



Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-29-2021

INFORME DE INVESTIGACIÓN

PARTICIPACIÓN DE LA EMPRESA PRIVADA Y LAS UNIVERSIDADES EN LA INSPECCIÓN DE PUENTES EXISTENTES EN ESTADOS UNIDOS Y COSTA RICA



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

San José, Costa Rica
Mayo, 2021





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 2 de 30
------------------------	------------	----------------



1. Informe: LM-PIE-29-2021		2. Copia N°: 1
3. Título: PARTICIPACIÓN DE LA EMPRESA PRIVADA Y LAS UNIVERSIDADES EN LA INSPECCIÓN DE PUENTES EXISTENTES EN ESTADOS UNIDOS Y COSTA RICA		4. Fecha del Informe: Mayo, 2021
5. Organización y dirección 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		
6. Notas complementarias Ninguna		
7. Resumen Este informe presenta los resultados de la investigación acerca de las prácticas de los Departamentos de Transporte de Estados Unidos para realizar las inspecciones de puentes existentes. La investigación se enfocó en determinar el papel que desempeña la empresa privada y las universidades de Estados Unidos en las inspecciones de puentes existentes. Específicamente, se investigó si varios Departamentos de Transporte realizan, con personal propio, las inspecciones de todos los puentes bajo su jurisdicción, o si también es común que contraten a empresas privadas para realizar esta tarea. Se investigó también si los Departamentos de Transporte reciben algún tipo de apoyo de las universidades en relación con la inspección de puentes existentes. Por último, se comparó la práctica actual de Costa Rica en lo que respecta a la participación de la empresa privada y universidades en las inspecciones de puentes existentes, con la práctica correspondiente de Estados Unidos. Este informe de investigación es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural (PIE) a la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) del LanammeUCR.		
8. Palabras clave Inspección de puentes, Departamento de Transporte, DOT, Estados Unidos, contrato, empresa privada, universidades, investigación, informe de investigación, 2021, LM-PIE-29-2021.		9. N° de páginas 30
10. Elaborado por: Ing. Daniel Johanning Cordero Programa de Ingeniería Estructural	11. Revisado por: Ing. María José Rodríguez Roblero, PhD Programa de Ingeniería Estructural	12. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Coordinador Programa de Ingeniería Estructural
13. Revisado y aprobado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR		



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 4 de 30
------------------------	------------	----------------

Tel.: +506 2511-2500 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETIVOS	10
2.1. OBJETIVO GENERAL	10
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. INSPECCIÓN DE PUENTES EXISTENTES EN ESTADOS UNIDOS	11
3.1. PARTICIPACIÓN DE INSTITUCIONES FEDERALES Y ESTATALES	11
3.2. PARTICIPACIÓN DE LA EMPRESA PRIVADA.....	12
3.3. PARTICIPACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES	14
4. COMPARACIÓN DE LA PRÁCTICA DE COSTA RICA Y ESTADOS UNIDOS.....	15
4.1. INSTITUCIONES PÚBLICAS RELACIONADAS CON INSPECCIÓN DE PUENTES EXISTENTES	15
4.2. CONTRATACIONES POR SERVICIOS DE INSPECCIÓN DE PUENTES EXISTENTES.....	15
4.3. PARTICIPACIÓN DE UNIVERSIDADES EN LA INSPECCIÓN DE PUENTES EXISTENTES	17
5. CONCLUSIONES	19
6. REFERENCIAS	21
6.1. PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS.....	21
6.2. CARTELES DE LICITACIÓN Y CONTRATOS SOBRE INSPECCIÓN DE PUENTES	22
6.3. SITIOS WEB INSTITUCIONALES.....	24
ANEXO 1. SOLICITUD DE INFORMACIÓN DE PARTE DE LA UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR	25
ANEXO 2. CUADROS CON INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.....	27

Página intencionalmente dejada en blanco

RESUMEN EJECUTIVO

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados encontrados a partir de la investigación realizada.

Con respecto a la participación de la empresa privada de Estados Unidos: En Estados Unidos es común que los Departamentos de Transporte estatales (DOTs) contraten a consultores privados para realizar servicios de inspección de puentes. El nivel de participación de consultores privados varía de un estado a otro. Hay DOTs con la capacidad suficiente para realizar las inspecciones de prácticamente la totalidad de los puentes bajo su jurisdicción, mientras que otros DOTs acostumbran a contratar consultores privados para realizar las inspecciones de mayor complejidad, o bien, para realizar todas las inspecciones que sean requeridas en los puentes que el DOT designe durante un período de 2 a 5 años.

Con respecto a la participación de las universidades de Estados Unidos: Las universidades de Estados Unidos, a través de investigaciones financiadas por los DOTs estatales o por instituciones federales, generan nuevos insumos y herramientas que buscan facilitar la ejecución de los procesos de inspección de puentes existentes. No es común que las universidades sean contratadas para realizar inspecciones de puentes de forma rutinaria, pues únicamente se encontró un caso: la Universidad Estatal de Nuevo México tiene un contrato con el DOT de Nuevo México para realizar anualmente las inspecciones de varios puentes del estado.

Comparación de las prácticas de Costa Rica y Estados Unidos: La inspección de puentes existentes en Costa Rica se ha manejado recientemente por medio de contrataciones directas entre el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), lo cual se asemeja a las contrataciones de los DOTs de Estados Unidos a consultores privados. En Costa Rica existen dos universidades públicas (TEC y Universidad de Costa Rica a través del LanammeUCR) que participan activamente en la ejecución de inspecciones de puentes, lo cual es muy poco común en Estados Unidos. El LanammeUCR realiza inspecciones de puentes existentes como parte de su rol de fiscalizador para garantizar la calidad de la red vial nacional, según lo establece la Ley 8114. Esta ley también le asigna al LanammeUCR otras tareas en materia de inspección de puentes, las cuales incluyen actividades de capacitación, investigación, asesorías y elaboración de normativa. Algunas de estas actividades son comparables con las tareas que realizan algunas instituciones de Estados Unidos, como el *National Highway Institute* (NHI) y la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 7 de 30
------------------------	------------	----------------

Página intencionalmente dejada en blanco

1. INTRODUCCIÓN

Este informe presenta los resultados de la investigación acerca de las prácticas de los Departamentos de Transporte de Estados Unidos para realizar las inspecciones de puentes existentes. La investigación se enfocó en determinar el papel que desempeña la empresa privada y las universidades de Estados Unidos en las inspecciones de puentes existentes.

Específicamente, se investigó si varios Departamentos de Transporte realizan, con personal propio, las inspecciones de todos los puentes bajo su jurisdicción, o si también es común que contraten a empresas privadas para realizar esta tarea. Se investigó también si los Departamentos de Transporte reciben algún tipo de apoyo de las universidades en relación con la inspección de puentes existentes. Por último, se comparó la práctica actual de Costa Rica en lo que respecta a la participación de la empresa privada y universidades en las inspecciones de puentes existentes, con la práctica correspondiente de Estados Unidos.

Este informe de investigación es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural (PIE) a la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) del LanammeUCR. El informe se realiza ante la consulta realizada por el Ing. José David Rodríguez de la Unidad de Auditoría Técnica con respecto al tema en cuestión, según consta en el correo electrónico que se incluye en el Anexo 1.

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 9 de 30
------------------------	------------	----------------

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

El objetivo general de este informe es presentar los resultados de la investigación sobre la participación de la empresa privada y las universidades de Estados Unidos en las inspecciones de puentes existentes y su comparación con la práctica actual en Costa Rica.

2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes:

- a. Investigar las funciones de las instituciones federales y estatales de Estados Unidos involucradas en la inspección de puentes existentes.
- b. Investigar el alcance de las contrataciones que realizan los Departamentos de Transporte de Estados Unidos a empresas privadas para ejecutar inspecciones de puentes existentes.
- c. Investigar la participación de las universidades de Estados Unidos en la inspección de puentes existentes.
- d. Comparar la práctica actual de Costa Rica en lo que respecta a la participación de la empresa privada y universidades en las inspecciones de puentes existentes, con la práctica correspondiente de Estados Unidos.

3. INSPECCIÓN DE PUENTES EXISTENTES EN ESTADOS UNIDOS

En esta sección se presentan los resultados de la investigación sobre la práctica de Estados Unidos en lo que respecta a la participación de las instituciones federales y estatales, la empresa privada y las universidades en la realización de inspecciones de puentes existentes.

3.1. Participación de instituciones federales y estatales

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

United States Department of Transportation (USDOT): Es el departamento del Gobierno federal de los Estados Unidos responsable de planear y coordinar proyectos de transporte a nivel nacional, así como fijar regulaciones de seguridad para todos los modos de transporte mayores (USAGov, 2021). Esto incluye modos de transporte aéreos, marítimos y terrestres.

Federal Highway Administration (FHWA): Es una agencia perteneciente al USDOT encargada de administrar la construcción, mantenimiento y conservación de las carreteras, puentes y túneles del país, así como apoyar a los gobiernos estatales y locales en estas tareas (FHWA, 2021). LA FHWA ejecuta los programas de inspección de los puentes en carreteras públicas administrados federalmente, y regula la inspección de los puentes en carreteras públicas administrados por gobiernos estatales y locales (TRB, 2007).

National Highway Institute (NHI): Es el brazo educativo de la FHWA, el cual 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, inspección de puentes bajo el agua y técnicas de inspección de elementos críticos por fractura en puentes de acero (NHI, 2021b).

State Department of Transportation (DOT): El Departamento de Transporte (DOT) de cada estado es responsable de planear, diseñar, construir, operar y mantener la infraestructura de ese estado en todos los modos de transporte (aéreo, marítimo y terrestre). Los DOTs estatales ejecutan los programas de inspección de todos los puentes administrados por el estado, y también pueden ejecutar, regular o evaluar los programas de inspección de puentes administrados por gobiernos locales dentro del estado (TRB, 2007).

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 11 de 30
------------------------	------------	-----------------

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, el distrito de Columbia y Puerto Rico. AASHTO representa todos los modos de transporte (aéreo, marítimo y terrestre). Su principal objetivo es fomentar el desarrollo, operación y mantenimiento de un sistema nacional integrado de transporte. AASHTO sirve como enlace entre los Departamentos de Transporte estatales y el gobierno federal. Además, emite normas para diseño, construcción de carreteras y puentes, materiales y muchas otras áreas técnicas (AASHTO, 2021). Una de estas áreas técnicas para las cuales AASHTO ha desarrollado normativa corresponde a la inspección y evaluación de la condición de puentes existentes.

3.2. Participación de la empresa privada

Se investigó la participación de la empresa privada en la inspección de puentes existentes en Estados Unidos. Esta investigación consistió principalmente en la revisión de un estudio publicado por el *Transportation Research Board* titulado: “*Bridge Inspection Practices*”, sobre la práctica para la inspección de puentes en Estados Unidos (TRB, 2007), así como la revisión de carteles de licitación elaborados por varios DOTs para contratar servicios de inspección de puentes, los cuales se referencian en la sección 6.2 del informe. A partir de la investigación realizada se encontró la siguiente información:

1. La mayoría de las inspecciones de puentes en Estados Unidos son realizadas por personal propio de los DOTs estatales. Sin embargo, también es común que los DOTs contraten a consultores privados para realizar servicios de inspección de puentes (TRB, 2007).
2. El nivel de participación de consultores privados en inspecciones de puentes existentes en Estados Unidos varía de un estado a otro. En el Cuadro A.1 (ver Anexo 2) se muestra la distribución porcentual de las inspecciones de puentes realizadas por personal del DOT y por consultores privados en varios estados, según el estudio realizado por la *Transportation Research Board* (TRB, 2007). En el cuadro se puede observar que, de un total de 28 DOTs estatales que participaron en el estudio, 17 DOTs realizan 95% o más de las inspecciones de puentes con personal propio, y contratan a consultores externos para realizar solo un pequeño porcentaje de las inspecciones. Por otra parte, 3 DOTs (específicamente de Texas, Nevada y Rhode Island) realizan menos del 25% de las inspecciones de puentes con personal propio y más del 75% mediante contrataciones a consultores externos.

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 12 de 30
------------------------	------------	-----------------



3. Los DOTs de California, Washington, Missouri y Vermont, por ejemplo, tienen un programa de inspección de puentes muy robusto, con la capacidad suficiente para realizar las inspecciones de prácticamente la totalidad de los puentes bajo su jurisdicción. En el caso del DOT de California (CalTrans), este cuenta con más de 180 funcionarios entre ingenieros de puentes y técnicos de acero estructural que se encargan de hacer inspecciones rutinarias, inspecciones de elementos críticos por fractura, inspecciones bajo el agua y ensayos no destructivos (Newton, 2009). Únicamente se contrata a consultores privados en casos muy particulares, generalmente para inspeccionar un único puente (TRB, 2007).
4. En el Cuadro A.2 (ver Anexo 2) se muestran algunos ejemplos de contrataciones recientes realizadas por los DOTs de Colorado, Florida, Michigan, Minnesota, Montana y Nevada, específicamente por servicios de inspección de puentes. La información presentada en el cuadro se obtuvo a partir de los carteles de licitación que se referencian en la sección 6.2 del informe. Como se puede observar en el cuadro, el alcance de las contrataciones realizadas por los DOTs varía. En algunos casos las contrataciones son para realizar únicamente inspecciones especiales o de mayor complejidad (por ejemplo: inspecciones bajo el agua, inspecciones detalladas o inspecciones de puentes complejos). En otros casos, se contrata a consultores externos para realizar todas las inspecciones que sean requeridas (rutinarias y detalladas) en los puentes que el DOT designe, durante un período determinado (desde 2 años hasta 5 años).
5. Se encontró que los DOTs también contratan a la empresa privada para realizar labores de control y aseguramiento de la calidad de las inspecciones de puentes existentes, principalmente cuando las inspecciones son realizadas por personal interno del DOT. Por ejemplo, el Departamento de Transporte de Montana (MDT) contrató recientemente a un consultor privado para que realice el aseguramiento de la calidad de su programa de inspección de puentes durante el período 2021-2022. Como parte del contrato, el consultor debe revisar una muestra de las inspecciones de puentes realizadas durante ese período por el MDT, lo cual incluye tanto el trabajo de oficina como el trabajo de campo (MDT, 2020).

3.3. Participación de las universidades

Se investigó la participación de las universidades en la inspección de puentes existentes en Estados Unidos. Esta investigación consistió principalmente en la revisión de publicaciones y artículos disponibles en el sitio web de las universidades investigadas, las cuales se referencian en la sección 6.1 del informe. A partir de la investigación realizada, se encontró la siguiente información:

1. En términos generales, el papel de las universidades consiste en realizar investigaciones orientadas a generar nuevos insumos y herramientas que faciliten la ejecución de los procesos de inspección. En el Cuadro A.3 (ver Anexo 2) se muestran algunos ejemplos de investigaciones recientes desarrolladas por universidades de Estados Unidos y que están relacionadas con la inspección de puentes. Como se puede observar en el cuadro, en algunos casos estas investigaciones son financiadas por los DOTs estatales y en otros casos son financiadas por instituciones federales, como el USDOT.
2. En Estados Unidos no se encontró que las universidades sean contratadas por los DOTs estatales para realizar de forma rutinaria inspecciones de puentes existentes. 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 (NMDOT) para realizar anualmente inspecciones de un número específico de puentes (NMSU, 2019). Estas inspecciones se aprovechan para entrenar a estudiantes de pregrado y grado de la universidad en la inspección de este tipo de estructuras por parte de ingenieros profesionales acreditados como inspectores de puentes (Sullivan, 2015). Adicionalmente, la NMSU ofrece un curso de formación integral en inspección de puentes dirigido a profesionales, el cual además de clases teóricas incluye giras de campo a puentes de la zona. Este curso fue desarrollado por el Departamento de Ingeniería Civil de la NMSU y está debidamente aprobado por la FHWA (NMSU, 2020).

4. COMPARACIÓN DE LA PRÁCTICA DE COSTA RICA Y ESTADOS UNIDOS

En esta sección se compara la práctica actual de Costa Rica en lo que respecta a la participación de la empresa privada y universidades en las inspecciones de puentes existentes, con la práctica correspondiente de Estados Unidos.

4.1. Instituciones públicas relacionadas con inspección de puentes existentes

1. En Costa Rica, el 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 (MOPT, 2021). Esto incluye modos de transporte aéreos, marítimos y terrestres. Al hacer la comparación con el caso de Estados Unidos, el MOPT cumple un rol similar al del USDOT (nivel federal), o bien, al del DOT de un estado específico (nivel estatal).
2. El 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). Por lo tanto, el CONAVI es la institución responsable de la conservación y construcción de los puentes en rutas nacionales, y actualmente es quien ejecuta el programa de inspección de puentes del país. Al hacer la comparación con el caso de Estados Unidos, el CONAVI cumple un rol similar al de la FHWA (nivel federal), o bien, al de una división del DOT de un estado específico que está encargada del mantenimiento y construcción de carreteras (nivel estatal).

4.2. Contrataciones por servicios de inspección de puentes existentes

1. En años recientes, la inspección de puentes existentes en Costa Rica se ha manejado por medio de contrataciones directas realizadas por el CONAVI a una universidad pública, específicamente el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). 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 todos los puentes del país pertenecientes a rutas

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 15 de 30
------------------------	------------	-----------------

nacionales (1670 puentes), inspecciones detalladas de 9 puentes y 7 cursos de capacitación a personal del CONAVI (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, 8 inspecciones de emergencia, 18 inspecciones detalladas mediante diferentes técnicas o estudios especiales, 6 cursos de capacitación a personal del CONAVI, 10 estudios de monitoreo estático, 10 estudios de monitoreo dinámico, así como el diseño de la rehabilitación o intervención de hasta 300 puentes y los estudios requeridos para ello (CONAVI, 2020).

2. Las contrataciones realizadas por el CONAVI al TEC se asemejan a las contrataciones que realizan los DOTs estatales a consultores privados (ver sección 3.2), en el sentido de que la organización responsable de los puentes (MOPT a través del CONAVI en el caso de Costa Rica, DOT en el caso de Estados Unidos) contrata por varios años a otra entidad (TEC en el caso de Costa Rica, consultor privado en el caso de Estados Unidos) para que brinde servicios de inspección de puentes.
3. En Costa Rica, las contrataciones que ha realizado el CONAVI por servicios de inspección de puentes han sido con una universidad pública (TEC), mientras que en el caso de Estados Unidos los consultores que se contratan son empresas privadas. 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 limitado de inspecciones de puentes (ver sección 3.3). Por otro lado, en Costa Rica al día de hoy no se ha contratado a una empresa privada para realizar inspecciones rutinarias de puentes existentes.
4. En Costa Rica, la inspección de puentes existentes es contratada en su totalidad, una situación que en Estados Unidos sucede solamente en 1 de los 28 DOTs examinados en el estudio del TRB (2007), específicamente el estado de Rhode Island, como se puede observar en el Cuadro A.1 (ver Anexo 2).

4.3. Participación de universidades en la inspección de puentes existentes

1. En Costa Rica existen dos universidades públicas (TEC y Universidad de Costa Rica) que participan activamente en la ejecución de inspecciones de puentes, lo cual es poco común en Estados Unidos, pues el único caso que se identificó en ese país corresponde a la Universidad Estatal de Nuevo México (ver sección 3.3).
2. Como se vio en la sección 4.2, el TEC es una universidad pública que ha sido contratada por el CONAVI para realizar un número determinado de inspecciones de puentes, pero su alcance se ha llegado a extender para realizar la inspección de todos los puentes del país pertenecientes a rutas nacionales.
3. Por otra parte, el Lanamme de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) también participa en la realización de inspecciones de puentes existentes por 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. El hecho de tener labores de fiscalización asignadas por ley le da un mayor alcance al trabajo que realiza el LanammeUCR en materia de inspección de puentes, en comparación con el trabajo realizado por universidades que son contratadas para brindar servicios de inspección de puentes existentes, como es el caso del TEC y la Universidad Estatal de Nuevo México.
4. El LanammeUCR, en conformidad con las funciones de fiscalización asignadas por la Ley 8114, realiza actividades de aseguramiento de la calidad de las inspecciones de puentes que se realizan en el país. Por ejemplo, en 2014 el LanammeUCR evaluó el nivel de detalle y la uniformidad de 24 informes de inspección elaborados por el TEC durante la primera contratación con el CONAVI (Agüero et al, 2014). Como parte de esta evaluación, el LanammeUCR también realizó de forma independiente la inspección de tres de los puentes para después comparar las observaciones y recomendaciones con aquellas reportadas en los informes del TEC. Como se mencionó en la sección 3.2, en ocasiones los DOTs de Estados Unidos contratan a un consultor privado para que realicen este tipo de labores.
5. La Ley 8114 también le asigna al LanammeUCR varias tareas adicionales relacionadas con la inspección de puentes existentes, tales como actividades de investigación; capacitación de profesionales, inspectores y estudiantes; asesorías al ministro y viceministro del MOPT y



al director ejecutivo del CONAVI; así como la elaboración y actualización de normativa nacional en materia de puentes. Algunas de estas actividades son comparables con las responsabilidades de otras instituciones de Estados Unidos, según se describió en la sección 3.1 de este informe. Por ejemplo:

- Las actividades de capacitación que desarrolla el LanammeUCR son similares a las que realiza el NHI.
- Las actividades de elaboración y actualización de normativa nacional en materia de inspección de puentes que desarrolla el LanammeUCR son similares a las que realiza AASHTO.

5. CONCLUSIONES

A partir de la investigación realizada, se llegó a las siguientes conclusiones:

- a. 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, también es común que éstos contraten a consultores privados para realizar servicios de inspección de puentes. Estas contrataciones generalmente son para realizar las inspecciones de mayor complejidad, o bien, para realizar todas las inspecciones que sean requeridas en los puentes que el DOT designe durante un período determinado.
- b. Las universidades de Estados Unidos, a través de investigaciones financiadas por los DOTs estatales o por instituciones federales, generan nuevos insumos y herramientas que buscan facilitar la ejecución de los procesos de inspección de puentes existentes. No es común que las universidades sean contratadas para realizar inspecciones de puentes de forma rutinaria, salvo el caso de la Universidad Estatal de Nuevo México.
- c. A diferencia de Estados Unidos, en Costa Rica existen dos universidades públicas que participan activamente en la ejecución de inspecciones de puentes: el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y Universidad de Costa Rica a través del LanammeUCR. La participación de cada universidad en la inspección de puentes del país es distinta. El TEC es una universidad que ha sido contratada por el CONAVI para realizar un número determinado de inspecciones de puentes y capacitaciones, por lo que básicamente cumple el papel de un consultor (similar a la participación que tiene la empresa privada en Estados Unidos). Por otra parte, el trabajo que realiza el LanammeUCR en materia de inspección de puentes corresponde a tareas específicas que le asigna la Ley 8114 y su respectivo reglamento. Estas tareas van más allá de la evaluación de los puentes por medio de inspecciones en campo, pues también incluyen actividades de fiscalización (lo cual incluye el aseguramiento de la calidad del trabajo realizado por consultores y contratistas), capacitación de inspectores, investigación, asesorías al MOPT y CONAVI, así como el desarrollo y actualización de normativa nacional en materia de puentes.

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 19 de 30
------------------------	------------	-----------------

- d. En Costa Rica, al día de hoy no se ha contratado a una empresa privada para realizar inspecciones rutinarias de puentes existentes, lo cual dista de la práctica común en Estados Unidos. Una mayor participación de la empresa privada en la inspección de puentes existentes puede ayudar a crear capacidad en el país para realizar las inspecciones, y éstas se podrían realizar en un intervalo más corto del que se realiza hoy en día. Sin embargo, es importante que las contrataciones que realice el CONAVI en el futuro por servicios de inspección de puentes y/o servicios de capacitación se realicen de acuerdo con lineamientos, manuales y capacitaciones oficiales aprobados por el MOPT, los cuales son desarrollados en conjunto con el LanammeUCR. Por lo tanto, todos los profesionales que formen parte del equipo contratado para ejecutar las inspecciones de puentes deben demostrar que cuentan con la experiencia requerida para realizar el trabajo, además de haber cursado las capacitaciones oficiales debidamente aprobadas por el MOPT.
- e. Con lo expuesto previamente, es importante que el CONAVI sepa diferenciar entre el rol de un consultor (sea este el TEC o una empresa privada) y el rol del LanammeUCR, con tal de evitar que se presente una duplicidad de funciones, así como el uso ineficiente de recursos públicos que esto conlleva. Por un lado, el consultor es una entidad que se contrata para que brinde un servicio específico, como lo es la ejecución de un número determinado de inspecciones de puentes existentes. Por otro lado, el LanammeUCR es una entidad que no solo debe fiscalizar y ejecutar inspecciones de puentes, sino que también, como parte de sus funciones de ley, brinda apoyo al MOPT y al CONAVI en tareas de capacitación, investigación y elaboración de normativa.

6. REFERENCIAS

Las referencias utilizadas para la elaboración del informe se presentan a continuación, categorizadas en publicaciones y artículos (sección 6.1), carteles de licitación y contratos sobre inspección de puentes (sección 6.2) y sitios web institucionales (sección 6.3).

6.1. Publicaciones y artículos

Agor, J. (2019). *UTA Developing Better Bridge Inspections*. University of Texas at Arlington, UTA.

Recuperado de <https://www.uta.edu/news/news-releases/2019/12/18/better-bridge-inspections>

Agüero, P.; Vargas, L. G.; Vargas, S.; Villalobos, E. (2014). *Evaluación técnica de los productos relacionados con puentes generados en el primer trimestre del Contrato Interadministrativo entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y el Consejo Nacional de Vialidad*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. Recuperado de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1518>

Careaga, A. (2016). *Robotic bridge inspection, preservation is focus of new transportation center*. Missouri S&T. Recuperado de <https://news.mst.edu/2016/12/robotic-bridge-inspection-preservation-is-focus-of-new-transportation-center/>

DeLoss, J. (2021). *Civil engineering researchers develop data analysis technique to improve bridge inspection using drones*. Colorado State University. Recuperado de <https://engr.source.colostate.edu/civil-engineering-researchers-develop-data-analysis-technique-to-improve-bridge-inspection-using-drones/>

Dorafshan, S.; Maguire, M.; Hoffer, N.V.; Coopmans, C.; Thomas, R.J. (2017). *Unmanned Aerial Vehicle Augmented Bridge Inspection Feasibility Study. (Report n.º CAIT-UTC-NC31)*. Utah State University. Recuperado de https://cait.rutgers.edu/wp-content/uploads/2018/05/cait-utc-nc31-final_v2.pdf

Galoustian, G. (2015). *FAU Receives Florida Department of Transportation Grant*. Florida Atlantic University. Recuperado de <https://www.fau.edu/newsdesk/articles/FAU-FDOT-Bridge%20Study.php#:~:text=Researchers%20in%20the%20College%20of,for%20on%2Dwater%20bridge%20inspections.>

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 21 de 30
------------------------	------------	-----------------

National Academy of Sciences. (2019). *Guidelines to Improve the Quality of Element-Level Bridge Inspection Data*. Transportation Research Board. Recuperado de <http://www.trb.org/Publications/Blurbs/178842.aspx>

Newton, B.J. (2009). *Bridge Inspection and Management in California*. Recuperado de <https://www.pwri.go.jp/eng/ujnr/tc/g/pdf/25/2-2.pdf>

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.

6.2. Carteles de licitación y contratos sobre inspección de puentes

Colorado Department of Transportation, CDOT. (2019). *Scope of Work (SOW) Underwater Inspection of On-System and Off-System Bridges*. Recuperado de <https://www.codot.gov/business/consultants/advertised-projects/2019-1/statewide-non-project-specific-underwater-bridge-inspection/statewide-non-project-specific-underwater-bridge-inspection-scope-of-work>

Colorado Department of Transportation, CDOT. (2021). *Scope of Work (SOW) Bridge Inspection Services*. Recuperado de <https://www.codot.gov/business/consultants/advertised-projects/2021/statewide-program-specific-off-system-bridge-inspection-engineering-services/sow-statewide-program-specific-off-system-bridge-inspection.pdf>

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.

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 22 de 30
------------------------	------------	-----------------

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>

Florida Department of Transportation, FDOT. (2017). *Inspection of Local Government Bridges. Scope of Services.* Recuperado de <http://fdotwp1.dot.state.fl.us/procurement/professionalservices/advertise/pdf/19399.pdf>

Florida Department of Transportation, FDOT. (2018). *General Scope of Service for District 5. Local Government Bridge Inspection for On & Off Federal Aid System And State Underwater.* Recuperado de: <http://fdotwp1.dot.state.fl.us/procurement/professionalservices/advertise/pdf/19530.pdf>

Michigan Department of Transportation, MDOT. (2010). *Scope of Service for Specialty Services. In Depth Bridge Inspection.* Recuperado de https://www.michigan.gov/documents/mdot/MDOT_RFP_SS_InDepthBridge_Inspection_REQ293_posted_318434_7.pdf

Minnesota Department of Transportation, MnDOT. (2017). *MnDOT Contract No. 1027723 Exhibit A – Scope of Work.* Recuperado de <http://www.dot.state.mn.us/consult/documents/notices/1027723-scope.pdf>

Montana Department of Transportation, MDT. (2018). *Request for Proposals. NBIS Bridge Inspection Term Contracts.* Recuperado de https://www.mdt.mt.gov/other/webdata/external/cdb/CLOSED_RFQs-RFPs/RFP-NBIS-BRIDGE-INSPECTION-2019-2021-TERM.pdf

Montana Department of Transportation, MDT. (2020). *Request for Proposals. Bridge Inspection Program Quality Assurance 2021-2022.* Recuperado de <https://www.mdt.mt.gov/other/webdata/external/cdb/RFP-Bridge-QA-2021-2022.pdf>

Nevada Department of Transportation, NDOT. (2016). *Request for Proposal 085-16-011. Statewide Bridge Inspection and Analysis Services.* Recuperado de <https://appss.nevadadot.com/VendorPortalClient/Requests/ViewRequestDetails.aspx?requestId=1081>

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 23 de 30
------------------------	------------	-----------------

Nevada Department of Transportation, NDOT. (2019). *Request for Proposal 749-18-011. Underwater and Routine Bridge Inspections*. Recuperado de <https://appss.nevadadot.com/VendorPortalClient/Requests/ViewRequestDetails.aspx?requestId=1208>

6.3. Sitios web institucionales

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. (2021). *Misión, visión y objetivos*. Recuperado de <https://conavi.go.cr/de/misi%C3%B3n-visi%C3%B3n-y-objetivos>

Federal Highway Administration, FHWA. (2021). *About FHWA*. Recuperado de <https://highways.dot.gov/>

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://enr.nmsu.edu/researchgrants2019/>

New Mexico State University, NMSU. (2020). *Bridge Inspection Program*. Recuperado de <https://ce.nmsu.edu/initiatives/bridge-inspection-program/>

USAGov. (2021). *U.S. Department of Transportation*. Recuperado de <https://www.usa.gov/federal-agencies/u-s-department-of-transportation>

Anexo 1.
**Solicitud de información de parte de la Unidad de Auditoría Técnica
del LanammeUCR**

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 25 de 30
------------------------	------------	-----------------



Consulta sobre rol de las universidades en la inspección de puentes

From: José Rodríguez Morera <jose.rodriguezmorera@ucr.ac.cr>
Sent: Monday, May 17, 2021 5:12 PM
To: rolando.castillo@ucr.ac.cr
Cc: 'Wendy Sequeira Rojas' <wendy.sequeira@ucr.ac.cr>; 'Francisco Fonseca' <FRANCISCO.FONSECA@ucr.ac.cr>
Subject: Consulta sobre rol de las universidades en la inspección de puentes

Estimado Rolando

A raíz del trabajo en conjunto con la CGR, uno de los temas de interés que surgió es la participación de las universidades en el proceso de inspección e inventariado de puentes. Por lo tanto, cualquier información al respecto que ustedes hayan desarrollado nos resultará de utilidad, tal como se lo comenté en consulta verbal.

Saludos cordiales,



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

José David Rodríguez Morera

Auditor Técnico

Unidad Auditoría Técnica

[+506 2511-2545](tel:+5062511-2545) | [+506 2511-2500](tel:+5062511-2500)

jose.rodriguezmorera@ucr.ac.cr

Anexo 2.

Cuadros con información complementaria

Informe LM-PIE-29-2021	Mayo, 2021	Página 27 de 30
------------------------	------------	-----------------



Cuadro A.1. Distribución porcentual de las inspecciones de puentes realizadas por personal del Departamento de Transporte (DOT) y por consultores privados, según el estudio de TRB (2007).

Departamento de Transporte (DOT)	Nota	Inspecciones por DOT (%)	Inspecciones por consultores (%)	Cantidad total de puentes ⁽¹⁾
Alaska	Inspecciones rutinarias	100	0	1 125
	Inspecciones de elementos críticos por fractura	60	40	
	Inspecciones bajo el agua	0	100	
Arizona		97	3	3 361
Arkansas		95	5	9 690
California		100	0	20 757
Delaware		90	10	649
Idaho		43	57	3 962
Iowa		99.9	0.1	21 270
Kentucky		98	2	10 672
Maine		99.9	0.1	2 034
Maryland		99.9	0.1	3 914
Michigan		46	54	9 488
Missouri	Puentes locales	99	1	19 239
	Puentes estatales	100	0	
Nevada		20	80	952
Nuevo México		78	22	2 164
Nueva York		45	55	15 665
Carolina del Norte		96	4	12 725
Dakota del Norte		100	0	3 641
Ohio		99.5	0.5	26 296
Oregon	Estructuras no pertenecientes al NBI	100	0	6 937
	General	64	36	
	Estructuras pertenecientes al NBI	62	38	
Pennsylvania		85	15	20 613
Rhode Island		0	100	721
Dakota del Sur		99.9	0.1	4 811
Texas		7	93	31 408
Utah		100	0	2 302
Vermont		100	0	2 530
Virginia		85	15	10 275
Washington	Consultores realizan una cantidad pequeña de inspecciones bajo el agua y de puentes móviles.	99	1	7 395
Virginia Occidental		99	21	6 417

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

Fuente: TRB, 2007



Cuadro A.2. Resumen de contrataciones realizadas por Departamentos de Transporte de Estados Unidos a empresas privadas por servicios de inspección de puentes.

DOT y Fuente ⁽¹⁾	Alcance de la contratación	Año	Duración contrato	Notas
Colorado (CDOT, 2019)	Inspecciones bajo el agua de puentes en todo el estado.	2019	No se indica	Incluye aproximadamente 95 puentes en total: 50 puentes administrados por el DOT y 45 puentes administrados por gobiernos locales.
Colorado (CDOT, 2021)	Inspecciones de diferentes tipos (rutinarias, bajo el agua, elementos críticos por fractura) de puentes administrados por gobiernos locales.	2021-2025	5 años máximo	Incluye aproximadamente 5100 puentes, los cuales se dividen en 3 áreas. Cada área se le asigna a un consultor distinto (3 consultores en total).
Florida (FDOT, 2017)	Inspecciones de todo tipo de puentes administrados por gobiernos locales.	2017	2 años	Incluye aproximadamente 1000 puentes, los cuales se dividen en 2 áreas. Cada área se le asigna a un consultor distinto (2 consultores en total). Específicamente puentes del Distrito 3 de Florida.
Florida (FDOT, 2018)	Inspecciones de todo tipo de puentes administrados por gobiernos locales, inspecciones bajo el agua de puentes estatales.	2018	2 años	Incluye 887 puentes en total: 619 puentes locales y 268 puentes estatales. Específicamente puentes del Distrito 5 de Florida.
Michigan (MDOT, 2010)	Inspecciones detalladas de estructuras de puentes estatales.	2010	5 meses	Incluye 15 puentes a lo largo de rutas estatales.
Minnesota (MnDOT, 2017)	Inspección inicial (inventario) de estructuras de puentes complejas recién construidas.	2017	No se indica	Incluye 3 puentes nuevos cuya construcción estaba a punto de terminarse al momento de realizar la contratación.
Montana (MDT, 2018)	Inspecciones rutinarias de puentes estatales según sea requerido por el DOT.	2019-2021	3 años	Los puentes por inspeccionar se asignan conforme se vaya necesitando según la carga de trabajo del Departamento de Transporte.
Nevada (NDOT, 2016)	Inspecciones rutinarias de puentes estatales, así como algunas inspecciones iniciales (inventario) de puentes recién construidos.	2016-2020	4 años	Incluye aproximadamente 3850 puentes en todo el estado, 500 de ellos requieren algún método de acceso especial.
Nevada (NDOT, 2019)	Inspecciones bajo el agua de puentes estatales, así como algunas inspecciones rutinarias.	2019-2023	4 años	Incluye aproximadamente 50 puentes distribuidos en los Distritos I, II y III del estado. En 14 de ellos se debe realizar no solo inspecciones bajo el agua, sino también inspecciones rutinarias.

(1) Las referencias se pueden consultar en la sección 6.2 del informe

Cuadro A.3. Resumen de investigaciones realizadas por universidades de Estados Unidos relacionadas con la inspección de puentes que fueron financiadas por DOTs estatales o con fondos federales.

Estado	Universidad	Fuente ⁽¹⁾	Alcance de la investigación realizada	Financiamiento
Colorado	Colorado State University	(DeLoss, 2021)	Desarrollo de una herramienta con la capacidad de procesar y analizar automáticamente en pocas horas toda la información recolectada durante la inspección de un puente por medio de drones.	USDOT (federal)
Florida	Florida Atlantic University	(Galoustian, 2015)	Desarrollo de vehículos marinos no tripulados para realizar inspecciones de puentes en el agua.	Departamento de Transporte de Florida
Idaho/Utah	Utah State University	(Dorafshan et al, 2017)	Estudio de las aplicaciones de sistemas aéreos no tripulados (UAS) para inspección de puentes, con énfasis en inspección de la parte inferior del puente y detección de grietas por fatiga.	USDOT (federal)
Missouri	Missouri S&T	(Careaga, 2016)	Desarrollo de un brazo robótico que pueda ser utilizado para realizar actividades de inspección y conservación de puentes sin la necesidad de interrumpir el tráfico.	USDOT (federal)
Missouri	University of Missouri	(National Academy of Sciences, 2019)	Desarrollo de una guía dirigida a inspectores de puentes para ayudar a mejorar la consistencia de los datos recolectados durante inspecciones rutinarias. Los insumos de esta investigación han sido incluidos en documentos oficiales de AASHTO.	AASHTO, FHWA (federal)
Nuevo México	New Mexico State University	(Sullivan, 2015)	Realización de pruebas a gran escala de vigas de puentes construidas con concreto de ultra-alto desempeño, con el fin de utilizar este tipo de vigas en puentes a construirse en el futuro.	Departamento de Transporte de Nuevo México
Texas	University of Texas at Arlington	(Agor, 2019)	Aplicación de un sistema de evaluación sin contacto que permite identificar de forma precisa la ubicación de deficiencias en la superestructura del puente, sin necesidad de interrumpir el tráfico.	Departamento de Transporte de Texas

(1) Las referencias se pueden consultar en la sección 6.1 del informe