

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 1 de 33

# Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P02-2020

## INSPECCION ESPECIAL DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA SALITRAL RUTA NACIONAL N.º 27: Evaluación de la condición del tablero del puente debido a los desprendimientos de concreto en las juntas de construcción



Preparado por:  
**Unidad de Puentes  
LanammeUCR**



San José, Costa Rica  
Noviembre, 2020



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471	Versión: 03	Página 2 de 33
----------------	-------------	----------------

Página intencionalmente dejada en blanco



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471	Versión: 03	Página 3 de 33
----------------	-------------	----------------

<b>1. Informe:</b> LM-PIE-UP-P02-2020		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> INSPECCIÓN ESPECIAL DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA SALITRAL RUTA NACIONAL N.º 27: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL TABLERO DEL PUENTE DEBIDO A LOS DESPRENDIMIENTOS DE CONCRETO EN LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN		<b>4. Fecha del Informe</b> Noviembre, 2020	
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440			
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna			
<b>7. Resumen</b> <i>Este informe de inspección especial de la condición del tablero de concreto reforzado del puente sobre la quebrada Salitral en la Ruta Nacional n.º 27, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR, para evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional Concesionada, en el marco de las competencias asignadas mediante el Artículo 6 de la Ley n.º 8114.</i> <i>Según lo observado en el sitio, el puente presenta desprendimientos de concreto en las juntas de construcción del tablero, que presentan mayor severidad con el paso de los años debido a una ausencia de mantenimiento adecuado. Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura evaluada, se realizan recomendaciones relacionadas con las deficiencias expuestas en este informe.</i> <i>Esta inspección se desarrolló de acuerdo al alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en <a href="http://www.eca.or.cr">www.eca.or.cr</a>.</i>			
<b>8. Palabras clave</b> Puentes, Concesión, Ruta Nacional n.º 27, q. Salitral, Inspección especial, tablero de concreto reforzado.		<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 33
<b>11. Inspección e informe por:</b> Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes	<b>12. Revisado y aprobado por:</b> Ing. Esteban Villalobos Vega Coordinador Unidad de Puentes	<b>13. Revisado y aprobado por:</b> Ing. Rolando Castillo Barahona Coordinador Programa de Ingeniería Estructural	
<b>14. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR			



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 4 de 33

Página intencionalmente dejada en blanco



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 5 de 33

### TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3. ALCANCE DEL INFORME .....</b>	<b>7</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>5. PRINCIPALES DEFICIENCIAS OBSERVADAS DURANTE LA INSPECCIÓN ESPECIAL. ....</b>	<b>12</b>
<b>5.1. OBSERVACIÓN N.º 1: DESPRENDIMIENTOS DE CONCRETO EN LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>5.2. OBSERVACIÓN N.º 2: SEGUIMIENTO DEL AVANCE DEL DETERIORO EN LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO A PARTIR DE INSPECCIONES PREVIAS.....</b>	<b>16</b>
<b>5.3. OBSERVACIÓN N.º 3: RESPONSABILIDAD DEL MANTENIMIENTO DEL TABLERO DEL PUENTE .....</b>	<b>24</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>26</b>
<b>8. REFERENCIAS.....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXO A GLOSARIO.....</b>	<b>31</b>



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 6 de 33

Página intencionalmente dejada en blanco



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 7 de 33

### 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de *inspección especial* del puente sobre la quebrada Salitral en la Ruta Nacional n.º 27, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - LanammeUCR, que tiene como objetivo evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional Concesionada a partir de una inspección del puente, de conformidad con las competencias asignadas al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) mediante la Ley n.º 8114 y su reforma mediante la Ley n.º 8603.

La *inspección especial* del puente se llevó a cabo el día 22 de setiembre del 2020, a raíz del seguimiento y observación del avance de las deficiencias en el tablero de concreto reforzado del puente. A estas deficiencias, se les ha dado seguimiento en varias inspecciones que han sido reportadas en informes anteriores, los cuales, se detallan más adelante en la Tabla n.º 2.1. Las observaciones realizadas en la última inspección son presentadas y analizadas en este informe, y son sobre las cuales se hacen recomendaciones.

### 2. OBJETIVOS

- a) Realizar una *inspección especial* al puente a raíz del avance en las deficiencias del tablero de concreto reforzado del puente.
- b) Identificar, presentar y analizar los defectos encontrados a partir de las visitas al sitio.
- c) Proporcionar recomendaciones generales para conservación, rehabilitación o reemplazo de los componentes del puente con deficiencias.
- d) Dar seguimiento a la condición del tablero de concreto reforzado del puente reportada en los informes anteriores.

### 3. ALCANCE DEL INFORME

Se entiende por *Inspección especial* (AASHTO, 2018) a una inspección no programada usada para monitorear una deficiencia en particular ya conocida o que se sospecha que se ha presentado en alguno de los componentes del puente. Esta también puede ser usada para



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 8 de 33

monitorear detalles especiales o características inusuales de un puente que no necesariamente tenga defectos. Una *inspección especial* no es lo suficientemente exhaustiva como para cumplir los requisitos de una *inspección rutinaria* según la define el CONAVI (2015), pero si permite identificar y monitorear deficiencias que no son producto de desastres naturales, accidentes, eventos extraordinarios o colapsos. En casos extraordinarios corresponde realizar una *inspección de urgencia* (CONAVI, 2015). Ver Glosario en el Anexo A. En el caso del puente sobre la quebrada Salitral, la *inspección especial* se realizó a raíz del avance en las deficiencias observadas en el tablero de concreto reforzado, y que fueron reportadas en informes anteriores, según se detallará más adelante.

La numeración utilizada en este informe para la identificación del puente sobre la quebrada Salitral coincide con la que se utiliza en los planos disponibles. Para este puente en particular se tuvo acceso a una versión preliminar de los planos de diseño (MOPT, 1994) y a una versión de planos de detalles constructivos (MOPT, 1997). Estos planos no son de cómo quedó construida la estructura (conocidos como “*as-built*”); ya que existen diferencias entre lo indicado en dichos planos y lo construido. La diferencia más significativa que se observa es que los detalles del tablero de concreto reforzado, indicado en los planos, no corresponden con lo construido en sitio.

La información de planos es una guía para el proceso de *inspección*, pero no es determinante para establecer la condición del puente, pues ésta solo puede determinarse a partir de la información que se recolecta y verifica en el sitio.

Esta inspección se desarrolló de acuerdo al alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr).





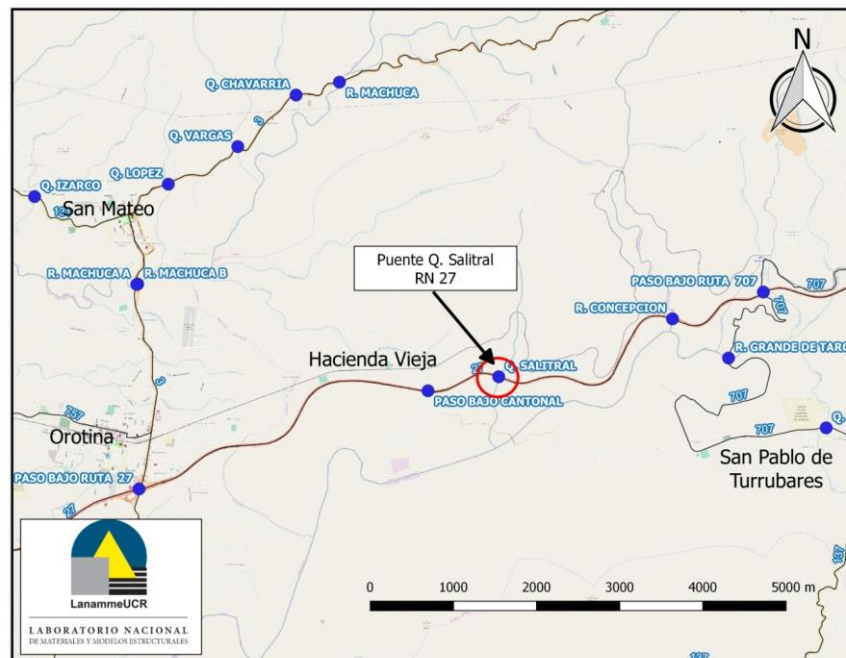
## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471	Versión: 03	Página 9 de 33
----------------	-------------	----------------

### 4. DESCRIPCIÓN

**Tabla No. A.** Características básicas del puente y de la ruta en la que se ubica.

<b>Ubicación</b>	Provincia, Cantón, Distrito	Alajuela, Orotina, Hacienda Vieja
	Coordenadas (WGS84)	9 ° 55 ' 07,63 " N de latitud / 84 ° 28 ' 50.20 " O de longitud
	Río que cruza	Quebrada Salitral
<b>Ruta Nacional en la que se ubica el puente</b>	Número de ruta	27
	Tipo de ruta	Primaria
	Sección de control	21900
<b>TPDA - (MOPT, 2020)</b>	Total	13304
	Porcentaje de vehículos pesados	10,77 %
	Camiones de 5 o más ejes	4,21 %
	Año en que se realizó el conteo	2019
<b>Características básicas del puente</b>	Longitud (m)	160
	Tipo de superestructura	Tipo viga continua con elementos principales tipo vigas I de acero
	Número de tramos	3
	Año de construcción	2001



**Figura A.** Ubicación geográfica del puente sobre la quebrada Salitral (Adaptado de Open Street Maps, 2020).



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 10 de 33



**Figura B.** Vista a lo largo de la línea de centro.



**Figura C.** Vista lateral del puente (aguas abajo).



# INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 11 de 33

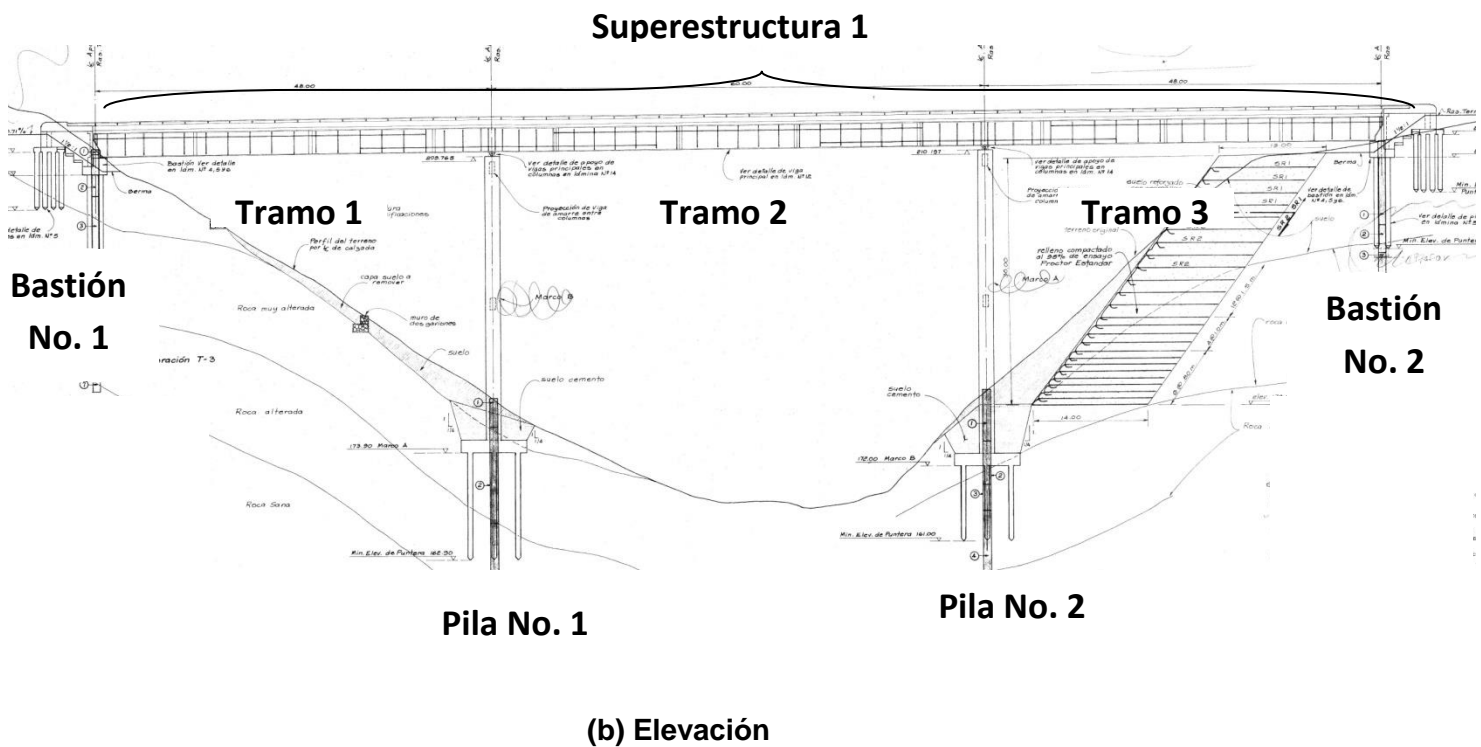
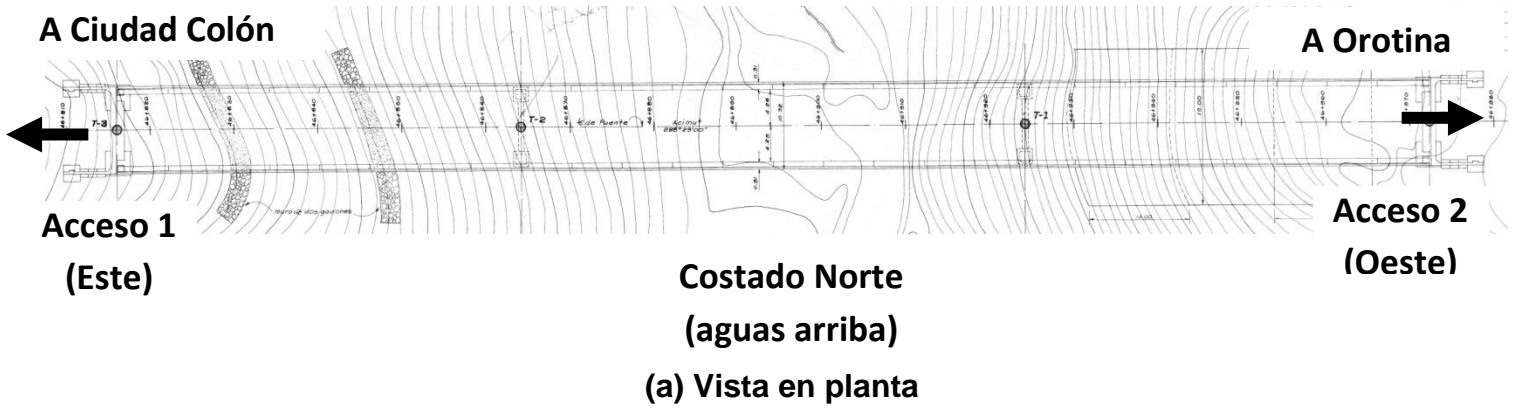


Figura D. Identificación en elevación utilizada para el puente sobre la quebrada Salitral (Fuente: MOPT, 1994).

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 12 de 33

### 5. PRINCIPALES DEFICIENCIAS OBSERVADAS DURANTE LA INSPECCIÓN ESPECIAL.

#### 5.1. Observación n.º 1: Desprendimientos de concreto en las *juntas de construcción*

Se observaron desprendimientos de concreto en las *juntas de construcción* del tablero del puente (ver definición en el Glosario del Anexo A), con diferentes niveles de severidad, en 11 *juntas de construcción* de las 38 que tiene el puente, para un 29 % de juntas con evidencia visual de afectación. Para efectos de este informe, las *juntas de construcción* se identificaron con la numeración que se muestra en la figura 1.1.

Se observó que la junta con desprendimientos de concreto de mayor severidad es la identificada como n.º 8, la cual presentaba como medida de atención un sistema de placas de acero y mezcla asfáltica (ver figura 1.2), que no se considera adecuado para atender el problema. Esta medida de atención facilita el ingreso de agua hacia los elementos de acero de la superestructura, lo cual, propicia el proceso de corrosión. El uso de placas de acero como medida de atención se empezó a implementar en junio 2019, según se observa a partir del registro fotográfico que se cuenta (ver la Observación n.º 2). En el informe del 2017 se había reportado el desprendimiento de concreto que abarcaba todo el espesor del tablero, y además la junta presentaba acero de refuerzo fracturado (ver Vargas-Alas et al, 2017),

Se observó que las *juntas de construcción* n.º 10, n.º 11, n.º 26 y n.º 30 (ver figura 1.3) presentaban desprendimientos de concreto que tienen dimensiones mayores que 300 mm y/o profundidades mayores que 50 mm, que implican una severidad menor que la observada en la junta n.º 8, pero, que aun así son de importancia. Estas *juntas de construcción* presentaban la mezcla asfáltica, colocada como medida de atención, en los puntos donde se presentaron los desprendimientos de concreto. La mezcla asfáltica también se ha ido desprendiendo por el paso de los vehículos y ha generado que los vehículos al pasar generen mayores impactos, que a su vez, han hecho que los desprendimientos de concreto aumenten en extensión y severidad. Lo anterior, evidencia que se trata de una medida que no resuelve el problema que se presenta en el tablero.

Por otra parte, las *juntas de construcción* n.º 12, n.º 24 y n.º 27 presentaban discontinuidades a lo largo de la junta que fueron rellenadas, también, con material asfáltico (ver figura 1.4). Estas juntas presentan un nivel de severidad de la deficiencia tal que, según el seguimiento

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 13 de 33

que se les ha dado a las otras juntas del tablero, llevaría finalmente al desprendimiento progresivo del concreto (ver Observación n.º 2).

Durante la elaboración de las juntas de construcción en la etapa constructiva del tablero de concreto, es necesario tomar las medidas pertinentes para que se dé la continuidad entre coladas de concreto sucesivas (AASHTO, 2020). El hecho de que los desprendimientos de concreto se presenten solo en las *juntas de construcción* de manera generalizada y no en el resto del tablero, establece la posibilidad de que un factor de importancia en la causa del daño sea que el tratamiento que recibieron estas juntas durante la etapa constructiva fue deficiente (PCA, 2004).

Si bien es cierto, el tablero presenta también agrietamiento en las zonas entre *juntas de construcción*, es en estas últimas y particularmente en aquellas que se ubican cerca de las zonas de momento negativo de la superestructura del puente, es decir, la zona de mayor demanda de esfuerzos de tensión en la superficie superior del tablero, en donde se presentan las mayores deficiencias, por lo que podría ser una de las causas que contribuyen al nivel de deterioro (ver figura 1.1).

Además, el CONAVI contrató una inspección detallada del puente sobre el río Salitral que se realizó en el año 2017 y se encuentra registrada en el sistema SAEP (CONAVI, 2017). En esta inspección se observa que la resistencia a la compresión del concreto del tablero obtenida a partir de núcleos extraídos es de 25,19 MPa (256,85 kgf/cm<sup>2</sup>). Esta resistencia es un 91 % de la resistencia especificada para el tablero de concreto en los planos disponibles de 27,46 MPa (280 kgf/cm<sup>2</sup>). Lo anterior, puede también ser un factor que facilita que se produzca el deterioro de las *juntas de construcción* y los desprendimientos de concreto en el tablero por el impacto de las ruedas de los vehículos, debido a que el menor valor en la resistencia especificada está asociada a una menor calidad del concreto.

Por otra parte, en el registro del sistema SAEP de la inspección detallada contratada por el CONAVI (2017), se indica que se realizaron evaluaciones estructurales del puente, de las cuales se obtuvo como resultado una capacidad insuficiente del tablero de concreto reforzado, evaluada en el sentido perpendicular a la dirección del tránsito (CONAVI, 2017).



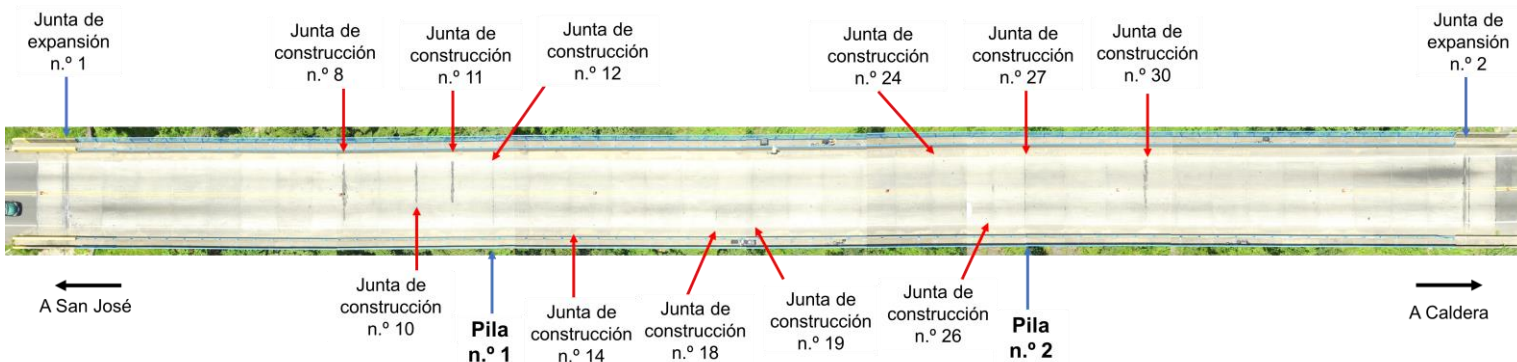
## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 14 de 33

El aumento en la profundidad y en la extensión de los desprendimientos de concreto en el tablero, representa un riesgo para los usuarios del puente. En la inspección se observó a los usuarios realizando maniobras evasivas para evitar impactar las zonas con desprendimientos, y cuando no lograban evadir los desprendimientos, impactaban las ruedas de sus vehículos con los mismos, lo cual puede generar un aumento en los esfuerzos por carga viva que soporta el puente, debido al efecto dinámico que provocan estos impactos.



**Figura 1.1.** Ubicación de las *juntas de construcción* con desprendimientos de concreto en el tablero del puente sobre el río Salitral. La identificación coincide con la de la figura D.



**Figura 1.2.** Medida de atención inadecuada que se aplicó debido a los desprendimientos de concreto en la *junta de construcción* n.º 8.



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

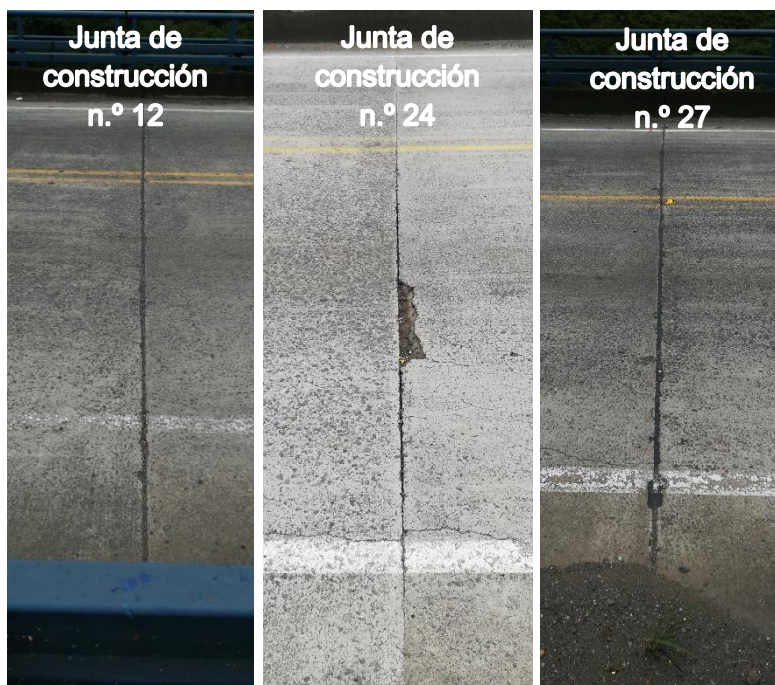
Código: RC-471

Versión: 03

Página 15 de 33



**Figura 1.3.** Desprendimientos de concreto en *juntas de construcción* n.º 10, n.º 11, n.º 26 y n.º 30 atendidos con mezcla asfáltica.



**Figura 1.4.** Aberturas en las *juntas de construcción* n.º 12, n.º 24 y n.º 27.

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 16 de 33

### 5.2. Observación n.º 2: Seguimiento del avance de los desprendimientos de concreto en las *juntas de construcción* del tablero a partir de inspecciones previas

Durante la inspección recientemente realizada al puente, se observó un aumento en la severidad de los desprendimientos de concreto a lo largo de varias *juntas de construcción* del tablero.

En las figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.5, 2.6 y 2.7 se presentan, comparativamente, fotografías históricas de la condición de las *juntas de construcción* n.º 8, n.º 10, n.º 11, n.º 14, n.º 18, n.º 26 y n.º 30 del tablero, respectivamente. Estas fotografías fueron tomadas de los informes de evaluación realizados por la Unidad de Puentes (UP) y por la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN) del LanammeUCR en el 2013, 2015, 2016 y 2017 (Ver Tabla 2.1). Además, se consideraron otras fotografías del 2016, 2018, 2019 y 2020 obtenidas durante visitas rápidas realizadas al puente.

Con estas secuencias fotográficas de los diferentes años, se observa que la extensión de los desprendimientos de concreto en las *juntas de construcción* del tablero, ha aumentado con el paso del tiempo. Además, se observa que, en todos los casos, se ha utilizado como medida de atención la colocación de mezcla asfáltica, la cual demuestra que no es una medida efectiva, y eso se ve reflejado en el avance en la deficiencia observada.

Las primeras observaciones se hicieron cuando la severidad de los desprendimientos de concreto era baja, y en los informes respectivos (ver Tabla 2.1) se reportó y se recomendó una intervención pronta. En el momento en que se reportaron las deficiencias, la intervención calificaba para ser de conservación, con lo cual, hubiese tenido una dificultad menor en su ejecución y, posiblemente, hubiese sido menos costosa. La situación ha ido empeorando debido a que no se implementaron medidas de atención adecuadas, en su momento, para evitar un aumento en la severidad de la deficiencia. Ahora la posible solución al problema implica medidas de atención de mayor dificultad y, consecuentemente, con un mayor costo si se compara con el costo que se hubiese incurrido si la deficiencia observada, se hubiese atendido desde el inicio como parte de un programa de conservación.

Por otra parte, comparando las fotografías de años anteriores (figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.5, 2.6 y 2.7), se observa que el ancho y extensión de grietas en una y dos direcciones detectado en el





## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 17 de 33

tablero se ha mantenido en su severidad y extensión a lo largo del tiempo desde el 2013 (grietas con anchos mayores que 1,0 mm y espaciadas a menos de 0,50 m, ubicadas en varios puntos del tablero y principalmente en el panel adyacente a la junta de expansión n.º 1), y que dichas deficiencias no han sido tratadas (Villalobos-Vega, et al., 2013; Vargas-Alas, et al., 2017). Este ancho de grieta supera el ancho de grietas de 0,40 mm, permitido para una condición de exposición de clase n.º 1 (supuesta para este caso con fines comparativos) para el estado límite de servicio, según se indica en la especificación para diseño de puentes AASHTO LRFD (Ver artículo C5.6.7) (AASHTO, 2020). En la condición de exposición de clase n.º 1 se permiten grietas debido a una baja preocupación por la apariencia, la corrosión del acero de refuerzo o ambas (AASHTO, 2020).

**Tabla 2.1.** Evaluaciones de la condición y, seguimiento de la condición del puente sobre la quebrada Salitral realizados por el LanammeUCR

Identificación de Informe	Tipo de evaluación	Fecha de evaluación en sitio	Fecha de emisión del informe
LM-PI-UP-PC05-2013	Evaluación de la condición	16-ENE-2013	Abril, 2013
INF-PI-UGERVN-14-2014	Seguimiento de la condición	12-ENE-2015	Marzo, 2015
INF-PI-UGERVN-05-2016	Seguimiento de la condición	01-FEB-2016	Mayo, 2016
LM-PI-UP-08-2016	Monitoreo estructural basado en vibraciones	24-AGO-2016	Octubre, 2016
LM-PIE-UP-P12-2017	Evaluación de la condición	13-FEB-2017	Agosto, 2017
LM-PIE-UP-M02-2017	Monitoreo estructural basado en vibraciones	13-FEB-2017	Enero, 2018
LM-PIE-UP-P02-2020 (Este informe)	Seguimiento de la condición	17-DIC-2018	Octubre, 2020
	Seguimiento de la condición	17-JUN-2019	
	Seguimiento de la condición	22-SET-2020	



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 18 de 33



**Figura 2.1.** Histórico de la condición de la *junta de construcción* n.º 8 debido a los desprendimientos de concreto.

(Las fotografías fueron tomadas desde el costado aguas arriba del puente, excepto, donde se indique lo contrario)



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 19 de 33



**Figura 2.2.** Histórico de la condición de la *junta de construcción* n.º 10 debido a los desprendimientos de concreto.

(Las fotografías fueron tomadas desde el costado aguas arriba del puente, excepto, donde se indique lo contrario)

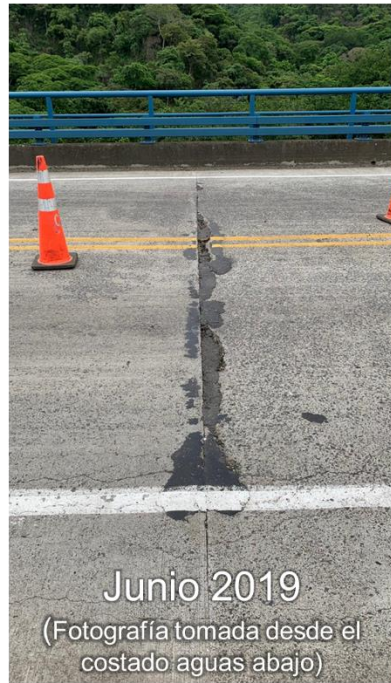
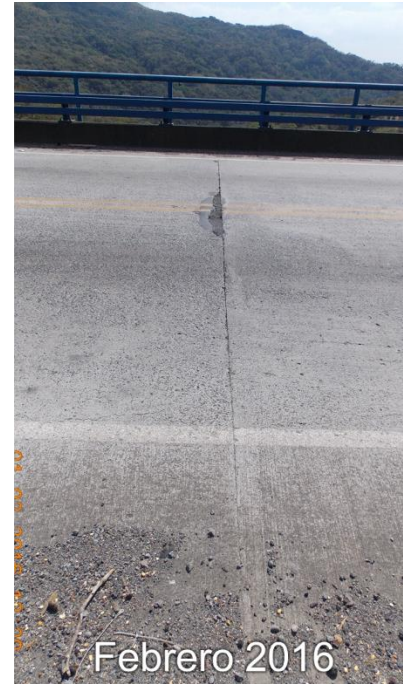
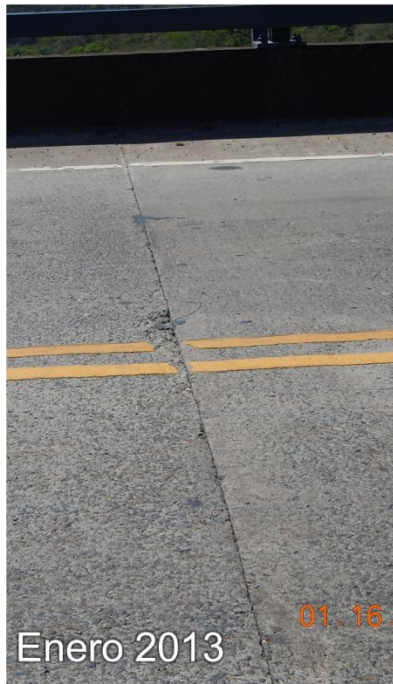


## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 20 de 33



**Figura 2.3.** Histórico de la condición de la *junta de construcción* n.º 11 debido a los desprendimientos de concreto.

(Las fotografías fueron tomadas desde el costado aguas arriba del puente, excepto, donde se indique lo contrario)



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 21 de 33



**Figura 2.4.** Histórico de la condición de la *junta de construcción* n.º 14 debido a los desprendimientos de concreto.

(Las fotografías fueron tomadas desde el costado aguas arriba del puente, excepto, donde se indique lo contrario)



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 22 de 33



**Figura 2.5.** Histórico de la condición de la *junta de construcción* n.º 18 debido a los desprendimientos de concreto.

(Las fotografías fueron tomadas desde el costado aguas arriba del puente, excepto, donde se indique lo contrario)



**Figura 2.6.** Histórico de la condición de la *junta de construcción* n.º 26 debido a los desprendimientos de concreto.

(Las fotografías fueron tomadas desde el costado aguas arriba del puente, excepto, donde se indique lo contrario)



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 23 de 33



**Figura 2.7.** Histórico de la condición de la *junta de construcción* n.º 30 debido a los desprendimientos de concreto.  
(Las fotografías fueron tomadas desde el costado aguas arriba del puente, excepto, donde se indique lo contrario)

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 24 de 33

### 5.3. Observación n.º 3: Responsabilidad del mantenimiento del tablero del puente

Se ha observado un mantenimiento deficiente ante los desprendimientos de concreto en las *juntas de construcción* del tablero y en general en todo el puente sobre la quebrada Salitral, ya que no se han atendido otras deficiencias como agrietamiento del tablero, el inicio de la corrosión en secciones de la superestructura o el mantenimiento de los dispositivos de protección sísmica, indicadas en los informes anteriores que el LanammeUCR ha emitido (ver Observación n.º 2).

En el Adendum n.º 1 del Contrato de concesión, en la sección 2.2.2 (páginas 59 y 60), se indica lo siguiente respecto al mantenimiento para puentes mayores de la sección II (Ciudad Colón – Orotina):

*“La obligación de mantenimiento y operación de los puentes mayores incluye entre otras cosas la limpieza general, señalización, mantenimiento de drenajes, barandas, juntas y superficie de ruedo. No se incluye como mantenimiento, la reposición de elementos estructurales, la solución de eventuales problemas de fundaciones, o de apoyos de vigas, por lo que los eventuales trabajos que deban realizarse en este sentido serán efectuados por cuenta de la Administración Concedente, y podrán ser ejecutados por medio del Concesionario, en tanto exista acuerdo entre las partes y se cumplan las formalidades que exige el ordenamiento administrativo y el presente Contrato.”* (Consejo Nacional de Concesiones, 2003)

En el texto anterior, no se menciona explícitamente el mantenimiento del tablero de concreto, y tampoco se puede interpretar del mismo texto que el mantenimiento de este elemento sea parte de las actividades de conservación que debe realizar el concesionario o la Administración. Sin embargo, alguna de las dos entidades debe ser la responsable del mantenimiento del tablero de concreto.

Lo que sí es evidente de los informes de inspección del puente que se han realizado entre el 2013 y el 2020 (Ver Tabla n.º 2.1), es que, ni el concesionario ni la Administración, han realizado trabajos formales de mantenimiento al tablero de concreto.

Se ha observado que se han realizado labores de atención al tablero que no son adecuadas ni solucionan la causa de los desprendimientos de concreto que se han presentado. La



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 25 de 33

colocación de mezcla asfáltica en las *juntas de construcción* del tablero que exhiben desprendimientos del concreto y la colocación de una placa de acero sobre la junta más dañada del puente (junta de construcción n.º 8, ver figuras 1.2 y 2.1), no se pueden catalogar como buenas prácticas de mantenimiento (AASHTO, 2007). Estas medidas de atención han demostrado no tener durabilidad, generan incomodidad en los usuarios al transitar sobre el puente y no han detenido el avance de los desprendimientos de concreto en las *juntas de construcción* del tablero.

### 6. CONCLUSIONES

El puente sobre la quebrada Salitral en la Ruta Nacional n.º 27 presenta un aumento considerable en los desprendimientos de concreto a lo largo de varias *juntas de construcción* del tablero. Este problema se viene reportando en varios informes anteriores del LanammeUCR desde el 2013. En fotografías históricas se ha observado que esta deficiencia es progresiva, por lo cual es probable que se extienda a otras *juntas de construcción* del tablero.

Un factor que puede haber influenciado el desarrollo de los desprendimientos de concreto es un tratamiento inadecuado de las *juntas de construcción* durante la etapa constructiva del puente. Esto pudo producir discontinuidades entre coladas que han aumentado su ancho, en zonas que son además de momento negativo en la superestructura continua. Lo anterior, ha generado puntos donde las ruedas de los vehículos pueden impactar y se producen los desprendimientos de concreto observados.

La condición actual en las *juntas de construcción* podría haber sido evitada al brindar un mantenimiento rutinario y basado en la condición del tablero, para atender las discontinuidades en las *juntas de construcción* y los desprendimientos cuando estos eran de menor severidad, como fueron reportadas en los informes emitidos por el LanammeUCR, utilizando para esto, prácticas de conservación de elementos de concreto como las que se presentan en el la Sección 6 del *Manual de especificaciones generales para la conservación de caminos*,

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 26 de 33

*carreteras y puentes* MCV-2015 (MOPT, 2015), y en el capítulo de conservación de puentes del manual de mantenimiento de carreteras de AASHTO (2007).

Sin embargo, se ha observado que este tipo de mantenimiento no se ha realizado y en su lugar los espacios donde se ha desprendido el concreto a lo largo de las juntas se ha rellenado mezcla asfáltica, que no ha evitado el avance de las deficiencias, y no se considera una práctica adecuada de mantenimiento.

La ausencia de mantenimiento y las prácticas poco efectivas que se han ejecutado se suman a las ambigüedades y especificaciones poco claras estipuladas en el contrato de mantenimiento de la ruta. Este contrato no menciona los tableros de los puentes mayores de la ruta n.º 27 y no establece con claridad al responsable de brindar el mantenimiento de este elemento.

Al problema de los desprendimientos de concreto que exhiben las *juntas de construcción* del tablero, se suman otras deficiencias que no han sido atendidas, como: el agrietamiento en el tablero, deterioros en apoyos y dispositivos de protección sísmica por ausencia de mantenimiento, y corrosión en diferentes puntos de los elementos de acero del puente. Estas deficiencias fueron reportadas en los informes de evaluación de la condición (Villalobos-Vega et al., 2013; Vargas-Alas et al., 2017), de seguimiento de la condición (Valverde et al. 2015; Valverde et al. 2016) y de monitoreo estructural (Agüero-Barrantes et al., 2016; Garita-Durán et al., 2018) que ha realizado la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural y la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del Programa de Infraestructura del Transporte, ambas del LanammeUCR.

### 7. RECOMENDACIONES

Debido a la condición encontrada en el tablero del puente sobre la quebrada Salitral, se recomienda a la Administración (representada en el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, el Consejo Nacional de Vialidad y el Consejo Nacional de Concesiones):

1. Realizar actividades de mantenimiento basado en la condición para atender los desprendimientos de concreto y las discontinuidades en las *juntas de construcción* del puente sobre la quebrada Salitral, mientras se realizan los estudios necesarios y se



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 27 de 33

deciden las actividades que atiendan las causas del problema que genera los desprendimientos de concreto en el tablero. Estas actividades de conservación deberían estar basadas en la Sección 6 del *Manual de especificaciones generales para la conservación de caminos, carreteras y puentes MCV-2015* (MOPT, 2015). De esta forma, se puede: evitar la colocación de medidas inadecuadas para la atención de las deficiencias observadas, reducir la incomodidad y el riesgo para los usuarios que transitan sobre el puente, y extender la vida de servicio del tablero, como mínimo hasta la intervención mayor urgente que se necesita.

2. Decidir entre rehabilitar o sustituir el tablero, con base en las inspecciones detalladas que se han realizado al tablero (CONAVI, 2017) y otros estudios que la Administración considere pertinentes para determinar las causas de las deficiencias. Para esto, seguir los aspectos relacionados con el diseño de tableros de concreto reforzado de la Especificación para Diseño de Puentes AASHTO LRFD (AASHTO, 2020).

Estas recomendaciones se asumen que serán evaluadas por los profesionales que la Administración asigne como responsables del mantenimiento y rehabilitación de la estructura. En caso de ser requerido se recomienda procurar la asesoría profesional específica en los aspectos que se mencionaron en los puntos anteriores.

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 28 de 33

### REFERENCIAS

1. AASHTO (2007). *Maintenance Manual for Roadways and Bridges. 4<sup>th</sup> Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials: Washington, D.C., USA
2. AASHTO (2018). *The Manual for Bridge Evaluation. 3rd Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials: Washington, D.C., USA.
3. AASHTO (2020). *Bridge Design Specifications. 9th Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
4. Agüero-Barrantes, P. Liu-Kuan, Y. C., Barrantes-Jiménez, R., Loría-Salazar, L. G. (2016). *Monitoreo estructural de la superestructura del puente sobre quebrada Salitral Ruta Nacional no. 27 LM-PI-UP-08-2016*. San José, Costa Rica: Unidad de Puentes, Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
5. CNC (2003). *Addendum a contrato de concesión de obra pública con servicios públicos de la carretera San José – Caldera*. Consejo Nacional de Concesiones, San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.cnc.go.cr/archivos/86/Ruta%2027/61/Addendum%201.pdf>. [Consulta del 24 de setiembre de 2020]
6. CONAVI (2015). *Actualización del Inventario técnico de los puentes de la Red Vial Nacional por medio del Sistema de Administración de Estructuras de Puente (SAEP)*. Consejo Nacional de Vialidad, San José, Costa Rica.
7. CONAVI (2017). *Información de la Inspección detallada ingresada al programa SAEP del puente sobre la quebrada Salitral (Ruta Nacional n.º 27)*. Disponible en: [http://saep.conavi.go.cr:9080/SAEP\\_CONAVI\\_Web/](http://saep.conavi.go.cr:9080/SAEP_CONAVI_Web/)
8. Garita-Durán, H., Agüero-Barrantes, P. Liu-Kuan, Y. C., Villalobos-Vega, E., Castillo-Barahona, R. (2018). *Verificación del monitoreo de la condición estructural basado en vibraciones ambientales de la superestructura del puente sobre la quebrada Salitral Ruta Nacional no. 27 LM-PIE-UP-M02-2018*. San José, Costa Rica: Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural (PIE), LanammeUCR.



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 29 de 33

9. MOPT (1994). *Puente sobre la Quebrada Salitral*. Planos de diseño [JPEG]. Proyecto Carretera Ciudad Colón – Orotina. Sección Tercera (Puentes mayores). IMSA Ingenieros Consultores y Heriel Ingeniería. Dirección General de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Costa Rica.
10. MOPT (1997). *Puente sobre la Quebrada Salitral*. Planos de detalles constructivos [PDF]. Puentes Mayores. Proyecto Cd. Colón – Orotina. Licitación Pública n.º 94-94. Área de Obras Públicas, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Costa Rica.
11. MOPT (2015). *Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
12. MOPT (2020). *Tránsito Promedio Diario Anual (TDPA) de una Estación de Conteo ubicada en la ruta nacional n.º 27, 500 m antes cruce Escobal de Atenas (sentido San José - Caldera) (km 41+960)*. Planificación Estratégica Multimodal de Infraestructura y Servicios de Transporte. Secretaría de Planificación Sectorial. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Disponible en: <https://sig.mopt.go.cr:8084/transito/tpd.php> [Consulta del 30 de setiembre de 2020]
13. PCA (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Primera Edición. Portland Cement Association. Mexico, D.F.
14. Valverde, C., Garro, J.F., Naranjo, R., Ruiz, P., Villalobos, E., Barrantes-Jiménez, R., Loría-Salazar, G. (2015). *Informe de Evaluación del Proyecto San José – Caldera Ruta Nacional 27, Año 2014 - 2015 INF-PI-UGERVN-14-2014*. San José, Costa Rica: Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional, Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
15. Valverde, C., Garro, J.F., Naranjo, R., Ruiz, P., Villalobos, E., Barrantes-Jiménez, R., Loría-Salazar, G. (2016). *Informe de Evaluación del Proyecto San José – Caldera Ruta Nacional 27, Año 2015 - 2016 INF-PI-UGERVN-05-2016*. San José, Costa Rica: Unidad de Gestión



## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 30 de 33

y Evaluación de la Red Vial Nacional, Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

16. Vargas-Alas, L. G., Villalobos-Vega, E., Castillo-Barahona, R. (2017). *Evaluación de la condición del puente sobre la quebrada Salitral Ruta Nacional No. 27 LM-PIE-UP-P12-2017*. San José, Costa Rica: Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural (PIE), LanammeUCR.
17. Villalobos-Vega, E., Castillo-Barahona, R, Loría-Salazar, L.G. (2013). *Inspección del puente sobre la quebrada Salitral Ruta Nacional No. 27 LM-PI-UP-PC05-2013*. San José, Costa Rica: Unidad de Puentes, Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 31 de 33

# ANEXO A Glosario.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 32 de 33

Página intencionalmente dejada en blanco





## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Código: RC-471

Versión: 03

Página 33 de 33

- **Inspección de inventario:** Inspección utilizada para registrar la primera información de inventario e inspección del puente. El objetivo de esta inspección es recopilar dimensiones, fotografías e información básica del puente, así como efectuar una primera inspección visual de daños de los elementos del puente (CONAVI, 2015).
- **Inspección rutinaria:** Tipo de inspección que se realiza cada dos años, una vez que la información de la *inspección de inventario* ha sido registrada. En el caso de puentes nuevos o con pocas deficiencias este período puede ser ampliado hasta cinco años. El objetivo de este tipo de inspección consiste en verificar la información registrada en la *inspección de inventario*, así como conocer y evaluar el grado de deterioro actual de los diferentes elementos del puente (CONAVI, 2015).
- **Inspección de urgencia:** Inspección que se efectúa tras el acontecimiento de un desastre natural, accidente, evento extraordinario o colapso. Por la naturaleza urgente de este tipo de inspecciones, se realiza una inspección general de la estructura, con el fin de detectar algún problema estructural que pueda poner en peligro el puente o el paso por el mismo y que permita emitir un criterio sobre la condición del puente (CONAVI, 2015).
- **Inspección especial:** Inspección no programada usada para monitorear una deficiencia en particular ya conocida o de la cual se sospecha. Esta también puede ser usada para monitorear detalles especiales o características inusuales de un puente que no necesariamente tenga defectos (AASHTO, 2018).
- **Junta de construcción:** Discontinuidad temporal que se realiza entre coladas de concreto permitiendo la construcción secuencial de un elemento (AASHTO, 2020).
- **Junta de expansión:** Dispositivos instalados en los extremos de cada superestructura de un puente que permiten la traslación y/o rotación, para garantizar la expansión y contracción de la(s) superestructura(s) por temperatura, sismo, cargas u otras fuerzas (AASHTO, 2020).