	El elemento no cuenta con las dimensiones necesarias, no causa ningún problema a elementos próximos.	Las dimensiones insuficientes pueden alentar el flujo.	desahoga el agua como se espera. La obra no cumple su función.
--	--	--	--

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	
TA1	Limpieza de drenes.	
	Limpieza de superficie de rodadura.	

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza de drenes. Limpieza de superficie de rodadura.	Sellado de fisuras de tubería de bajada.
TS2	Limpieza de drenes. Limpieza de superficie de rodadura.	Sellado de conexiones de la tubería.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza de drenes. Limpieza de superficie de rodadura.	Sellado de conexiones de tuberías. Sellado de fisuras en la tubería.	Cambio de conexiones en tuberías.
TR2	Limpieza de drenes. Limpieza de superficie de rodadura.	Sellado de conexiones de tuberías.	Reemplazo de tubería.
TR3	Limpieza de drenes. Limpieza de superficie de rodadura.	Sellado de conexiones de tuberías. Sellado de fisuras en la tubería.	Reubicación de drenes.
TR4	Limpieza de drenes. Limpieza de superficie de rodadura.	Sellado de conexiones de tuberías.	Cambio de tipo de material de tubería.

Drenes de muro de contención

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de sección	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de sección en ninguna parte del tubo exterior. Existe pérdida de sección casi imperceptible en diferentes zonas del dren.	Existe pérdida de sección notoria el tubo exterior. Aún no permite que el agua escurra por el muro. Gotea en zonas no deseadas, pero no causa problemas en los elementos próximos.	Existe pérdida de sección el tubo exterior. El agua cae y escurre en el muro o en zonas donde no se desea. Existen manchas por humedad en los elementos.	Existe pérdida de sección severa en el tubo exterior o ya no existe. Existen manchas por humedad con daño en los elementos próximos.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Contaminación	0-100	0-100	0-100	-
	No existe en el elemento contaminación o vandalismo. Hay suciedad como polvo en la zona externa del elemento. Hay vandalismo que se ubica en zonas donde no es perceptible al usuario.	En el elemento hay pintura vandálica que se nota de cerca pero que no es perceptible por los usuarios que pasan en la vía. Existe contaminación moderada que no afecta al elemento.	Existe contaminación severa como basura en la zona externa del elemento pero que no impiden el buen funcionamiento del elemento. Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	N/A
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Obstrucción	0-100	0-100	0-100	0-100
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	No hay obstrucción en los drenes. Existe leve suciedad en la salida del elemento.	Existe suciedad notoria que no obstruye al agua correr hacia la salida del dren. La obstrucción es muy leve, altera al flujo del agua, pero no lo alenta ni causa daño a otros elementos.	Hay obstrucción en la salida de los drenes. El agua tarda en ser drenada pero no causa problemas en los muros. Existe leve humedad proyectada en los muros.	Hay obstrucción en la salida de los drenes. Existe humedad notoria en los muros. Los muros tienen daño por humedad.
Alineamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa deformación en el elemento. Existen deformaciones casi imperceptibles.	En el elemento hay distorsión que no requiere mitigación, o distorsión que se ha mitigado. El tubo del dren está desalineado, pero no causa problemas.	En el elemento hay deformación o desalineamiento que altera al flujo del agua. Humedece superficialmente algunos elementos próximos sin dañarlos.	El estado del elemento afecta a los elementos próximos y los daña. El elemento no está cumpliendo con su función.

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Ubicación	0-100	0-100	0-100
	El elemento se encuentra en el lugar y orientación normados. El elemento está levemente fuera de orientación, no causa problemas.	El elemento no se encuentra en el lugar normado, alenta el flujo del agua. La obra de drenaje no está en la orientación correcta, el agua expulsada	La obra de drenaje no está en la orientación correcta. Esto causa problemas de humedad en el elemento principal. No existen suficientes obras de drenaje o no

		humedece levemente a otros elementos.	existe ninguna cuando es necesario que exista.
Geometría	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	En el elemento las dimensiones cumplen con normativa/diseño o y son capaces de desahogar el agua. El elemento no cuenta con las dimensiones necesarias, no causa ningún problema a elementos próximos.	En el elemento las dimensiones no cumplen con normativa/diseño. Afecta al comportamiento del flujo causando leve humedad en las aproximaciones. La pendiente no es la adecuada, humedece algunas aproximaciones.	Las dimensiones en el elemento no cumplen con normativa/diseño. Afecta severamente al comportamiento del flujo. El agua golpea a elementos que no debería y los daña o no desahoga el agua como se espera. La obra no cumple su función.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reubicación de drenes.
TR2	Lavado/Limpieza.	-	Reemplazo de tubería.

Obras complementarias de drenaje

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	El recubrimiento del elemento se encuentra en buen estado. No hay daño por humedad, No existen fisuras o estas son aisladas y no causan problema.	Daño leve por humedad en el elemento. Existen fisuras que no permiten el flujo de agua a través de ellas. Existe pérdida de área localizada que no causa alteración en el flujo.	En el elemento existe pérdida de sección que altera el flujo moderadamente o que permite la expulsión de agua a través de estas. No se han dañado las proximidades de la obra. Existe leve humedad en los elementos próximos.	El elemento tiene pérdida de sección que produce daños en las proximidades de la obra de drenaje. Hace falta una sección de la obra. El elemento no está cumpliendo su función. Existe daño por humedad en elementos próximos.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Conexión	0-100	0-100	0-100	0-100
	El elemento se encuentra bien conectado. No interrumpe el flujo de agua. Existen muy pocas conexiones sueltas que no afectan al alineamiento.	El elemento se encuentra en la posición, pero se nota un poco suelto. El elemento está levemente desalineado. Afecta al flujo de agua levemente. No existe expulsión a través de las conexiones.	El elemento permite algunas fugas de agua causadas por la falta de conexiones. La falta de conexiones interrumpe moderadamente el flujo de agua. No se ha perdido. Humedece levemente a los elementos próximos.	El elemento está perdido o completamente desviado de la alineación. El flujo de agua en el elemento está interrumpido y no sigue la trayectoria necesaria. El agua daña a elementos próximos.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

Factores externos	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o eflorescencia en el elemento. Se observan manchas leves.	Menos del 20% del elemento está cubierto de óxido o se observan manchas leves de eflorescencia.	Alrededor del 50% del elemento está cubierto con óxido y hay leve pérdida de área. O se observa eflorescencia en más del 50% del elemento.	Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión o la eflorescencia abarca más del 50% del elemento afectando su desempeño. Más del 20% de sección perdida.
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe vandalismo en el elemento o es imperceptible para los usuarios. Existe poca basura que se arrastrará con el agua.	Alrededor del 10% de área obstruida en las obras en el elemento. Basura que debe ser retirada pero no afecta al flujo del agua. Hay pintura vandálica que debe retirarse para mantener la estética la estructura.	Alrededor del 25% de obstrucción en las obras que afecta al flujo del agua. Existe humedad leve en elementos próximos. No se ha dañado ningún elemento próximo.	Existe mucha basura obstruyendo ocasionando que elemento principal tenga problemas de drenaje. Los elementos próximos tienen daño por humedad. El o los elementos ya no son eficientes.
Alineamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa deformación ni asentamientos en el elemento	Existe deformaciones en el elemento que no requiere mitigación, o se	Existe deformación o desalineamiento en el elemento que altera al flujo del agua. Humedece	El estado del elemento daña a los elementos próximos.

	o estos son casi imperceptibles.	han mitigado. Existe leve desalineamiento que no afecta al flujo del agua.	algunos elementos próximos. Esta humedad no ha dañado a los elementos.	El elemento principal tiene problemas de drenaje. El elemento no está cumpliendo con su función y no dirige el agua hacia la desembocadura efectivamente.
--	----------------------------------	---	--	--

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Ubicación	0-100	0-100	0-100
	El elemento se encuentra en el lugar y orientación normados. El elemento está levemente fuera de orientación, no causa problemas.	El elemento no se encuentra en el lugar normado, alenta el flujo del agua. La obra de drenaje no está en la orientación correcta, el agua expulsada humedece levemente a otros elementos.	La obra de drenaje no está en la orientación correcta. Esto causa problemas de humedad en el elemento principal. No existen suficientes obras de drenaje o no existe ninguna cuando es necesario que exista.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Geometría	0-100	0-100	0-100
	En el elemento las dimensiones cumplen con normativa/diseño o y son capaces	En el elemento las dimensiones no cumplen con normativa/diseño. Afecta al comportamiento	Las dimensiones en el elemento no cumplen con normativa/diseño. Afecta severamente al
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta

	de desahogar el agua. El elemento no cuenta con las dimensiones necesarias, pero no causa ningún problema a elementos próximos.	del flujo causando leve humedad en las aproximaciones. La pendiente no es la adecuada, humedece algunas aproximaciones.	comportamiento del flujo. El agua golpea a elementos que no debería y los daña o no desahoga el agua como se espera. La obra no cumple su función.
--	--	--	--

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento de pernos o de conexión. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección del elemento.

		Aplicación de recubrimiento.
--	--	------------------------------

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de pernos o de conexión. Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección del elemento.	Renivelación del elemento.
TR2	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.	Reemplazo del elemento.

Losas de concreto reforzado

Propiedad	Criterio			
Delaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe delaminación en el elemento. Tiene delaminación casi imperceptible y aislada.	En el elemento la delaminación es aislada e igual o menor a 2.5 cm de profundidad y con un diámetro igual o menor a 15cm. Existen varias zonas con delaminación.	Delaminación con dimensiones mayores a las aceptables en el elemento. Las zonas delaminadas son extensas. Aún no se requiere una revisión estructural.	Existe delaminación avanzada en el elemento. Esta se encuentra en zonas críticas o su nivel de deterioro es tan extenso o tan profundo que compromete la seguridad de la estructura.
Fisuramiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay agujeros de profundidad menor a 2.5 cm.	Existen agujeros en el elemento con profundidad menor a 5 cm y en zonas	La profundidad de los agujeros en el elemento puede llegar hasta 10 cm. Se encuentran agujeros	Existe evidencia que los agujeros se extienden a través de la losa. La profundidad

	Hay menos de 10 nidos de piedra pequeños.	localizadas. Existen alrededor de 10 nidos de piedra.	que llegan a medir 1m ³ bajo la losa. Existen más de 10 nidos de piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	de estos es mayor de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin pérdida de sección medible. Se observa descascaramient o a lo largo del refuerzo principal.	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.

Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. El estado compromete al desempeño del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento.	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación,	-

	por fauna o vegetación.	Existe contaminación levemente perceptible por los usuarios.	puede llegar a influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	
--	-------------------------	--	---	--

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Losas de concreto pretensado

Propiedad	Criterio			
Delaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe delaminación en el elemento. Tiene delaminación casi imperceptible y aislada.	En el elemento la delaminación es aislada e igual o menor a 2.5 cm de profundidad y con un diámetro igual o menor a 15cm. Existen varias zonas con delaminación.	Delaminación con dimensiones mayores a las aceptables en el elemento. Las zonas delaminadas son extensas. Aún no se requiere una revisión estructural.	Existe delaminación avanzada en el elemento. Esta se encuentra en zonas críticas o su nivel de deterioro es tan extenso o tan profundo que compromete la seguridad de la estructura.
Fisuramiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay	Existen agujeros en el elemento	La profundidad de los agujeros en el	Existe evidencia que los agujeros

	agujeros de profundidad menor a 2.5 cm. Hay menos de 10 nidos de piedra pequeños.	con profundidad menor a 5 cm y en zonas localizadas. Existen alrededor de 10 nidos de piedra.	elemento puede llegar hasta 10 cm. Se encuentran agujeros que llegan a medir 1m ³ bajo la losa. Existen más de 10 nidos de piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	se extienden a través de la losa. La profundidad de estos es mayor de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin pérdida de sección medible. Se observa descascaramiento o a lo largo del refuerzo principal.	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Pretensores expuestos	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de pretensores en el elemento.	Presente en el elemento sin pérdida de sección.	Presente con pérdida de sección medible en el elemento, no existe riesgo estructural y el elemento sigue funcionando como se espera.	Presente en el elemento con pérdida de sección medible que representa un riesgo para el desempeño del elemento y es necesario hacer

				una revisión estructural.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. El estado compromete al desempeño del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios.	-

	Existe vandalismo casi imperceptible.	es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Compromete a la estética del elemento.	
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente perceptible por los usuarios.	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	-

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	
TA1	Lavado/Limpieza.	

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.

TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Losa de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. No comprometen al desempeño del elemento.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Corrosión	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o	20% del elemento está cubierto con	50% del elemento está cubierto de	Oxidación extensiva con
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento.	oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.	óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del elemento.	perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. La seguridad del elemento se ve comprometida.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.	Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.	Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.	-
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

Contaminación	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente perceptible por los usuarios.	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	-

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento.

		Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.	Reconstrucción.

Losa de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe en el elemento pérdida de área. Se encuentra leve pérdida de área en alguna zona localizada.	Pérdida de sección que afecta menos del 10% de la sección del elemento.	Afecta el 10% o más del elemento sin comprometer al desempeño del elemento.	Afecta más del 10% del miembro comprometiéndolo su seguridad.
Separación	0-100	0-100	0-100	0-100
	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor de la losa en el elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
Daño por insectos	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se presentan hoyos ocasionales en el elemento. La	Se presentan hoyos severos en el elemento. La madera es sólida	En el elemento se presentan hoyos extensos. Existen larvas e insectos	Existen túneles severos en el elemento. Se puede desintegrar

	madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos del 5% de pérdida de sección.	generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso. Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	la madera en la zona afectada en el elemento. Existe más del 20% de pérdida de sección.
Pudrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento.	Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad.	Existe pérdida menor del 10% del grosor del elemento. No se compromete el desempeño del elemento.	Pérdida de sección mayor del 10% del grosor del elemento. Se encuentra en zonas críticas. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a	-

		perceptible por los usuarios.	influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	
--	--	-------------------------------	--	--

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.
TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento.

		Control de zonas húmedas.
TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Reemplazo de elementos.
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.
TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	-	Reconstrucción.

Placa rigidizante

Propiedad	Criterio			
Pérdida de sección	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no hay pérdida de sección. Existe leve óxido en picaduras.	Existen acciones de mantenimiento ejecutadas en el elemento en buena condición. 20% del elemento está cubierto con óxido en zonas localizadas. Hay 10% de pérdida de sección del elemento.	Existen fisuras medibles en el elemento. Hasta el 50% del elemento está cubierto de óxido. Pérdida de área entre el 10% y 20%. No se compromete la seguridad de la estructura.	Óxido extensivo con perforación local. Más del 50% del elemento está cubierto de óxido. Se ha perdido más del 20% de sección. El elemento ya no es eficiente.
Deformaciones	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto. No hay deformaciones o las existentes son casi imperceptibles en el elemento.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni comprometen al desempeño del elemento. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas o abarcan un área considerable en el elemento. La condición del elemento no compromete a la estructura.	Deformaciones medibles en el elemento que se encuentran en zonas críticas o abarcan un área considerable. El elemento ya no es eficiente.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Las conexiones en el elemento	Elementos de la conexión sueltos.	Hay elementos faltantes. Existen	La condición de la conexión

	se encuentran en su lugar y funcionando como se espera.	Óxido acumulado sin distorsión. El elemento funciona como se pretende.	<p>soldaduras rotas o conexiones rotas.</p> <p>Existe óxido acumulado con distorsión. La condición del elemento no compromete a la estructura.</p>	compromete al desempeño del elemento. El elemento ya no es eficiente.
--	---	--	--	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza.	Acciones para alentar fisuras por fatiga. Sellado de grietas.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.	Reemplazo del elemento.
TR2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento.	Reemplazo de conexiones.

Losa de aproximación

Propiedad	Criterio			
Asentamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe en el elemento ningún asentamiento. Hay asentamiento casi imperceptible.	El elemento tiene asentamiento que se ha atendido con medidas efectivas. Existen leves fisuras por este asentamiento que no se han atendido, pero no comprometen a la seguridad del elemento.	Existe asentamiento menor. Existen fisuras medibles en el elemento que indican leve asentamiento. Se encuentra un leve desnivel leve entre la losa de aproximación y la losa del puente. No dificulta el tránsito de los vehículos ni compromete la seguridad del usuario.	Existe un asentamiento que ocasiona pérdida de sección medible. Se encuentra un desnivel entre la losa de aproximación y la del puente muy notorio. Dificulta el tránsito de los vehículos. Compromete la seguridad de la estructura.
Deterioro	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de sección en la losa. Pérdida de sección muy leve y en zonas localizadas.	Existe pérdida de sección por impacto, pero ya se han atendido. Existen algunas zonas localizadas con pérdida de sección que no se han atendido, pero no comprometen a la seguridad del elemento.	Existe pérdida de sección por impacto. Existen fisuras medibles o desprendimiento de material. Los deterioros se encuentran en zonas extensas, pero no críticas.	Pérdida de sección por impacto que compromete al funcionamiento del elemento. Los usuarios deben evitar la zona del desprendimiento de material. Se compromete a la seguridad del usuario.

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Pendiente	0-100	0-100	0-100
	La pendiente de entrada es la correcta. La pendiente no es la correcta, existe un desnivel que es casi imperceptible.	La pendiente tiene un desnivel perceptible por los usuarios. El agua se encharca en algunas zonas. No se compromete la seguridad del usuario.	La pendiente de entrada no es la correcta y es riesgosa. Se compromete la seguridad del usuario al transitar por esta.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza.	Alineamiento para contrarrestar asentamiento.
TS3	Limpieza.	Sellado de grietas.

		Alineamiento para contrarrestar asentamiento. Reforzamiento del elemento.
--	--	---

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	-	Reconstrucción.

Superficie de rodadura de asfalto

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Ondulación transversal	0-100	0-100	0-100	0-100
	No hay ninguna protuberancia o existen algunas salientes que miden menos de 1cm de altura.	Existen varias protuberancias en la superficie produciendo un viaje irregular. La protuberancia de ondulación es menor de 2cm.	Protuberancias numerosas produciendo un viaje muy pesado con posible pérdida de control del vehículo. La profundidad de ondulación está entre 2-4 cm.	Muchas protuberancias produciendo un viaje muy difícil y con dificultad para mantener el control del vehículo y peligro inminente de perder el control. La profundidad de ondulación es de >4cm.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Roderas	0-100	0-100	0-100	0-100
	No hay surcos o roderas. Existen roderas menores de 1cm de profundidad.	Roderas de 1cm a 2cm de profundidad. No dificulta el tránsito de los vehículos.	Roderas de 2cm hasta 4cm de profundidad. Se experimentan protuberancias que no impiden el tránsito de vehículos.	Roderas mayores de 4cm de profundidad. Se produce un viaje pesado. Es posible la pérdida de control del vehículo.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuras	0-100	0-100	0-100	0-100
	Existen fisuras en la superficie de ancho menor de 0.03 cm y espaciamiento mayor de 90	Existen fisuras en la superficie de ancho 0.03-1.3 cm y espaciamiento de 30 a 90 cm. De tamaño pequeño o densidad angosta.	Existen fisuras en la superficie de ancho mayor de 1.3 cm o espaciamiento menor de 30 cm en patrón de mapa.	La superficie de uso está cubierta en su mayoría por piel de cocodrilo, existe pérdida de material. Causa
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	cm. Son por contracción.			un viaje pesado para los usuarios.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Superficie libre de agujeros. Existen agujeros aislados que miden menos de 1cm de profundidad.	Existen agujeros en la superficie que miden entre 1cm y 2cm de profundidad con más de 5 cm y menos de 15 cm de área afectada. No se presentan en un área extensa.	Existen agujeros en la superficie que miden entre 2cm a 4cm de profundidad con un área de afectación mayor a 15cm. Dificulta el tránsito de los usuarios.	Agujeros que miden más de 4cm con un área extensa que impide un manejo seguro para los usuarios.
Migración de asfalto a la superficie	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Coloración visible de la superficie del pavimento en áreas localizadas.	Coloración destacada del pavimento con un exceso de asfalto suelto en la superficie.	La superficie luce mojada por el asfalto suelto, el tráfico deja marcas de llanta en la superficie.	Asfalto excesivo suelto en la superficie luciendo mojado.
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación por fauna o flora ni por vandalismo. Hay suciedad como polvo o pequeños elementos de basura.	Existe leve contaminación por fauna o flora, pero no existe contaminación por vandalismo o basura.	Existe moderada contaminación por fauna o flora. Existe contaminación como basura o vandalismo (ropa, zapatos) pero que no impiden el buen funcionamiento del elemento.	La contaminación que existe incomoda a los usuarios. La contaminación impide el buen funcionamiento del elemento.

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Textura	0-100	0-100	0-100
	La textura es la correcta, no hay deslizamientos de los vehículos. La textura no es la correcta. No ocasiona problemas de drenaje ni deslizamientos de vehículos.	La textura no es la correcta ocasionando leves problemas de drenaje que no comprometen a la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta. Ocasiona problemas severos de drenaje y los automóviles tienen deslizamiento. Compromete la seguridad de los usuarios.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Pendiente	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. El agua se expulsa de manera lenta pero no causa problemas de drenaje.	El agua se expulsa de manera lenta causando leves encharcamientos. Estos encharcamientos no comprometen la comodidad de los usuarios.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas de drenaje. Existen encharcamientos que comprometen la comodidad de los usuarios o se la seguridad de los usuarios.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza.	Incrementar la textura de la superficie.
TS2	Limpieza.	Parcheo del elemento. Sellado de fisuras.
TS3	Limpieza.	Sobrecapa de asfalto.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	-	Reemplazo del elemento.
TR2	Limpieza.	Sobrecapa de asfalto.	Renivelación del elemento.

Superficie de rodadura de concreto

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuras	0-100	0-100	0-100	0-100
	Existen fisuras en la superficie de ancho menor de 0.03 cm y espaciamiento mayor de 90 cm. Son por contracción.	Existen fisuras en la superficie de ancho 0.03-1.3 cm y espaciamiento de 30 a 90 cm. De tamaño pequeño o densidad angosta.	Existen fisuras en la superficie de ancho mayor de 1.3 cm o espaciamiento menor de 30 cm en patrón de mapa.	La superficie de uso está cubierta por fisuras. Existe pérdida de material. Causa un viaje pesado para los usuarios.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa descascaramient o. La zona delaminada es localizada y menor que 15 cm. La pérdida de profundidad es máxima de 5mm. No expone al agregado ni existen baches con profundidad mayor a 1 cm.	El área afectada es de 15 a 60 cm. Existen baches con pérdida de 2.5 a 5 cm de profundidad. Se encuentran hasta 10 nidos de piedra en algunas zonas.	El área delaminada abarca entre 30 y 60 cm. Existen baches con pérdida de área entre 5 a 10 cm. Se observan más de 10 nidos de piedra y hay exposición de refuerzo. Incomoda el tránsito de vehículos levemente.	El área afectada es mayor a los 60 cm y la superficie de uso ya no es efectiva. Es incómodo el uso de la superficie de rodadura y su estado atenta contra la seguridad del usuario.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Abrasión y desgaste	0-100	0-100	0-100	-
	No existe abrasión ni desgaste en el elemento.	La abrasión o el desgaste ha expuesto al agregado pétreo del elemento. El	El agregado pétreo está suelto o se ha salido de la matriz de concreto a causa de la	N/A
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	Leve abrasión o desgaste en zonas localizadas. No se ha expuesto el agregado pétreo.	agregado se mantiene seguro en el concreto. Existen algunas zonas con poco agregado suelto.	abrasión o desgaste. No existen agujeros significantes que se cataloguen en la propiedad de pérdida de área.	
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No se observa eflorescencia o se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área de la superficie.	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área de la superficie o hay acumulación de calcio.	N/A
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación por fauna o flora ni por vandalismo. Hay suciedad como polvo o pequeños elementos de basura.	Existe leve contaminación por fauna o flora, pero no existe contaminación por vandalismo o basura.	Existe moderada contaminación por fauna o flora. Existe contaminación como basura o vandalismo (ropa, zapatos) pero que no impiden el buen funcionamiento del elemento.	La contaminación que existe incomoda a los usuarios. La contaminación impide el buen funcionamiento del elemento.

Propiedad	Criterio		
Textura	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100

	La textura es la correcta, no hay deslizamientos de los vehículos. La textura no es la correcta. No ocasiona problemas de drenaje ni deslizamientos de vehículos.	La textura no es la correcta ocasionando leves problemas de drenaje que no comprometen a la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta. Ocasiona problemas severos de drenaje y los automóviles tienen deslizamiento. Compromete la seguridad de los usuarios.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
Pendiente	El agua se expulsa de la manera deseada. El agua se expulsa de manera lenta pero no causa problemas de drenaje.	El agua se expulsa de manera lenta causando leves encharcamientos. Estos encharcamientos no comprometen la comodidad de los usuarios.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas de drenaje. Existen encharcamientos que comprometen la comodidad de los usuarios o se la seguridad de los usuarios.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>

TS1	Limpieza.	Incrementar la textura de la superficie.
TS2	Limpieza.	Parcheo del elemento. Sellado de fisuras.
TS3	Limpieza.	Sobrecapa de concreto.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	-	Reemplazo del elemento.
TR2	Limpieza.	Sobrecapa de concreto.	Renivelación del elemento.

Superficie de rodadura de madera

Propiedad	Criterio			
Pudrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento. El daño es superficial hasta el 5% de pérdida.	La superficie está decolorada con manchas negras y marrones. Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad. Daño notable con del 5% al 10% de pérdida de sección.	La superficie es fibrosa, está separada o tiene grumos. Se presentan hongos. Ofrece poca resistencia a la penetración. Daño considerable con 10 al 20% de pérdida de sección. La madera suena hueca cuando se golpea, pero aún se puede transitar sobre esta.	La madera se puede desmoronar y desintegrar con facilidad. Alto daño con más del 20% de pérdida de la sección. La superficie ya no es efectiva.
Separación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%.

				Se compromete a la seguridad de la estructura.
Fuego y daño químico	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Existe ligera carbonización o reblandecimiento o de la superficie con menos del 5% de pérdida de sección.	Existe carbonización más profunda o reblandecimiento más profundo con 5% al 10% de pérdida de sección de la superficie.	La superficie tiene pérdida de sección entre el 10 al 20% a causa de la carbonización o por reblandecimiento.	Daño extenso con pérdida de sección mayor de 20% o pérdida de sección en lugares críticos.
Daño por insectos	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se presentan hoyos ocasionales. La madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos del 5% de pérdida de sección.	Se presentan hoyos avanzados. La madera es sólida generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso. Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	Se presentan hoyos y túneles severos. Existen larvas e insectos visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	Hoyos y túneles extendidos Se puede desintegrar la madera en la zona afectada. Existe más del 20% de pérdida de sección.
Abrasión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Superficie ligeramente usada con pérdida de sección menor del 5% del grosor del	Pérdida de sección menor de 10% del grosor del miembro en su totalidad.	Pérdida de sección del menor del 20% grosor del miembro en su totalidad. No requiere revisión estructural.	Pérdida de la sección mayor al 20%. El uso de esta superficie se convierte en un viaje pesado.

	miembro en su totalidad.			
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
Contaminación ¹	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación por fauna o flora ni por vandalismo. Hay suciedad como polvo o pequeños elementos de basura.	Existe leve contaminación por fauna o flora, pero no existe contaminación por vandalismo o basura.	Existe moderada contaminación por fauna o flora. Existe contaminación como basura o vandalismo (ropa, zapatos) pero que no impiden el buen funcionamiento del elemento.	La contaminación que existe incomoda a los usuarios. Existe humedad acumulada en la zona contaminada que está causando problemas a la superficie. La contaminación impide el buen funcionamiento del elemento.

1. La contaminación por fauna que se considera en esta propiedad es diferente a la existencia de insectos. Esta contaminación considera heces, nidos, parte de animales, etc.

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Textura	0-100	0-100	0-100
	La textura es la correcta, no hay deslizamientos de los vehículos. La textura no es la correcta. No ocasiona problemas de drenaje ni deslizamientos de vehículos.	La textura no es la correcta ocasionando leves problemas de drenaje que no comprometen a la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta. Ocasiona problemas severos de drenaje y los automóviles tienen deslizamiento. Compromete la seguridad de los usuarios.
Pendiente	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. El agua se expulsa de manera lenta pero no causa problemas de drenaje.	El agua se expulsa de manera lenta causando leves encharcamientos. Estos encharcamientos no comprometen la comodidad de los usuarios.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas de drenaje. Existen encharcamientos que comprometen la comodidad de los usuarios o se la seguridad de los usuarios.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.
TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.
TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sellado en zonas críticas.	Reemplazo de elementos.

	Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.
TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sustitución de conexiones. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento.	Renivelación de elemento. Reconstrucción.

Juntas de expansión

Propiedad	Criterio			
Obstrucción	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe escombros obstruyendo la junta. Existe escombros leve en la superficie del sello, sin afectar el desempeño del elemento.	Existe escombros leve o compactado que aún permite a la junta moverse libremente.	Existe una cantidad moderada de escombros que restringe el movimiento de la junta en áreas locales. No se compromete la seguridad de la estructura.	El 70% o más del elemento se encuentra con escombros compactado. El escombros impide el movimiento de la junta. Se ve comprometida la seguridad de la estructura.
Movimiento vertical	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se observan leves movimientos casi imperceptibles.	Movimientos verticales leves con detección de sonido.	Algunas partes de la junta se mueven considerablemente. Se detectan sonidos fuertes. No requiere reducción de velocidad de los vehículos.	Los vehículos deben reducir la velocidad antes de pasar sobre la junta de expansión a causa del movimiento vertical existente. El estado del elemento compromete a la seguridad del usuario.
Filtración	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No hay filtración proveniente de las juntas.	Goteo menor a través de la junta. Se observa leve humedad en	Existe filtración mayor que solo goteo y menor que un flujo libre de	Flujo libre de agua a través de la junta. Existen manchas por

	Existe leve filtración que es imperceptible en los elementos de la subestructura.	algunas partes de los apoyos del puente.	agua. Se observan marcas de humedad en los apoyos del puente.	humedad en los apoyos del puente. La filtración está ocasionando problemas de humedad en los apoyos.
Daño en los perfiles	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa deformación ni pérdida de área. Se observan deformaciones o fisuras casi imperceptibles.	Existe óxido en pecas en el perfil. Se observan leves deformaciones. Existen muy pocas fisuras medibles.	Existe pérdida de sección en el perfil. Hay deformaciones notorias y tiene fisuras, pero el perfil sigue funcionando como se espera.	El perfil tiene pérdida de sección o deformaciones extensas. El elemento ya no es efectivo.
Daño en el sello	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño en el sello. Se observan fisuras casi imperceptibles.	El sello está levemente rasgado sin perforaciones. Se encuentra ligeramente fuera de su lugar. Se observan ligeramente deformado.	El sello está parcialmente fuera de lugar. Este se encuentra rasgado o deformado. No ocasiona problemas a la estructura ni a los usuarios.	Existe pérdida de sección que compromete al desempeño del elemento. El sello no se encuentra en su lugar o fue removido completamente. El elemento ya no es efectivo, permite filtraciones.
Anclaje	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Junta totalmente	Adherido más del 50% de la altura de	La junta puede estar suelta en	Pérdida parcial o total de

	adherida. Existe desprendimiento leve en zonas localizadas.	la junta. El elemento no está suelto ni causa problemas.	zonas localizadas o extensas, pero funciona como se espera.	adherencia. El elemento está completamente extraído o perdido. Esta condición ocasiona filtraciones e incomodidad para los usuarios.
Aproximación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de sección. Existen fisuras casi imperceptibles.	Delaminación leve en las orillas de la junta. No existe refuerzo expuesto. Las acciones de mantenimiento ejecutadas previamente en esa zona se encuentran en buen estado.	Delaminación extensa o delaminación local profunda. Existe refuerzo expuesto. Las acciones de mantenimiento ejecutadas previamente en esa zona se encuentran dañadas. La junta está suelta en zonas con pérdida de área. No ocasiona problemas a los usuarios.	Delaminación muy profunda, puede llegar hasta el anclaje de la junta y esta verse afectada. Los vehículos deben reducir su velocidad al pasar por este elemento.
Sobrecapa de asfalto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Sobrecapa de asfalto en buenas condiciones. Existen fisuras leves o pérdida de área casi imperceptible.	Existen fisuras medibles que no permiten el paso de agua a la junta. Hay pérdida de área superficial.	Existe pérdida de área en la sobrecapa de asfalto que permite observar la junta. Existe leve obstrucción por escombros o filtraciones. Esto	La sobrecapa de asfalto ya no es eficiente. La junta tiene obstrucción por escombros. Hay filtraciones de agua. Se compromete la condición de

			no afecta a la seguridad de la estructura ni al desempeño del elemento.	otros elementos y el funcionamiento de la propia junta.
--	--	--	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Lubricación.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Lubricación.	Reajuste de juntas.
TS2	Limpieza.	Sellado de grietas en la sobrecapa de asfalto. Relleno de pérdida de sección en sobrecapa de asfalto.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>

TR1	Limpieza. Lubricación.	Ajuste de juntas.	Restauración o sustitución de perfiles.
TR2	Limpieza. Lubricación.	Ajuste de juntas.	Restauración o sustitución de sellos.
TR3	Limpieza.	Ajuste de juntas.	Remoción y colocación de sobrecapa de asfalto.

Iluminación

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Recubrimient o y pintura	0-100	0-100	0-100	0-100
	El recubrimiento es totalmente efectivo. Tiene leves manchas de óxido color café.	Existen zonas con leve óxido naranja amarillento en el caso del acero. Existen leves fisuras en la pintura, pero no se ha despegado.	Existen zonas con óxido café oscuro en el elemento de acero. La mayoría del área del elemento no tiene recubrimiento.	Existen zonas con óxido color negro en el caso del acero. El recubrimiento o la pintura ya no son efectivos. La estética del elemento está comprometida y el elemento tiene daños por falta del recubrimiento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de sección	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de sección. Leve pérdida de sección en áreas localizadas.	Existe menos del 20% de pérdida de sección a lo largo del elemento en zonas que no son críticas.	Existe más del 20% de pérdida de sección en el elemento. Pérdida de sección en superficies extensas del elemento sin que esto comprometa la seguridad del elemento. No se observa daño en zonas críticas.	Pérdida de sección en zonas críticas del elemento. La superficie afectada es muy extensa y tiene una profundidad considerable. El elemento es un riesgo para la seguridad de los usuarios.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformación	0-100	0-100	0-100	0-100
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	No existe deformación o daño por impacto. Existen leves deformaciones en zonas localizadas.	Existen deformaciones leves como abolladuras causadas por daño por impacto en zonas extensas. El alineamiento del elemento sigue siendo correcto.	Existe deformación extensa causando leve desalineamiento del elemento. No existe el riesgo de colapsar.	El elemento se encuentra con deformaciones que comprometen notoriamente a su alineamiento o se encuentran en zonas críticas. La seguridad de los usuarios se ve comprometida.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Anclaje	La conexión está en su lugar y funciona como debería. Existen elementos levemente sueltos.	Existen algunos elementos sueltos. Existe óxido acumulado en las conexiones que no ocasiona distorsión. La conexión funciona como se pretende.	Existen elementos perdidos o conexiones rotas. Hay óxido acumulado con distorsión en las conexiones. El alineamiento del elemento está levemente comprometido, pero no compromete la seguridad de los usuarios.	Faltan varios elementos o estos están muy distorsionados. La conexión ya no es efectiva. El elemento principal se encuentra riesgosamente desalineado. Compromete la seguridad de los usuarios.

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
Potencia	La iluminación abarca el espacio necesario, con la intensidad	La iluminación abarca el espacio necesario, con una intensidad más baja de la	La iluminación no abarca el espacio necesario en zonas extensas.

	necesaria para que los usuarios hagan uso de la vía, no falta ningún foco. La intensidad de algunos focos es un poco más baja que otros.	necesaria. Faltan algunos focos o están fallando. Aún permite a los usuarios tener suficiente visibilidad del camino sin comprometer su seguridad.	Impide a los usuarios ver con claridad la vía. Compromete la seguridad de los conductores. No existe iluminación donde debería existir.
Ubicación	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Se encuentran ubicados correctamente en el lugar normado. No se encuentra en el lugar normado, sin embargo, sí existe el elemento.	No se encuentran en el lugar normado y no cubren algunas zonas requeridas. Estas zonas no son contiguas. No arriesga la seguridad del usuario.	Existe el elemento en una ubicación incorrecta y no cumple con la función que se pretende. No existe iluminación cuando es necesario que exista.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Recubrimiento/pintura.
TA3	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente
---------------------	-------------------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Recubrimiento/pintura. Reajuste de pernos.	Reforzamiento de conexiones.
TS2	Limpieza.	Cambio de focos.
TS3	Limpieza. Recubrimiento/pintura. Reajuste de pernos.	Eliminar la deformación del poste.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Reubicación del elemento.
TR2	Limpieza. Recubrimiento/pintura. Reajuste de pernos.	Reforzamiento de conexiones.	Sustitución de conexiones.

Señalamiento horizontal

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pintura	0-100	0-100	0-100	0-100
	La pintura está en buen estado. Es del color de normativa y está bien colocada. Hay leve pérdida de color general.	La pintura no es del color de normativa. La señal tiene pérdida de color, pero sigue siendo identificable. No se encuentra ubicada conforme a normativa, pero sigue siendo eficiente el mensaje y no causa confusión.	La señal tiene pérdida de color que hace que se identifique el mensaje solamente por sentido común.	La señal no se encuentra bien colocada, causa confusión. Pérdida de pintura que no permite identificar a la señal.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Dispositivos	0-100	0-100	0-100	0-100
	Existen todos los dispositivos y cumplen su función. Se encuentran bien posicionados según normativa. Se encuentran perdidos algunos anclajes de los elementos.	Existen algunos dispositivos perdidos que no afectan al funcionamiento del señalamiento. Las dimensiones o su ubicación se encuentran levemente fuera de normativa, pero cumple con su propósito.	Existe pérdida de dispositivos que afectan al funcionamiento del señalamiento. Los usuarios siguen comprendiendo la función de los dispositivos restantes.	Existe pérdida de dispositivos que afectan al señalamiento. Los usuarios hacen caso omiso al señalamiento. Los dispositivos están fuera de normativa, no cumplen con su objetivo.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
---------------------	-----------------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza de la superficie.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza de superficie.	Repintado de señalamiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza de superficie.	-	Rediseño y repintado de la señal.
TR2	Limpieza de superficie.	-	Colocación de dispositivos faltantes.
TR3	Limpieza de superficie.	-	Reubicación de dispositivos.

Señalamiento vertical

Propiedad	Criterio			
Tablero	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	El letrero es legible. La calcomanía está en buenas condiciones y tiene retroreflectividad. La calcomanía está levemente despegada.	El letrero es legible. La calcomanía tiene pérdida de sección, pero no dificulta su legibilidad. Su retroreflectividad no es completamente efectiva, pero sigue cumpliendo su función.	La calcomanía está despegada o tiene pérdida de sección extensa. Falta retroreflectividad. Se sigue comprendiendo el mensaje por sentido común.	La calcomanía no se entiende o ya no existe. No hay retroreflectividad. La señal ya no es eficiente.
Postes	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No tiene daño por impacto, no tiene pérdida de sección. Tiene deformaciones leves casi imperceptibles.	El daño por impacto es leve. Tiene deformaciones medibles que no altera a su alineamiento. Tiene pérdida de sección casi imperceptible o en zonas muy localizadas que no son críticas.	Tiene daño por impacto que ha deformado la señal, pero esto no impide su legibilidad. Tiene pérdida de sección en zonas extensas que no compromete al desempeño del elemento.	Tiene daño por impacto que ha deformado la señal comprometiendo su orientación, alineamiento y legibilidad. Tiene pérdida de sección que compromete al desempeño del elemento. La señal ya no es efectiva.
Conexiones entre elementos	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión está en su lugar	Existen algunos elementos sueltos.	Existen elementos perdidos o	Faltan varios elementos de la

	<p>y funciona como debería. Existen elementos levemente sueltos.</p>	<p>Existe óxido acumulado en las conexiones que no ocasiona distorsión. La conexión funciona como se pretende.</p>	<p>conexiones rotas. Hay óxido acumulado con distorsión en las conexiones. El alineamiento de algunos elementos está levemente comprometido, pero no compromete al desempeño del elemento.</p>	<p>conexión o estos están muy distorsionados. La conexión ya no es efectiva. El elemento principal se encuentra riesgosamente desalineado. El elemento ya no es efectivo.</p>
Anclaje	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	<p>Está bien anclada la señal. No hay movimiento o desalineamiento. Existe movimiento casi imperceptible.</p>	<p>Está en buen estado el anclaje. Hay leve movimiento en la señal cuando se aplica fuerza lateral. Tiene un desalineamiento casi imperceptible.</p>	<p>Al aplicar gran fuerza a la señal es posible moverla, pero vuelve a su alineamiento. Existe desalineamiento perceptible por los usuarios.</p>	<p>La señal se encuentra muy desalineada. El anclaje está suelto y es fácil moverla al aplicar fuerza lateral. El anclaje ya no es efectivo.</p>
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>No hay suciedad significativa. No hay basura ni vandalismo en la señal. La vegetación próxima al elemento no impide identificar la señal. Existe</p>	<p>Hay suciedad significativa. Existe moderada basura o vandalismo en la señal, pero no cubre al pictograma permitiendo su legibilidad. La vegetación próxima al</p>	<p>Hay suciedad, vandalismo o basura significativa que cubre a la señal y no permite su legibilidad completa o parcialmente. La vegetación próxima al elemento impide</p>	-

	leve vandalismo en la señal.	elemento cubre una parte de la señal y dificulta su legibilidad, pero no impide comprenderla.	visibilidad de la señal.	
--	------------------------------	---	--------------------------	--

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Ubicación	0-100	0-100	0-100
	Se encuentra en un lugar que cumple con normativa. Está en la orientación correcta y los elementos próximos no cubren al mensaje. Algunos elementos próximos cubren una parte de la señal, pero no al mensaje.	Se encuentra en un lugar que cumple con normativa. La orientación no es del todo correcta o algunos elementos próximos cubren al mensaje. Se dificulta la legibilidad de la señal, pero sí se comprende por los usuarios.	Se encuentra en un lugar que no cumple con normativa. No se identifica la señal a tiempo o en lo absoluto. La ubicación no es efectiva.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Conformación	0-100	0-100	0-100
	Las imágenes, colores y figuras están dentro de normativa. Los usuarios las	La señal no está dentro de normativa con respecto a su conformación. Se presenta una leve	Las imágenes, colores o figuras no están dentro de normativa. Son elementos que no se comprenden o
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta

	entienden y acatan. Las imágenes, colores o figuras no están dentro de normativa. Son variaciones que a pesar de no ser de normativa los usuarios las entienden.	confusión al leer la señal, pero se acata correctamente.	que no acatan los usuarios.
--	--	--	-----------------------------

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Ajuste de conexiones.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Ajuste de conexiones.	Quitar la deformación del poste.
TS2	Limpieza. Ajuste de conexiones.	Reforzamiento de anclaje.

Tratamientos	Riesgoso
---------------------	-----------------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza de superficie. Ajuste de conexiones.	-	Sustitución de señal.
TR2	Limpieza de superficie. Ajuste de conexiones.	-	Reubicación de señal.

Servicios públicos

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Estética	0-100	0-100	0-100	0-100
	Toda el área de elemento tiene recubrimiento. No existe vandalismo ni contaminación. Hay leve contaminación en la zona externa del elemento.	El elemento se encuentra con leve desprendimiento de recubrimiento. Existe leve vandalismo que no compromete a la estética del elemento. Existe leve contaminación en la zona interna del elemento.	El elemento cuenta con muy poco recubrimiento, pero no existen daños en el elemento principal. Existe vandalismo que es perceptible por los usuarios. Existe contaminación moderada, pero no impide el buen funcionamiento del elemento.	El elemento tiene daño por falta de recubrimiento. Existe vandalismo que compromete la estética de la estructura. La contaminación incomoda a los usuarios o impide el buen funcionamiento del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de sección	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de sección ni daño por impacto. Existe pérdida de sección en zonas localizadas y son casi imperceptibles.	Existe leve pérdida de sección o daño por impacto en zonas localizadas. Hay deformación que no compromete al alineamiento del elemento.	Existe moderada pérdida de sección o daño por impacto. Hay deformaciones localizadas. El alineamiento del elemento se ve levemente comprometido. Ninguna de estas condiciones impide el correcto funcionamiento del elemento.	La condición del elemento compromete a su desempeño. Es incómodo para el usuario hacer uso de este o ya no es posible utilizarlo.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Funcionamiento	0-100	0-100	0-100
	El elemento funciona exitosamente. Se nota leve deterioro en su funcionamiento pero es satisfactorio.	El elemento cumple su función con deterioros en el servicio que no son significativos al momento de hacer uso de este.	El elemento tiene daños que dificultan su uso. El elemento no funciona.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Efectividad	0-100	0-100	0-100
	La ubicación y las dimensiones son las correctas. La ubicación no es la correcta pero sí existe el elemento dentro del puente.	No existen todos los componentes del elemento. No se encuentra con las dimensiones correctas. Sin embargo, cumple su función exitosamente.	La efectividad del elemento no se cumple. Dificulta altamente su uso o no cumple su función.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
TA1	Limpieza.
TA2	Pintado/Recubrimiento.

Tratamientos	Suficiente

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Pintado/Recubrimiento.	Relleno de zonas con pérdida de sección. Sellado de fisuras.
TS2	Limpieza. Pintado/Recubrimiento.	Quitar la deformación. Sellado de fisuras.
TS3	Limpieza.	Arreglo del funcionamiento del servicio.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	-	Reemplazo del elemento.
TR2	Limpieza. Pintado/Recubrimiento.	-	Reubicación del elemento.

Barreras de contención

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Daño	0-100	0-100	0-100	0-100
	El elemento no se encuentra deformado. El elemento no tiene pérdida de sección. Existen deformaciones o pérdidas de sección casi imperceptibles.	El elemento tiene deformaciones leves y aisladas que no alteran su alineamiento. El elemento tiene hasta 10% de pérdida de sección.	El elemento está deformado, pero sigue cumpliendo su función sin afectar al flujo de tráfico. El elemento tiene más del 10% de pérdida de sección que no afecta su comportamiento ni su alineamiento horizontal. Sigue funcionando correctamente.	El elemento tiene daño por impacto causando deformaciones que afectan a su desempeño. El elemento tiene pérdida de sección que afecta a su comportamiento o alineamiento horizontal afectando al tráfico.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pintura	0-100	0-100	0-100	0-100
	El elemento tiene el color de normativa y la pintura se encuentra en buen estado. Tiene los elementos retroreflectivos necesarios. Existe leve pérdida de pintura.	El elemento tiene el color de normativa. La pintura tiene fisuras, pero no se ha desprendido del elemento. Tiene pérdida de algunos elementos retroreflectivos pero siguen cumpliendo su función.	El elemento no tiene el color de normativa. Tiene pérdida de pintura. Hay pérdida extensa de elementos retroreflectivos pero sigue cumpliendo su función a cualquier hora del día.	El elemento tiene pérdida extensa o total de pintura. Los elementos retroreflectivos ya no cumplen su función. Se dificulta su identificación en la noche. El elemento ya no es efectivo.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Conexiones	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	<p>La conexión está en su lugar y funciona correctamente. No existe movimiento. Se encuentran conectores flojos sin distorsión.</p>	<p>Faltan conectores que no afectan al desempeño del elemento. Existe leve movimiento. Algunos conectores tienen distorsión casi imperceptible.</p>	<p>Faltan conectores que ocasionan que la barrera esté suelta en zonas localizadas. Este deterioro no interrumpe el flujo del tráfico.</p>	<p>La conexión ya no es efectiva. La barrera está suelta en secciones extensas o en su totalidad. Afecta al desempeño del elemento y compromete la seguridad de los usuarios. El elemento ya no es efectivo.</p>
--	---	---	--	--

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Alineamiento	0-100	0-100	0-100
	El elemento está en correcto alineamiento vertical.	El elemento está ligeramente inclinado, pero no corre riesgo de colapsar ni afectar al tráfico.	El elemento está inclinado. Esto afecta a su desempeño. Afecta al flujo del tráfico.
Dimensiones	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las adecuadas según normativa.	Las dimensiones no cumplen con normativa, pero son efectivas.	Dimensiones fuera de normativa. El elemento no se desempeña como es requerido.
Ubicación	0-100	0-100	0-100
	Se encuentra en la ubicación	Se encuentra en el lugar correcto,	No existe el elemento o no está

	correcta según normativa y brinda la seguridad necesaria al usuario.	pero en una orientación incorrecta. No afecta al flujo del tráfico.	en el lugar correcto normativa. No cumple su función como es requerido.
--	--	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Pintado/Recubrimiento.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Pintado/Recubrimiento.	Relleno de zonas con pérdida de sección. Sellado de fisuras.
TS2	Limpieza. Pintado/Recubrimiento.	Quitar la deformación.
TS3	Limpieza.	Ajuste de las conexiones. Reforzamiento de las conexiones.

Tratamientos	Riesgoso
--------------	----------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	Ajuste de las conexiones. Reforzamiento de conexiones.	Sustituir conexiones insuficientes.
TR2	Limpieza.	Ajuste de conexiones.	Reubicación del elemento.
TR3	Limpieza.	-	Sustitución del elemento.

Accesos peatonales de concreto

Propiedad	Criterio			
Fisuras	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras o solamente hay fisuras por contracción.	Existen fisuras de ancho 0.03-1.3 cm y espaciamiento de 30 a 90 cm. De tamaño pequeño o densidad angosta.	Existen fisuras con ancho mayor de 1.3 cm o espaciamiento menor de 30 cm. No compromete la seguridad del elemento.	La mayor parte del área de la superficie de uso está cubierta por fisuras. Compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de sección	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa descascaramiento. La zona delaminada es menor que 15 cm y la pérdida de profundidad es máximo de 5mm. Áreas localizadas.	El área afectada es de 15 a 60 cm en total. Existe exposición de refuerzo. Pérdida de agregado grueso. Áreas localizadas que no afectan al flujo de peatones.	Pérdida de área entre 5 a 10 cm de profundidad. Hay exposición de refuerzo en zonas extensas. Los usuarios que transitan deben cambiar el curso de su trayectoria para evitar esta pérdida de sección.	El área afectada es mayor a los 60 cm. Profundidades mayores a 10 cm en zonas extensas o en zonas críticas. Afecta al flujo de usuarios. Es muy incómodo para el usuario pasar por estas zonas. Compromete a la seguridad de los usuarios.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No se observa eflorescencia o se observaron	Se observó eflorescencia en menos de la	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área	-

	pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.	mitad del área de la superficie.	de la superficie o hay acumulación de calcio.	
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.
Asentamiento		Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y

			seguridad del elemento.	protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.
--	--	--	-------------------------	---

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Pendiente transversal	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. La pendiente no es la adecuada y el agua se expulsa de manera lenta.	El agua se expulsa de manera lenta, pero y ocasiona algunos encharcamientos leves.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas de drenaje. Es incómodo para el peatón transitar.
Pendiente longitudinal	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. No se dificulta la entrada al puente. La pendiente no es la adecuada, el agua se expulsa de manera lenta sin provocar encharcamientos.	El agua se expulsa de manera lenta causando algunos encharcamientos leves. La rampa o escalones al puente son levemente más inclinados, pero no causa problema a los usuarios.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas severos de drenaje. La entrada se dificulta mucho, la pendiente es muy alta o los escalones son muy elevados o inclinados. Ocasiona accidentes.
Dimensiones	0-100	0-100	0-100

	Las dimensiones son las correctas, los usuarios pueden transitar con facilidad. El ancho no es el adecuado, pero no causa ningún problema al usuario.	El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.	Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
Textura	La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan. Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios, pero deben transitar cuidadosamente cuando la superficie está húmeda.	La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente
---------------------	-------------------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Relleno de pérdida de sección.
TS2	Limpieza.	Aumento de textura de la superficie. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	Recubrimiento.	Renivelación del elemento.
TR2	Limpieza.	-	Reconstrucción.

Accesos peatonales de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pudrimiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	<p>No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento. El daño es superficial hasta el 5% de pérdida.</p>	<p>La superficie está decolorada con manchas negras y marrones. Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad. Daño notable con del 5% al 10% de pérdida de sección.</p>	<p>La superficie es fibrosa, está separada o tiene grumos. Se presentan hongos. Ofrece poca resistencia a la penetración. Daño considerable con 10 al 20% de pérdida de sección. La madera suena hueca cuando se golpea, pero aún se puede transitar sobre esta.</p>	<p>La madera se puede desmoronar y desintegrar con facilidad. Alto daño con más del 20% de pérdida de la sección. La superficie ya no es efectiva.</p>
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de sección	0-100	0-100	0-100	0-100
	<p>No existe pérdida de área. Existe pérdida de profundidad máximo de 5mm. Área afectada menor a 15cm. Se encuentra en áreas localizadas.</p>	<p>Existe pérdida de área con profundidades de hasta 5cm con afectación en un área de 15 a 60 cm en total. No afecta al flujo de peatones.</p>	<p>Pérdida de área entre 5 a 10 cm de profundidad en zonas localizadas. Los usuarios que transitan deben cambiar el curso de su trayectoria para evitar esta pérdida de sección. No se compromete la seguridad de los peatones.</p>	<p>El área afectada es extensa o en zonas críticas con profundidades mayores a 10 cm. Afecta al flujo de usuarios. Es muy incómodo para el usuario pasar por estas zonas. La seguridad del elemento se ve comprometida.</p>
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Separación	0-100	0-100	0-100	0-100
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Fuego y daño químico	Existe ligera carbonización o reblandecimiento de la superficie con menos del 5% de pérdida de sección.	Existe carbonización más profunda o reblandecimiento más profundo con 5% al 10% de pérdida de sección de la superficie.	La superficie tiene pérdida de sección entre el 10 al 20% a causa de la carbonización o por reblandecimiento.	Daño extenso con pérdida de sección mayor de 20% o pérdida de sección en lugares críticos. Dificulta el tránsito de peatones.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Daño por insectos	Se presentan hoyos ocasionales. La madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos	Se presentan hoyos avanzados. La madera es sólida generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso.	Se presentan hoyos y túneles severos. Existen larvas e insectos visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un	Hoyos y túneles extendidos Se puede desintegrar la madera en la zona afectada. Existe más del 20% de pérdida de sección.

	del 5% de pérdida de sección.	Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad	Existe contaminación por fauna, pero no	Existe contaminación por fauna moderada y	Existe contaminación por fauna y

	como polvo o contaminación por flora.	existe basura o es muy poca la que existe.	existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	existe basura que impide el uso de la superficie.
Asentamiento		Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la seguridad del elemento.	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.

Propiedad	Criterio		
Pendiente transversal	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. La pendiente no es la adecuada y el agua se expulsa de manera lenta.	El agua se expulsa de manera lenta, pero y ocasiona algunos encharcamientos leves.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas de drenaje. Es incómodo para el peatón transitar.
Pendiente longitudinal	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la	El agua se expulsa de manera lenta	El agua se expulsa de manera lenta y

	<p>manera deseada. No se dificulta la entrada al puente.</p> <p>La pendiente no es la adecuada, el agua se expulsa de manera lenta sin provocar encharcamientos.</p>	<p>causando algunos encharcamientos leves. La rampa o escalones al puente son levemente más inclinados, pero no causa problema a los usuarios.</p>	<p>causa problemas severos de drenaje.</p> <p>La entrada se dificulta mucho, la pendiente es muy alta o los escalones son muy elevados o inclinados.</p> <p>Ocasiona accidentes.</p>
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	<p>Las dimensiones son las correctas, los usuarios pueden transitar con facilidad.</p> <p>El ancho no es el adecuado, pero no causa ningún problema al usuario.</p>	<p>El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.</p>	<p>Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.</p>
Textura	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	<p>La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan.</p> <p>Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la</p>	<p>La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios, pero deben transitar cuidadosamente cuando la</p>	<p>La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.</p>

	seguridad del usuario.	superficie está húmeda.	
--	------------------------	-------------------------	--

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.
TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.

TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.
TS5	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Dar mayor textura al elemento. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Reemplazo de elementos.
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.
TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sustitución de conexiones. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento.	Renivelación de elemento. Reconstrucción.

Accesos peatonales de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. Incomoda levemente el tránsito de los peatones.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del peatón.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Corrosión	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o	20% del elemento está cubierto con	50% del elemento está cubierto de	Oxidación extensiva con
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	<p>corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento.</p>	<p>oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.</p>	<p>óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del usuario.</p>	<p>perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. El desempeño del elemento se ve comprometido, así como la seguridad de los peatones.</p>
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.</p>	<p>Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.</p>	<p>Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.</p>	
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.</p>	<p>Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente</p>	<p>Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.</p>	-

		perceptible por los usuarios.		
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.
Asentamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la seguridad del elemento.	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.

Propiedad	Criterio		
Pendiente transversal	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. La pendiente no es la adecuada	El agua se expulsa de manera lenta, pero y ocasiona algunos encharcamientos leves.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas de drenaje. Es incómodo para el peatón transitar.

	y el agua se expulsa de manera lenta.		
Pendiente longitudinal	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. No se dificulta la entrada al puente. La pendiente no es la adecuada, el agua se expulsa de manera lenta sin provocar encharcamientos.	El agua se expulsa de manera lenta causando algunos encharcamientos leves. La rampa o escalones al puente son levemente más inclinados, pero no causa problema a los usuarios.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas severos de drenaje. La entrada se dificulta mucho, la pendiente es muy alta o los escalones son muy elevados o inclinados. Ocasiona accidentes.
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las correctas, los usuarios pueden transitar con facilidad. El ancho no es el adecuado, pero no causa ningún problema al usuario.	El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.	Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.
Textura	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100

	La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan. Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios, pero deben transitar cuidadosamente cuando la superficie está húmeda.	La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.
--	---	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Dar mayor textura al elemento.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones.

		Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas. Dar mayor textura al elemento.
TS4	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Corregir deformaciones. Dar mayor textura al elemento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento.	Sustitución de conexiones.
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Renivelación de elemento.
TR3	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Accesos peatonales de mampostería

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Daño en el bloque	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras ni pérdida de área. Existen fisuras superficiales en áreas localizadas. Pérdida de área superficial menor a 5 cm en áreas localizadas.	Despostillamiento de la piedra con pérdida de sección entre 5 y 10 cm de extensión. Existen zonas de delaminación con menos de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento ejecutadas que se encuentran en buen estado. El bloque se ha movido ligeramente del alineamiento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área entre 10 y 15 cm de extensión. Delaminación localizada mayor de 2.5 cm de profundidad. Áreas con acciones de mantenimiento que no se encuentran seguras. Algunos bloques de piedra que se han movido significativamente fuera del alineamiento o se ha perdido, pero no compromete a la seguridad del usuario.	Desintegración de la piedra con pérdida de área que ocasiona incomodidad al usuario al transitar sobre el elemento. El estado del elemento compromete a la seguridad del usuario.
Daño en el mortero	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe pérdida de sección. Pérdida de mortero superficial con profundidad máxima de 2 cm en áreas localizadas.	Pérdida de mortero en área extensa con profundidad de 2 a 5 cm. Existen fisuras medibles. Agujeros en menos del 10% de las juntas de mortero.	Fisuramiento severo. Agujeros en más del 10% de las juntas de mortero. Pérdida de área extensa de mortero resultando en la	-

			pérdida de algunas piedras.	
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No se observa eflorescencia o se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área de la superficie.	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área de la superficie o hay acumulación de calcio.	-
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.

			el tránsito sobre el elemento.	
Asentamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la seguridad del elemento.	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.

Propiedad	Criterio		
Pendiente transversal	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. La pendiente no es la adecuada y el agua se expulsa de manera lenta.	El agua se expulsa de manera lenta, pero y ocasiona algunos encharcamientos leves.	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas de drenaje. Es incómodo para el peatón transitar.
Pendiente longitudinal	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El agua se expulsa de la manera deseada. No se dificulta la entrada al puente.	El agua se expulsa de manera lenta causando algunos encharcamientos leves. La rampa o escalones al puente son levemente más	El agua se expulsa de manera lenta y causa problemas severos de drenaje. La entrada se dificulta mucho, la pendiente es muy

	La pendiente no es la adecuada, el agua se expulsa de manera lenta sin provocar encharcamientos.	inclinados, pero no causa problema a los usuarios.	alta o los escalones son muy elevados o inclinados. Ocasiona accidentes.
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las correctas, los usuarios pueden transitar con facilidad. El ancho no es el adecuado, pero no causa ningún problema al usuario.	El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.	Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.
Textura	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan. Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios, pero deben transitar cuidadosamente cuando la superficie está húmeda.	La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Dar mayor textura al elemento. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Renivelación del elemento.
TR2	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción del elemento.

Banquetas, guarnición y camellones de concreto reforzado

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuras	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras o solamente hay fisuras por contracción.	Existen fisuras de ancho 0.03-1.3 cm y espaciamiento de 30 a 90 cm. De tamaño pequeño o densidad angosta.	Existen fisuras con ancho mayor de 1.3 cm o espaciamiento menor de 30 cm. No compromete la seguridad del elemento.	La mayor parte del área de la superficie de uso está cubierta por fisuras. Compromete la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de sección	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa descascaramiento. La zona delaminada es menor que 15 cm y la pérdida de profundidad es máximo de 5mm. Áreas localizadas.	El área afectada es de 15 a 60 cm en total. Existe exposición de refuerzo. Pérdida de agregado grueso. Áreas localizadas que no afectan al flujo de peatones.	Pérdida de área entre 5 a 10 cm de profundidad. Hay exposición de refuerzo en zonas extensas. Los usuarios que transitan deben cambiar el curso de su trayectoria para evitar esta pérdida de sección.	El área afectada es mayor a los 60 cm. Profundidades mayores a 10 cm en zonas extensas o en zonas críticas. Afecta al flujo de usuarios. Es muy incómodo para el usuario pasar por estas zonas. Compromete a la seguridad de los usuarios.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Eflorescencia	0-100	0-100	0-100	-
	No se observa eflorescencia o se observaron	Se observó eflorescencia en menos de la	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área	-
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.	mitad del área de la superficie.	de la superficie o hay acumulación de calcio.	
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.
Asentamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y

			seguridad del elemento.	protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.
--	--	--	-------------------------	---

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Pendiente	0-100	0-100	0-100
	La pendiente es la correcta. El agua se expulsa de la manera deseada y no hay encharcamientos. Existen leves encharcamientos localizados.	El agua se expulsa de manera lenta pero no ocasiona encharcamientos extensos. La pendiente no ocasiona problemas al peatón para transitar.	La pendiente no es la correcta. Existen encharcamientos extensos en el elemento. Es incómodo para el peatón transitar o evita transitar.
Dimensiones	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las correctas, los usuarios pueden transitar con facilidad. El ancho no es el adecuado, pero no causa ningún problema al usuario.	El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.	Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.
Textura	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100

	La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan. Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios, pero deben transitar cuidadosamente cuando la superficie está húmeda.	La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.
--	---	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Relleno de pérdida de sección.
TS2	Limpieza.	Aumento de textura de la superficie. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso
--------------	----------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	Recubrimiento.	Renivelación del elemento.
TR2	Limpieza.	-	Reconstrucción.

Banquetas, guarnición y camellones de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pudrimiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento. El daño es superficial hasta el 5% de pérdida.	La superficie está decolorada con manchas negras y marrones. Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad. Daño notable con del 5% al 10% de pérdida de sección.	La superficie es fibrosa, está separada o tiene grumos. Se presentan hongos. Ofrece poca resistencia a la penetración. Daño considerable con 10 al 20% de pérdida de sección. La madera suena hueca cuando se golpea, pero aún se puede transitar sobre esta.	La madera se puede desmoronar y desintegrar con facilidad. Alto daño con más del 20% de pérdida de la sección. La superficie ya no es efectiva.
Pérdida de sección	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de área. Existe pérdida de profundidad máximo de 5mm. Área afectada menor a 15cm. Se encuentra en áreas localizadas.	Existe pérdida de área con profundidades de hasta 5cm con afectación en un área de 15 a 60 cm en total. No afecta al flujo de peatones.	Pérdida de área entre 5 a 10 cm de profundidad en zonas localizadas. Los usuarios que transitan deben cambiar el curso de su trayectoria para evitar esta pérdida de sección. No se compromete la seguridad de los peatones.	El área afectada es extensa o en zonas críticas con profundidades mayores a 10 cm. Afecta al flujo de usuarios. Es muy incómodo para el usuario pasar por estas zonas. La seguridad del elemento se ve comprometida.
Separación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Fuego y daño químico	Existe ligera carbonización o reblandecimiento de la superficie con menos del 5% de pérdida de sección.	Existe carbonización más profunda o reblandecimiento más profundo con 5% al 10% de pérdida de sección de la superficie.	La superficie tiene pérdida de sección entre el 10 al 20% a causa de la carbonización o por reblandecimiento.	Daño extenso con pérdida de sección mayor de 20% o pérdida de sección en lugares críticos. Dificulta el tránsito de peatones.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Daño por insectos	Se presentan hoyos ocasionales. La madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos	Se presentan hoyos avanzados. La madera es sólida generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso.	Se presentan hoyos y túneles severos. Existen larvas e insectos visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un	Hoyos y túneles extendidos Se puede desintegrar la madera en la zona afectada. Existe más del 20% de pérdida de sección.

	del 5% de pérdida de sección.	Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad	Existe contaminación por fauna, pero no	Existe contaminación por fauna moderada y	Existe contaminación por fauna y

	como polvo o contaminación por flora.	existe basura o es muy poca la que existe.	existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	existe basura que impide el uso de la superficie.
Asentamiento		Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la seguridad del elemento.	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.

Propiedad	Criterio		
Pendiente	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	La pendiente es la correcta. El agua se expulsa de la manera deseada y no hay encharcamientos. Existen leves encharcamientos localizados.	El agua se expulsa de manera lenta pero no ocasiona encharcamientos extensos. La pendiente no ocasiona problemas al peatón para transitar.	La pendiente no es la correcta. Existen encharcamientos extensos en el elemento. Es incómodo para el peatón transitar o evita transitar.
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100

	Las dimensiones son las correctas, los usuarios pueden transitar con facilidad. El ancho no es el adecuado, pero no causa ningún problema al usuario.	El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.	Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
Textura	La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan. Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios pero deben transitar cuidadosamente cuando la superficie está húmeda.	La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.
TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.
TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.
TS5	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Dar mayor textura al elemento. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>

TR1	Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Reemplazo de elementos.
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.
TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sustitución de conexiones. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento.	Renivelación de elemento. Reconstrucción.

Banquetas, guarnición y camellones de mampostería

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Daño en el bloque	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras ni pérdida de área. Existen fisuras superficiales en áreas localizadas. Pérdida de área superficial menor a 5 cm en áreas localizadas.	Despostillamiento de la piedra con pérdida de sección entre 5 y 10 cm de extensión. Existen zonas de delaminación con menos de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento ejecutadas que se encuentran en buen estado. El bloque se ha movido ligeramente del alineamiento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área entre 10 y 15 cm de extensión. Delaminación localizada mayor de 2.5 cm de profundidad. Áreas con acciones de mantenimiento que no se encuentran seguras. Algunos bloques de piedra que se han movido significativamente fuera del alineamiento o se ha perdido, pero no compromete a la seguridad del usuario.	Desintegración de la piedra con pérdida de área que ocasiona incomodidad al usuario al transitar sobre el elemento. El estado del elemento compromete a la seguridad del usuario.
Daño en el mortero	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe pérdida de sección. Pérdida de mortero superficial con profundidad máxima de 2 cm en áreas localizadas.	Pérdida de mortero en área extensa con profundidad de 2 a 5 cm. Existen fisuras medibles. Agujeros en menos del 10% de las juntas de mortero.	Fisuramiento severo. Agujeros en más del 10% de las juntas de mortero. Pérdida de área extensa de mortero resultando en la	-

			pérdida de algunas piedras.	
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No se observa eflorescencia o se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área de la superficie.	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área de la superficie o hay acumulación de calcio.	-
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.

			el tránsito sobre el elemento.	
Asentamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la seguridad del elemento.	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.

Propiedad	Criterio		
Pendiente	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	La pendiente es la correcta. El agua se expulsa de la manera deseada y no hay encharcamientos. Existen leves encharcamientos localizados.	El agua se expulsa de manera lenta pero no ocasiona encharcamientos extensos. La pendiente no ocasiona problemas al peatón para transitar.	La pendiente no es la correcta. Existen encharcamientos extensos en el elemento. Es incómodo para el peatón transitar o evita transitar.
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las correctas, los	El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con	Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.

	usuarios pueden transitar con facilidad. El ancho no es el adecuado, pero no causa ningún problema al usuario.	cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.	
Textura	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan. Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios, pero deben transitar cuidadosamente cuando la superficie está húmeda.	La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>

TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.
TS2	Lavado/Limpieza.	Dar mayor textura al elemento. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Renivelación del elemento.
TR2	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción del elemento.

Banquetas, guarnición y camellones de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. Incomoda levemente el tránsito de los peatones.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del peatón.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Corrosión	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o	20% del elemento está cubierto con	50% del elemento está cubierto de	Oxidación extensiva con
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	<p>corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento.</p>	<p>oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.</p>	<p>óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del usuario.</p>	<p>perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. El desempeño del elemento se ve comprometido, así como la seguridad de los peatones.</p>
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.</p>	<p>Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.</p>	<p>Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.</p>	
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.</p>	<p>Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente</p>	<p>Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.</p>	-

		perceptible por los usuarios.		
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.
Asentamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento. El asentamiento presente es casi imperceptible.	El asentamiento es leve y no causa problemas al transitar.	Asentamiento moderado sin pérdida de sección. No compromete a la seguridad de los usuarios ni a la seguridad del elemento.	El asentamiento es avanzado. Ocasiona pérdida de sección. Hay asentamientos y protuberancias que compromete a la seguridad de los usuarios.

Propiedad	Criterio		
Pendiente	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	La pendiente es la correcta. El agua se expulsa	El agua se expulsa de manera lenta pero no ocasiona	La pendiente no es la correcta. Existen encharcamientos

	de la manera deseada y no hay encharcamientos. Existen leves encharcamientos localizados.	encharcamientos extensos. La pendiente no ocasiona problemas al peatón para transitar.	extensos en el elemento. Es incómodo para el peatón transitar o evita transitar.
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las correctas, los usuarios pueden transitar con facilidad. El ancho no es el adecuado pero no causa ningún problema al usuario.	El ancho no es el adecuado pero los usuarios pueden transitar con cuidado. Los escalones no tienen las dimensiones correctas de alto o de pisada.	Las dimensiones del elemento hacen muy difícil el acceso.
Textura	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	La textura es la correcta, los usuarios no se resbalan. Existen zonas con pérdida de textura que no comprometen la seguridad del usuario.	La textura no es la correcta en todo el elemento. No ocasiona resbalamientos de los usuarios pero deben transitar cuidadosamente cuando la superficie está húmeda.	La textura no es la correcta y compromete la seguridad de los peatones.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Dar mayor textura al elemento.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas. Dar mayor textura al elemento.
TS4	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Corregir deformaciones. Dar mayor textura al elemento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento.	Sustitución de conexiones.
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Renivelación de elemento.
TR3	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Barandal metálico

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del usuario.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del usuario.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. Al usuario le incomoda levemente utilizar el elemento.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del usuario.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Corrosión	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o	20% del elemento está cubierto con	50% del elemento está cubierto de	Oxidación extensiva con
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	<p>corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento.</p>	<p>oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.</p>	<p>óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del usuario.</p>	<p>perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. El desempeño del elemento se ve comprometido, así como la seguridad de los peatones.</p>
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.</p>	<p>Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.</p>	<p>Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del usuario.</p>	
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.</p>	<p>Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente</p>	<p>Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.</p>	-

		perceptible por los usuarios.		
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.
Recubrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	El recubrimiento se encuentra en buen estado y cubre todo el elemento. Tiene algunas fisuras.	El recubrimiento cubre la superficie, pero tiene algunas fisuras leves. No se ve corrosión.	El recubrimiento tiene fisuras que se están abriendo y permitiendo la visibilidad del elemento. Se comienza a ver un poco de óxido pecosos. Ya no hay recubrimiento en el elemento.	-

Propiedad	Criterio		
Alineamiento	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El alineamiento y la orientación	El alineamiento o la orientación no	El alineamiento u orientación no son

	son correctos. Funciona correctamente. Su desalineamiento vertical es casi imperceptible.	son correctos pero esta condición no impide el correcto funcionamiento del elemento. El desalineamiento vertical es inadecuado pero no compromete la comodidad ni seguridad del peatón.	los correctos, no permite el correcto funcionamiento del elemento o no es seguro para los usuarios. Ya no es eficiente el elemento.
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
Dimensiones	Las dimensiones son las correctas conforme a normativa. Las dimensiones no son las correctas pero el elemento cumple su función exitosamente.	Las dimensiones no están dentro de normativa. El elemento es menos alto de lo requerido ocasionando leve desconfianza a los usuarios para hacer uso de este.	Las dimensiones no son las correctas y compromete la seguridad del usuario. El elemento no es efectivo o no existe.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas.
TS4	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Corregir deformaciones.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento.	Sustitución de conexiones.
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Realineamiento de elemento.

TR3	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.
------------	------------------	---	-----------------

Barandal de mampostería

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Daño en el bloque	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras ni pérdida de área. Existen fisuras superficiales en áreas localizadas. Pérdida de área superficial menor a 5 cm en áreas localizadas.	Despostillamiento de la piedra con pérdida de sección entre 5 y 10 cm de extensión. Existen zonas de delaminación con menos de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento ejecutadas que se encuentran en buen estado. El bloque se ha movido ligeramente del alineamiento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área entre 10 y 15 cm de extensión. Delaminación localizada mayor de 2.5 cm de profundidad. Áreas con acciones de mantenimiento que no se encuentran seguras. Algunos bloques de piedra que se han movido significativamente fuera del alineamiento o se ha perdido, pero no compromete a la seguridad del usuario.	Desintegración de la piedra con pérdida de área que ocasiona incomodidad al usuario al transitar sobre el elemento. El estado del elemento compromete a la seguridad del usuario.
Daño en el mortero	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe pérdida de sección. Pérdida de mortero superficial con profundidad máxima de 2 cm en áreas localizadas.	Pérdida de mortero en área extensa con profundidad de 2 a 5 cm. Existen fisuras medibles. Agujeros en menos del 10% de las juntas de mortero.	Fisuramiento severo. Agujeros en más del 10% de las juntas de mortero. Pérdida de área extensa de mortero resultando en la	-

			pérdida de algunas piedras.	
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No se observa eflorescencia o se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área de la superficie.	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área de la superficie o hay acumulación de calcio.	-
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.

			el tránsito sobre el elemento.	
Recubrimiento		Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	El recubrimiento se encuentra en buen estado y cubre todo el elemento.	El recubrimiento cubre la superficie que tiene algunas fisuras leves. No se descubre la mampostería debajo.	El recubrimiento tiene fisuras que se están abriendo y permitiendo la visibilidad del elemento cubierto. Ya no hay recubrimiento en el elemento.	-

Propiedad	Criterio		
Alineamiento	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El alineamiento y la orientación son correctos. Funciona correctamente. Su desalineamiento o vertical es casi imperceptible.	El alineamiento o la orientación no son correctos pero esta condición no impide el correcto funcionamiento del elemento. El desalineamiento vertical es inadecuado, pero no compromete la comodidad ni seguridad del peatón.	El alineamiento u orientación no son los correctos, no permite el correcto funcionamiento del elemento o no es seguro para los usuarios. Ya no es eficiente el elemento.
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones	Las dimensiones no están dentro de	Las dimensiones no son las

	<p>son las correctas conforme a normativa. Las dimensiones no son las correctas pero el elemento cumple su función exitosamente.</p>	<p>normativa. El elemento es menos alto de lo requerido ocasionando leve desconfianza a los usuarios para hacer uso de este.</p>	<p>correctas y compromete la seguridad del usuario. El elemento no es efectivo o no existe.</p>
Estabilidad	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	<p>El elemento es estable, no tiene movimiento al aplicar fuerzas externas. Tiene leve movimiento al aplicarse fuerza.</p>	<p>El elemento no es muy estable al aplicarse fuerzas externas fuertes, pero no atenta contra la seguridad de los usuarios.</p>	<p>El elemento es inestable, tiene mucho movimiento. Atenta contra la seguridad de los usuarios.</p>

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>

TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.
------------	------------------	---

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Realineamiento del elemento.
TR2	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción del elemento.

Barandal de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pudrimiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento. El daño es superficial hasta el 5% de pérdida.	La superficie está decolorada con manchas negras y marrones. Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad. Daño notable con del 5% al 10% de pérdida de sección.	La superficie es fibrosa, está separada o tiene grumos. Se presentan hongos. Ofrece poca resistencia a la penetración. Daño considerable con 10 al 20% de pérdida de sección. La madera suena hueca cuando se golpea, pero aún se puede transitar sobre esta.	La madera se puede desmoronar y desintegrar con facilidad. Alto daño con más del 20% de pérdida de la sección. La superficie ya no es efectiva.
Pérdida de sección	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de área. Existe pérdida de profundidad máximo de 5mm. Área afectada menor a 15cm. Se encuentra en áreas localizadas.	Existe pérdida de área con profundidades de hasta 5cm con afectación en un área de 15 a 60 cm en total. No afecta al flujo de peatones.	Pérdida de área entre 5 a 10 cm de profundidad en zonas localizadas. Los usuarios que transitan deben cambiar el curso de su trayectoria para evitar esta pérdida de sección. No se compromete la seguridad de los peatones.	El área afectada es extensa o en zonas críticas con profundidades mayores a 10 cm. Afecta al flujo de usuarios. Es muy incómodo para el usuario pasar por estas zonas. La seguridad del elemento se ve comprometida.
Separación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Fuego y daño químico	Existe ligera carbonización o reblandecimiento de la superficie con menos del 5% de pérdida de sección.	Existe carbonización más profunda o reblandecimiento más profundo con 5% al 10% de pérdida de sección de la superficie.	La superficie tiene pérdida de sección entre el 10 al 20% a causa de la carbonización o por reblandecimiento.	Daño extenso con pérdida de sección mayor de 20% o pérdida de sección en lugares críticos. Dificulta el tránsito de peatones.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Daño por insectos	Se presentan hoyos ocasionales. La madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos	Se presentan hoyos avanzados. La madera es sólida generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso.	Se presentan hoyos y túneles severos. Existen larvas e insectos visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un	Hoyos y túneles extendidos Se puede desintegrar la madera en la zona afectada. Existe más del 20% de pérdida de sección.

	del 5% de pérdida de sección.	Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad	Existe contaminación por fauna, pero no	Existe contaminación por fauna moderada y	Existe contaminación por fauna y

	como polvo o contaminación por flora.	existe basura o es muy poca la que existe.	existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	existe basura que impide el uso de la superficie.
Recubrimient o	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	El recubrimiento se encuentra en buen estado y cubre todo el elemento.	El recubrimiento cubre la superficie que tiene algunas fisuras leves. No se descubre la madera.	El recubrimiento tiene fisuras que se están abriendo y permitiendo la visibilidad del elemento cubierto. Ya no hay recubrimiento en el elemento.	-

Propiedad	Criterio		
Alineamiento	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El alineamiento y la orientación son correctos. Funciona correctamente. Su desalineamiento vertical es casi imperceptible.	El alineamiento o la orientación no son correctos pero esta condición no impide el correcto funcionamiento del elemento. El desalineamiento vertical es inadecuado, pero no compromete la comodidad ni seguridad del peatón.	El alineamiento u orientación no son los correctos, no permite el correcto funcionamiento del elemento o no es seguro para los usuarios. Ya no es eficiente el elemento.
Dimensiones	Correcta	Insuficiente	Incorrecta

	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las correctas conforme a normativa. Las dimensiones no son las correctas pero el elemento cumple su función exitosamente.	Las dimensiones no están dentro de normativa. El elemento es menos alto de lo requerido ocasionando leve desconfianza a los usuarios para hacer uso de este.	Las dimensiones no son las correctas y compromete la seguridad del usuario. El elemento no es efectivo o no existe.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones.

		Sellado de conexiones.
TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.
TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Reforzamiento de conexiones. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Reemplazo de elementos.
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.

TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sustitución de conexiones. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento.	Realineamiento de elemento. Reconstrucción.
------------	---	---	---

Barandal de concreto

Propiedad	Criterio			
Fisuras	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras o solamente hay fisuras por contracción.	Existen fisuras de ancho 0.03-1.3 cm y espaciamiento de 30 a 90 cm. De tamaño pequeño o densidad angosta.	Existen fisuras con ancho mayor de 1.3 cm o espaciamiento menor de 30 cm. No compromete la seguridad del elemento.	La mayor parte del área de la superficie de uso está cubierta por fisuras. Compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de sección	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa descascaramiento. La zona delaminada es menor que 15 cm y la pérdida de profundidad es máximo de 5mm. Áreas localizadas.	El área afectada es de 15 a 60 cm en total. Existe exposición de refuerzo. Pérdida de agregado grueso. Áreas localizadas que no afectan al flujo de peatones.	Pérdida de área entre 5 a 10 cm de profundidad. Hay exposición de refuerzo en zonas extensas. Los usuarios que transitan deben cambiar el curso de su trayectoria para evitar esta pérdida de sección.	El área afectada es mayor a los 60 cm. Profundidades mayores a 10 cm en zonas extensas o en zonas críticas. Afecta al flujo de usuarios. Es muy incómodo para el usuario pasar por estas zonas. Compromete a la seguridad de los usuarios.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No se observa eflorescencia o se observaron	Se observó eflorescencia en menos de la	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área	-

	pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.	mitad del área de la superficie.	de la superficie o hay acumulación de calcio.	
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe contaminación. Hay suciedad como polvo o contaminación por flora.	Existe contaminación por fauna, pero no existe basura o es muy poca la que existe.	Existe contaminación por fauna moderada y existe basura moderada pero que no impiden el uso del elemento. Se dificulta levemente el tránsito sobre el elemento.	Existe contaminación por fauna y existe basura que impide el uso de la superficie.
Recubrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	El recubrimiento se encuentra en buen estado y cubre todo el elemento.	El recubrimiento cubre la superficie que tiene algunas fisuras leves. No	El recubrimiento tiene fisuras que se están abriendo y permitiendo la visibilidad del elemento cubierto.	-

		se descubre la madera.	Ya no hay recubrimiento en el elemento.	
--	--	------------------------	---	--

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Alineamiento	0-100	0-100	0-100
	El alineamiento y la orientación son correctos. Funciona correctamente. Su desalineamiento vertical es casi imperceptible.	El alineamiento o la orientación no son correctos pero esta condición no impide el correcto funcionamiento del elemento. El desalineamiento vertical es inadecuado pero no compromete la comodidad ni seguridad del peatón.	El alineamiento u orientación no son los correctos, no permite el correcto funcionamiento del elemento o no es seguro para los usuarios. Ya no es eficiente el elemento.
Dimensiones	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones son las correctas conforme a normativa. Las dimensiones no son las correctas pero el elemento cumple su función exitosamente.	Las dimensiones no están dentro de normativa. El elemento es menos alto de lo requerido ocasionando leve desconfianza a los usuarios para hacer uso de este.	Las dimensiones no son las correctas y compromete la seguridad del usuario. El elemento no es efectivo o no existe.

	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	El elemento es estable, no tiene movimiento al aplicar fuerzas externas. Tiene leve movimiento al aplicarse fuerza.	El elemento no es muy estable al aplicarse fuerzas externas fuertes, pero no atenta contra la seguridad de los usuarios.	El elemento es inestable, tiene mucho movimiento. Atenta contra la seguridad de los usuarios.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Relleno de pérdida de sección.
TS2	Limpieza.	Reforzamiento de elemento. Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Relleno de pérdida de sección.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	Recubrimiento. Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Relleno de pérdida de sección.	Realineamiento del elemento.
TR2	Limpieza.	-	Reconstrucción.

Cables de barandal

Propiedad	Criterio			
Conexiones	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión está en lugar y funciona como debería. Existen algunas conexiones aisladas levemente sueltas.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	Más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos o con soldadura rota. Existe óxido acumulado con distorsión. Compromete al desempeño del elemento.	El estado de las conexiones compromete a la seguridad de los usuarios. El elemento ya no es efectivo.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe distorsión ni pérdida de sección. Existe daño leve casi imperceptible.	Existe distorsión que se ha mitigado con acciones de mantenimiento efectivas. Existe pérdida de sección superficial en zonas localizadas.	Existe distorsión que no se ha atendido, pero no requiere una revisión detallada. Existe pérdida de sección extensa que no compromete el desempeño del elemento principal.	Existe distorsión y pérdida de sección que afectan al desempeño del elemento. Existen cables rotos. La seguridad de los usuarios se ve comprometida. El elemento ya no es efectivo.

Propiedad	Criterio		
Tensión	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100

	Los cables se encuentran bien tensionados. Existen algunos cables aislados levemente sueltos.	Los cables están levemente sueltos, pero siguen cumpliendo su función. Existen algunos cables aislados con pérdida de tensión significativa.	Los cables tienen pérdida de tensión significativa. Compromete la seguridad de los usuarios. El elemento ya no es efectivo.
--	---	--	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Tensionado de cables.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Reajuste de pernos. Tensionado de cables.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento.

	Tensionado de cables.	
--	-----------------------	--

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Tensionado de cables.	-	Reconstrucción.

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Delaminación	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe delaminación en el elemento. Tiene delaminación casi imperceptible y aislada.	En el elemento la delaminación es aislada e igual o menor a 2.5 cm de profundidad y con un diámetro igual o menor a 15cm. Existen varias zonas con delaminación.	Delaminación con dimensiones mayores a las aceptables en el elemento. Las zonas delaminadas son extensas. Aún no se requiere una revisión estructural.	Existe delaminación avanzada en el elemento. Esta se encuentra en zonas críticas o su nivel de deterioro es tan extenso o tan profundo que compromete la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay agujeros de profundidad menor a 2.5 cm. Hay menos de 10 nidos de	Existen agujeros en el elemento con profundidad menor a 5 cm y en zonas localizadas. Existen alrededor	La profundidad de los agujeros en el elemento puede llegar hasta 10 cm. Se encuentran agujeros que llegan a medir 1m ³ bajo el elemento.	Existe evidencia que los agujeros se extienden a través del elemento. La profundidad de estos es mayor
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	piedra pequeños.	de 10 nidos de piedra.	Existen más de 10 nidos de piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin pérdida de sección medible. Se observa descascaramiento o a lo largo del refuerzo principal.	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. El estado compromete al desempeño del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Vandalismo	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Contaminación	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a influir negativamente en el	-

		levemente perceptible por los usuarios.	desempeño de los elementos próximos.	
--	--	---	--------------------------------------	--

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Alineamiento	0-100	0-100	0-100
	Las vigas están alineadas correctamente. Existen algunas vigas aisladas con desfase casi imperceptible de la alineación.	Hay vigas que se encuentran levemente desfasadas de la alineación, pero no compromete al desempeño de la estructura.	El alineamiento de alguna viga no es el correcto. Compromete la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras.

		Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Viga principal de concreto pretensado

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Delaminación	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe delaminación en el elemento. Tiene delaminación casi imperceptible y aislada.	En el elemento la delaminación es aislada e igual o menor a 2.5 cm de profundidad y con un diámetro igual o menor a 15cm. Existen varias zonas con delaminación.	Delaminación con dimensiones mayores a las aceptables en el elemento. Las zonas delaminadas son extensas. Aún no se requiere una revisión estructural.	Existe delaminación avanzada en el elemento. Esta se encuentra en zonas críticas o su nivel de deterioro es tan extenso o tan profundo que compromete la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay agujeros de profundidad menor a 2.5 cm.	Existen agujeros en el elemento con profundidad menor a 5 cm y en zonas	La profundidad de los agujeros en el elemento puede llegar hasta 10 cm. Se encuentran agujeros	Existe evidencia que los agujeros se extienden a través del elemento. La
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	Hay menos de 10 nidos de piedra pequeños.	localizadas. Existen alrededor de 10 nidos de piedra.	que llegan a medir 1m ³ bajo el elemento. Existen más de 10 nidos de piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	profundidad de estos es mayor de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin pérdida de sección medible. Se observa descascaramiento o a lo largo del refuerzo principal.	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Pretensores expuestos	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de pretensores en el elemento.	Presente en el elemento sin pérdida de sección.	Presente con pérdida de sección medible en el elemento, no existe riesgo estructural y el elemento sigue funcionando como se espera.	Presente en el elemento con pérdida de sección medible que representa un riesgo para el desempeño del elemento y es necesario hacer una revisión estructural.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Eflorescencia	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. El estado compromete al desempeño del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Vandalismo	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-

		levemente perceptible por los usuarios.		
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente perceptible por los usuarios.	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	-

Propiedad	Criterio		
	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Alineamiento	0-100	0-100	0-100
	Las vigas están alineada correctamente. Existen algunas vigas aisladas con desfase casi imperceptible de la alineación.	Hay vigas que se encuentran levemente desfasadas de la alineación, pero no compromete al desempeño de la estructura.	El alineamiento de alguna viga no es el correcto. Compromete la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>

TA1	Lavado/Limpieza.
------------	------------------

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Vigas principales de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Deformaciones	0-100	0-100	0-100
No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.		Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. No comprometen al desempeño del elemento.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del elemento.
Corrosión		0-100	0-100	0-100
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o	20% del elemento está cubierto con	50% del elemento está cubierto de	Oxidación extensiva con

	corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento.	oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.	óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del elemento.	perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. La seguridad del elemento se ve comprometida.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.	Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.	Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.	-
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

Contaminación	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente perceptible por los usuarios.	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	-

	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
Alineamiento	Las vigas están alineadas correctamente. Existen algunas vigas aisladas con desfase casi imperceptible de la alineación.	Hay vigas que se encuentran levemente desfasadas de la alineación, pero no compromete al desempeño de la estructura.	El alineamiento de alguna viga no es el correcto. Compromete la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.	Reconstrucción.

Viga principal de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe en el elemento pérdida de área. Se encuentra leve pérdida de área en alguna zona localizada.	Pérdida de sección que afecta menos del 10% de la sección del elemento.	Afecta el 10% o más del elemento sin comprometer al desempeño del elemento.	Afecta más del 10% del miembro comprometiéndolo su seguridad.
Separación	0-100	0-100	0-100	0-100
	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
Daño por insectos	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se presentan hoyos ocasionales en el elemento. La	Se presentan hoyos severos en el elemento. La madera es sólida	En el elemento se presentan hoyos extensos. Existen larvas e insectos	Existen túneles severos en el elemento. Se puede desintegrar

	madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos del 5% de pérdida de sección.	generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso. Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	la madera en la zona afectada en el elemento. Existe más del 20% de pérdida de sección.
Pudrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento.	Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad.	Existe pérdida menor del 10% del grosor del elemento. No se compromete el desempeño del elemento.	Pérdida de sección mayor del 10% del grosor del elemento. Se encuentra en zonas críticas. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a	-

		perceptible por los usuarios.	influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	
--	--	-------------------------------	--	--

Alineamiento	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Las vigas están alineadas correctamente. Existen algunas vigas aisladas con desfase casi imperceptible de la alineación.	Hay vigas que se encuentran levemente desfasadas de la alineación, pero no compromete al desempeño de la estructura.	El alineamiento de alguna viga no es el correcto. Compromete la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>

TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.
TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.
TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Reemplazo de elementos.
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.

		Control de zonas húmedas.	
TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	-	Reconstrucción.

Arriostramiento de concreto reforzado

Propiedad	Criterio			
Delaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe delaminación en el elemento. Tiene delaminación casi imperceptible y aislada.	En el elemento la delaminación es aislada e igual o menor a 2.5 cm de profundidad y con un diámetro igual o menor a 15cm. Existen varias zonas con delaminación.	Delaminación con dimensiones mayores a las aceptables en el elemento. Las zonas delaminadas son extensas. Aún no se requiere una revisión estructural.	Existe delaminación avanzada en el elemento. Esta se encuentra en zonas críticas o su nivel de deterioro es tan extenso o tan profundo que compromete la seguridad de la estructura.
Fisuramiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay agujeros de profundidad menor a 2.5 cm.	Existen agujeros en el elemento con profundidad menor a 5 cm y en zonas	La profundidad de los agujeros en el elemento puede llegar hasta 10 cm. Existen más de 10 nidos de	Existe evidencia que los agujeros se extienden a través del elemento. La

	Hay menos de 10 nidos de piedra pequeños.	localizadas. Existen alrededor de 10 nidos de piedra.	piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	profundidad de estos es mayor de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin pérdida de sección medible. Se observa descascaramient o a lo largo del refuerzo principal.	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	<p>En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas.</p>	<p>Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada.</p>	<p>Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.</p>	<p>En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. El estado compromete al desempeño del elemento.</p>
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.</p>	<p>Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.</p>	<p>Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.</p>	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	<p>No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.</p>	<p>Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente</p>	<p>Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.</p>	-

		perceptible por los usuarios.		
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe.	Algunos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones, pero no compromete al desempeño del elemento.	El estado de las conexiones compromete al desempeño del elemento y se pueden considerar un riesgo para la seguridad de la estructura.	N/A

Alineamiento	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Los elementos están alineados correctamente. Existen algunos elementos aislados con desfase casi imperceptible de la alineación.	Hay elementos que se encuentran levemente desfasados de la alineación, pero no compromete al desempeño de la estructura.	El alineamiento de algún elemento no es el correcto. Compromete la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

TA2	Reajuste de pernos.
------------	---------------------

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.
TS4	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de fisuras.	Realineamiento.

		Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.	
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Reconstrucción.

Arriostramiento de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Deformaciones	0-100	0-100	0-100
No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.		Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. No comprometen al desempeño del elemento.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del elemento.
Corrosión		0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o	20% del elemento está cubierto con	50% del elemento está cubierto de	Oxidación extensiva con

	corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento.	oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.	óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del elemento.	perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. La seguridad del elemento se ve comprometida.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.	Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.	Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.	-
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

Contaminación	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente perceptible por los usuarios.	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	-

	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
		0-100	0-100
Alineamiento	Los elementos están alineados correctamente. Existen algunos elementos aislados con desfase casi imperceptible de la alineación.	Hay elementos que se encuentran levemente desfasados de la alineación, pero no compromete al desempeño de la estructura.	El alineamiento de algún elemento no es el correcto. Compromete la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
TA1	Lavado/Limpieza.

TA2	Reajuste de pernos.
------------	---------------------

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Realineamiento.

		Sellado de grietas.	
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Reconstrucción.

Arriostramiento de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe en el elemento pérdida de área. Se encuentra leve pérdida de área en alguna zona localizada.	Pérdida de sección que afecta menos del 10% de la sección del elemento.	Afecta el 10% o más del elemento sin comprometer al desempeño del elemento.	Afecta más del 10% del miembro comprometiéndolo su seguridad.
Separación	0-100	0-100	0-100	0-100
	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
Daño por insectos	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se presentan hoyos ocasionales en el elemento. La	Se presentan hoyos severos en el elemento. La madera es sólida	En el elemento se presentan hoyos extensos. Existen larvas e insectos	Existen túneles severos en el elemento. Se puede desintegrar

	madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos del 5% de pérdida de sección.	generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso. Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	la madera en la zona afectada en el elemento. Existe más del 20% de pérdida de sección.
Pudrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento.	Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad.	Existe pérdida menor del 10% del grosor del elemento. No se compromete el desempeño del elemento.	Pérdida de sección mayor del 10% del grosor del elemento. Se encuentra en zonas críticas. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
Vandalismo	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	En el elemento no existe vandalismo. Existe vandalismo casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota en el elemento de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Hay pintura vandálica levemente perceptible por los usuarios.	Hay pintura vandálica en el elemento que es perceptible por los usuarios. Compromete a la estética del elemento.	-
Contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe contaminación o basura en el elemento. Existe leve contaminación por fauna o vegetación.	Existe contaminación moderada que no afecta al funcionamiento ni a la estética del elemento. Existe contaminación levemente	Existe contaminación que compromete a la estética del elemento. La contaminación se encuentra en áreas donde, si se permite su acumulación, puede llegar a	-

		perceptible por los usuarios.	influir negativamente en el desempeño de los elementos próximos.	
--	--	-------------------------------	--	--

Alineamiento	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	Los elementos están alineados correctamente. Existen algunos elementos aislados con desfase casi imperceptible de la alineación.	Hay elementos que se encuentran levemente desfasados de la alineación, pero no compromete al desempeño de la estructura.	El alineamiento de algún elemento no es el correcto. Compromete la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>

TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.
TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.
TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Reemplazo de elementos.
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.

		Control de zonas húmedas.	
TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	-	Reconstrucción.

Longitud de asiento

Longitud de asiento	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
	0-100	0-100	0-100
	La longitud de asiento es la adecuada. No existe riesgo de colapso. La longitud de asiento es levemente más corta de lo necesario, sigue estando dentro de los límites tolerables.	La longitud de asiento es más corta de lo necesario, pero no compromete la seguridad del elemento.	La longitud de asiento compromete el desempeño del elemento. La seguridad de la estructura se ve comprometida.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	-	Reforzamiento de elementos.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	-	-	Realineamiento de vigas.

TR2	-	-	Reconstrucción.
------------	---	---	-----------------

Dispositivos de apoyo de acero

Propiedad	Criterio			
Movimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Libre de movimiento. Bien lubricado o sin pérdida de sección en las membranas. Existe restricción casi imperceptible.	Restricción menor que no compromete al movimiento. Existe leve corrosión en las placas de deslizamiento o leve flujo en las membranas.	El movimiento es restringido, pero no compromete el desempeño del puente. Existe problemas de lubricación notorio o en las membranas.	No tiene lubricación o la membrana está muy dañada o perdida. Compromete al desempeño del apoyo.
Alineamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	El alineamiento es el esperado y no se observan distorsiones en el apoyo ni desplazamientos. La cama del apoyo se encuentra con pérdida de sección casi imperceptible.	Alineamiento lateral o vertical tolerable que no es inconsistente con las condiciones de temperatura. Se observa una ligera deformación o inclinación en el apoyo. Existe leve pérdida de sección medible en la cama del apoyo.	Se observan deformaciones y desplazamientos que aún permiten un buen funcionamiento del apoyo. Existe pérdida de sección extensa en la cama que no arriesga la condición del elemento.	El apoyo está considerablemente deformado o fuera de su respectivo lugar. Este deterioro compromete el desempeño del elemento. Ya no es efectivo el apoyo.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-1
	El recubrimiento cubre todos los elementos externos del	Existe desprendimiento extenso de recubrimiento o este ya no existe.	Existe óxido acumulado que no compromete al funcionamiento del elemento. Hay	Existe 10% o más pérdida de sección en zonas que comprometen al alineamiento

	apoyo, así como los dispositivos de anclaje. No hay pérdida de área ni corrosión. Existe pérdida de recubrimiento casi imperceptible.	Se presenta óxido pecoso en zonas localizadas.	menos del 10% de pérdida de área.	del apoyo o existe óxido acumulado que compromete al desempeño del elemento.
Anclaje	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La conexión está en lugar y funciona como se debe. Existen algunas conexiones levemente sueltas.	Existen seguros sueltos u óxido acumulado en la conexión sin distorsión. La conexión está en su lugar y funcionando como se pretende.	Tornillos perdidos, o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado con distorsión, pero no requiere una revisión estructural.	Las conexiones se encuentran en un estado que compromete al desempeño del elemento. El elemento ya no es efectivo.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Lubricación.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>

TS1	Limpieza. Lubricación.	Inyección de mortero a la cama de concreto.
TS2	Limpieza. Lubricación.	Reajuste de pernos de anclaje. Reajuste de pernos de conexión.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Lubricación.	Inyección de mortero.	Reemplazo de elemento.
TR2	Limpieza. Lubricación.	Inyección de mortero. Reajuste de pernos de anclaje.	Reubicación de elemento.

Dispositivos de apoyo de neopreno

Propiedad	Criterio			
Movimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Libre de movimiento. Existe restricción de movimiento casi imperceptible.	Existe restricción menor que no compromete al movimiento del dispositivo.	El movimiento del apoyo es moderadamente restringido, pero no compromete el desempeño del puente.	Existe restricción severa de movimiento que compromete al desempeño del apoyo.
Alineamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	El alineamiento es el esperado y no se observan distorsiones en el apoyo ni desplazamientos. La cama del apoyo se encuentra con pérdida de sección casi imperceptible.	Alineamiento lateral o vertical tolerable que no es inconsistente con las condiciones de temperatura. Se observa una ligera deformación o inclinación en el apoyo. Existe leve pérdida de sección medible en la cama del apoyo.	Se observan deformaciones y desplazamientos que aún permiten un buen funcionamiento del apoyo. Existe pérdida de sección extensa en la cama que no arriesga la condición del elemento.	El apoyo está considerablemente deformado o fuera de su respectivo lugar. Este deterioro compromete el desempeño del elemento. Ya no es efectivo el apoyo.
Almohadilla	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	La superficie expuesta de la almohadilla se encuentra en buenas condiciones. Existen	La almohadilla se encuentra distorsionada en menos de 15% del grosor. Existen leves fisuras en el neopreno que no	La almohadilla tiene deformación del 15% o más del espesor. Se observa a la almohadilla rasgada. No se	La almohadilla tiene rasgaduras y deformaciones que comprometen al desempeño del elemento. El

	deformaciones casi imperceptibles.	compromete al desempeño del puente.	requiere una revisión estructural.	elemento ya no es efectivo.
--	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza.	Inyección de mortero a la cama de concreto.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	Inyección de mortero.	Reemplazo de elemento.
TR2	Limpieza.	Inyección de mortero.	Reubicación de elemento.

APOYOS

Propiedad	Criterio			
Asentamiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe asentamiento, El asentamiento existente es casi imperceptible y aislado.	Existen algunos indicios de leve asentamiento. Se ha contrarrestado con medidas efectivas.	Existe asentamiento notorio que no compromete a la seguridad de la estructura. El asentamiento se ha detenido sin ejecutar acciones de mantenimiento.	Existe asentamiento que compromete al desempeño del elemento. La seguridad de la estructura se ve comprometida.
Capacidad	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones del elemento son correctas. Su capacidad es la correcta. Las dimensiones del elemento no son las correctas, pero están en los límites tolerables.	El elemento tiene suficiente capacidad para desempeñarse. Las dimensiones y orientación de los elementos están levemente deficientes. No comprometen al desempeño del elemento.	El elemento tiene capacidad limitada. Las dimensiones y orientación del elemento son deficientes. No compromete al desempeño de la estructura.	El elemento no tiene la capacidad necesaria para desempeñarse como es requerido. Compromete a la seguridad de la estructura.
Recubrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	El recubrimiento se encuentra en buen estado y	El recubrimiento cubre la superficie, pero está cubierto de fisuras. Existe	No existe recubrimiento en el elemento. Comienzan a	-

	cubre todo el elemento. Tiene fisuras casi imperceptibles.	pérdida de área del recubrimiento. No se ve corrosión ni daño en el elemento principal.	aparecer problemas en el elemento principal a causa de la falta del recubrimiento.	
Vandalismo y contaminación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	No existe vandalismo ni contaminación. Existe vandalismo o contaminación casi imperceptible.	Hay pintura vandálica que se nota de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Existe contaminación que no compromete al desempeño del elemento.	Hay pintura vandálica que es perceptible por los usuarios. Existe contaminación que compromete a la estética y desempeño del elemento.	-

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Contrarreste del asentamiento.

Cuerpo del apoyo de concreto reforzado

Propiedad	Criterio			
Fisuramiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay agujeros de profundidad menor a 2.5 cm. Hay menos de 10 nidos de piedra pequeños.	Existen agujeros en el elemento con profundidad menor a 5 cm y en zonas localizadas. Existen alrededor de 10 nidos de piedra. Existe delaminación que no compromete el desempeño del elemento.	La profundidad de los agujeros en el elemento puede llegar hasta 10 cm. Existen más de 10 nidos de piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	Existe evidencia que los agujeros se extienden a través del elemento. La profundidad de estos es mayor de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está

	pérdida de sección medible. Se observa descascaramiento o a lo largo del refuerzo principal.	en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas. Existen marcas leves de humedad superficial.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada. Existen marcas de humedad superficial extensas.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Existen marcas de humedad con contaminación biológica en zonas localizadas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. Existe humedad penetrada con contaminación biológica en zonas extensas. El estado compromete al

				desempeño del elemento.
--	--	--	--	-------------------------

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso
---------------------	-----------------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Cuerpo de apoyo de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. No comprometen al desempeño del elemento.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Corrosión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	No se observa oxidación o corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento. Existen marcas ligeras localizadas de humedad.	Existen marcas extensas de humedad. 20% del elemento está cubierto con oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.	50% del elemento está cubierto de óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del elemento.	Oxidación extensiva con perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. La seguridad del elemento se ve comprometida.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Conexión	Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.	Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.	Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.	-

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Reconstrucción.

Cuerpo de apoyo de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe en el elemento pérdida de área. Se encuentra leve pérdida de área en alguna zona localizada.	Pérdida de sección que afecta menos del 10% de la sección del elemento.	Afecta el 10% o más del elemento sin comprometer al desempeño del elemento.	Afecta más del 10% del miembro comprometiéndolo su seguridad.
Separación	0-100	0-100	0-100	0-100
	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
Daño por insectos	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se presentan hoyos ocasionales en el elemento. La	Se presentan hoyos severos en el elemento. La madera es sólida	En el elemento se presentan hoyos extensos. Existen larvas e insectos	Existen túneles severos en el elemento. Se puede desintegrar

	madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos del 5% de pérdida de sección.	generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso. Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	la madera en la zona afectada en el elemento. Existe más del 20% de pérdida de sección.
Pudrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento.	Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad.	Existe pérdida menor del 10% del grosor del elemento. No se compromete el desempeño del elemento.	Pérdida de sección mayor del 10% del grosor del elemento. Se encuentra en zonas críticas. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
--	---	--	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.

TS3	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes.</p>	<p>Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.</p>
TS4	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.</p>	<p>Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.</p>

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	<p>Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.</p>	<p>Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.</p>	<p>Reemplazo de elementos.</p>
TR2	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes.</p>	<p>Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.</p>	<p>Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.</p>
TR3	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes.</p>	-	<p>Reconstrucción.</p>

Cuerpo de apoyo de mampostería

Propiedad	Criterio			
Daño en el bloque	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Existen fisuras superficiales en el bloque. Pérdida de área superficial aislada menor a 5 cm de extensión.	Despostillamiento de la piedra con pérdida de sección entre 5 y 10 cm de extensión en zonas localizadas. Existe delaminación con menos de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento ejecutadas que se encuentran en buen estado. Existen pocos bloques que se han movido ligeramente del alineamiento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área superficial entre 10 y 15 cm de extensión. Existe delaminación localizada mayor de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento que no se encuentran seguras. Existen pocos bloques que se han movido significativamente fuera del alineamiento o se ha perdido. No se compromete el desempeño del elemento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área que compromete al desempeño del elemento. Existen bloques que se han movido significativamente e fuera del alineamiento o se ha perdido. Se compromete la seguridad de la estructura.
Daño en el mortero	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	Existe pérdida de mortero superficial con profundidad máxima de 2 cm en zonas localizadas.	Pérdida de mortero en áreas con profundidad de 2 a 5 cm. Existen leves fisuras en áreas extensas. Agujeros en menos del 10%	Fisuramiento severo en áreas localizadas o extensas. Agujeros en más del 10% de las juntas de mortero.	-

		de las juntas de mortero. No causa problemas estructurales.	Pérdida de área extensa de mortero resultando en la pérdida de bloques.	
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas. Existen marcas leves de humedad superficial.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada. Existen marcas de humedad superficial extensas.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Existen marcas de humedad con contaminación biológica en zonas localizadas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. Existe humedad penetrada con contaminación biológica en zonas extensas. El estado compromete al desempeño del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas o en zonas críticas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.
TS2	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Aletones de concreto reforzado

Propiedad	Criterio			
Fisuramiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay agujeros de profundidad menor a 2.5 cm. Hay menos de 10 nidos de piedra pequeños.	Existen agujeros en el elemento con profundidad menor a 5 cm y en zonas localizadas. Existen alrededor de 10 nidos de piedra. Existe delaminación que no compromete el desempeño del elemento.	La profundidad de los agujeros en el elemento puede llegar hasta 10 cm. Existen más de 10 nidos de piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	Existe evidencia que los agujeros se extienden a través del elemento. La profundidad de estos es mayor de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está

	pérdida de sección medible. Se observa descascaramiento o a lo largo del refuerzo principal.	en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas. Existen marcas leves de humedad superficial.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada. Existen marcas de humedad superficial extensas.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Existen marcas de humedad con contaminación biológica en zonas localizadas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. Existe humedad penetrada con contaminación biológica en zonas extensas. El estado compromete al

				desempeño del elemento.
--	--	--	--	-------------------------

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso
--------------	----------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Aletones de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. No comprometen al desempeño del elemento.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Corrosión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	No se observa oxidación o corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento. Existen marcas ligeras localizadas de humedad.	Existen marcas extensas de humedad. 20% del elemento está cubierto con oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.	50% del elemento está cubierto de óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del elemento.	Oxidación extensiva con perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. La seguridad del elemento se ve comprometida.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Conexión	Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.	Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.	Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.	-

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Reconstrucción.

Aletones de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe en el elemento pérdida de área. Se encuentra leve pérdida de área en alguna zona localizada.	Pérdida de sección que afecta menos del 10% de la sección del elemento.	Afecta el 10% o más del elemento sin comprometer al desempeño del elemento.	Afecta más del 10% del miembro comprometiéndolo su seguridad.
Separación	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
Daño por insectos	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se presentan hoyos ocasionales en el elemento. La	Se presentan hoyos severos en el elemento. La madera es sólida	En el elemento se presentan hoyos extensos. Existen larvas e insectos	Existen túneles severos en el elemento. Se puede desintegrar

	madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos del 5% de pérdida de sección.	generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso. Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	la madera en la zona afectada en el elemento. Existe más del 20% de pérdida de sección.
Pudrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento.	Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad.	Existe pérdida menor del 10% del grosor del elemento. No se compromete el desempeño del elemento.	Pérdida de sección mayor del 10% del grosor del elemento. Se encuentra en zonas críticas. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
--	---	--	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.

TS3	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes.</p>	<p>Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.</p>
TS4	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.</p>	<p>Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.</p>

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	<p>Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.</p>	<p>Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.</p>	<p>Reemplazo de elementos.</p>
TR2	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes.</p>	<p>Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.</p>	<p>Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.</p>
TR3	<p>Limpieza. Colocación de fumigantes.</p>	-	<p>Reconstrucción.</p>

Aletones de mampostería

Propiedad	Criterio			
Daño en el bloque	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	Existen fisuras superficiales en el bloque. Pérdida de área superficial aislada menor a 5 cm de extensión.	Despostillamiento de la piedra con pérdida de sección entre 5 y 10 cm de extensión en zonas localizadas. Existe delaminación con menos de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento ejecutadas que se encuentran en buen estado. Existen pocos bloques que se han movido ligeramente del alineamiento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área superficial entre 10 y 15 cm de extensión. Existe delaminación localizada mayor de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento que no se encuentran seguras. Existen pocos bloques que se han movido significativamente fuera del alineamiento o se ha perdido. No se compromete el desempeño del elemento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área que compromete al desempeño del elemento. Existen bloques que se han movido significativamente e fuera del alineamiento o se ha perdido. Se compromete la seguridad de la estructura.
Daño en el mortero	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	Existe pérdida de mortero superficial con profundidad máxima de 2 cm en zonas localizadas.	Pérdida de mortero en áreas con profundidad de 2 a 5 cm. Existen leves fisuras en áreas extensas. Agujeros en menos del 10%	Fisuramiento severo en áreas localizadas o extensas. Agujeros en más del 10% de las juntas de mortero.	-

		de las juntas de mortero. No causa problemas estructurales.	Pérdida de área extensa de mortero resultando en la pérdida de bloques.	
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas. Existen marcas leves de humedad superficial.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada. Existen marcas de humedad superficial extensas.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Existen marcas de humedad con contaminación biológica en zonas localizadas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. Existe humedad penetrada con contaminación biológica en zonas extensas. El estado compromete al desempeño del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas o en zonas críticas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.
TS2	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Cabezal de concreto reforzado

Propiedad	Criterio			
Fisuramiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ninguna fisura en el elemento o fisura por contracción con espaciamiento de 0.33 m.	Existen fisuras en el elemento con espesor hasta de 3.2mm y con un espaciamiento de 0.33 a 1.0 m. En zonas pequeñas localizadas. Su patrón puede ser en mapa.	Fisuras con espesor mayor de 3.2mm. en el elemento. Espaciamiento menor a 0.33 m. Su patrón es en mapa. Se encuentra en zonas con extensión moderada.	Existen fisuras mayores a 3.2 mm en el elemento que abarcan áreas críticas o áreas muy extensas. Se compromete la seguridad del elemento.
Pérdida de área	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen agujeros o hay agujeros de profundidad menor a 2.5 cm. Hay menos de 10 nidos de piedra pequeños.	Existen agujeros en el elemento con profundidad menor a 5 cm y en zonas localizadas. Existen alrededor de 10 nidos de piedra. Existe delaminación que no compromete el desempeño del elemento.	La profundidad de los agujeros en el elemento puede llegar hasta 10 cm. Existen más de 10 nidos de piedra. La extensión de estos deterioros no compromete la seguridad del elemento.	Existe evidencia que los agujeros se extienden a través del elemento. La profundidad de estos es mayor de 10cm. La seguridad de la estructura está comprometida.
Refuerzo expuesto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está

	pérdida de sección medible. Se observa descascaramiento o a lo largo del refuerzo principal.	en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas. Existen marcas leves de humedad superficial.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada. Existen marcas de humedad superficial extensas.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Existen marcas de humedad con contaminación biológica en zonas localizadas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. Existe humedad penetrada con contaminación biológica en zonas extensas. El estado compromete al

				desempeño del elemento.
--	--	--	--	-------------------------

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso
---------------------	-----------------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Cabezal de acero

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad de la estructura.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. No hay deformaciones. Existe daño o deformaciones casi imperceptibles.	Deformaciones medibles en el elemento. No se encuentran en zonas críticas ni extensas. Deformaciones a las que se les realizó acción de mantenimiento.	Existen pocas deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas. Existe una cantidad moderada de deformaciones en zonas no críticas. No comprometen al desempeño del elemento.	Existen deformaciones extensas en zonas críticas. Comprometen a la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Corrosión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	<p>No se observa oxidación o corrosión en el elemento. Hay fisuras y leve pérdida de área del recubrimiento. Existen marcas ligeras localizadas de humedad.</p>	<p>Existen marcas extensas de humedad. 20% del elemento está cubierto con oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas. No existe recubrimiento protector.</p>	<p>50% del elemento está cubierto de óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del elemento.</p>	<p>Oxidación extensiva con perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. La seguridad del elemento se ve comprometida.</p>
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Conexión	<p>Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.</p>	<p>Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.</p>	<p>Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.</p>	-

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Aplicación de recubrimiento. Reforzamiento de conexiones. Sustitución de conexiones.
TS3	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones. Sellado de grietas.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	-	Reconstrucción.

Cabezal de madera

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe en el elemento pérdida de área. Se encuentra leve pérdida de área en alguna zona localizada.	Pérdida de sección que afecta menos del 10% de la sección del elemento.	Afecta el 10% o más del elemento sin comprometer al desempeño del elemento.	Afecta más del 10% del miembro comprometiéndolo su seguridad.
Separación	0-100	0-100	0-100	0-100
	El daño en el elemento es principalmente superficial con menos del 5% de pérdida de la sección.	Penetra menos del 50% del grosor del elemento. La fisura presenta pérdida de sección entre el 5 y 10%.	En el elemento la longitud de la separación es menor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración menor del 50% del grosor del miembro. Daño significativo con pérdida de sección entre el 10 y 20%. No compromete la seguridad de la estructura.	En el elemento la longitud de la separación es mayor del 25% de la longitud del miembro. Hay una penetración mayor del 50% del grosor del miembro. Daño extensivo con pérdida de sección mayor al 20%. Se compromete a la seguridad de la estructura.
Daño por insectos	0-100	0-100	0-100	0-100
	Se presentan hoyos ocasionales en el elemento. La	Se presentan hoyos severos en el elemento. La madera es sólida	En el elemento se presentan hoyos extensos. Existen larvas e insectos	Existen túneles severos en el elemento. Se puede desintegrar

	madera es sólida y no se puede penetrar fácilmente por un objeto filoso. Existe menos del 5% de pérdida de sección.	generalmente y ofrece resistencia moderada a la penetración por un objeto filoso. Existe pérdida de sección entre el 5 al 10%.	visibles. La madera es hueca y ofrece baja resistencia a la penetración por un objeto filoso. Hay pérdida de sección entre el 10 al 20%	la madera en la zona afectada en el elemento. Existe más del 20% de pérdida de sección.
Pudrimiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pudrimiento en el elemento. Existen zonas localizadas de humedad en el elemento.	Existe penetración superficial en el elemento. Se presentan zonas extensas de humedad.	Existe pérdida menor del 10% del grosor del elemento. No se compromete el desempeño del elemento.	Pérdida de sección mayor del 10% del grosor del elemento. Se encuentra en zonas críticas. Se compromete la seguridad del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100

	La conexión está en lugar y funciona como debería en el elemento. Existe moho leve.	Hay entre el 5% y 10% del total de sujetadores sueltos en el elemento. Existe moho moderado. La conexión se encuentra en su lugar y funcionando según lo previsto.	En el elemento más del 10% del total de sujetadores está suelto. Existen elementos de la conexión perdidos. Puede existir óxido acumulado con distorsión. No se compromete la seguridad del elemento.	Sujetadores sueltos y severamente deformados en el elemento. Existen varios elementos perdidos haciendo que corra riesgo la seguridad del elemento.
--	---	--	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.
TA3	Colocación de fumigantes.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Limpieza. Reajuste de pernos.	Sustitución de conexiones. Sellado de conexiones.

TS3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado de grietas. Relleno de pérdida de área. Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.
TS4	Limpieza. Colocación de fumigantes. Reajuste de pernos.	Reforzamiento del elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza. Reajuste de pernos. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.	Reemplazo de elementos.
TR2	Limpieza. Colocación de fumigantes.	Sellado en zonas críticas. Aplicación de recubrimiento. Control de zonas húmedas.	Remoción de zonas afectadas y rehabilitación de estas.
TR3	Limpieza. Colocación de fumigantes.	-	Reconstrucción.

Cabezal de mampostería

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Daño en el bloque	Existen fisuras superficiales en el bloque. Pérdida de área superficial aislada menor a 5 cm de extensión.	Despostillamiento de la piedra con pérdida de sección entre 5 y 10 cm de extensión en zonas localizadas. Existe delaminación con menos de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento ejecutadas que se encuentran en buen estado. Existen pocos bloques que se han movido ligeramente del alineamiento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área superficial entre 10 y 15 cm de extensión. Existe delaminación localizada mayor de 2.5 cm de profundidad. Hay áreas con acciones de mantenimiento que no se encuentran seguras. Existen pocos bloques que se han movido significativamente fuera del alineamiento o se ha perdido. No se compromete el desempeño del elemento.	Desintegración de la piedra con pérdida de área que compromete al desempeño del elemento. Existen bloques que se han movido significativamente e fuera del alineamiento o se ha perdido. Se compromete la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Daño en el mortero	Existe pérdida de mortero superficial con profundidad máxima de 2 cm en zonas localizadas.	Pérdida de mortero en áreas con profundidad de 2 a 5 cm. Existen leves fisuras en áreas extensas. Agujeros en menos del 10%	Fisuramiento severo en áreas localizadas o extensas. Agujeros en más del 10% de las juntas de mortero.	-

		de las juntas de mortero. No causa problemas estructurales.	Pérdida de área extensa de mortero resultando en la pérdida de bloques.	
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas. Existen marcas leves de humedad superficial.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada. Existen marcas de humedad superficial extensas.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Existen marcas de humedad con contaminación biológica en zonas localizadas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. Existe humedad penetrada con contaminación biológica en zonas extensas. El estado compromete al desempeño del elemento.
Daño por impacto	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe daño por impacto en el elemento. Existe daño por impacto localizado y casi imperceptible.	El elemento tiene daño por impacto localizado. La pérdida de área no es extensa.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas. La pérdida de área no es extensa. La pérdida de área es moderadamente extensa pero no afecta al desempeño del elemento.	El elemento tiene daño por impacto en diferentes zonas o en zonas críticas. La pérdida de área es extensa y profunda. Este deterioro compromete a la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.
TS2	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Reposición de bloques sueltos.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Tope sísmico

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad del elemento.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Pérdida de área	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe pérdida de área en el elemento. La pérdida de área existente es superficial y aislada.	La pérdida de área afecta menos del 10% de la sección del miembro.	La pérdida de área afecta el 10% o más del miembro, pero no compromete al desempeño del elemento.	Afecta más del 10% del miembro comprometiendo a su desempeño y se puede considerar un riesgo para la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Deformaciones	0-100	0-100	0-100	0-100
	No hay deformaciones o las existentes son casi imperceptibles.	Existen deformaciones medibles. No se encuentran en zonas críticas ni comprometen al	Existen leves deformaciones que se encuentran en zonas críticas o abarcan un área considerable, pero no comprometen al	Existen deformaciones medibles que se encuentran en zonas críticas o abarcan un área considerable y
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

		desempeño del elemento. Existen deformaciones a las que se les realizó acciones de mantenimiento efectivas.	desempeño del elemento.	comprometen al desempeño del elemento y se pueden considerar un riesgo para la seguridad de la estructura.
Corrosión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	No se observa oxidación o corrosión en el elemento. Hay picaduras en el recubrimiento.	20% del elemento está cubierto con oxidación. Hay una pérdida de sección del 10% en zonas que no son críticas.	50% del elemento está cubierto de óxido. Hay entre 10% y 20% de pérdida de sección en zonas que no son críticas. Hay óxido acumulado. No se compromete la seguridad del elemento ni de la estructura.	Oxidación extensiva con perforación local. Más del 20% de sección perdida. Más del 50% del elemento está cubierto por corrosión. El elemento ya no es efectivo.
Conexión	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
	Las conexiones están en su lugar y funcionando como se debe. Existe leve óxido en algunas conexiones.	Pocos elementos de la conexión perdidos o soldaduras rotas. Existe óxido acumulado que distorsiona a las conexiones. Esto no compromete al desempeño del elemento.	Soldaduras con rupturas extensas. Existen varios tornillos rotos. El estado de las conexiones compromete a la seguridad del elemento.	-
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

Refuerzo expuesto	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe exposición de refuerzo. Presente en el elemento sin pérdida de sección medible. Se observa descascaramiento o a lo largo del refuerzo principal.	Refuerzo expuesto en el elemento con oxidación uniforme ligera en una zona localizada. Pérdida de área menor del 10%.	Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas en el elemento. Existe entre el 10% y el 20% de pérdida de área. Se presenta en diferentes zonas o en una zona extensa.	Se observa el refuerzo principal expuesto en el elemento y está oxidado. Tiene más del 20% de pérdida de sección. Se compromete la seguridad del elemento.
Eflorescencia	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
	En el elemento no existe eflorescencia. Existe eflorescencia en zonas muy localizadas y pequeñas. Existen marcas leves de humedad superficial.	Existe superficie blanca sin acumulaciones en el elemento. Hay lixiviación sin manchas de óxido. Se presenta en una extensión moderada. Existen marcas de humedad superficial extensas.	Existen acumulaciones moderadas en el elemento. Hay manchas de óxido extensas. Existen marcas de humedad con contaminación biológica en zonas localizadas. Estos deterioros no comprometen la seguridad del elemento.	En el elemento existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa o en puntos críticos. Existe humedad penetrada con contaminación biológica en zonas extensas. El estado compromete al desempeño del elemento.

Propiedad	Correcta	Insuficiente	Incorrecta
Conformación	0-100	0-100	0-100
	Las dimensiones y	Las dimensiones o el alineamiento no	La capacidad del elemento se ve

	el alineamiento es el correcto. Su capacidad es la correcta para desempeñarse como se debe.	cumplen con el diseño. Sin embargo, la capacidad del elemento es suficiente para desempeñarse como se espera si no tiene daños presentes.	comprometida y no se desempeña como es requerido. La seguridad de la estructura se ve comprometida.
--	---	---	---

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.
TA2	Reajuste de pernos.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento. Sellado de grietas. Relleno de zonas con pérdida de área.
TS2	Lavado/Limpieza. Reajuste de pernos.	Corregir deformaciones. Aplicación de recubrimiento. Sustitución de conexiones.

TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento de elemento. Sellado de grietas. Aplicación de recubrimiento.
------------	------------------	---

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.

Cono de derrame

Propiedad	Criterio			
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Asentamiento	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe ningún asentamiento ni indicio de este. Existe asentamiento casi imperceptible.	Existe asentamiento que se ha atendido con medidas efectivas. Existe asentamiento leve en zonas no críticas localizadas.	Existe asentamiento menor generalizado. Se encuentra un desnivel leve que no compromete la seguridad de la estructura.	Existe un asentamiento que ocasiona fisuras o pérdida de sección notable. Compromete la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Manchas	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe eflorescencia. Existen manchas leves aisladas.	Existe superficie blanca extensa sin acumulaciones o lixiviación sin manchas de óxido. Existen leves manchas de óxido en áreas extensas.	Existe acumulaciones y manchas de óxido extensas que no comprometen al desempeño del elemento.	Existe acumulación o manchas de óxido en un área extensa y en puntos críticos. El estado compromete al desempeño del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Erosión	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existe erosión. Existen zonas aisladas con erosión casi imperceptible.	Existe leve erosión en zonas aisladas. Se han ejecutado medidas de mantenimiento efectivas para contrarrestarlo.	Erosión extensa que se encuentra de los límites tolerables y no compromete la seguridad de la estructura.	Erosión que excede los límites tolerables. Se compromete a la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
Fisuramiento	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo

	0-100	0-100	0-100	0-100
	No existen fisuras en el elemento. Existen muy pocas fisuras casi imperceptibles.	Fisuras en el elemento a las que se les ha dado mantenimiento. Existen algunas fisuras a las que no se les ha dado mantenimiento, pero no comprometen a la seguridad del elemento.	Existen varias fisuras aisladas medibles en el elemento. Existen fisuras a las que se les dio mantenimiento, pero este ya no es efectivo. No se compromete la seguridad del elemento.	Fisuras medibles en zonas extensas o críticas que comprometen la seguridad del elemento.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	0-100
Pérdida de área	No existe pérdida de área en el elemento. La pérdida de área existente es superficial y aislada. Leve presencia de refuerzo expuesto.	La pérdida de área afecta menos del 10% de la sección del miembro. Refuerzo expuesto con oxidación uniforme ligera.	La pérdida de área afecta el 10% o más del miembro, pero no compromete al desempeño del elemento. Refuerzo expuesto con alta oxidación y picaduras localizadas.	Afecta más del 10% del miembro comprometiendo a su desempeño. Existe refuerzo con alta pérdida de sección. Se puede considerar un riesgo para la seguridad de la estructura.
	Bueno	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100	-
Vandalismo y contaminación	No existe vandalismo ni contaminación. Existe leve contaminación por flora o fauna.	Hay pintura vandálica que se nota de cerca pero que no es perceptible por los usuarios. Existe contaminación extensa que no compromete a la	Hay pintura vandálica que es perceptible por los usuarios. Existe contaminación que compromete la estética del elemento.	-

		estética del elemento.		
--	--	------------------------	--	--

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Lavado/Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Lavado/Limpieza.	Aplicación de recubrimiento.
TS2	Lavado/Limpieza.	Sellado de fisuras. Relleno de pérdida de sección. Aplicación de recubrimiento.
TS3	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.

Tratamientos	Riesgoso
---------------------	-----------------

	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Lavado/Limpieza.	-	Reconstrucción.
TR2	Lavado/Limpieza.	Reforzamiento del elemento. Relleno de pérdida de sección. Sellado de fisuras. Aplicación de recubrimiento.	Contrarreste de asentamiento.

Río

Propiedad	Aceptable	Deficiente	Severo
Socavación en cimentación	0-100	0-100	0-100
	No existe socavación. Existe socavación casi imperceptible en zonas aisladas.	Se observa socavación moderada, pero no se extiende a la cimentación.	Existe socavación en la cimentación.
Tiro	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100
	El tiro no ha tenido cambios. Es el mismo con el que se diseñó. El tiro ha cambiado de forma casi imperceptible su nivel.	El tiro tiene cambios significativos que no afectan al comportamiento del río ni compromete la seguridad y el comportamiento de la estructura.	El tiro tiene cambios que afectan al comportamiento del río y compromete el comportamiento o seguridad de la estructura.
Obstrucción	Aceptable	Deficiente	Severo
	0-100	0-100	0-100
	No existe obstrucción en el río. Existen elementos que alteran levemente el flujo del agua.	Existe leve obstrucción en el río que altera el flujo del agua pero que no afecta a la estructura. O se ha atendido este problema.	Existe obstrucción en el río que afecta a la seguridad de la estructura.

Acciones de mantenimiento

Tratamientos	Adecuado
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>
TA1	Limpieza.

Tratamientos	Suficiente	
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>
TS1	Limpieza.	Construcción de obras de reducción de velocidad.
TS2	Limpieza.	Construcción de obras de protección a la estructura.

Tratamientos	Riesgoso		
	<i>Acciones de mantenimiento periódico</i>	<i>Acciones de mantenimiento preventivo</i>	<i>Acciones de mantenimiento correctivo</i>
TR1	Limpieza.	Construcción de obras de reducción de velocidad.	Reconstrucción de elementos del puente o estructura.

Condiciones

Propiedad	Bajo	Intermedio	Alto
Humedad relativa	0-100	0-100	0-100
	La humedad relativa del sitio actualmente es igual o menor que con la que se realizó exitosamente, bajo normativa, el diseño del puente.	La humedad relativa ambiental del sitio no fue conocida con exactitud durante el diseño del puente, ni es conocida actualmente con exactitud ¹ .	La tendencia de la humedad relativa ambiental del sitio es mayor que con la que se realizó exitosamente, bajo normativa, el diseño del puente.

Propiedad	Bajo	Intermedio	Alto
Zona sísmica	0-100	0-100	0-100
	Zona de baja sismicidad.	Zona de sismicidad moderada.	Zona de alta sismicidad.

Propiedad	No existe	Existe
Sismo	0-100	0-100
	No se ha presentado ningún sismo significativo en la zona desde la última inspección realizada.	Se presentó un sismo significativo en la zona de la estructura desde la última inspección realizada.

Propiedad	Bajo	Intermedio	Alto
	0-100	0-100	0-100

Avenidas torrenciales	Zona de baja probabilidad de avenidas torrenciales.	Zona de moderada probabilidad de avenidas torrenciales.	Zona de alta probabilidad de avenidas torrenciales.
-----------------------	---	---	---

Propiedad	Adecuado	Atendido	Alto
	0-100	0-100	0-100
Características del tráfico	El tráfico que transita es el adecuado para los cálculos realizados y no sobrepasa las cargas consideradas.	Las cargas de tráfico que transitan son mayores a las consideradas en diseño, sin embargo, ya se realizaron acciones de mantenimiento.	Las cargas de tráfico que transitan son mayores a las consideradas de diseño y no se han realizado acciones de mantenimiento.

