

Fichas Técnicas Para La Restauración Del Puente Km 2151 Del Ramal Dubrocq En La Ciudad De Matanzas

Technical Sheets For The Restoration Of The Bridge Km 2151
Of The Dubrocq Railway Branch In The City Of Matanzas

Autores:

**Manuel Pedroso Martínez¹, Luis David Céspedes Domínguez²,
Carlos Armando Martínez Ravelo³, Oscar Rodríguez Gámez⁴**

¹ Ingeniero Civil y Doctor en Ciencias. Profesor Auxiliar y Jefe del Departamento de Construcciones de la Facultad de Ciencias Técnicas. Coordinador de la carrera Ingeniería Civil en la Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero km 3½ Matanzas 44740, Cuba. Teléfonos: +53 53696326 o +53 59947059 (corporativo) manuel.pedroso@umcc.cu ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9767-9379>

² Ingeniero Civil. Profesor Instructor del Departamento de Construcciones, Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero km 3½ Matanzas 44740, Cuba. Teléfono: +53 54122340 luisdavid9407@nauta.cu ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8291-6589>

³ Estudiante de 5to Año de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero km 3½ Matanzas 44740, Cuba. Teléfono: +53 53379386 carlos.97@nauta.com.cu

⁴ Estudiante de 5to Año de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero km 3½ Matanzas 44740, Cuba. Teléfono: +53 53250913. oskrrgamez@gmail.com

RESUMEN

El artículo se basa en el estudio patológico del puente km 2151 del ramal Dubrocq ubicado en el municipio de Matanzas. Con este análisis se evalúan las principales lesiones y las posibles causas que provocaron el avanzado deterioro del mismo. La investigación tiene como objetivo principal elaborar las fichas técnicas para la evaluación y diagnóstico de las lesiones. En ellas se exponen un fragmento de las lesiones existentes en el puente y se contemplan además las posibles soluciones que se le pueden aplicar según las características de las mismas para su restauración futura debido a la importancia que posee. Se establece un posible método de mantenimiento a llevar a cabo una vez reparado. Se emplean diferentes métodos de investigación, como la observación, el estudio documental y entrevistas a usuarios y residentes. La importancia de comprender cada uno de los aspectos tratados radica en el cuidado y rescate de la infraestructura, el patrimonio y la identidad, cuyo caso presentado constituye un claro ejemplo. Resultaron útiles fichas técnicas que comprenden tres partes; una dedicada al diagnóstico, otra a la intervención y la tercera al mantenimiento.

Palabras claves: fichas técnicas, mantenimiento, puente, restauración

ABSTRACT

The article is based on the pathological study of the bridge km 2151 of the Dubrocq branch located in the municipality of Matanzas. With this analysis, the main injuries and the possible causes that caused its advanced deterioration are evaluated. The main objective of the research is to prepare the technical sheets for the evaluation and diagnosis of injuries. In them, a fragment of the existing lesions on the bridge are exposed and the possible solutions that can be applied according to their characteristics for their future restoration due to their importance are also contemplated. A possible maintenance method is established to carry out once repaired. Different research methods are used, such as observation, documentary study and interviews with users and residents. The importance of understanding each one of the treated aspects lies in the care and rescue of infrastructure, heritage and identity, whose case presented is a clear example. Technical sheets comprising three parts were useful; one dedicated to diagnosis, another to intervention and the third to maintenance

Keywords: technical sheets, maintenance, bridge, restoration

Nota editorial: Recibido noviembre 2021; Aceptado diciembre 2021

1. INTRODUCCIÓN

Ubicada a unos cien kilómetros al este de La Habana y declarada como Monumento Nacional desde el año 2013, la ciudad de Matanzas es considerada y reconocida por muchos como la primera ciudad moderna de América (MICONS – IPF, 2020). Se conoce como la ciudad de los puentes debido a que la urbe se encuentra enclavada entre los Ríos San Juan, Yumurí y Canímar, cuenta con alrededor de 30, ubicados en su geografía, de los cuales 5 ya cumplen con más de 100 años de explotación. Estos puentes centenarios siguen en aprovechamiento hoy en día a pesar de la evolución de los medios de transporte con el tiempo, los cuales pueden incrementar en gran medida las solicitaciones a las que puede estar sometida la estructura, obteniéndose respuestas favorables de los mismos ante estas cargas. De todos estos destacan 2 por su importancia económica, el puente km 2151 del ramal Dubrovc que junto al Puente Giratorio posibilita la comunicación ferroviaria entre el puerto de Matanzas, uno de los más importantes del país, con la región centro – oeste del territorio, posibilitando el transporte de productos como azúcar, combustibles y otros insumos por la provincia y hacia el puerto.

Estos puentes están conformados por combinaciones de perfiles metálicos, los cuales conforman la armadura. Con el paso del tiempo, su cercanía con el mar y debido a los fenómenos climatológicos, estos se han visto afectados con un evidente estado de deterioro debido a la corrosión, presentándose este fenómeno en varios componentes de los mismos, pero de ellos, el más afectado es el puente del km 2151.

Con la realización de este artículo se persigue la elaboración de fichas técnicas donde se analicen los daños que posee actualmente el puente y establecer un posible método de mantenimiento a llevar a cabo

en los elementos que presenten mayor afectación por la corrosión.

Las fichas elaboradas por los autores están divididas en tres subsistemas para mejorar el mensaje que se desea transmitir y no cause contratiempos a la hora de consultarlas. Una primera parte está referida al diagnóstico de la lesión, en donde se muestran imágenes, el elemento que la contiene, una breve descripción del daño observado y las posibles causas que provocaron la aparición del mismo. La segunda parte de la ficha está volcada a la manera en que debe solucionarse cada uno de los deterioros, donde tienen marcada importancia las indicaciones sobre las técnicas, con algunas recomendaciones para la correcta ejecución de las intervenciones. Por último el tercer subsistema se dedica a buenas prácticas para conservar la estructura una vez erradicadas las lesiones expuestas.

Para el desarrollo de la investigación se realizó un estudio histórico – lógico donde se refiere a la historicidad y a la lógica implícita en la investigación, sobre todo a la que corresponde con el objeto de estudio, donde se posibilita emprender un trabajo basado en la sistematicidad que favorece el ordenamiento y la comprensión. Se desarrolló además la revisión de documentos relacionados con los temas de la rehabilitación y el estado constructivo de los puentes. Por otro lado, se llevó a cabo una observación directa y el levantamiento en el campo, procedimiento que permitió detectar las afectaciones existentes actuales que posee el objeto de estudio para posteriormente elaborar las fichas técnicas lo más actuales posibles. Se efectuaron a su vez entrevistas a los habitantes de la zona con el fin de obtener información necesaria para el proceso de restauración de la estructura estudiada.

2. DESARROLLO

En Cuba el patrimonio de los puentes representa aproximadamente un 20 % del valor del patrimonio vial; existen puentes con más de 100 años en servicio y otros con más de 50 o 70 años, que requieren ser conservados, para continuar realizando sus funciones, eliminando el deterioro en ellos y en los más nuevos, para impedir que sigan dañándose y alcancen la durabilidad esperada [9]. En la actualidad el país enfrenta la escasez de recursos financieros y materiales, lo que limita las inversiones en nuevas infraestructuras, por lo que favorecer una política de conservación y preservación de lo existente es primordial para el correcto funcionamiento de las construcciones.

La reparación y conservación de puentes y estructuras es cada día una actividad más necesaria debido a su importancia en la seguridad y calidad de servicio que depende de las mismas, así como del incremento del valor patrimonial de estas en estos últimos decenios [14].

El puente objeto de estudio es la única vía de acceso ferroviario al puerto de la Ciudad de Matanzas y a la Zona Industrial, por lo que es de extrema importancia la conservación del mismo para mantener el flujo ferroviario por estas vías, tan necesario para el desarrollo económico tanto de la región como del país.

Tipológicamente el puente está construido por cerchas tipo Warren, divididas con nudos rígido en la estructura del tablero compuesto por vigas diafragmas transversales que soportan las vigas longitudinales sobre las que se apoyan las traviesas de madera en las que descansan los rieles. Las vigas longitudinales están localizadas en dependencia de la curva del trazado. El radio de curvatura de la vía es de 112 metros y todas las uniones originales son con remaches en caliente de una pulgada de diámetro, lo cual condiciona la transmisión de esfuerzos en los nudos [10].

En el 2011 la estructura del puente sufrió un fallo en uno de los nudos del cordón inferior (Fig. 1) de tal magnitud que se le tuvo que realizar una reparación capital, donde al evaluar el estado en el que se encontraba, se decidió otorgarle un plazo de 2 años para ejecutar pruebas y conocer su capacidad portante y la posibilidad de continuar en explotación. Al término de este plazo, en el 2014, por no estar solucionado el problema de la corrosión, se determina brindarle labores de mantenimiento para alargar su vida útil. En el 2016 se le realiza una segunda inspección, donde se evidenció el avance de la corrosión por el mismo a pesar de las labores de mantenimiento, por lo que se decide disminuir la velocidad de circulación a 20km/h. La principal afectación que posee el puente es la corrosión generalizada que contienen los miembros inferiores de la estructura y sus uniones. Fig. 2



Fig.1: Nudo del cordón inferior que falló



Fig.2: Corrosión generalizada de los miembros y uniones inferiores

Se empleará para la realización de las fichas técnicas una inspección especial [1], es una inspección no programada usada para monitorear una deficiencia en particular ya conocida. Esta también puede ser usada para monitorear detalles especiales o características inusuales del puente que no necesariamente tengan defectos. Se realizó a raíz de la afectación evidente que se presenta debido al fenómeno de la corrosión de los elementos principales y secundarios de la superestructura.

En caso de que las labores de conservación del puente requieran un apuntalamiento de la estructura debido al avanzado estado de deterioro de sus componentes, se realizará el ajuste topográfico de los elementos encargados de realizar dicho apuntalamiento, con el objetivo de conocer con más precisión la ubicación de estos. Para ello es imprescindible tener en cuenta la geometría del puente, ya que en los nudos es donde mayor variación de carga se tendrá a la hora de retirar los elementos que estén muy afectados, por lo que la colocación de los puntales debajo de estos es una tarea de máxima prioridad para conservar su estabilidad y que este no colapse. Se empleará el método de intersección para determinar la situación planimétrica de los puntos de detalles (nudos) con respecto a cualquiera de los dos apoyos del puente, midiendo los ángulos entre el apoyo y el nudo, lo cual permitirá conocer la longitud óptima del puntal, y su ubicación exacta bajo los nudos.

Para una posible restauración de la estructura se realizó un estudio de las condiciones actuales del mismo. El correcto diagnóstico, con el apoyo de fichas técnicas encaminadas a mostrar las lesiones imperantes en los elementos que lo conforman, así como sus posibles causas, crea las bases para la elaboración de un proyecto de restauración adecuado.

Las fichas técnicas asumidas pretenden sentar las bases que deben tomarse en cuenta para la ejecución de la restauración. Fueron realizadas en tiempos actuales y muestran las lesiones y condiciones del puente en estos momentos, ventaja que poseen sobre las fichas técnicas redactadas con anterioridad que no contemplan el incremento del daño.



Fig. 3: Corrosión general

Descripción del daño: Se aprecia una corrosión generalizada en toda la superficie del elemento. Se caracteriza por un ataque más o menos uniforme en toda la superficie expuesta con solamente variaciones mínimas en la profundidad del daño.

Posibles causas: Acción del ambiente agresivo costero. Falta de mantenimiento.

Procedimiento de restauración: Se debe remover todo el material extraño para permitir la adhesión adecuada del revestimiento o la pintura. Para esto debe ser removido todo el aceite y grasa, tierra, salpicaduras de soldaduras y depósitos de hierros. En algunos casos o cuando el revestimiento lo amerite, a la superficie se le aplicará un proceso de sand blasting o chorro de arena o chorro de abrasivo, con lo cual se permitirá la eliminación de las sustancias extrañas sobre la superficie y darle el acabado deseado. En las estructuras se pueden emplear recubrimientos especiales para minimizar el ataque de la corrosión. La limpieza puede ejecutarse con solventes los cuales se utilizan para eliminar suciedades, salpicaduras de cemento, sales, aceite y grasa. La limpieza mecánica se realiza con el retiro de la escama suelta del laminado, moho suelto y salpicadura de soldadura que pueden ser quitadas con cepillos de alambre mecánico, esmeriladoras o lijadoras mecánicas. Limpieza a mano en las imperfecciones en las estructuras metálicas con cepillos, raspado, martillado a mano u otros métodos que impliquen el empleo de herramientas manuales de impacto, o combinación de estos métodos. Las pinturas deberán aplicarse fría sobre la superficie perfectamente limpia, e inmediatamente después de la operación de limpieza, con una maquina fija o móvil apta para este trabajo. Se deben seguir todas las recomendaciones del fabricante para la aplicación de la pintura. Los filtros de la máquina de pintura deberán cambiarse antes de que muestren un desgaste avanzado, con el fin de evitar fallas en la aplicación de la pintura imprimadora, se debe tomar en cuenta que el equipo utilizado de la pintura debe de estar en perfectas condiciones para evitar el chorreo o goteo de la pintura.

Recomendaciones: Cuando la sección de un elemento se ve reducida debido a los problemas de corrosión y fisura, se deben tomar en cuenta que los esfuerzos aumentan y por lo tanto se correría el peligro de que el miembro llegue a fallar. Esta reducción de sección no puede sobrepasar el 90% de la sección original del puente, donde se tendría que cambiar el elemento, y si sobrepasa el 70% de la sección original debe ser reforzado.

Método para el mantenimiento: Los intervalos máximos de las inspecciones de rutina deben realizarse cada 6 meses ya que el puente debido a su estado de deterioro tiene una superestructura dañada, por lo que se hace vital su revisión cada 2 meses.

Ninguna parte del puente debe quedarse sin ser revisada durante la inspección práctica al menos 1 vez cada 6 años. Si el escrutinio práctico de un elemento no es realizado durante la inspección de rutina, este debe ser anotado en el reporte de la inspección para tener constancia. Si no se anota, se asume que ya ha sido inspeccionado.



Fig. 4: Unión soldada rota

Descripción del daño: Pérdida de la sección de soldadura ocasionada por la corrosión generalizada que presenta el elemento.

Posibles causas: Acción del ambiente agresivo costero. Falta de mantenimiento. Exceso de carga.

Procedimiento de restauración: Se debe remover todo el material extraño para permitir la adhesión adecuada del revestimiento o la pintura. Para esto debe ser removido todo el aceite y grasa, tierra, salpicaduras de soldaduras y depósitos de hierros. En algunos casos o cuando el revestimiento lo amerite, a la superficie se le aplicará un proceso de sand blasting o chorro de arena o chorro de abrasivo, con lo cual se permitirá la eliminación de las sustancias extrañas sobre la superficie y darle el acabado deseado.

Uniones soldadas rotas o fisuradas: remover toda la suciedad, óxido y pintura a una distancia de 0.6m alrededor de la unión soldada dañada. Limar o amolar la unión soldada dañada para asegurar que la nueva unión soldada quede bien sujeta al metal base. Para fisuras, amolar la unión soldada fisurada hasta que la fisura ya no sea visible, entonces se debe inspeccionar la unión con tintas penetrantes para asegurarse que la fisura ha sido completamente retirada. Luego se debe reemplazar la soldadura. Se debe aplicar pintura o un anticorrosivo al área soldada.

Recomendaciones: Si se llega a tener fisuras en las soldaduras debido a la fatiga, estas deben ser reemplazadas para evitar el colapso de la junta. Se deben reemplazar los conectores cuando estos se dañen debido a problemas de la corrosión y la fatiga de las juntas. Revisar los elementos a los que se va a soldar debido al estado de deterioro.

Método para el mantenimiento: Las inspecciones por fatiga y fractura son de las más importantes en este tipo de puentes, ya que estas pueden conducir a una prematura y posiblemente repentina falla de una porción del puente o del puente entero. Se necesitan 3 factores para que se produzcan fracturas en el material: esfuerzos de tracción, cargas repetitivas y pequeñas discontinuidades en el material que generan grandes concentraciones de esfuerzo, por lo que es imperativo que una fisura por fatiga no quede sin ser revisada porque esta podría propagarse hasta un tamaño que produzca una fractura. En esta inspección se identificarán y registraran la ubicación de los elementos sensibles a la fatiga y cualquier problema o potencial problema que pueda suceder en estos sitios para poder así determinar la seguridad que posee la estructura. Esta inspección se realizará básicamente en los miembros traccionados del puente.

Ficha técnica 3: Corrosión por picadura

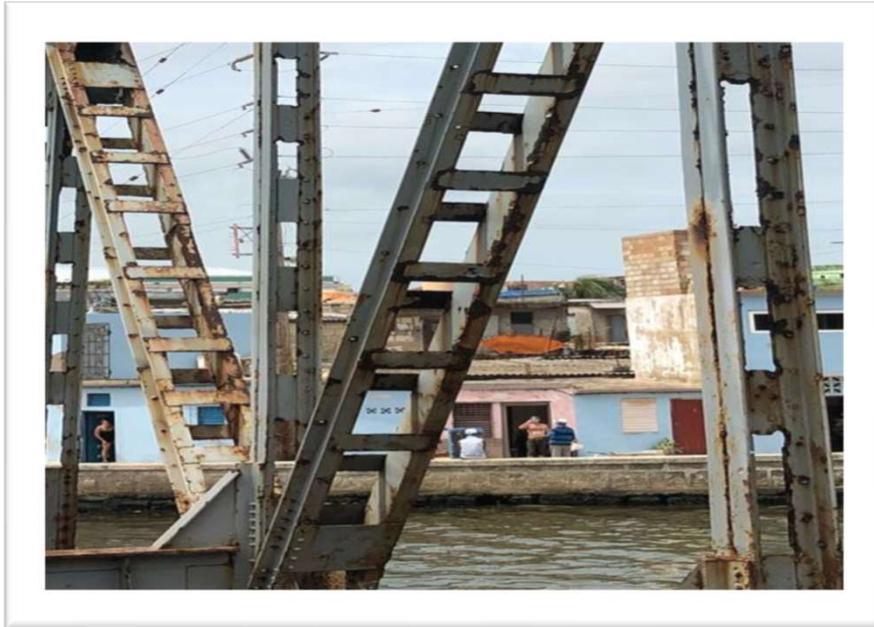


Fig. 5: Corrosión por picadura

Descripción del daño: Parte localizada de la corrosión en la que el ataque está confinado en muchas cavidades pequeñas en la superficie del metal.

Posibles causas: Acción del ambiente agresivo costero. Falta de mantenimiento.

Procedimiento de restauración: Se debe remover todo el material extraño para permitir la adhesión adecuada del revestimiento o la pintura. Para esto debe ser removido todo el aceite y grasa, tierra, salpicaduras de soldaduras y depósitos de fierros.

La pintura deberá aplicarse fría sobre la superficie perfectamente limpia, e inmediatamente después de la operación de limpieza, con una maquina fija o móvil apta para este trabajo. Se deben seguir todas las recomendaciones del fabricante para la aplicación de la pintura. Los filtros de la máquina de pintura deberán cambiarse antes de que muestren un desgaste avanzado, con el fin de evitar fallas en la aplicación de la pintura imprimadora, se debe tomar en cuenta que el equipo utilizado de la pintura debe de estar en perfectas condiciones para evitar el chorreo o goteo de la pintura.

Recomendaciones: Cuando se sospeche que el daño del miembro afecta la estabilidad del puente, se debería calcular los esfuerzos que soporta el miembro basándose en las memorias técnicas de diseño del puente.

Método para el mantenimiento: Intervalos máximos de las inspecciones de rutina deben realizarse cada 6 meses debido a que el puente ,por su avanzado estado de deterioro, tiene una superestructura dañada, lo cual hace vital su revisión cada 2 meses.

Las inspecciones por daño se deben ejecutar cada vez que ocurre un evento climatológico como los ciclones. Deben ser llevadas a cabo por un ingeniero.

Las inspecciones profundas sirven para recolectar y documentar los datos con un detalle suficiente, necesario para determinar la condición física del puente, donde se deben incluir todos los elementos críticos de la estructura.



Fig. 6: Remaches faltantes y flojos

Descripción del daño: Remaches faltantes y flojos.

Posibles causas: Pérdida de resistencia de los elementos debido a la corrosión. Falta de mantenimiento. Exceso de carga.

Procedimiento de restauración: Se debe remover todo el material extraño para permitir la adhesión adecuada del revestimiento o la pintura. Para esto debe ser removido todo el aceite y grasa, tierra, salpicaduras de soldaduras y depósitos de hierros. En algunos casos o cuando el revestimiento lo amerite, a la superficie se le aplicará un proceso de sand blasting o chorro de arena o chorro de abrasivo, con lo cual se permitirá la eliminación de las sustancias extrañas sobre la superficie y darle el acabado deseado. Después de aplicado el sand blasting, si la reducción de la sección sobrepasa el 90% de la sección original del puente, se tendrá que cambiar el elemento, y si sobrepasa el 70% de la sección original debe ser reforzado.

Las juntas remachadas pueden ser reparadas usando varios métodos. Los requerimientos más comunes de reparación son por remaches faltantes o flojos o por tener una pérdida de resistencia en la junta.

- Remaches faltantes o flojos: se debe limpiar la zona de trabajo. Luego se reemplazan los remaches faltantes con pernos de alta resistencia del mismo tamaño a los que se debe ajustar con tuercas. Esto ayuda a soportar las conexiones durante las tareas de reparación. Se debe trabajar un remache a la vez para mantener la correcta distribución de la carga sobre los remaches.
- Juntas con pérdida de resistencia: Se pueden añadir más remaches o pernos a la placa de conexión, cumpliendo con las especificaciones de distancia entre elementos y la distancia de los elementos al borde de la conexión. Se puede colocar una placa de conexión más grande para permitir que se añadan más remaches. Se pueden añadir soldadura a la placa de conexión que tenga la suficiente resistencia para soportar las cargas vivas y de impacto, o la carga total dependiendo de la condición en la que se encuentra la conexión.

Soldando un cubreplaca al miembro a lo largo de un lado de la fisura y calentando el cubreplacas para extender su longitud, mientras esté caliente, soldar el lado opuesto de la placa al miembro. Permitir que la placa se enfríe y se contraiga, esto hará que la fisura se junte. Luego se suelda la fisura y se aplica un filete continuo al cubreplaca.

Recomendaciones: Se deben reemplazar los conectores cuando estos se dañen debido a problemas de la corrosión y la fatiga de las juntas.

Recomendaciones para el cubreplaca:

- Los cubreplacas deben ser soldados con filetes continuos, pernos de alta resistencia o por remaches.
- Donde se encuentre que las superficies de las placas presenten oxidación o corrosión, estas deben ser reemplazadas por placas nuevas.
- Los cubreplacas deben ser del suficiente espesor para prevenir el pandeo sin el uso de sujetadores intermedios.
- Donde pueden ocurrir fisuras por fatiga en la parte superior de las soldaduras en los extremos de los cubreplacas, es recomendado el uso de pernos en los extremos de la placa.
- Cuando el cubreplacas es usado en miembros a compresión, se debe tener cuidado con mantener la simetría de la sección para evitar cargas excéntricas.

Método para el mantenimiento: Los intervalos máximos de las inspecciones de rutina deben realizarse cada 6 meses debido a que el puente debido a su estado de deterioro tiene una superestructura dañada, por lo que se hace vital su revisión cada 2 meses.

Las inspecciones por daño se deben ejecutar cada vez que ocurre un evento climatológico como los ciclones. Debe ser llevada a cabo por un ingeniero.

Ficha técnica 5: Corrosión general.

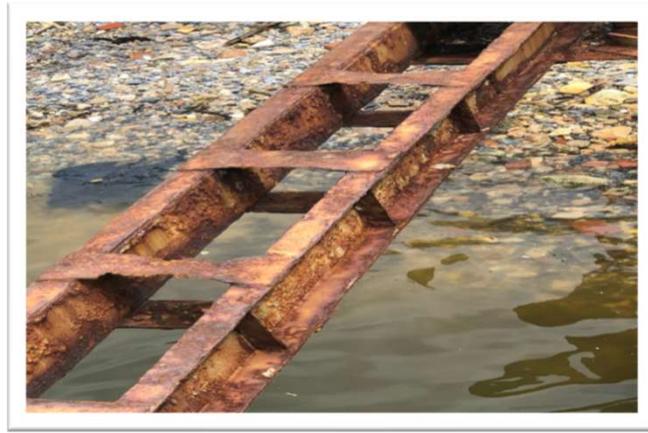


Fig. 7: Corrosión general

Descripción del daño: Se caracteriza por un ataque uniforme en toda la superficie expuesta con solamente variaciones mínimas en la profundidad del daño.

Posibles causas: Acción del ambiente agresivo costero. Falta de mantenimiento.

Procedimiento de restauración: Se debe remover todo el material extraño para permitir la adhesión adecuada del revestimiento o la pintura. Para esto debe ser removido todo el aceite y grasa, tierra, salpicaduras de soldaduras y depósitos de hierros. En algunos casos o cuando el revestimiento lo amerite, a la superficie se le aplicará un proceso de sand blasting o chorro de arena o chorro de abrasivo, con lo cual se permitirá la eliminación de las sustancias extrañas sobre la superficie y darle el acabado deseado. Después de aplicado el sand blasting, si la reducción de la sección sobrepasa el 90% de la sección original del puente, se tendrá que cambiar el elemento, y si sobrepasa el 70% de la sección original debe ser reforzado.

En las estructuras se pueden emplear recubrimientos especiales para minimizar el ataque de la corrosión.

Metal añadido para reforzar: limpiar las superficies metálicas en las cuales el metal va a ser añadido y remover cualquier porción de metal corroída o severamente dañada. Usar soldadura para rellenar fisuras y agujeros, para reemplazar las porciones de metal removidas o para añadir cubreplacas que refuercen los miembros individuales. Cuando haya fisuras se deben asegurar que la soldadura penetre la profundidad total de la fisura. Con agujeros, se debe soldar desde la superficie metálica hasta el centro del agujero evitando dejar espacios vacíos en la soldadura. Reemplazar las porciones de acero removido con aceros que tengan la misma resistencia y si se usó un soplete para cortar el metal, asegurar que los bordes sean amolados para asegurar una buena superficie de soldadura.

Reemplazo de miembros:

Miembros sujetos a tracción: cualquier fuerza de tracción en el miembro debe ser transferido a un sistema temporal de soporte por cable antes de remover el miembro dañado. Añadir un sistema templador de cable a la estructura soportante paralela al miembro que va a ser reemplazado. Transferir la carga soportada por el miembro metálico al cable tensado. Remover y reemplazar el miembro dañado. Remover el sistema temporal de soporte por cable.

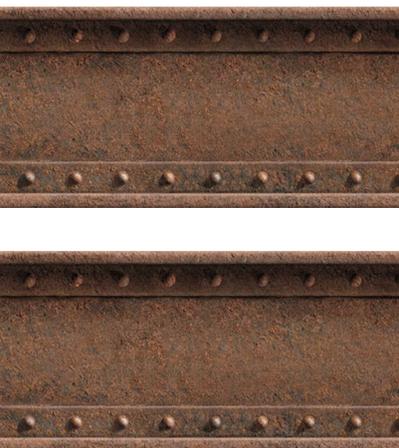
Recomendaciones: Cuando la sección de un elemento se ve reducida debido a los problemas de corrosión y fisura, se deben tomar en cuenta que los esfuerzos aumentan y por lo tanto se correría el peligro de que el miembro llegue a fallar. Esta reducción de sección no puede sobrepasar el 90% de la sección original del puente, donde se tendría que cambiar el elemento, y si sobrepasa el 70% de la sección original debe ser reforzado.

Método para el mantenimiento: Pinturas: esto se aplicará si el acero es nuevo o va ser repintado.

Si es nuevo, se debe dar una capa de pintura protectora cuando se compra, luego una capa de pintura protectora y dos capas de pintura en el campo.

Si se va repintar se debe tener en cuenta la condición de la pintura existente. Si se limpia hasta que quede expuesto el metal, se debe aplicar una capa de pintura protectora y dos capas de pintura de color, si se limpia hasta la pintura protectora, se deben poner 2 capas de pintura de color.

Se puede poner también pintura sellante la cual sirve para proteger las intersecciones y los bordes de las superficies metálicas. Esta es una pintura empastada que previene la penetración de la humedad entre las partes metálicas.



De manera general el puente presenta un estado de conservación bastante deteriorado, resaltando como principales lesiones la corrosión general, la ausencia de remaches y la rotura de uniones soldadas. Se presentan como causas fundamentales la acción del ambiente agresivo costero, el exceso de carga y la falta de mantenimiento, recomendándose una intervención inmediata a fin de lograr su conservación por la importancia que posee. Se sugiere cambiar las partes que muestren señales de corrosión o aplicar un tratamiento especial para reponer la pintura y protegerlos [1].

3. CONCLUSIONES

Se realizó un dictamen técnico donde se aplicaron de manera preliminar los métodos de la observación, entrevistas y el estudio documental para la realización del diagnóstico del puente como primera etapa. Resultaron útiles fichas técnicas que comprenden tres partes; una dedicada al diagnóstico, otra a la intervención y la tercera al mantenimiento. Como causa de deterioro sobresalen la falta de mantenimiento y la acción del ambiente agresivo costero. Con un 70% de corrosión en sus uniones inferiores que ponen en peligro su estabilidad, el estado técnico del puente se clasifica de malo, haciéndose necesario una intervención lo más pronto posible.



- [1] AASHTO, "The Manual for Bridge Evaluation", 3rd Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., USA, 2018.
- [2] AASHTO, "Guide Specifications for Service Life Design of Highway Bridges", 1st Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., USA, 2020.
- [3] American Welding Society; Manual de Soldadura, vol. 2, 8va edición; Editorial Prentice – Hall Hispanoamericana; Mexico; 1996.
- [4] ANSI/AISC 360 – 16; Specification for Structural Steel Buildings; Chicago Illinois 60601 – 6204 American Institute of Steel Construction; July 7, 2016.
- [5] Bridge Safety Inspection Manual; Publication 238; Commonwealth of Pennsylvania; Department of Transportation; 2nd Edition; 2002.
- [6] Chávez, A. & Rosales, V., "Claves para el adecuado mantenimiento de puentes", 2016. Recuperado de <https://revistaconstruir.com/>
- [7] FHWA, "Uncoated Weathering Steel in Structures", Technical Advisory 5140.22, Washington, D.C., USA, 1989. Recuperado de <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/t514022.cfm>.
- [8] Joint Departments of the Army and Air Force, TM 5-600/AFJPAM 32-1088, Bridge Inspection, Maintenance and Repair; 1994.
- [9] L. G. Arestuche, "Estudio del estado de los Puentes en la Carretera Central en su travesía por Matanzas". Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 6(2), pp. 57, 2012.
- [10] L. G. Arestuche, "Reparación del puente Dubrocq". Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 7(2), pp. 13, 2013
- [11] Manual of Steel Construction; Load and Resistance Factor Design; Volumen I; Structural Members, Specifications and Codes; 2nd Edition.
- [12] Ministerio de la Construcción – Instituto de Planificación Física (MICONS – IPF). Gaceta Oficial, Resolución Conjunta 1/2020 (GOC-2020-739-081) ISSN 1682-7511
- [13] SSPC; The Society for Protective Coatings, Surface Preparation Specification, Cleaning and Painting, April 2000.
- [14] Tecyrsa, Rehabilitación de puentes y estructuras metálicas, 2017. Recuperado de <http://tecyrsa.com/rehabilitacion-puentes-estructuras-metalicas/>.

