



Tipos e intervalos de inspecciones de puentes en servicio

Parte 2: Comparación entre la práctica de Costa Rica y Estados Unidos



Inspección rutinaria del puente sobre el río Holly San en la RN256.
Fuente: LanammeUCR, 2022

George Isaac Isaacs Aguilar,

*Asistente, Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural
george.isaacs@ucr.ac.cr*

Ing. Daniel Johanning Cordero,

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

Ing. Luis Guillermo Vargas Alas,

*Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural
luisguillermo.vargas@ucr.ac.cr*

Comité revisor:

Ing. Julian Trejos Villalobos,

*Coordinador Unidad de Puentes,
Programa de Ingeniería Estructural*

Ing. Rolando Castillo Barahona,

Coordinador General, Programa de Ingeniería Estructural

Introducción

Esta entrega corresponde a la segunda parte del boletín sobre tipos e intervalos de inspecciones de puentes en servicio. En la [Parte 1 del boletín](#) se describieron los diferentes tipos de inspección, sus alcances, objetivos e intervalos con base en lo establecido en el nuevo Manual de Puentes de Costa Rica Tomo I (MP-2020), el cual se encuentra en proceso de oficialización por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). En esta segunda parte, se comparan las disposiciones del MP-2020 en este tema con los antecedentes nacionales, así como la práctica correspondiente de Estados Unidos.

Como se explicó en la Parte 1 del boletín, el MP-2020 actualiza, amplía y complementa las definiciones de tipos e intervalos de inspección establecidas en el documento “Actualización del inventario técnico de los puentes de la Red Vial Nacional por medio del SAEP” del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI, 2015), que constituye el principal antecedente nacional en esta materia. Para esta actualización, el MP-2020 utilizó como principal referencia los documentos que rigen la práctica de inspección de puentes en servicio de Estados Unidos, específicamente:

- *“National Bridge Inspection Standards”* (abreviadas de ahora en adelante como NBIS, por sus siglas en inglés) de la *Federal Highway Administration* (FHWA), que corresponden a estándares para la inspección de puentes en carreteras públicas de todos los Estados Unidos (FHWA, 2022). Para el MP-2020, se utilizó como referencia la versión del 2004 de las NBIS, así como el borrador de la nueva versión, la cual fue propuesta en 2019 y oficializada en mayo de 2022.
- *“The Manual for Bridge Evaluation”* (abreviado de ahora en adelante como MBE, por sus siglas en inglés) de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), el cual contiene lineamientos para desarrollo de políticas de inspección y evaluación de puentes en servicio (AASHTO, 2018), consistentes con lo establecido en las NBIS. Para el MP-2020, se utilizó como referencia la 3.ª edición del MBE, la cual fue publicada en 2018.

En las siguientes secciones se realiza una comparación entre los tipos e intervalos de inspección contenidos en el MP-2020 (los cuales fueron presentados en la [Parte 1 de este boletín](#)), el antecedente nacional representado por el procedimiento de CONAVI (2015), y la práctica de Estados Unidos establecida en la más reciente versión de las NBIS (FHWA, 2022) y el MBE (AASHTO, 2018). Mediante esta comparación se pretende aclarar las principales semejanzas y diferencias entre los tipos e intervalos de inspección definidos en cada documento.

Comparación de los tipos de inspección según el MP-2020 con los antecedentes nacionales y la práctica de Estados Unidos

El Cuadro 1 muestra los tipos de inspección que se definen en el Capítulo 3 del MP-2020, así como los tipos de inspección equivalentes que se definen en el antecedente nacional de CONAVI (2015), y los documentos MBE (AASHTO, 2018) y NBIS (FHWA, 2022) de Estados Unidos.

Primeramente, se realizará la comparación del MP-2020 con el antecedente a nivel nacional, que corresponde al documento de CONAVI (2015). En el Cuadro 1 se observa que este documento consideraba solamente cuatro tipos de inspección: inspección de inventario, inspección rutinaria, inspección detallada e inspección de urgencia (subdividida en inspección

general de urgencia e inspección visual de daños por urgencia), los cuales todos tienen su equivalencia en el MP-2020. El concepto de estos tipos de inspección es muy similar en ambos documentos, sin embargo, en el MP-2020 se amplía con mayor detalle cada una de sus definiciones. De manera adicional, el MP-2020 agrega cuatro tipos de inspecciones más que no estaban contempladas en el documento de CONAVI, específicamente: inspección de elementos críticos por fractura, inspección bajo agua, inspección especial e inspección básica.

Por otro lado, al hacer la comparación con la práctica de Estados Unidos, se puede observar en el Cuadro 1 que siete de los ocho tipos de inspección definidos en el MP-2020 tienen su equivalencia tanto en el MBE como en las NBIS. El MP-2020 incluye además la inspección básica, la cual no está incluida en el MBE, pero sí está incluida en la última versión de las NBIS (FHWA, 2022) con el término *“Service Inspection”* o inspección de servicio.

Como se mencionó anteriormente, el MP-2020 toma como principal referencia al manual MBE y los estándares NBIS, por lo tanto, comparte muchas semejanzas con la práctica de Estados Unidos en cuanto al alcance, definición de los objetivos y la conformación del equipo de inspección para cada tipo de inspección. Sin embargo, existen algunas diferencias puntuales en las definiciones de los tipos de inspección con respecto a la práctica de Estados Unidos. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de estas diferencias:

- Para la inspección de inventario, el MBE y las NBIS indican que se debe realizar una evaluación analítica de la capacidad de carga, aspecto que no está considerado en el MP-2020.
- En la inspección de elementos críticos por fractura, tanto el MBE como las NBIS mencionan únicamente técnicas de inspección visual y evaluación no destructiva. El MP-2020, por otro lado, detalla que además de estos métodos también podrían requerirse ensayos parcialmente destructivos como parte de la inspección.
- Como se explica en la [Parte 1 de este boletín](#), el MP-2020 subdivide la inspección por eventos extremos en dos tipos, y asigna un alcance de inspección distinto a cada tipo. En el MBE y las NBIS no se hace esta distinción, y el alcance de la inspección de daños (análoga a la inspección por eventos extremos) se deja abierto según el evento y extensión del daño. En la Figura 1 se muestra una fotografía tomada durante una inspección por eventos extremos.

Cuadro 1. Tipos de inspección definidas en cada documento analizado.

MP-2020 ¹	Antecedente nacional CONAVI (2015)	Práctica de Estados Unidos	
		MBE (AASHTO, 2018)	NBIS (FHWA, 2022)
Inspección de inventario	Inspección de inventario	Inspección inicial (<i>Initial inspection</i>)	
Inspección rutinaria	Inspección rutinaria	Inspección rutinaria (<i>Routine inspection</i>)	
Inspección detallada	Inspección detallada	Inspección a profundidad (<i>In-depth inspection</i>)	
Inspección por eventos extremos Se subdivide en: - Inspección por eventos extremos 1 - Inspección por eventos extremos 2	Inspección de urgencia Se subdivide en: - Inspección general de urgencia - Inspección visual de daños por urgencia	Inspección de daños (<i>Damage inspection</i>)	
Inspección de elementos críticos por fractura	No se considera	Inspección de elementos críticos por fractura (<i>Fracture Critical Member Inspection</i>)	Inspección de elementos de acero no redundantes en tensión (<i>Nonredundant Steel Tension Member Inspection</i>)
Inspección bajo agua	No se considera	Inspección bajo agua (<i>Underwater inspection</i>)	
Inspección especial	No se considera	Inspección especial (<i>Special inspection</i>)	
Inspección básica	No se considera	No se considera	Inspección de servicio (<i>Service inspection</i>)

¹ Las definiciones de los tipos de inspección según el MP-2020 se presentan en la [Parte 1 de este boletín](#).



Figura 1. Puente sobre el río Puerto Nuevo en la RN2 después de la tormenta tropical Nate.
Fuente: LanammeUCR, 2017

Comparación de los intervalos de inspección según el MP-2020 con los antecedentes nacionales y la práctica de Estados Unidos

El Cuadro 2 muestra los intervalos para cada tipo de inspección que se establecen en el Capítulo 3 del MP-2020 y la comparación respectiva con los intervalos de inspección establecidos en el

antecedente nacional de CONAVI (2015), así como en los documentos MBE (AASHTO, 2018) y NBIS (FHWA, 2022) de Estados Unidos.

Cuadro 2. Intervalos de inspección establecidos en cada documento analizado.

Tipo de inspección	Intervalo entre inspecciones			
	MP-2020 ¹	Antecedente nacional CONAVI (2015)	Práctica de Estados Unidos	
			MBE (AASHTO, 2018)	NBIS (FHWA, 2022)
Inspección de inventario	<p>Inspección se realiza 1 sola vez, y se debe repetir en caso de que se haga una rehabilitación importante o sustitución.</p> <p>Plazo no mayor a 3 meses después de que se completa la construcción del puente y se abre al tráfico vehicular.</p>	<p>Inspección se realiza 1 sola vez, y se debe repetir en caso de que se haga una rehabilitación importante.</p> <p>No se indica plazo máximo a partir de finalización de construcción.</p>	<p>Inspección se realiza 1 sola vez, y se debe repetir en caso de que se haga una rehabilitación importante.</p> <p>Plazo no mayor a 3 meses después de que se completa la construcción del puente y se abre al tráfico vehicular.</p>	<p>Inspección se realiza 1 sola vez, y se debe repetir en caso de que se haga una rehabilitación importante o sustitución.</p> <p>Plazo no mayor a 3 meses después de que se completa la construcción del puente y se abre al tráfico vehicular.</p>
Inspección rutinaria	<p><u>Método 1:</u> Intervalo estándar de 24 meses, en casos particulares se debe reducir a 12 meses o se puede extender hasta 48 meses.</p> <p><u>Método 2:</u> 12, 24 o 48 meses (basado en riesgo).</p>	24 - 60 meses	24 - 48 meses	<p><u>Método 1:</u> Intervalo estándar de 24 meses, en casos particulares se debe reducir a 12 meses o se puede extender hasta 48 meses.</p> <p><u>Método 2:</u> 12, 24, 48 o 72 meses (basado en riesgo).</p>
Inspección detallada	<p>Inspección se realiza a solicitud del inspector o de la organización responsable de la gestión del puente.</p> <p>En caso de ser solicitada por el inspector, se especifica un plazo no mayor a 3 meses después de la emisión del informe donde se hace la solicitud.</p>	<p>Inspección se realiza a solicitud del inspector.</p> <p>No se especifica un plazo máximo después de que se hace solicitud formal.</p>	<p>Inspección se programa y se realiza a discreción de la organización responsable de la gestión del puente.</p>	

Tipo de inspección	Intervalo entre inspecciones			
	MP-2020 ¹	Antecedente nacional CONAVI (2015)	Práctica Estados Unidos	
			MBE (AASHTO, 2018)	NBIS (FHWA, 2022)
Inspección por eventos extremos	<p>Inspección se realiza después de un desastre natural o evento extraordinario.</p> <p><u>Inspección por eventos extremos 1</u>: plazo no mayor a 7 días naturales después del evento.</p> <p><u>Inspección por eventos extremos 2</u>: plazo no mayor a un mes después del evento.</p>	<p>Inspección se realiza después de un desastre natural o evento extraordinario.</p> <p><u>Inspección general de urgencia</u>: no se especifica un plazo máximo.</p> <p><u>Inspección visual de daños por urgencia</u>: plazo recomendado por el inspector</p>	<p>Inspección se realiza después de un desastre natural o evento extraordinario.</p> <p>No se especifica un plazo máximo.</p>	
Inspección de elementos críticos por fractura	<p><u>Método 1</u>: 24 meses</p> <p><u>Método 2</u>: 12, 24 o 48 meses (basado en riesgo)</p>	No se considera este tipo de inspección	24 meses	<p><u>Método 1</u>: Intervalo estándar de 24 meses, en casos particulares se debe reducir a 12 meses o se puede extender hasta 48 meses.</p> <p><u>Método 2</u>: 12, 24 o 48 meses (basado en riesgo).</p>
Inspección bajo agua	<p><u>Método 1</u>: Intervalo estándar de 60 meses, en casos particulares se debe reducir a 36 meses.</p> <p><u>Método 2</u>: 36, 60 o 72 meses (basado en riesgo).</p>	No se considera este tipo de inspección	60 - 72 meses	<p><u>Método 1</u>: Intervalo estándar de 60 meses, en casos particulares se debe reducir a 24 meses o se puede extender hasta 72 meses.</p> <p><u>Método 2</u>: 24, 60 o 72 meses (basado en riesgo).</p>
Inspección especial	Inspección se programa y se realiza a discreción de la organización responsable de la gestión del puente	No se considera este tipo de inspección	Inspección se programa y se realiza a discreción de la organización responsable de la gestión del puente	
Inspección básica	Cuando el intervalo entre inspecciones rutinarias se amplía a más de 24 meses, se realiza una inspección básica a la mitad de este intervalo.	No se considera este tipo de inspección	No se considera este tipo de inspección	Cuando el intervalo entre inspecciones rutinarias se amplía a más de 48 meses, se realiza una inspección básica a la mitad de este intervalo.

¹ Los intervalos de inspección establecidos en el MP-2020 para cada tipo de inspección se presentan en la [Parte 1 de este boletín](#).



A partir de la información mostrada en el Cuadro 2, se pueden identificar las siguientes diferencias entre el MP-2020 y el documento de CONAVI (2015) con respecto a los intervalos de inspección:

- Para la inspección rutinaria (ver Figura 2), el MP-2020 considera la evaluación de condiciones de riesgo como una de las metodologías para definir el intervalo de inspección, y establece un intervalo máximo entre inspecciones de 48 meses. Por otro lado, el documento de CONAVI no considera el enfoque de riesgo, y además permite un intervalo máximo de 60 meses entre inspecciones para puentes con poco deterioro.
- Para la inspección de inventario, el MP-2020 establece que la inspección se debe realizar en un plazo no mayor a 3 meses después de permitir el tráfico vehicular en el nuevo puente, mientras que el documento de CONAVI no especifica un plazo máximo a partir de la finalización de la construcción.
- Para la inspección detallada, el MP-2020 establece un plazo no mayor a 3 meses después de la emisión del informe donde se hace la solicitud formal para realizar esta inspección, mientras que el documento de CONAVI no especifica un plazo máximo después de realizarse la solicitud formal.

- Para la inspección por eventos extremos, el MP-2020 define un plazo máximo para cada uno de los tipos en los que se subdivide la inspección por eventos extremos (tipo 1 y tipo 2). En el caso del documento de CONAVI, este no especifica un plazo máximo para realizar la inspección general de urgencia (análoga a la inspección por eventos extremos 1), mientras que para la inspección visual de daños por urgencia (análoga a la inspección por eventos extremos 2), el plazo se deja a recomendación del inspector.

Por otro lado, a partir de la información mostrada en el Cuadro 2, se pueden identificar las siguientes diferencias entre el MP-2020 y la práctica de Estados Unidos según lo establecido en el MBE (AASHTO, 2018) y las NBIS (FHWA, 2022) con respecto a los intervalos de inspección:

- Para la inspección básica, el MP-2020 indica que se debe realizar una inspección básica cuando el intervalo entre inspecciones rutinarias es mayor a 2 años, mientras que las NBIS la requieren solamente cuando el intervalo es mayor a 4 años. Por otro lado, el MBE no considera inspecciones básicas.



Figura 2. Inspección rutinaria del puente sobre el río Corrogres en la RN27
Fuente: LanammeUCR, 2021.

- En el MP-2020 se permite utilizar un método basado en un análisis de riesgo para definir el intervalo de inspecciones rutinarias, inspecciones de elementos críticos por fractura e inspecciones de elementos bajo agua. Este método no está considerado en el MBE de AASHTO, pero sí fue incorporado en la última versión de las NBIS.
- Para la inspección detallada, el MP-2020 establece un plazo no mayor a 3 meses después de la emisión del informe donde se hace la solicitud formal para realizar esta inspección, mientras que las NBIS y el MBE no especifican un plazo máximo. La incorporación de este plazo máximo en el MP-2020 correspondió a una decisión consensuada del equipo encargado de la elaboración y revisión del manual.
- Para la inspección por eventos extremos, el MP-2020 define dos intervalos máximos distintos según el tipo específico de inspección por eventos extremos (tipo 1 o tipo 2), mientras que las NBIS y el MBE no especifican un plazo máximo. De manera similar a la inspección detallada, la incorporación de estos plazos máximos en el MP-2020 correspondió a una decisión consensuada del equipo encargado de la elaboración y revisión del manual.

Comentarios finales

En lo que respecta a los tipos e intervalos de inspección, el nuevo Manual de Puentes de Costa Rica Tomo I (MP-2020) actualiza las directrices contenidas en el procedimiento de CONAVI (2015). En el nuevo manual se hizo una revisión de los lineamientos ya definidos y se incorporó nueva información a partir de referencias de Estados Unidos, específicamente los estándares NBIS (FHWA, 2022) y el manual MBE de AASHTO (AASHTO, 2018).

Entre los principales cambios, el MP-2020 adiciona 4 tipos de inspección que no estaban contemplados en el documento de CONAVI, estas son: inspección básica, inspección especial, inspección bajo agua e inspección de elementos críticos por fractura. Además, se amplían las definiciones y alcances de los tipos de inspección que existían anteriormente. El MP-2020 también establece plazos máximos para realizar inspecciones de inventario, inspecciones

detalladas e inspecciones por eventos extremos, e incorpora una nueva metodología basada en las condiciones de riesgo de cada puente para definir los intervalos de inspección rutinaria, aspectos que no se consideraban en el documento de CONAVI.

Por otro lado, el MP-2020 comparte varias semejanzas con el manual MBE y los estándares NBIS en lo que respecta a los tipos de inspección, sus objetivos, alcances e intervalos, ya que estos documentos constituyen las principales referencias del MP-2020. En este sentido, todos los tipos de inspección contenidos en el MP-2020 tienen su equivalencia en estos documentos. Sin embargo, también existen diferencias puntuales entre ellos, por ejemplo, la subdivisión de la inspección por eventos extremos en dos tipos por parte del MP-2020, así como la definición de plazos máximos para realizar inspecciones detalladas e inspecciones por eventos extremos.

En próximos boletines se profundizará en otros temas de gran relevancia que son tratados dentro del MP-2020, específicamente el programa de capacitación de inspectores de puentes, así como el control y aseguramiento de la calidad de inspecciones de puentes.

Bibliografía

AASHTO. (2018; 2020). *The Manual for Bridge Evaluation (3rd Edition), with 2019 and 2020 Interim Revisions*. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.

CONAVI. (2015). *Actualización del Inventario técnico de los puentes de la Red Vial Nacional por medio del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP)*. Código 01-02-01-06-v1.

FHWA. (2022). *National Bridge Inspection Standards (NBIS)*. Code of Federal Regulations, Title 23, Part 650, Subpart C. Disponible en: <https://www.federalregister.gov/documents/2022/05/06/2022-09512/national-bridge-inspection-standards#h-109>



LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

PIE Programa de
Ingeniería Estructural

Ing. Alexander Oviedo Campos

Ing. Daniel Johanning Cordero

Ing. Francisco Rodríguez Bardía

Ing. Guillermo Santana Barboza, Ph.D, Asesor

*Ing. Julian Trejos Villalobos, M.Sc. y M.Eng.,
Coordinador Unidad de Puentes*

Ing. Luis Guillermo Vargas Alas

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

Tipos e intervalos de inspecciones de puentes en servicio. Parte 2: Comparación entre la práctica de Costa Rica y Estados Unidos /
Enero, 2023

Palabras clave: inspección de puentes, gestión de puentes, puentes en servicio, tipos de inspección, intervalos de inspección,
Manual de Puentes de Costa Rica, MP-2020.

 **(506) 2511-2500**

 **direccion.lanamme@ucr.ac.cr**

 **Código Postal 11501-2060**

 **www.lanamme.ucr.ac.cr**