



El nuevo manual de puentes de Costa Rica (MP-2020) y su importancia para la gestión de los puentes en servicio en Costa Rica



Fuente: LanammeUCR, 2019.

Ing. María José Rodríguez Roblero, PhD.,

*Escuela de Ingeniería Civil
maria.rodriguezroblero@ucr.ac.cr*

Ing. Andrés González León,

*Programa de Ingeniería Estructural
andres.gonzalezleon@ucr.ac.cr*

Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD.,

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

Introducción

El nuevo manual de puentes de Costa Rica, denominado Manual de Puentes de Costa Rica, Tomo I "Gestión, inspección y conservación de puentes" o simplemente MP-2020, es una herramienta fundamental para la implementación de un sistema de gestión de puentes en Costa Rica y en este boletín se presentarán las principales características del nuevo manual y su importancia para la gestión de los puentes en Costa Rica. Se describirá brevemente su proceso de elaboración, las secciones que se incluyeron y además se explicarán las acciones que se realizaron para mejorar los lineamientos vigentes para la inspección y gestión de puentes en el país.

Este nuevo manual MP-2020 busca proporcionar normativa técnica nacional oficial en materia de inspección de puentes, de forma que se cuente con criterios estandarizados y acordes con las mejores prácticas internacionales para la gestión, inspección y conservación de los puentes en el país.

La necesidad de mejorar los lineamientos para inspección y gestión de puentes que existen actualmente lo manifestó el mismo gobierno a través Contraloría General de la República (CGR) por medio del Informe n.º DFOE-IFR-IF-05-2015 en donde señaló la necesidad de la elaboración de un nuevo manual de inspección de puentes.

Proceso de elaboración del MP-2020

Para el desarrollo de este nuevo manual, se realizó un trabajo colaborativo entre miembros de la *Comisión Revisora de los Proyectos de Actualización de los Manuales de Especificaciones (CRPAME)* del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), profesionales de la *Dirección de Diseño de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes* del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), profesionales del *Programa de Ingeniería Estructural* y de la *Unidad de Normativa y Actualización Técnica* del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) y expertos nacionales e internacionales en materia de puentes.

Para este manual la participación de los profesionales del equipo revisor y colaborador por parte del MOPT y CONAVI fue continua durante el desarrollo de las diferentes secciones que incluye este manual. En la Figura 1 se muestra de forma esquemática la participación de las diferentes entidades involucradas a lo largo de las distintas etapas de elaboración del MP-2020.

Cabe mencionar que el MP-2020, conforma el Volumen 9: "Inspección, inventario y conservación de puentes" incluido en la próxima actualización del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica (CR-2020) y que actualmente se encuentra en proceso de oficialización por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). La elaboración de este manual fue asignada a la Universidad de Costa Rica, a través del LanammeUCR, en la Ley n.º 8114 y en el Decreto Ejecutivo n.º 37016 – MOPT.

¿Que contiene el nuevo Manual de Puentes de Costa Rica?

El MP-2020 consta de doce capítulos, siete apéndices y un glosario. En todos los capítulos y apéndices, se inicia con una tabla de contenidos, después se presenta una introducción, luego se desarrolla el contenido del capítulo o apéndice y se concluye con la bibliografía utilizada en cada uno. Al mantener esta estructura se facilita la consulta del documento de un tema específico en los capítulos y apéndices. A continuación, se describe brevemente el contenido de cada capítulo y apéndice del manual:

- **Capítulo 1- Introducción.** En este capítulo se incluye una breve descripción de los antecedentes históricos en normativa de inspección y sistemas de gestión de puentes en Costa Rica. Se enumeran los objetivos del nuevo manual y se delimita el alcance de éste. Se presenta una breve descripción de cada capítulo y apéndice, así como la principal normativa nacional e internacional de referencia.
- **Capítulo 2 - Sistema de gestión de puentes.** En este capítulo se describen aspectos relacionados con la implementación de un Sistema de Gestión de Puentes (SGP) en una *Organización responsable de la gestión* de estos activos, incluyendo distintas actividades que son necesarias para generar procesos adecuados de atención de puentes (ver Figura 2). Se brindan lineamientos que permitan a las diferentes organizaciones desarrollar un sistema de gestión de puentes adecuadamente, así como los requerimientos mínimos con los que debe contar la herramienta analítica (programa informático) y la información necesaria para la construcción de la base de datos de un sistema de gestión de puentes.

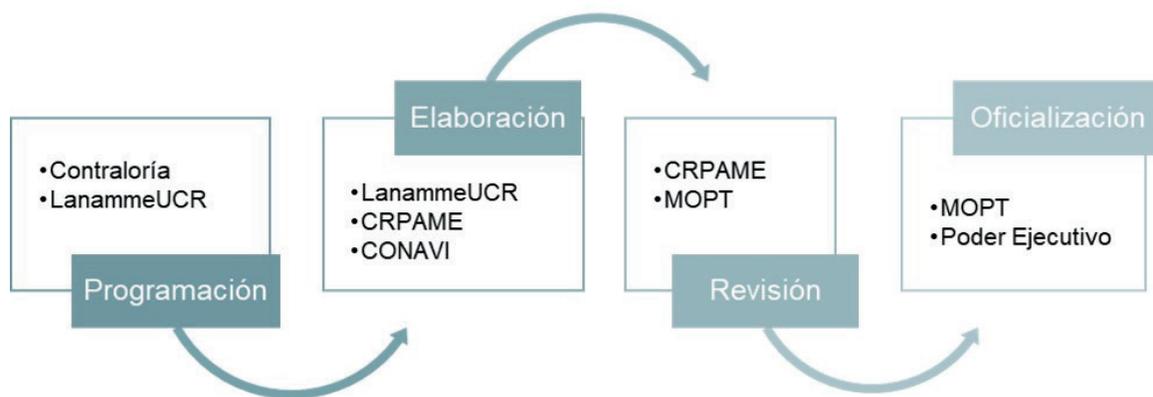


Figura 1. Instituciones involucradas en la elaboración del nuevo Manual de Puentes MP-2020

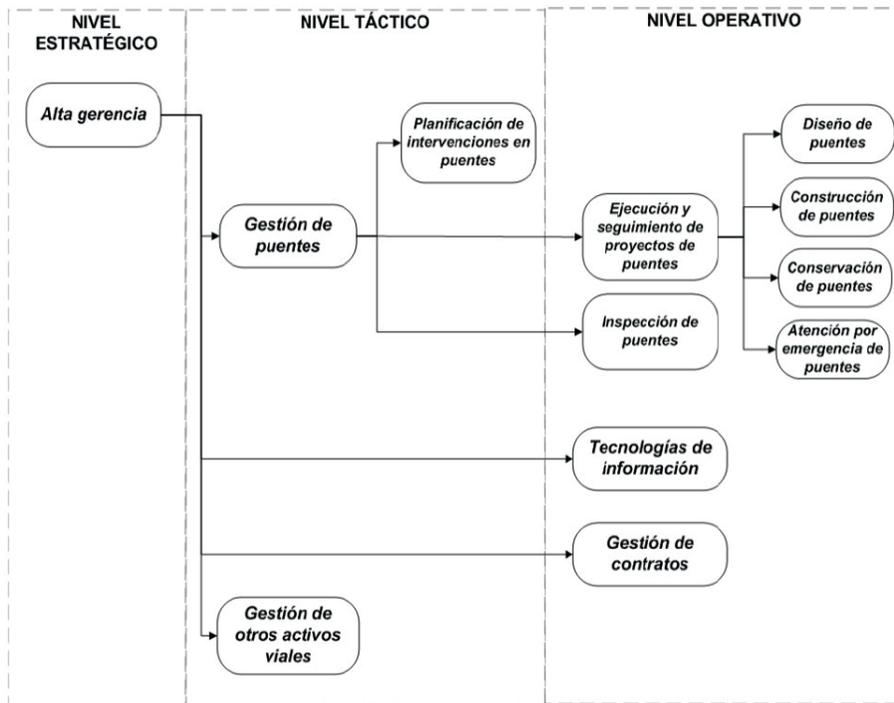


Figura 2. Actividades de un sistema de gestión de puentes de una Organización, incluido en el MP-2020.

- **Capítulo 3 - Tipos e intervalos de inspección.**

Los diferentes tipos de inspecciones más comunes que se realizan en puentes en servicio se definen en este capítulo y se indica también el intervalo de inspección recomendado con el que éstas se deben ejecutar. Los tipos de inspecciones que se consideran en este nuevo manual y el intervalo en que se recomienda realizar se resume en el Cuadro 1. Se explica también qué son hallazgos críticos y la necesidad de establecer el procedimiento de reporte de este tipo de hallazgos.

- **Capítulo 4 – Programa de inspectores de puentes.** Para asegurar que la información registrada para realizar la gestión de los puentes sea confiable y completa, es indispensable que las actividades de inspección sean desarrolladas por inspectores capacitados. Aquí se presentan los contenidos de los cursos de capacitación obligatorios para los diferentes niveles de los inspectores y también

los contenidos recomendados para los cursos que complementan el proceso de formación de los inspectores. Se define la conformación de un *Organismo de inspección de puentes* y se detallan las responsabilidades y competencias mínimas de las personas que lo conforman.

- **Capítulo 5 – Medidas de seguridad y procedimientos previos a las inspecciones.**

En este capítulo se detallan procedimientos que se deben considerar previamente para las fases de planificación y preparación de las inspecciones. También se refieren las medidas de seguridad que deben ser acatadas durante la ejecución de una inspección y se presenta el equipo de seguridad que debe ser utilizado por todo inspector según las condiciones del sitio y el tipo de inspección a realizar (ver Figura 3). Asimismo, se enumera la normativa relativa a la seguridad ocupacional aplicable a las inspecciones y se incluye una lista detallada de los equipos más comunes utilizados en la inspección de puentes.

Cuadro 1. Tipos de inspección y los intervalos con que deben realizarse, según el MP-2020.

Tipo de inspección	Intervalo
Inspección de inventario	Una vez (3 meses a partir del momento en que se completa la construcción). Se repite si el puente es rehabilitado o sustituido.
Inspección rutinaria	De 2 años hasta 4 años (según lo determine la Organización y condiciones de riesgo del puente).
Inspección detallada	A petición de la Organización o por recomendación de una inspección rutinaria
Inspección elementos críticos por fractura	2 años o intervalos asociados a condiciones de riesgo del puente (de 1 a 4 años)
Inspección bajo el agua	De 3 años hasta 6 años según condiciones de riesgo de la estructura.
Inspección especial	A petición de la Organización o por recomendación de una inspección rutinaria
Inspección por eventos extremos	Inspección por eventos extremos 1: no mayor a 7 días naturales después del evento Inspección por eventos extremos 2: no mayor a 1 mes después del evento.
Inspección básica	Si la inspección rutinaria se amplía a más de 2 años, se realiza a la mitad del intervalo establecido para la inspección rutinaria



Figura 3. Vestimenta y equipo de protección personal: 1) Chaleco de alta visibilidad retroreflectivo; 2) Dispositivo para medición de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento; 3) Cuerda de descenso y ascenso en pendientes; 4) Casco de seguridad con barbiquejo para sujeción; 5) Equipo de protección respiratoria; 6) Equipo para monitoreo de gases peligrosos; 7) Botiquín de primeros auxilios; 8) Crema de protección solar con SPF 50; 9) Guantes de protección; 10) Arnés de seguridad y líneas de vida.
Fuente: LanammeUCR, 2020.

- **Capítulo 6 – Inspección de inventario y rutinaria de puentes.** En este capítulo se describen los procedimientos generales para realizar los tipos de inspección de puentes más comunes de inventario y rutinaria (tareas preinspección, inspección y post-inspección). Se presentan los formularios generados en este manual para recopilar la información de estos tipos de inspecciones junto con la lista de elementos y componentes (con su respectivo código) a considerar en los puentes. Además, se brindan lineamientos para la preparación de los informes de estos tipos de inspección, su formato y los contenidos mínimos. También se facilita una guía para elaborar los esquemas de deficiencias, la cual incluye códigos y representación gráfica de las deficiencias más comunes. La Figura 4 muestra un ejemplo de cómo se reportan los daños observados durante una inspección en los esquemas de deficiencias de un tipo específico de puente.

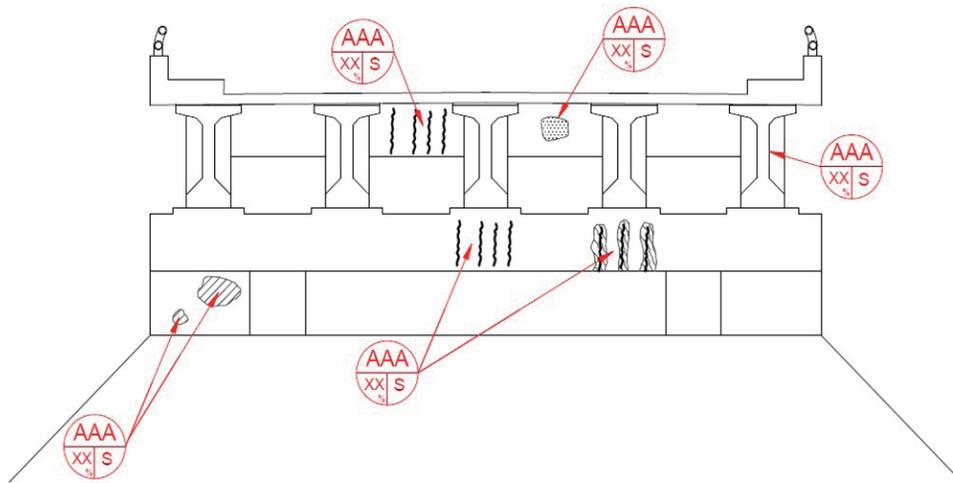


Figura 4. Esquema general y de deficiencias que muestra una sección transversal de un tipo de superestructura en combinación con la vista frontal del bastión, incluido en el MP-2020

El uso de códigos para representar las deficiencias permite incluir en los esquemas el tipo, porcentaje de extensión y la severidad de la deficiencia. Esta propuesta de esquemas permite la estandarización de la información presentada en los esquemas de deficiencias e incluidos en los informes.

- Capítulo 7 – Inspecciones detalladas.** En este capítulo se muestra el procedimiento que se debe seguir para programar y ejecutar un tipo de inspección detallada de un puente. Se enlistan algunas de las situaciones en las que se justifica realizar una inspección detallada, los requisitos que debe cumplir el plan de trabajo para realizarla y las características que deben tener los informes. Asimismo, se incluyen las generalidades de

algunos estudios especiales que pueden formar parte de una inspección detallada, por ejemplo, los ensayos no destructivos y destructivos. En la Figura 5 (a) se observa un ejemplo de un ensayo no destructivo sobre el tablero de concreto de un puente. También se presentan recomendaciones generales para la realización de inspecciones detalladas de elementos críticos a fractura, inspección de las fundaciones e inspecciones bajo el agua. En la Figura 5 (b) se observa un ejemplo de una inspección bajo el agua del elemento sumergido de la subestructura de un puente.

- Capítulo 8 - Calificación de la condición y priorización de la intervención de puentes existentes.** En esta sección se describe como la información recopilada en las inspecciones



(a)



(b)

Figura 5. (a) Métodos de ensayos no destructivos para puentes con elementos de concreto (LanammeUCR, 2015); (b) Inspección bajo el agua de la subestructura de un puente (Southern Divers Australia, 2019)

permite establecer la calificación de la condición del puente inspeccionado y asociar dicha calificación con acciones de intervención (ver Cuadro 2). En este capítulo se desarrollan las metodologías para analizar los resultados de una inspección rutinaria y obtener así una calificación de condición para los elementos, los componentes y por consiguiente del puente en general. La calificación de la condición de un elemento considera la severidad, la extensión de acuerdo con el efecto de la deficiencia observada y la función del elemento del puente evaluado. Además, se presenta una metodología de priorización de puentes basada en la calificación de la condición de los componentes y en las características que determinan la importancia y la obsolescencia del puente. Se incluyen métodos para estimar los costos de intervenciones en los elementos de un puente y de elaboración de listas de priorización de estructuras que ayuden en la toma de decisiones de intervención de los puentes según su condición.

- **Capítulo 9 – Conservación de puentes.** Aquí se describen los conceptos básicos de la conservación, tipos de conservación y los pasos para desarrollar, ejecutar y mejorar un programa de conservación de puentes. En la Figura 6 se muestra la clasificación de las acciones de intervención de puentes consideradas en el MP-2020. Las acciones de intervención están asociadas a la calificación de la condición determinada a partir de la información de las inspecciones. Además de definir el programa de

intervención recomendado para cada puente, se establece el procedimiento para realizar la conservación de estructuras de puentes y los formularios que deben ser completados para tal fin.

En el Capítulo 9 se especifican también las temáticas de los cursos relacionadas con la conservación, enfocados en gestión, inspección y ejecución recomendados para los inspectores, encargados de las labores de conservación y responsables del sistema de gestión.

- **Capítulo 10 – Evaluación de la capacidad y restricción de carga en puentes.** Se presentan los criterios mínimos para llevar a cabo la evaluación de la capacidad de carga de puentes en servicio, con el objetivo de establecer la relación entre la capacidad estructural del puente y la demanda de carga viva mínima requerida. En este capítulo se enumeran los motivos más comunes para realizar una evaluación de carga y las responsabilidades de los profesionales encargados de realizar la evaluación de la capacidad de carga. De igual manera, se definen los criterios para determinar las restricciones de carga o regulaciones de paso del tránsito sobre un puente, basándose en los resultados obtenidos de la evaluación de la capacidad de carga y en otras características relacionadas con la seguridad estructural de los puentes. En la Figura 7 se muestran ejemplos de señalización vertical que se debe colocar para advertir de una restricción de carga o regular paso del tránsito sobre un puente incluidas en el MP-2020.

Cuadro 2. Acciones de intervención recomendadas de acuerdo con la calificación de la condición de los elementos, los componentes o del puente, según el MP-2020.

Calificación de la condición del elemento, del componente o del puente	Acciones de intervención recomendadas
1 – Satisfactoria	Mantenimiento cíclico
2 – Aceptable	Mantenimiento cíclico / basado en la condición
3 – Regular	Mantenimiento basado en la condición
4 – Deficiente	Mantenimiento basado en la condición/ Rehabilitación
5 – Alarmante	Rehabilitación / Sustitución
6 – Falla inminente	Sustitución



Figura 6. Acciones de intervención en gestión de puentes incluidas en el MP-2020.



Figura 7. Ejemplos de señalización vertical de reglamentación. (a) Para prohibir el paso de vehículos pesados (SIECA, 2014); (b) Para indicar que solo un vehículo pesado a la vez debe transitar sobre un puente (SIECA, 2014); (c) Para restringir la velocidad del tránsito por un puente (SIECA, 2014).

- Capítulo 11 – Monitoreo de salud estructural en puentes.** El monitoreo de salud estructural se plantea como uno de los estudios especiales que serían aplicados a criterio de la *Organización responsable de la gestión de puentes*. El propósito de esta sección es de servir como guía para el uso del monitoreo como herramienta para la gestión de puentes. Se presentan las generalidades y principios básicos de un monitoreo de salud estructural en puentes y se describen las consideraciones para su implementación, requerimientos generales de sus componentes y la capacitación necesaria del personal a cargo de esta tarea.
- Capítulo 12 – Pruebas de carga en puentes.** Corresponden a otro de los estudios especiales que serían aplicados a criterio de la *Organización responsable de la gestión de puentes*. En este capítulo se presentan las generalidades que deben ser contempladas al realizar pruebas de carga en puentes. Además, se describen los tipos de pruebas de carga existentes, sus distintas aplicaciones, incluyendo su uso para obtener el factor de capacidad de carga (RF por sus siglas en inglés para "*Rating Factor*"), y los lineamientos generales para su ejecución y la interpretación de resultados. En la Figura 8 se muestran los tipos de pruebas de carga y la clasificación según el tipo de aplicación.

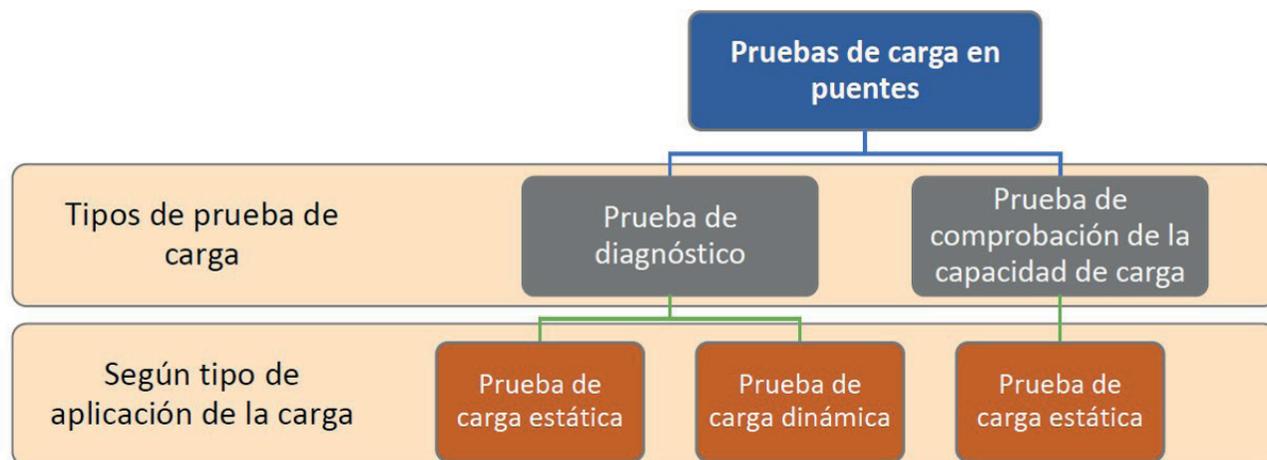


Figura 8. Tipos y clasificación de las pruebas de carga en puentes incluidas en el MP-2020.

- **Apéndice A** – Corresponde a la *Guía de uso de formularios de inspección de inventario*, en donde se describen todos los formularios de inventario y la forma en cómo se debe recopilar la información solicitada en ellos. Se explica cada uno de los datos que se incluye en los formularios y dónde se obtiene la información que se solicita. En las explicaciones se incluyen descripciones y figuras que facilitan a los inspectores la recopilación de la información. Como ejemplo se presenta en la Figura 9 una de las figuras explicativas incluidas en el nuevo manual como complemento visual para registrar los datos de los formularios de inventario del puente.

En el Apéndice A también se indica el formato del registro fotográfico para el inventario del puente y el esquema general del puente que se debe preparar en sitio. Es importante destacar que los formularios para recopilar la información de inventario son específicos para los diferentes tipos de superestructuras de

puentes considerando tanto los materiales como el tipo de superestructura. Se incluyen en total trece tipos diferentes de superestructuras.

- **Apéndice B** – Corresponde a la *Guía de uso de formularios de inspección rutinaria* y es en donde se describe de forma detallada la manera en que se debe completar el registro de la información del tipo de inspección rutinaria. En este apéndice se incluyen los formularios de inspección rutinaria y la información de referencia para determinar el grado de severidad y extensión de las deficiencias observadas en los diferentes elementos de un puente. Se incluyen tablas con la descripción de las deficiencias según el tipo de material evaluado: acero, concreto reforzado, presforzado, mampostería y madera; así como tablas con la descripción de las deficiencias específicas de acuerdo con el tipo de elemento evaluado y categoría del componente al que pertenece. Además de las tablas con la descripción del grado de deterioro de la deficiencia observada,

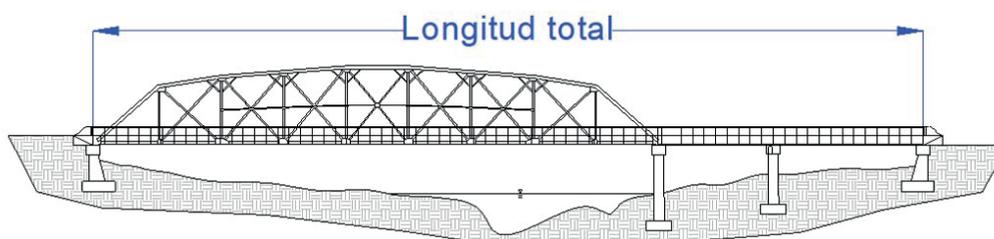


Figura 9. Ejemplo de figura incluida en Apéndice A para explicar la información que se debe incluir en el inventario, en este caso, la longitud total (entre apoyos) del puente.

en el MP-2020 se incluyen fotografías para ejemplificar como se observan deterioros reales en las diferentes severidades de una deficiencia. También se presentan esquemas que permiten facilitar la estimación de la extensión de los deterioros observados en los elementos. En el Cuadro 3 se muestra un ejemplo de las tablas que se incluyen en el MP-2020 para ayudar a determinar la severidad del deterioro, en este caso de la “corrosión” observada en elementos de acero. Mientras que en la Figura 10 se muestran las fotografías incluidas en el apéndice B del MP-2020 que presentan casos reales de corrosión para los distintos grados de severidad.

- **Apéndice C** - Corresponde a la *Guía para el uso de los formularios de conservación*, y es en donde se describen los formularios relacionados con la conservación de estructuras de puentes y cómo debe ser completada la información. Los formularios tienen como objetivo mejorar la gestión de la conservación de puentes ya que se registran las necesidades de conservación requeridas, los responsables de la supervisión y de la ejecución de los trabajos y queda evidencia del seguimiento realizado a las estructuras de puentes durante su vida útil.

Cuadro 3. Aspectos por evaluar de corrosión observada en elementos de acero

ASPECTO POR EVALUAR	SEVERIDAD			
	1	2	3	4
Corrosión	No se observa corrosión en los elementos.	Se observan puntos de oxidación. Se observa el inicio de la corrosión sin pérdida de sección.	Se observa pérdida de sección o corrosión localizada.	Se observan agujeros por corrosión que atraviesan toda la sección.



SEVERIDAD 1: No se observa corrosión



SEVERIDAD 2: Se observan puntos de oxidación en un elemento



SEVERIDAD 3: Se observa corrosión con pérdida de sección



SEVERIDAD 4: Agujero en la sección ocasionado por la corrosión

Figura 10. Ejemplo de figura incluida en Apéndice B para ayudar a los inspectores a asignar la severidad de las deficiencias.

Los formularios de conservación de puentes se agrupan en cuatro categorías: *i. Formularios de actividades de conservación solicitadas (CV-AS)*, *ii. Formularios de actividades de conservación realizadas (CV-AR)*, *iii. Registro histórico de actividades de mantenimiento cíclico (CV-HC)* y *iv. Registro histórico de actividades de mantenimiento basado en la condición (CV-HB)*. Adicionalmente, en cada una de las categorías presentadas, se realiza una separación de formularios por cada uno de los componentes del puente.

- **Apéndice D - Especificaciones generales para la conservación de puentes (CP-2020).** Son las especificaciones en donde se describen los procedimientos y consideraciones mínimas que deben ser contempladas en la ejecución de las distintas actividades de conservación, para los diferentes componentes o elementos de un puente. Para la elaboración del contenido de este apéndice se tomó como base el capítulo 6 del *Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015* (MOPT, 2015), el cual es referente a la conservación de estructuras mayores y sería la normativa reemplazada por este apéndice.
- **Apéndice E - Especificaciones técnicas para un sistema de monitoreo integral en puentes.** Corresponde a las consideraciones y requisitos técnicos por cumplir para la implementación de un sistema de monitoreo de salud estructural (MSE) integral de puentes. Se incluyen los siguientes temas: Estrategias recomendadas para la implementación de MSE; contenido (tareas) de monitoreo; requisitos en la selección de sensores; requerimientos en cuanto a la distribución de los sensores y especificaciones técnicas recomendadas para los sensores de uso frecuente.
- **Apéndice F - Guía para la calificación de la condición de puentes existentes.** Aquí se presenta la metodología para obtener la calificación de la condición de los elementos, los componentes y de los puentes de forma global. La calificación de la condición se obtiene a partir

de la extensión y la severidad de las deficiencias identificadas durante una Inspección rutinaria del puente, de acuerdo con los criterios establecidos en el Capítulo 6 y el Apéndice B que incluye este nuevo manual. Este proceso, se realiza para establecer un grado de seguridad de los puentes, además permite determinar las acciones de intervención necesarias para la conservación o el mejoramiento de la condición de los elementos, los componentes y del puente de forma global y funciona como un indicador de desempeño para la toma de decisiones en un sistema de gestión.

- **Apéndice G - Guía para la priorización de la intervención de puentes existentes.** Esta guía está orientada a definir un procedimiento para priorizar las intervenciones en puentes de acuerdo con una serie de criterios o variables, a las que se les asigna un peso ponderado o porcentaje de relevancia. Esto permite obtener una ponderación global de un puente que a su vez sirve como apoyo para identificar los puentes que deben ser intervenidos por una *Organización responsable de la gestión de puentes*, según las necesidades identificadas, los recursos disponibles y los objetivos de planteados en un sistema de gestión de puentes. En esta guía se presenta de forma detallada la metodología implementada para obtener los pesos ponderados de las distintas variables que intervienen en la ponderación global de un puente para su priorización. El proceso de priorización de puentes establecido en esta guía está relacionado con el concepto de los programas de intervención de puentes definidos en el Capítulo 8 y en el Capítulo 9 que incluye este nuevo manual.
- **Glosario.** Se recopilan las definiciones de términos y el significado de los acrónimos y las siglas utilizadas en el MP-2020. En algunas de las definiciones se incluyen también figuras para facilitar la comprensión de las definiciones técnicas. En la Figura 11 se muestra un ejemplo de la ayuda visual a través de figuras explicativas que se incluyen en el Glosario.



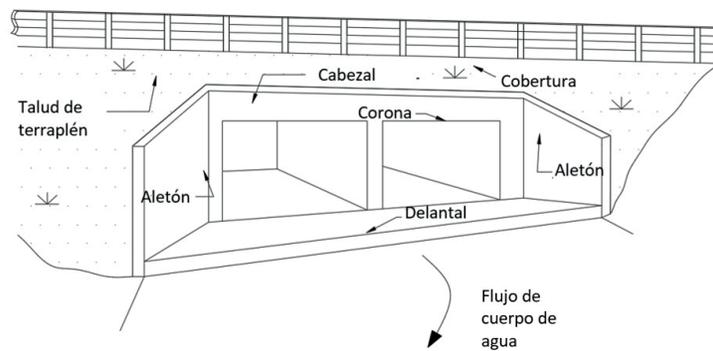


Figura 11. Ejemplo de las figuras incluidas en el glosario del MP-2020 para facilitar la comprensión de los términos empleados, en este caso los elementos de una alcantarilla (Figura G.1 del MP-2020).

Como se puede observar, este manual presenta guías para estandarizar y facilitar la recopilación de la información en sitio de las inspecciones. La información de las inspecciones es un insumo indispensable para un sistema de gestión, por lo que es fundamental que la información sea completa, consistente y objetiva. Los diferentes formularios y las guías incluidas en el MP-2020 Tomo I buscan lograr que la información obtenida en las inspecciones cumpla con estos requisitos, ya que son esenciales para una adecuada toma de decisiones y uso eficiente de los recursos disponibles en un sistema de gestión.

¿Cómo mejora el nuevo MP-2020 la normativa vigente?

Toda normativa requiere ser revisada de forma periódica para incorporar los avances en el conocimiento que se vayan desarrollando y también para realizar las mejoras necesarias que se hayan identificado en el ejercicio práctico de la misma. El manual MP-2020 Tomo I viene a establecer una actualización de los lineamientos descritos en el Manual de Inspección de Puentes de Costa Rica, vigente desde el 2007 y revisado en el 2014, el cual fue elaborado de forma conjunta por la Japan International Cooperation Agency (JICA) y la Dirección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). En la elaboración del nuevo manual se realizó la revisión e incorporación de información actualizada de referencias tanto nacionales como internacionales. Entre las referencias internacionales más relevantes están los manuales más recientes para la evaluación de puentes existentes utilizados en Estados Unidos y elaborados

por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), específicamente The Manual for Bridge Evaluation del 2018 y el Manual for Bridge Element Inspection del 2019. También se consultaron los manuales de diferentes Departamentos de Transporte (DOT por sus siglas en inglés para "Department of Transportation") de Estados Unidos, Canadá y Australia. A partir de las referencias consultadas y los lineamientos que ya se tenían como base se desarrollaron distintas acciones que vienen a mejorar la normativa actualmente utilizada por las organizaciones responsables de los puentes en Costa Rica. Entre las acciones desarrolladas para este nuevo manual se destacan:

- La inclusión de formularios específicos para los tipos de superestructuras más comunes. En el manual anterior la información estaba enfocada principalmente a superestructuras de vigas.
- La definición de diferentes tipos de inspecciones adicionales a la inspección de inventario y rutinaria y se indican las frecuencias recomendadas de los diferentes tipos de inspección.
- El establecimiento de los requisitos de capacitación y experiencia que deben cumplir los inspectores de puentes. La capacitación de los inspectores es fundamental para que la información reportada a partir de las inspecciones sea precisa, objetiva y adecuada para definir las acciones de conservación necesarias.
- Una descripción detallada de los procedimientos previos, durante y posterior a la realización de la inspección. La existencia de procedimientos claros favorece a que la información recopilada sea la requerida por el sistema de gestión de puentes.

- El nivel de detalle de la información recopilada a partir de la inspección según los lineamientos del manual MP-2020 permiten la toma de decisiones a nivel de elemento, componente, puente individual y de un conjunto de puentes.
- La información de las inspecciones permite determinar la condición de un puente y a partir de la condición es posible establecer las acciones necesarias, ya sea de conservación o mejoramiento.
- Una mejora a los criterios de evaluación de los elementos de los puentes mediante la descripción detallada de cada uno de los deterioros evaluados, se incorporan ayudas visuales (esquemas y fotografías) para facilitar la calificación de los elementos a partir de la severidad y la extensión de la deficiencia, y para estimar los porcentajes de extensión de las deficiencias.
- La consideración de que las deficiencias evaluadas para cada elemento dependen del material del cual está construido y del tipo de elemento en consideración. Se incluyen tablas específicas para elementos de concreto reforzado, concreto presforzado, acero, madera y mampostería.
- El enfoque del MP-2020 favorece la implementación de un sistema de gestión de puentes en organizaciones, independientemente de su tamaño, ya que no se establece una estructura organizacional, sino que se identifican las actividades requeridas para establecer un sistema de gestión. El procedimiento aplica a todo tipo de puente independientemente si este se ubica en una vía nacional o cantonal.

Lo anterior muestra que además de la actualización del contenido, el MP-2020 amplía el alcance del manual de inspección de puentes vigente en Costa Rica y se corrigen algunas carencias existentes en el mismo.

El manual MP-2020 y un sistema de gestión de puentes en Costa Rica

Para realizar una adecuada gestión de activos deben existir lineamientos claros para que la información utilizada en la toma de decisiones sea objetiva, precisa y completa. Este nuevo manual establece

lineamientos para la ejecución de las inspecciones de puentes en servicio y los criterios que se deben utilizar para calificar la condición de cada uno de los elementos de un puente. Además, establece los requisitos de capacitación que deben tener los inspectores de puentes, para asegurar la precisión y consistencia de la información recopilada por los inspectores.

El manual no pretende establecer una estructura organizacional para los encargados de los puentes, pero muestra claramente las actividades necesarias para la implementación de un sistema de gestión de puentes por parte de las organizaciones responsables.

El nuevo manual favorece la gestión de los puentes ya que explica y establece un procedimiento para vincular los resultados obtenidos de distintos tipos de inspecciones con las acciones de intervención para la atención de los puentes y el detalle de la información recopilada permite la toma de decisiones a nivel de elemento, componente, puente y conjunto de puentes.

La elaboración del MP-2020 permitió actualizar los lineamientos existentes de inspección de puentes en servicio. Toda normativa requiere ser revisada y actualizada de forma periódica para implementar los avances en el conocimiento e incorporar aspectos puntuales relacionados con las necesidades del país.

En el caso del nuevo manual de inspección y gestión de puentes, además de la actualización del contenido, se mejoraron los criterios de evaluación. Se incluyeron descripciones detalladas de cada uno de los deterioros evaluados y ayudas visuales para facilitar la evaluación de la condición en sitio. Al mejorar los criterios que se utilizan para la evaluación en campo, se mejorará la calidad de la información obtenida de las inspecciones realizadas, la cual es el insumo básico para elaborar un sistema de gestión.

Como se ha evidenciado, la creación del nuevo MP-2020 facilita la gestión de puentes de forma adecuada, lo que permite a las diferentes Organizaciones encargadas de los puentes hacer un uso más eficiente de los recursos y así asegurar que los puentes cumplirán su función durante la vida útil para la que fueron diseñados.

Referencias

- AASHTO. (2018). The Manual for Bridge Evaluation (3° ed.). Washington, D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO. (2019). Manual for Bridge Element Inspection (2° ed.). Washington, D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- CGR. (2015). Informe de la Auditoría Especial sobre la Gestión Relacionada con Puentes de la Red Vial Nacional (Informe n°. DFOE-IFR-IF-05-2015). San José: Contraloría General de la República.
- Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias. (Ley n°. 8114, 2001). Costa Rica.
- Manual de Especificaciones Técnicas para Realizar el Inventario y Evaluación de la Red Vial Cantonal. (Decreto Ejecutivo n°. 38578-MOPT, 2014). Costa Rica.
- MOPT (2010). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
- MOPT (2014). Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007. Actualización del capítulo 5. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
- MOPT (2015). Manual de especificaciones generales para la conservación de carreteras, caminos y puentes MCV-2015. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
- MOPT y JICA. (2007). Manual de Inspección de Puentes. Dirección de Puentes: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Oficializa el uso del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010. (Decreto Ejecutivo n°. 36388, 2012). Costa Rica.
- Reglamento al Artículo 6 de la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria n°. 8114. (Decreto Ejecutivo n°. 37016 - MOPT, 2012). Costa Rica.

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
EL NUEVO MANUAL DE PUENTES DE COSTA RICA (MP-2020) Y SU IMPORTANCIA PARA LA GESTIÓN DE
LOS PUENTES EN SERVICIO EN COSTA RICA / Diciembre, 2021

Palabras clave:

 (506) 2511-2500

 direccion.lanamme@ucr.ac.cr

 Código Postal 11501-2060

 www.lanamme.ucr.ac.cr