



9 de octubre de 2024
EIC-Lanamme-1130-2024

Bienvenido Venegas Porras
Alcalde
Municipalidad de Esparza

Asunto: Oficio AME-216-2024, solicitud de inspección al puente peatonal Mata de Limón, Distrito Caldera. Municipalidad de Esparza.

Estimado señor:

Con fundamento en el Artículo 6 de la Ley 8114 “Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias”, el LanammeUCR realizó una visita técnica de evaluación y asesoría a la estructura de paso peatonal de Mata Limón en el sector de Caldera de Esparza 22 de agosto de 2024, esto en atención al oficio AME-216-2024 con fecha 12 de julio de 2024, con el objetivo de identificar las condiciones funcionales y estructurales de la estructura y brindar recomendaciones para su recibimiento y operación, producto de este proceso de atención a la solicitud se presenta:

- Una descripción de la estructura caracterizando los principales componentes que la constituyen de acuerdo con los planos constructivos y lo observado en sitio.
- Principales deficiencias observadas durante el proceso de inspección en los elementos.
- Recomendaciones para el mantenimiento de la estructura.

1. Descripción general

La estructura de paso peatonal se ubica en el sector de Mata Limón en Caldera de Esparza en las coordenadas 9.928620, -84.711053 sobre el estero de Mata de Limón, ver figuras 1 y 2. Durante la visita se inspeccionaron las condiciones generales de la estructura, tanto a nivel funcional como estructural. En la siguiente tabla se resumen las características principales:





Elemento	Descripción
Superestructura (cables y pasarela)	La estructura principal consiste en un puente modular colgante soportado por dos conjuntos de cables formados a su vez por 19 cables de acero galvanizado con torones 6x36 ASTM A586-98. Esta estructura esta subdividida en tres tramos (dos de 64 m y uno de 131 m) y cuenta con péndolas de conexión consistentes en candados de acero con cables de 25,4 mm de diámetro en longitudes variables. La superestructura está formada por módulos tipo Mabey CP1831 configuración DSHR2H++ con paneles de piso de acero con recubrimiento antideslizante.
Subestructura (bastiones)	Los bastiones del puente están conformados por muros de anclaje con dimensiones de 15 m de largo, 9,3 m de ancho y 10,8 m de altura con cimentaciones profundas de pilotes HP 12x53 de 15 m de profundidad. Estos bastiones cuentan en su interior con cámaras de anclajes en las cuales se sujetan los cables principales del puente. En conjunto con los bloques de anclaje se tienen bastiones tipo muro con anchos de asiento de 1,2 m.
Subestructura (Torres)	Las torres del puente están compuestas por dos secciones: <ul style="list-style-type: none">• Muros de concreto reforzado de 11,93 m de altura, 13 m de ancho con cimentaciones de tipo placa apoyada sobre pilotes de acero. La altura del muro central es de 7,08 m y la viga cabezal cuenta con dos zonas de apoyo de 2 m de largo y 3 m de ancho sobre las que se conecta la estructura metálica superior.• Estructura metálica en configuración de armadura con una altura total de 14,42 m y un ancho en la zona superior de 7,51 m. Está compuesto por acero tipo HP 12x53 y consta de 4 secciones con elementos de unión horizontales y diagonales en forma de equis. Los apoyos de esta armadura con los muros de concreto son de tipo fijo con pines de 12,7 mm de diámetro. Sobre estas torres se tienen monturas de acero que permiten hacer la transición de los cables principales.
Accesos	En ambos accesos existen rellenos de aproximación que permiten el ingreso al puente (rampas). En la margen izquierda hay taludes revestidos, en tanto que en la margen derecha hay muros de contención de altura máxima de 3 m. Ambos accesos tienen un ancho total de 9,3 m.
Dimensiones principales	Longitud total: 259 m Ancho total: 6,05 m Ancho de calzada: 4,2 m



Figura 1: Ubicación del puente peatonal.
Fuente: Google Earth y LanammeUCR



EIC-Lanamme-1130-2024
Página 4



Figura 2: Vista general del puente peatonal sobre el estero Mata Limón en Caldera.

Fuente: LanammeUCR



EIC-Lanamme-1130-2024
Página 5

2. Resultados de la inspección:

2.1 Subestructura (bloques de anclaje y bastiones):

A partir de la inspección individual los bloques de anclaje y los bastiones se identificaron algunos deterioros menores que corresponden principalmente a condiciones de acabado del concreto (agrietamientos menores, descascaramientos superficiales y manchas por acumulación de humedad) como se muestran en la figura 3. Cabe mencionar que al momento de la inspección funcionarios del MOPT realizaban una revisión del puente y dejaron marcas en estos elementos, por lo que es posible que al momento de recepción de este informe estos deterioros ya hubiesen sido reparados.



Figura 3: Deterioros menores identificados en el concreto de los bloques de anclaje y bastiones.
Fuente: LanammeUCR



EIC-Lanamme-1130-2024
Página 6

2.2 Torres:

Las torres del puente están apoyadas sobre muros de concreto reforzado que están en contacto, de forma constante, con el agua del estero cuya naturaleza es de alta salinidad. Se identificó la presencia de marcas de agua en estos muros con acumulaciones puntuales de material salino y organismos marinos. Esta condición de exposición puede generar un daño acelerado del concreto, por lo que se considera necesario realizar labores de limpieza periódicas para remover estos materiales de la superficie del concreto. Al momento de la inspección no se identificaron deterioros mayores en estos muros, pero es importante indicar que estos muros requieren labores de mantenimiento periódicas.



Figura 4: Marcas de humedad y acumulación de materiales en muros de concreto de torres.
Fuente: LanammeUCR



EIC-Lanamme-1130-2024
Página 7

2.3 Superestructura (estructura principal, cables y péndolas):

En el caso de la estructura principal, específicamente en la zona inferior del piso, se identificó afectación por oxidación que podría agravarse al encontrarse el puente en una zona de alta salinidad (ver figura 5), esta condición se encontró únicamente en un punto del puente.



Figura 5: Oxidación puntual en zona de apoyo de paneles de piso (margen derecha).
Fuente: LanammeUCR

Los cables del puente son los principales elementos de soporte de la estructura, y en ellos se identificó un proceso inicial de corrosión tal y como puede ver en la figura 6. Estos cables cuentan con una aplicación de protección contra la corrosión, sin embargo, han sufrido afectaciones y no protege completamente la totalidad de los elementos.



Figura 6: Corrosión inicial en cables principales del puente.
Fuente: LanammeUCR

En el caso de las péndolas, se observaron casos puntuales en los cuales algunos de los torones de los cables verticales sufrieron cortes al momento de ser prensados por la mordaza superior de las péndolas (ver figura 7). Si bien esta afectación es menor, al tratarse de elementos secundarios, es importante dar seguimiento a estos puntos para verificar que no se presente el corte de torones adicionales.

Las péndolas más cercanas a los accesos del puente, en ambos costados, no cuentan con el sistema mecánico de anclaje que se tiene en el resto de las péndolas, esto se debe a que la separación del cable principal con respecto al punto de apoyo en las cerchas laterales no permite la colocación de este mecanismo. En su lugar se colocó un cable sujeto con candados de fricción (ver figura 8). Si bien es cierto que en estas péndolas no se identificaron deterioros, se recomienda solicitar la memoria de cálculo que respalda la utilización de esta configuración para sustituir el sistema original.



Figura 7: Daños en torones en unión con mordazas de los pendolones.
Fuente: LanammeUCR



Figura 8: Configuración usada en péndolas más cercanas a los accesos del puente.
Fuente: LanammeUCR

2.4 Accesos del puente:

En el acceso de margen izquierda se identificaron algunos agrietamientos en las caras revestidas de los taludes (ver figura 9), estos agrietamientos facilitan el ingreso de humedad hacia el interior del relleno y podrían generar desprendimientos de concreto que expondrían el material de relleno a procesos erosivos, por lo que se considera necesario realizar labores



EIC-Lanamme-1130-2024
Página 10

de sellado de estos agrietamientos. Adicionalmente, se identificó un proceso de socavación en la protección de concreto ubicada al costado del bastión de margen izquierda, de ahí que se considera necesario realizar una reparación en este punto (ver figura 10).



Figura 9: Agrietamientos en protección de taludes – acceso de margen izquierda.
Fuente: LanammeUCR



Figura 10: Socavación en protección talud – acceso de margen izquierda.
Fuente: LanammeUCR



EIC-Lanamme-1130-2024
Página 11

En el caso de los sistemas de contención lateral de los accesos, se observaron postes con deformaciones en la sección (ver figura 11). En las barandas tipo flex-beam del acceso de margen derecha se observó que las vigas fueron perforadas en puntos diferentes a los previstos para la colocación de los tornillos, dejando cortes filosos y algunos tornillos flojos (ver figura 12). Se recomienda su intervención inmediata para garantizar el funcionamiento del sistema de contención.

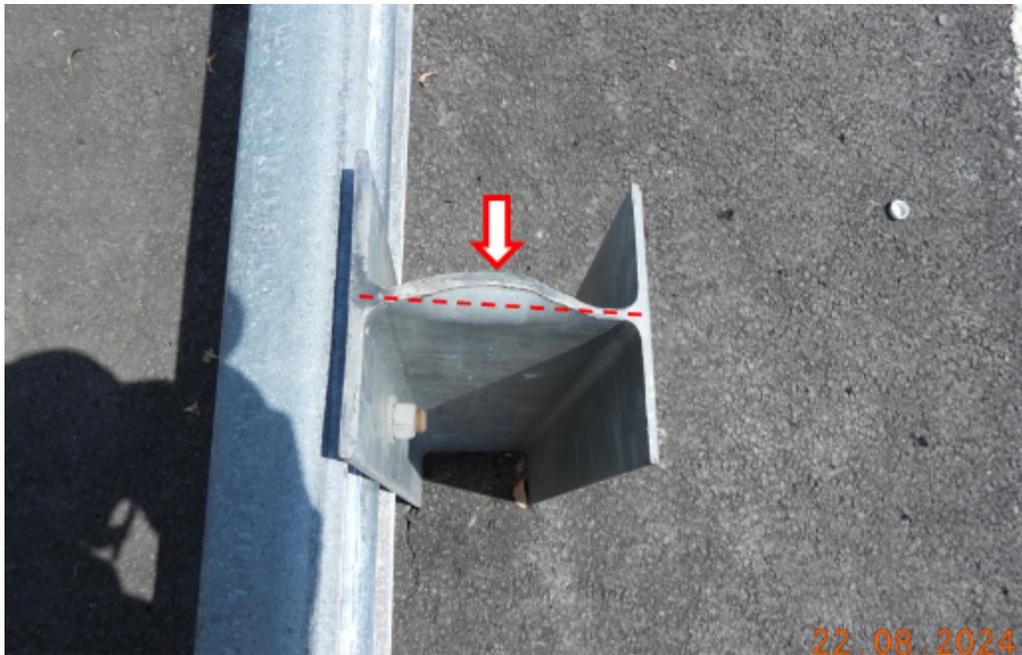


Figura 11: Cortes en las vigas de las barandas para introducir tornillos.
Fuente: LanammeUCR

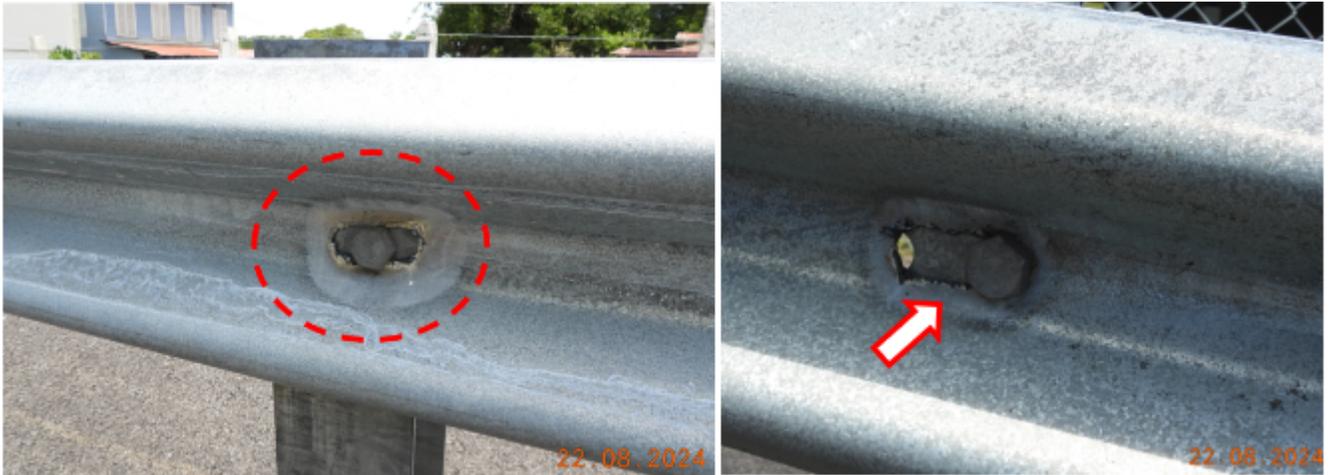


Figura 12: Cortes en las vigas de las barandas para introducir tornillos.
Fuente: LanammeUCR

3. Conclusiones:

A partir de la información suministrada por parte de la Municipalidad de Esparza del puente peatonal sobre el estero Mata Limón en la zona de Caldera, así como la inspección en campo realizada el 22 de agosto de 2024, se realizó una revisión de las condiciones existente en esta estructura, verificando el dimensionamiento y tipo de elementos con relación a los planos constructivos e identificando posibles daños.

Los deterioros identificados se clasifican como de **baja severidad y no comprometen la capacidad estructural y funcional del puente de momento**, sin embargo, es importante atenderlos de forma oportuna con el objetivo de **preservar** esta estructura en una condición óptima y evitar un proceso acelerado de extensión e incremento en la severidad en un corto plazo, esto tomando en cuenta la cercanía de puente con una zona costera.

4. Recomendaciones:

- Se considera prioritario que la Municipalidad de Esparza establezca un programa de conservación y mantenimiento para esta estructura, dada la magnitud de este puente las actividades incluidas en este plan podrían requerir inversiones importantes que deben ser gestionadas de forma oportuna.
- Dicho programa de conservación y mantenimiento podría incluir labores básicas de limpieza, aplicación de sistemas de protección anticorrosión en los elementos metálicos y lavado de superficies de concreto para evitar los efectos que puede



ocasionar la cercanía con la costa (priorizar estas labores en las pilas). Por las características de este puente se recomienda considerar en lo que corresponde el Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras Y Puentes (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2015).

- Realizar las reparaciones puntuales en los elementos de concreto de los bastiones y bloques de anclaje (agrietamientos, descascaramientos, acumulaciones de humedad, entre otros) para evitar el ingreso de agua hacia el interior de los elementos de concreto reforzado. Es posible que estas reparaciones ya se hayan ejecutado como parte del proceso de recepción de la obra.
- Priorizar la aplicación de un sistema de protección anticorrosión en los cables principales del puente y establecer una estrategia de aplicación periódica para evitar daños por corrosión en estos elementos.
- Solicitar la memoria de cálculo que demuestre la capacidad del sistema de péndolas colocado cerca de los accesos del puente (ver figura 8), pues estos son diferentes a los empleados en el resto del puente y no aparecen en los planos constructivos.
- Considerar la aplicación de sellos en los agrietamientos de las protecciones de los taludes del acceso de margen izquierda y en los muros de retención de los accesos de margen izquierda para evitar daños a futuro producto del ingreso de agua a través de estas grietas.
- Realizar una reparación en la protección del bastión de margen izquierda para evitar efectos de socavación (ver figura 10).
- Colocar iluminación en varios puntos del puente, pues al momento de la inspección no se identificó ninguna fuente de luz artificial que pueda facilitar el paso de peatones en horas nocturnas (varios vecinos indicaron esta necesidad al momento de realizar la inspección).
- Se recomienda solicitar a la gerencia del proyecto copias de los planos del puente (preferiblemente planos as-built), la memoria de cálculo, bitácora del proyecto y los certificados de calidad de los materiales utilizados (si es que existen) al momento de realizar el proceso de recepción del puente. Esta información formaría el expediente del puente en la municipalidad y serviría como base para el establecimiento del plan de conservación y mantenimiento de esta estructura. Asimismo, es necesario formalizar el proceso de recepción de este puente contando con las actas de recepción de obra y aceptación a satisfacción por parte de la entidad que lideró el proceso de construcción.



EIC-Lanamme-1130-2024
Página 14

La asesoría técnica brindada para este caso en particular constituye un insumo para la Municipalidad de Esparza en apego a las competencias del LanammeUCR en materia de fiscalización de obra vial en virtud de las disposiciones de la Ley 8114. Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están basados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos que la Municipalidad de Esparza tome las medidas necesarias y oportunas que considere y que debe establecer la forma en cómo se realizará la intervención de esta estructura.

Atentamente,

UCR | Firmado
digitalmente

Ing. Erick Acosta Hernández
Coordinador
Unidad de Gestión Municipal

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.
Coordinadora General
Programa de Infraestructura del Transporte

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.
Director

EAH

C.c Julian Trejos Villalobos, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Ronald Sandoval Sánchez, Municipalidad de Esparza