



Participación de la empresa privada y las universidades en la inspección de puentes en servicio en Estados Unidos y Costa Rica



Imagen tomada de: <https://www.sehinc.com/news/keeping-us-safe-day-life-bridge-inspector>

Ing. Daniel Johanning Cordero,

*Programa de Ingeniería Estructural
daniel.johanning@ucr.ac.cr*

Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD

*Coordinador, Programa de Ingeniería Estructural
rolando.castillo@ucr.ac.cr*

Introducción

Para una implementación efectiva de un sistema de gestión de puentes, es indispensable contar con un inventario completo y actualizado de los puentes a gestionar, así como información reciente de la condición de cada puente y sus elementos. La condición de los puentes se determina a través de inspecciones en campo, las cuales se deben realizar de forma periódica en cada puente con una frecuencia establecida. El futuro Manual de Puentes de Costa Rica (conocido como MP-2020), que actualmente se encuentra en proceso de oficialización, establece un intervalo estándar de 2 años entre las inspecciones rutinarias de cada puente.

Aunque en Costa Rica se han hecho diversos esfuerzos en el pasado para contar con información completa y actualizada de todos los puentes en rutas nacionales, fue hasta años recientes que, mediante una contratación, se logró completar formalmente el inventario de todos los puentes de la red vial nacional. Esto se logró por medio de inspecciones de inventario e inspecciones rutinarias realizadas entre el 2014 y el 2018, es decir, se necesitaron 5 años en total para completar el trabajo. Hoy, tres años después de haber finalizado la contratación, todavía no se ha iniciado con el siguiente ciclo de inspecciones.

Tomando los puntos anteriores en consideración, es necesario reflexionar si el país cuenta con la organización y capacidad necesaria para ejecutar las inspecciones rutinarias de todos los puentes en servicio cada 2 años, esto con miras a la implementación de un sistema de gestión de puentes efectivo y consolidado que esté en conformidad con la normativa que entrará en vigor dentro de poco tiempo.

Con esta idea en mente, se realizó una investigación con el fin de determinar cuál es la práctica de Estados Unidos para gestionar las inspecciones de puentes en servicio, y cómo ésta se compara con la práctica actual de Costa Rica. Esta comparación se centró en cuatro aspectos:

1. Instituciones públicas involucradas en inspección de puentes y sus funciones
2. Normativa aplicable
3. Qué tipo de participación tiene la empresa privada
4. Qué tipo de participación tienen las universidades

A partir de esta comparación, se buscó identificar posibles oportunidades de mejora en la forma en la que se gestionan las inspecciones de puentes en servicio en el país, así como proponer posibles acciones a tomar. Este boletín presenta los principales resultados obtenidos a partir de la comparación realizada.

¿Qué es una inspección?

Una inspección es el reconocimiento, ya sea de forma visual o a través de técnicas más especializadas, de los elementos estructurales y no estructurales de un

puente por parte de un inspector calificado (ver Figura 1). Existen diferentes tipos de inspecciones, los cuales se realizan con diferentes objetivos. Dos de ellos, específicamente la inspección de inventario y la inspección rutinaria, se deben realizar en la totalidad de los puentes ya que brindan información que es esencial dentro de un sistema de gestión. Estos tipos se definen con mayor detalle a continuación:

- Inspección de inventario: se realiza con el objetivo de registrar las características básicas del puente para efectos de gestión, por ejemplo, las dimensiones y características de los elementos y el registro fotográfico del puente. Esta inspección se realiza solo una vez y se repite únicamente si el puente es rehabilitado o sustituido.
- Inspección rutinaria: se realiza con el objetivo de tomar observaciones y mediciones para evaluar la condición estructural de los elementos y la funcionalidad del puente, lo cual permite determinar las necesidades de conservación y mejoramiento para los distintos componentes del puente. Dado que la condición del puente es variable en el tiempo, este tipo de inspección se debe realizar de forma periódica.

Existen también otros tipos de inspección que se realizan solamente en puentes con ciertas características o bajo ciertas condiciones especiales, los cuales no serán definidos con detalle en este boletín. Estos tipos de inspección son los siguientes: inspección detallada, inspección de elementos críticos por fractura, inspección bajo el agua, inspección por eventos extremos, inspección especial e inspección básica.

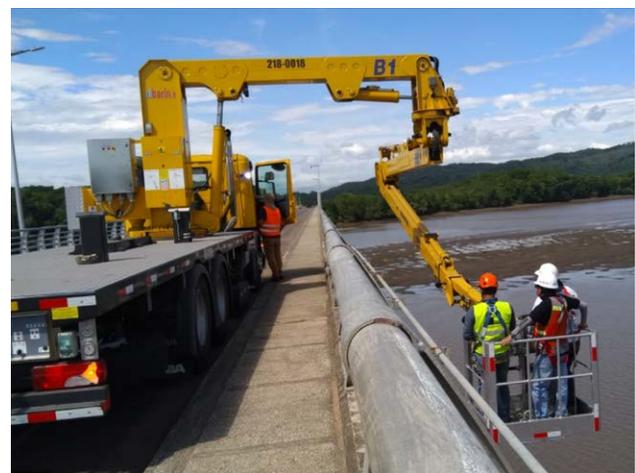
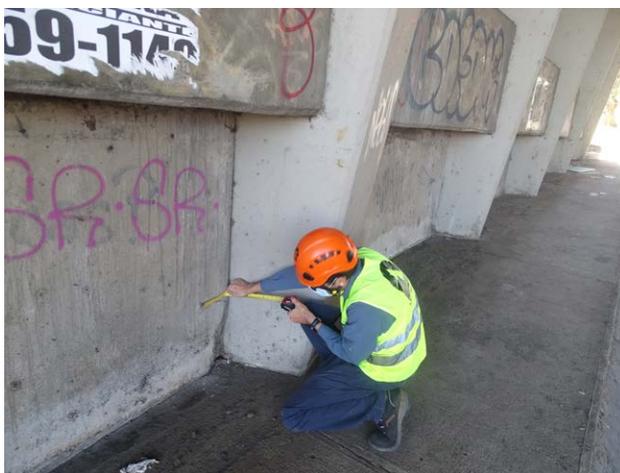


Figura 1. Ejemplos de inspecciones rutinarias de puentes en servicio de Costa Rica. (a) Puente sobre la RN105 en la RN27. (b) Puente sobre el Río Tempisque en la RN18.

Comparación entre la práctica de Estados Unidos y Costa Rica para realizar inspecciones de puentes en servicio

A continuación, se presentan los resultados de la comparación entre la práctica de Estados Unidos y de Costa Rica para la realización de inspecciones de puentes en servicio, específicamente en lo que respecta a: (1) la participación de las instituciones públicas involucradas, (2) normativa aplicable, (3) la participación de la empresa privada y (4) la participación de las universidades.

1. Instituciones públicas involucradas

Estados Unidos:

En Estados Unidos existen varias instituciones de transporte que tienen funciones relacionadas con la inspección de puentes existentes. Estas instituciones se presentan de forma general a continuación:

United States Department of Transportation (USDOT): Es el departamento del Gobierno federal de los Estados Unidos que es responsable de planear y coordinar proyectos de transporte a nivel nacional, lo cual incluye modos de transporte aéreos, marítimos y terrestres (USAGov, 2021).

Federal Highway Administration (FHWA): Es una de las 11 administraciones que forman parte del USDOT, la cual se encarga de administrar la construcción, mantenimiento y conservación de las carreteras, puentes y túneles del país (FHWA, 2021). La FHWA ejecuta los programas de inspección de los puentes administrados federalmente, y también regula la inspección de los puentes administrados por gobiernos estatales y locales (TRB, 2007).

Departamentos de Transporte Estatales (DOTs): Son responsables de planear, diseñar, construir, operar y mantener la infraestructura dentro de la jurisdicción del estado en todos los modos de transporte (aéreo, marítimo y terrestre). Los DOTs estatales ejecutan los programas de inspección de los puentes administrados a nivel estatal, y también pueden ejecutar, regular o evaluar los programas de inspección de puentes administrados por gobiernos locales dentro del estado (TRB, 2007).

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO): es una asociación sin fines de lucro que representa a departamentos de transporte de los 50 estados

en todos los modos de transporte (aéreo, marítimo y terrestre), y sirve como enlace entre los Departamentos de Transporte estatales y el gobierno federal. Entre sus funciones principales está la emisión de normas para diseño, construcción de carreteras y puentes, materiales y muchas otras áreas técnicas (AASHTO, 2021), por ejemplo, la inspección y evaluación de puentes existentes.

National Highway Institute (NHI): Es una división de la FHWA que se encarga de capacitar a profesionales en materia de transporte, con el objetivo de mejorar las condiciones y la seguridad de las carreteras y puentes del país (NHI, 2021a). En lo que respecta a estructuras, el NHI ofrece cursos en temas como inspección de puentes en servicio, inspección de puentes bajo el agua y técnicas de inspección de elementos críticos por fractura en puentes de acero (NHI, 2021b).

Costa Rica:

En el caso de Costa Rica, existen dos instituciones públicas que están involucradas en la gestión e inspección de puentes en servicio de la red vial nacional. Estas instituciones públicas nacionales, así como su comparación con las instituciones de Estados Unidos, se presentan a continuación:

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT): es el Ministerio del Gobierno de Costa Rica que gestiona, regula y controla las obras de infraestructura pública y servicios de transporte a nivel nacional, incluyendo modos de transporte aéreos, marítimos y terrestres (MOPT, 2021).

→ *Al hacer la comparación con el caso de Estados Unidos, el MOPT cumple un rol similar al del USDOT (comparación a nivel federal), o bien, al del DOT de un estado específico (comparación a nivel estatal).*

Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI): es un consejo adscrito al MOPT que se encarga de planear, programar, administrar, financiar, ejecutar y controlar la conservación y la construcción de la red vial nacional, en concordancia con los programas que elabore la Dirección de Planificación del MOPT (CONAVI, 2021). Es la institución responsable de la conservación, construcción e inspección de todos los puentes en rutas nacionales.

→ *Al hacer la comparación con el caso de Estados Unidos, el CONAVI cumple un rol similar al de la FHWA (comparación a nivel federal), o bien, al de una división del DOT de un estado específico que está encargada del mantenimiento y construcción de carreteras (comparación a nivel estatal).*



2. Normativa aplicable

En el Cuadro 1, mostrado a continuación, se resume y se describe brevemente la normativa de Estados Unidos y de Costa Rica aplicable a la inspección de puentes en servicio.

Seguidamente, el Cuadro 2 presenta una comparación entre la normativa aplicable a la inspección de puentes en servicio de Estados Unidos

(representada por el MBE de AASHTO, 2018) y Costa Rica (representada por el MP-2020, el cual entrará en vigor dentro de poco tiempo). La comparación se realizó específicamente para tres aspectos de interés: (a) la frecuencia de las inspecciones rutinarias, (b) las capacitaciones requeridas de los inspectores, y (c) el control y aseguramiento de la calidad (QC/QA).

Cuadro 1. Normativa de Estados Unidos y Costa Rica aplicable a la inspección de puentes en servicio.

a. Estados Unidos	b. Costa Rica
<p><i>The Manual for Bridge Evaluation</i>, MBE (AASHTO, 2018): Provee los lineamientos para el desarrollo de políticas y procedimientos para la inspección y evaluación de puentes en servicio, esto en conformidad con las regulaciones federales.</p> <p><i>Manual for Bridge Element Inspection</i>, MBEI (AASHTO, 2019): Establece métodos para la inspección y evaluación a nivel de los elementos del puente.</p> <p><i>Bridge Inspector's Reference Manual</i>, BIRM, (FHWA, 2012): Profundiza en los procedimientos, técnicas y métodos de acceso para inspeccionar diferentes tipos de puentes y cada uno de sus elementos.</p> <p><i>Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges</i> (FHWA, 1995): Es una guía para el registro de datos de inventario de los puentes.</p>	<p>Manual de Inspección de Puentes (MOPT, 2007) y su actualización (MOPT, 2014): Es la normativa que actualmente está vigente para realizar las inspecciones de puentes en servicio. En años recientes todos los puentes de la red vial nacional fueron inspeccionados utilizando como referencia este manual.</p> <p>Manual de Puentes de Costa Rica o MP-2020: Este manual vendrá a sustituir y actualizar el Manual de Inspección de Puentes, y actualmente se encuentra en proceso de oficialización por parte del MOPT. Establece lineamientos específicos en lo que respecta a la gestión, inspección e incluso la conservación de puentes.</p>

Cuadro 2. Comparación entre la normativa de Estados Unidos y Costa Rica aplicable a la inspección de puentes en servicio.

Aspecto de interés	a. Estados Unidos (MBE)	b. Costa Rica (MP-2020)
a. Frecuencia de inspecciones rutinarias	Cada 2 años (Se puede extender o reducir dependiendo del nivel de riesgo de cada puente)	Cada 2 años (Se puede extender o reducir dependiendo del nivel de riesgo de cada puente)
b. Capacitaciones requeridas de los inspectores	<p><i>“Team leader”</i> (al menos uno debe estar presente durante la inspección):</p> <p>Requiere aprobar un curso exhaustivo de entrenamiento en inspección de puentes, impartido por el NHI o bien, que esté aprobado por la FHWA.</p>	<p>Capacitaciones requeridas se establecen según nivel de inspector:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Inspector Nivel I: curso de Introducción a la inspección de puentes. · Inspector Nivel II: curso de Inspección de puentes en servicio. · Inspector Nivel III (al menos uno debe estar presente durante la inspección): refrescamiento periódico en la inspección de puentes en servicio, capacitación en administración de proyectos, capacitación complementaria en ensayos no destructivos, hidráulica e hidrología de puentes. <p>Todos los cursos de los inspectores Nivel I, II y III deben ser avalados por la Administración.</p>
c. Control y aseguramiento de la calidad (QC/QA)	Evaluaciones en sitio periódicas, refrescamiento periódico en inspección de puentes para el <i>“Team leader”</i> , revisión independiente de informes de inspección. Brindar retroalimentación de manera que se logren mejorar los procesos de inspección.	Inspecciones periódicas e independientes, revisiones y evaluaciones del trabajo que provean retroalimentación de manera que se logren mejorar los procesos de inspección.

En términos generales, muchos requerimientos del MP-2020 se basan en los manuales y guías de Estados Unidos, por lo que existen pocas diferencias entre la normativa de ambos países. Esto se ve reflejado en las disposiciones con respecto a los aspectos (a) frecuencia de las inspecciones rutinarias y (c) control y aseguramiento de la calidad mostradas en el Cuadro 2, las cuales son muy similares. Por otro lado, en lo que respecta al aspecto (b) capacitaciones requeridas de los inspectores, se puede observar que en Estados Unidos se exigen requisitos de capacitación únicamente para el líder del equipo de inspección, mientras que en Costa Rica se definen 3 niveles de inspector y se establece un nivel de capacitación distinto para cada nivel. Cabe mencionar que, además

de los requisitos de capacitación que se presentan con detalle en el Cuadro 2, la normativa de ambos países también establece requisitos para los inspectores en cuanto a formación académica y experiencia en inspección de puentes.

3. Participación de la empresa privada

Estados Unidos:

Con respecto a la participación de la empresa privada en la inspección de puentes en servicio en Estados Unidos, se revisó un estudio publicado por el *Transportation Research Board* sobre la práctica para la inspección de puentes en Estados Unidos (TRB, 2007). A partir de este estudio, se pudo determinar lo siguiente:



- La mayoría de las inspecciones de puentes en Estados Unidos son realizadas por personal propio de cada Departamento de Transporte estatal. Sin embargo, algunos DOTs también acostumbran a contratar a consultores privados para realizar servicios de inspección de puentes (TRB, 2007).
- El nivel de participación de consultores privados en inspecciones de puentes en servicio en Estados Unidos varía de un estado a otro. En el Cuadro 3 se muestra la distribución porcentual de las inspecciones de puentes realizadas por consultores privados en 28 estados que participaron en el estudio del TRB (2007). Estos estados fueron agrupados en cuatro categorías definidas según el porcentaje de inspecciones que son realizadas por consultores.

Se puede observar que, del total de 28 DOTs estatales que participaron en el estudio, 17 DOTs contratan a consultores privados para realizar solo un 5% o menos de las inspecciones, es decir, realizan 95% o más de las inspecciones de puentes con personal propio. En el otro extremo se tiene a los DOTs de Nevada, Texas, y Rhode Island, los cuales contratan a consultores privados para realizar el 80% o más de las inspecciones de puentes. De los estados que participaron en el estudio, Rhode Island es el único estado que contrata el 100% de las inspecciones a consultores privados (TRB, 2007).

En el Cuadro 3 también se muestra la cantidad de puentes totales que hay en cada estado. No se observa ninguna tendencia o relación particular entre la cantidad de puentes totales y el porcentaje de inspecciones que son contratadas, puesto que en cada una de las cuatro categorías hay estados con una gran cantidad de puentes, así como hay estados con una cantidad relativamente pequeña de puentes. El porcentaje de inspecciones que son contratadas depende principalmente de la capacidad del DOT de realizar sus propias inspecciones, esto según el personal y recursos que tiene disponibles para ese fin.

Con el propósito de determinar el alcance de las contrataciones realizadas por los DOTs estatales a la empresa privada, se revisaron carteles de licitación elaborados por varios DOTs para contratar servicios de inspección de puentes. A partir de esta revisión se encontró lo siguiente:

- En el caso de DOTs que contratan solo un pequeño porcentaje de las inspecciones, la empresa privada es contratada para realizar únicamente las inspecciones de mayor complejidad, como inspecciones bajo el agua, inspecciones de elementos críticos por fractura o inspecciones de puentes complejos. Algunos estados también contratan a empresas privadas para realizar el aseguramiento de la calidad de las inspecciones realizadas por personal propio del DOT.

Cuadro 3. Distribución porcentual de las inspecciones de puentes en servicio realizadas por consultores privados, según el estudio de TRB (2007).

Porcentaje de inspecciones realizadas por consultores ⁽¹⁾	Cantidad de estados	Ejemplos [Cantidad total de puentes ⁽²⁾]
≤ 5 %	17	California [20757], Missouri [19239], Utah [2302], Washington [7395].
10 % - 25%	4	Delaware [649], Nuevo México [2164], Pennsylvania [20613], Virginia [10275].
35 % - 60 %	4	Idaho [3962], Michigan [9488], Nueva York [15665], Oregon [6937].
≥ 80 %	3	Nevada [952], Texas [31408], Rhode Island [721].

(1) El porcentaje de inspecciones de puentes realizadas por consultores privados específico para cada uno de los 28 estados se puede consultar en el Anexo 2 del [informe asociado a este boletín](#).

(2) Incluye tanto puentes estatales como puentes locales. No incluye alcantarillas.

- En el caso de DOTs que contratan un porcentaje significativo de las inspecciones, las contrataciones suelen ser para realizar todas las inspecciones que sean requeridas en los puentes que el DOT designe durante un período determinado, generalmente entre 2 y 5 años. En estos casos también es común que las inspecciones requeridas sean repartidas entre varias empresas.
 - El detalle de la información encontrada en los carteles de licitación que fueron revisados como parte de esta investigación se puede consultar en el Anexo 2 del **informe asociado a este boletín**.
- El país se divide en 8 regiones a ser atendidas por los Administradores Viales, como se puede observar en la Figura 2. En esta figura, cada color representa una región que está asociada a una línea del contrato, es decir, cada región se puede adjudicar a una empresa distinta, para un máximo de 8 empresas.
 - Dentro de los contratos se especifica que los Administradores Viales deben realizar inspecciones rutinarias de puentes, al menos dos veces al año, con el objetivo de detectar las necesidades de mantenimiento rutinario y limpieza como parte de las actividades de conservación (CONAVI, 2019).
 - Sin embargo, no se solicita a los administradores viales recolectar la información de acuerdo con los formularios oficiales, ni incluir la información en la base de datos oficial de los puentes de la red vial nacional con tal de que ésta pueda ser aprovechada de la mejor manera dentro del sistema de gestión de puentes (CGR, 2015).

Costa Rica:

En el caso de Costa Rica, actualmente no se contrata a la empresa privada para realizar de forma exclusiva inspecciones de puentes de la red vial nacional. Sin embargo, al menos desde el año 2012, el CONAVI contrata a empresas privadas para colaborar en labores de planificar, programar, supervisar e inspeccionar las actividades de conservación en la red vial nacional (CONAVI, 2019). A estas empresas se les conoce como Administradores Viales. Estos contratos tienen las siguientes características de interés:

Aunque el CONAVI no contrata a la empresa privada específicamente para realizar inspecciones de puentes en servicio, entre los años 2014 y 2018, el CONAVI mantuvo una contratación directa con una universidad pública (específicamente el Tecnológico

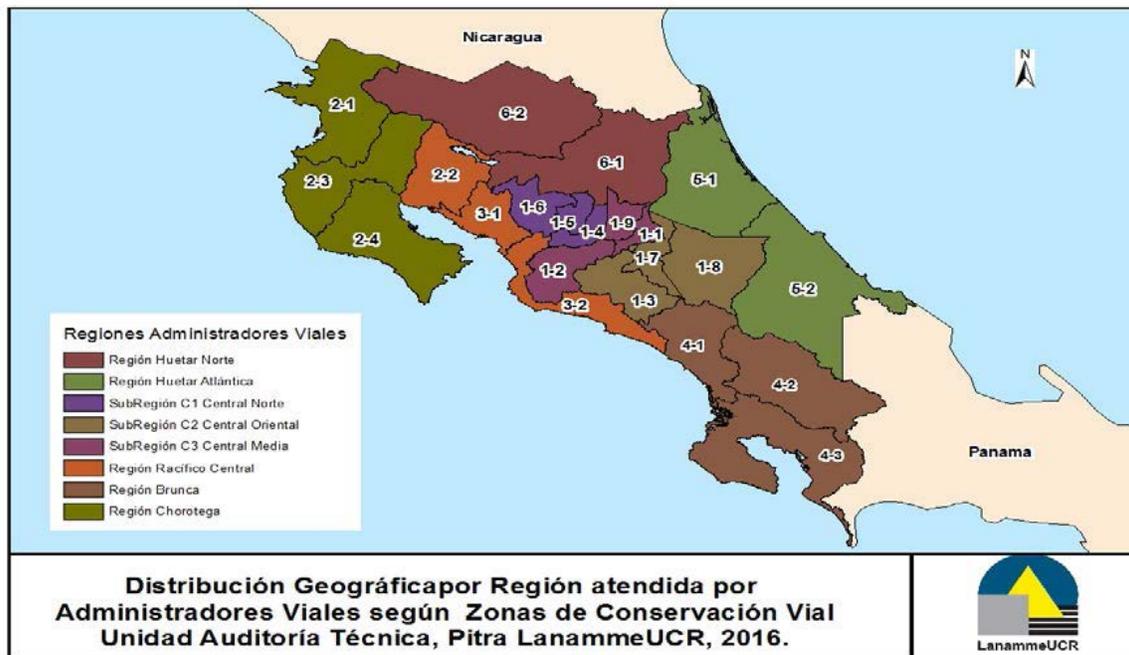


Figura 2. Distribución geográfica por región atendida por los Administradores Viales.
 Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR, 2016

de Costa Rica) para realizar la inspección de inventario e inspección rutinaria de 1670 puentes, lo cual representa prácticamente la totalidad de los puentes de la red vial nacional. En este caso, el contrato sí especificó la introducción de los datos de las actividades realizadas en la base de datos oficial (CONAVI & TEC, 2013). Esta contratación se describirá con mayor detalle en la siguiente sección.

→ Al hacer la comparación con Estados Unidos, vemos que en Costa Rica las inspecciones rutinarias han sido contratadas prácticamente en su totalidad, lo cual es comparable solamente con 3 de los 28 DOTs examinados en el estudio del TRB (2007) que contratan un alto porcentaje de las inspecciones a consultores privados: Nevada, Texas y Rhode Island.

4. Participación de las universidades

Estados Unidos:

Con el fin de determinar la participación de las universidades de Estados Unidos en la inspección de puentes en servicio, se revisaron publicaciones y artículos disponibles en el sitio web de varias universidades del país sobre investigaciones o actividades que realizan relacionadas con la inspección de puentes. A partir de esta revisión, se pudo determinar lo siguiente:

- El papel de las universidades consiste principalmente en realizar investigaciones orientadas a generar nuevos insumos y herramientas que faciliten la ejecución de los procesos de inspección, como lo es el desarrollo de nuevas tecnologías (ver Figura 3). En algunos casos estas investigaciones son financiadas por el DOT del estado y en otros casos son financiadas por instituciones federales, como el USDOT.
- El detalle de las investigaciones realizadas por universidades de Estados Unidos relacionadas con la inspección de puentes que fueron revisadas como parte de este trabajo se puede consultar en el Anexo 2 del **informe asociado a este boletín**.
- En Estados Unidos no es común que las universidades sean contratadas por los DOTs estatales para realizar de forma rutinaria inspecciones de puentes en servicio. Se encontró una excepción, ya que la Universidad Estatal de Nuevo México (NMSU por sus siglas en inglés) tiene un contrato con el Departamento de Transporte de Nuevo México para realizar anualmente las inspecciones de un número específico de puentes en servicio del estado (Sullivan, 2015) (NMSU, 2019).



Figura 3. Vehículo marino no tripulado para realizar inspecciones de puentes, desarrollado por medio de una investigación a cargo de la Universidad del Atlántico de Florida.
Fuente: Florida Atlantic University, 2015.

Costa Rica:

En el caso de Costa Rica, actualmente existen dos universidades públicas que participan activamente en la inspección rutinaria de puentes en servicio: el Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Universidad de Costa Rica a través del LanammeUCR. Sin embargo, el rol que cumple cada universidad en la inspección de puentes del país es distinto, como se describe a continuación:

Tecnológico de Costa Rica (TEC): Esta universidad ha sido contratada de forma directa por el CONAVI para realizar inspecciones de puentes en servicio. La primera de estas contrataciones se adjudicó en el año 2013, originalmente para realizar la inspección de inventario e inspección visual de daños de 150 puentes por año durante 4 años (CONAVI & TEC, 2013). Sin embargo, a solicitud del CONAVI, a partir del año 2016 se amplió el número de puentes a inspeccionar. Entre los años 2014 y 2018, el TEC realizó la inspección de inventario e inspección visual de daños de 1670 puentes en rutas nacionales (TEC, 2019). A finales del año 2020, el CONAVI anunció una nueva contratación directa con el TEC por un período de 4 años, para realizar hasta 50 inspecciones de inventario, 235 inspecciones rutinarias, entre otras actividades (CONAVI, 2020). Al hacer la comparación con el caso de Estados Unidos, se puede determinar lo siguiente:

- *Las contrataciones realizadas por el CONAVI al TEC se asemejan a las contrataciones que realizan los DOTs estatales a empresas privadas, en el sentido de que la organización responsable de los puentes contrata por varios años a otra entidad para que brinde servicios de inspección de puentes. Desde este punto de vista, el TEC cumple el papel de un **consultor**.*
- *El único caso identificado en Estados Unidos en el que un DOT estatal contrata a una universidad para realizar inspecciones de puentes se da en el estado de Nuevo México, donde el DOT del estado contrata a la Universidad Estatal de Nuevo México para realizar un número establecido de inspecciones de puentes.*

LanammeUCR: Esta institución realiza inspecciones de puentes en servicio debido a su rol de fiscalizador para garantizar la calidad de red vial nacional, según se especifica en el artículo 6 de la Ley 8114 y su respectivo reglamento. En conformidad con esta ley, el LanammeUCR también realiza actividades de aseguramiento de la calidad de las inspecciones de puentes realizadas ya sea

por consultores o por la misma Administración. La Ley 8114 también le asigna al LanammeUCR varias tareas adicionales relacionadas con la inspección de puentes en servicio, las cuales se deben realizar de forma consensuada con el MOPT y CONAVI. Estas actividades incluyen: capacitación de profesionales e inspectores, investigación, asesorías a jefes del MOPT y al CONAVI, así como la elaboración y actualización de normativa. Con base en esta información, y al hacer la comparación con el caso de Estados Unidos, se puede determinar lo siguiente:

- *El LanammeUCR cumple por ley el papel de **fiscalizador**.*
- *Las actividades de capacitación de profesionales e inspectores que desarrolla el LanammeUCR de forma consensuada con el MOPT y el CONAVI son similares a las que realiza el NHI en Estados Unidos.*
- *Las actividades de desarrollo de normativa nacional en materia de inspección de puentes que desarrolla el LanammeUCR de forma consensuada con el MOPT y CONAVI son similares a las que realiza AASHTO en Estados Unidos.*

Conclusiones y recomendaciones

A continuación, se presentan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir de la investigación y comparación realizada entre la práctica de Estados Unidos y Costa Rica en lo que respecta a la inspección de puentes en servicio.

Aunque en Estados Unidos la mayor parte de los Departamentos de Transporte estatales (DOTs) cuentan con la capacidad suficiente para realizar las inspecciones de prácticamente la totalidad de los puentes bajo su jurisdicción, se pudo ver que algunos DOTs también acostumbran a contratar empresas privadas para brindar servicios de inspección de puentes, esto en los casos donde el DOT requiere apoyo en esta labor para cumplir con todas las regulaciones federales.

En el caso de Costa Rica, el CONAVI es la institución responsable de la conservación, construcción e inspección de todos los puentes en rutas nacionales. Sin embargo, el CONAVI no realiza inspecciones de puentes en servicio con personal propio, sino que ha contratado a una universidad pública para realizar este servicio. Las inspecciones de inventario e inspecciones rutinarias de prácticamente la totalidad de los puentes de la red vial nacional, así como la actualización de la base de datos oficial, fueron realizadas entre los años



2014 y 2018 por el Tecnológico de Costa Rica (TEC) como parte de esta contratación.

De forma simultánea con la contratación del TEC, el CONAVI también ha contratado a empresas privadas (Administradores Viales) para colaborar en labores de inspección de la conservación vial. Dentro de estos contratos se solicita a los Administradores Viales realizar inspecciones rutinarias de puentes con el objetivo de detectar necesidades de mantenimiento rutinario y limpieza, pero no se solicita recopilar y registrar la información de manera que pueda ser aprovechada dentro del sistema de gestión de puentes.

En términos generales, con tal de cumplir con las disposiciones del nuevo Manual de Puentes de Costa Rica (MP-2020) en lo que respecta a la inspección de puentes en servicio, se requiere fortalecer la capacidad a nivel país para poder ejecutar las inspecciones rutinarias de todos los puentes de la red vial nacional cada 2 años de una forma sostenida.

Tomando los aspectos anteriores en consideración, se recomienda lo siguiente:

- Fortalecer al CONAVI para que tenga capacidad de realizar al menos un porcentaje de las inspecciones de inventario e inspecciones rutinarias de puentes en servicio con personal propio. Esto le permitirá a la institución contar con personal calificado no solo para ejecutar inspecciones de puentes, sino también para realizar el aseguramiento de la calidad de las inspecciones realizadas por profesionales, empresas privadas y universidades que sean contratadas para tal fin.
- Aumentar el nivel de participación de la empresa privada con tal de colaborar con un porcentaje de las inspecciones rutinarias de puentes, puesto que actualmente las empresas privadas no están contribuyendo a la actualización del inventario de los puentes en rutas nacionales.
- En relación con el punto anterior, se considera que es ideal aprovechar las inspecciones rutinarias de puentes que actualmente realizan los Administradores Viales, ampliando su alcance para que cumplan con todos los requisitos de la normativa y que la información obtenida a partir de las inspecciones pueda ser aprovechada dentro del sistema de gestión de los puentes en rutas nacionales.

Es importante tener claro que, independientemente de quién ejecute las inspecciones de puentes en servicio (sea el CONAVI, sean empresas privadas o sean universidades), se deberán acatar las disposiciones del MP-2020 en lo que respecta a:

- Calificaciones requeridas de los inspectores.
- Implementación de procedimientos de control y aseguramiento de la calidad.
- Determinación de las necesidades de intervención (conservación o mejoramiento) con base en la condición del puente que se determine a partir de la inspección.

Como ente fiscalizador para garantizar la calidad de la red vial nacional, será deber del LanammeUCR verificar que las inspecciones de puentes en servicio que sean realizadas por las diferentes instituciones, así como los productos generados a partir de ellas, estén en conformidad con todos los lineamientos y requisitos establecidos en la normativa oficial.

Bibliografía

- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO. (2018). *The Manual for Bridge Evaluation (3° ed.)*. Washington, D.C: AASHTO.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO. (2019). *Manual for Bridge Element Inspection (2° ed.)*. Washington, D.C: AASHTO.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO. (2021). *AASHTO Overview*. Recuperado de <https://www.transportation.org/home/organization/>
- Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI; Instituto Tecnológico de Costa Rica, TEC. (2013). *Contrato interadministrativo entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica, y el Consejo Nacional de Vialidad*. San José: Consejo Nacional de Vialidad.
- Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI. (2019). *Documento de Requerimientos. Contratación de empresas consultoras para brindar los servicios como Administradores Viales para la conservación de la Red Vial Nacional para todo el país*. Recuperado de <https://conavi.go.cr/de/contrataciones-sicop>

- Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI. (2020). *Documento de Requerimientos. Contratación de servicios de apoyo para realizar inspección de inventario, inspección rutinaria, inspección de emergencia e inspección detallada de puentes, capacitación de personal de CONAVI en puentes*. Recuperado de <https://conavi.go.cr/de/contrataciones-sicop>
- Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI. (2021). *Misión, visión y objetivos*. Recuperado de <https://conavi.go.cr/de/misi%C3%B3n-visi%C3%B3n-y-objetivos>
- Contraloría General de la República, CGR. (2015). *Informe de la Auditoría Especial sobre la Gestión Relacionada con Puentes de la Red Vial Nacional* (Informe n.º DFOE-IFR-IF-05-2015). San José: CGR.
- Federal Highway Administration, FHWA. (1995). *Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges*. (Report No. FHWA-PD-96-001). Washington, D.C: National Highway Institute.
- Federal Highway Administration, FHWA. (2012). *Bridge Inspector's Reference Manual*. (Publication No. FHWA NHI 12-049/12-050). Washington, D.C: National Highway Institute.
- Federal Highway Administration, FHWA. (2021). *About FHWA*. Recuperado de <https://highways.dot.gov/>
- Florida Atlantic University, FAU. (2015). *FAU Receives Florida Department of Transportation Grant*. Recuperado de <https://www.fau.edu/newsdesk/articles/FAU-FDOT-Bridge%20Study.php#:~:text=Researchers%20in%20the%20College%20of,for%20on%2Dwater%20bridge%20inspections>.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT. (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. San José: Dirección de Puentes, MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT. (2014). *Revisión al Manual de Inspección de Puentes 1º ed. 2007: Actualización del Capítulo 5*. San José: Dirección de Puentes, MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT. (2021). *Información del Ministerio de Obras Públicas y Transportes*. Recuperado de <https://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/acercadelministerio/informaciondelmopt/>
- National Highway Institute, NHI. (2021a). *About NHI*. Recuperado de <https://www.nhi.fhwa.dot.gov/about-nhi>
- National Highway Institute, NHI. (2021b). *Types of Training*. Recuperado de https://www.nhi.fhwa.dot.gov/training/#info_str
- New Mexico State University, NMSU. (2019). *Research Grants and Contracts*. Recuperado de <https://engr.nmsu.edu/researchgrants2019/>
- Sullivan, K. (2015). *Bridge Inspection Program links NM Department of Transportation and higher education*. NMSU College of Engineering. Recuperado de <https://engr.nmsu.edu/bridge-inspection-program-links-nm-department-of-transportation-and-higher-education/>
- Tecnológico de Costa Rica, TEC. (2019). *Inventario de puentes en rutas nacional de Costa Rica 2014-2018*. Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción. Recuperado de https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/informe_final_inventario_y_evaluacion_puentes_-_2014-2018.pdf
- Transportation Research Board, TRB. (2007). *NCHRP Synthesis 375. Bridge Inspection Practices. A Synthesis of Highway Practice*. Washington, D.C: Transportation Research Board.
- Unidad de Auditoría Técnica, UAT. (2016). *Análisis del cartel de la licitación pública 2012LN-00003-0CV00 "Contratación de empresas consultoras como Administradores Viales para la conservación de la Red Vial Nacional de todo el país" y su cumplimiento contractual en materia de informes mensuales*. LM-PI-AT-72-2016. LanammeUCR. Documento recuperado de: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1407>
- USAGov. (2021). *U.S. Department of Transportation*. Recuperado de <https://www.usa.gov/federal-agencies/u-s-department-of-transportation>



LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

PIE Programa de
Ingeniería Estructural

Ing. Andrés González León

Ing. Daniel Johanning Cordero

Ing. Francisco Rodríguez Bardía

Ing. Guillermo Santana Barboza, Ph.D, Asesor

Ing. Luis Guillermo Vargas Alas

Ing. Mauricio Araya Con

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D, Coordinador General

Ing. Sergio Álvarez González

Ing. Yi Cheng Liu Kuan, M.Sc

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación, diseño y control de calidad: Licda. Daniela Martínez Ortiz / Óscar Rodríguez Quintana

PARTICIPACIÓN DE LA EMPRESA PRIVADA Y LAS UNIVERSIDADES EN LA INSPECCIÓN DE PUENTES EN
SERVICIO EN ESTADOS UNIDOS Y COSTA RICA / Noviembre, 2021

Palabras clave:

 (506) 2511-2500

 direccion.lanamme@ucr.ac.cr

 Código Postal 11501-2060

 www.lanamme.ucr.ac.cr