

## Sistema de Gestión de Puentes en el Manual de Puentes MP-2024 de Costa Rica: Un caso de aplicación de prácticas internacionales de Gestión de Activos

Luis Guillermo Vargas Alas; Julian Trejos Villalobos  
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica  
(LanammeUCR), Costa Rica

### Resumen

El trabajo presenta el desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de Puentes (SGP) en el Manual de Puentes MP-2024 de Costa Rica, elaborado por LanammeUCR bajo la supervisión del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Este manual, enfocado en mejorar el mantenimiento y la durabilidad de los puentes a lo largo de su ciclo de vida, integra prácticas internacionales basadas en AASHTO, la FHWA y las Normas ISO de gestión de activos. El SGP se estructura en componentes clave como el apoyo gerencial, la recolección de datos, la planificación estratégica, la priorización y la comunicación efectiva. Además, se analizan las funciones organizativas necesarias, las herramientas analíticas para el ciclo de vida y la mejora continua con enfoque en gestión de riesgos. Finalmente, se destacan las perspectivas futuras del MP-2024, su capacidad de actualización y su adaptación a las necesidades de gestión de infraestructura del país.

### 1. Introducción

Los sistemas de gestión de infraestructura pueden variar entre organizaciones [1]. La normalización de estos procesos busca establecer reglas básicas que permitan cumplir con estándares mínimos. Un ejemplo de esto es el conjunto de normas ISO 55000, que define requisitos fundamentales para los sistemas de gestión de distintos tipos de activos. Estas normas especifican que las organizaciones deben desarrollar normativas o guías específicas para la gestión de cada tipo de activo [2]. Este es el caso del Manual de Puentes de Costa Rica MP-2024, que incluye una serie de lineamientos para implementar un sistema de gestión de puentes.

#### 1.1. Contexto de la gestión de puentes en la red vial nacional de Costa Rica

La gestión de puentes en Costa Rica se ha desarrollado en dos frentes. Por un lado, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y su entidad ejecutora, el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), han construido nueva infraestructura de puentes mediante procesos internos de análisis de necesidades, generalmente reactivos. Estas acciones suelen ser

una respuesta a sentencias judiciales derivadas de denuncias ciudadanas, al avance de deficiencias no atendidas o a eventos extremos que afectan los puentes. Por otro lado, estas mismas entidades han impulsado esfuerzos para establecer procesos sistemáticos que permitan recolectar información actualizada de los puentes y fundamentar la toma de decisiones, promoviendo así una gestión proactiva en lugar de reactiva [3].

Desde 1958, estos esfuerzos han incluido la creación de manuales, guías y lineamientos con metodologías para la toma de decisiones, la estimación de deficiencias y costos de intervención, y la implementación de procesos eficientes de mantenimiento [1]. Sin embargo, estos esfuerzos fueron aislados hasta el 2007, cuando una colaboración con la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) identificó brechas en las capacidades de los actores clave y en los procesos de toma de decisiones. Como resultado, JICA proporcionó manuales y una herramienta informática para facilitar la recolección de datos y realizar análisis básicos [4].

A pesar de estos avances, al 2025 solo se han implementado parcialmente los procesos



propuestos por JICA, limitándose principalmente a la recolección de datos y la priorización de intervenciones. Persisten brechas en la capacidad para implementar intervenciones de mantenimiento y rehabilitación de puentes. La falta de implementación integral de estos procesos motivó la creación del MP-2024, concebido como una base para un sistema de gestión de puentes alineado con las mejores prácticas internacionales [1].

### 1.2. Objetivos y contenido del MP-2024

El objetivo principal del MP-2024 es desarrollar un documento técnico de referencia para Costa Rica que establezca criterios unificados y estandarizados para la gestión integral de puentes en todas las fases de su ciclo de vida, alineado con las mejores prácticas nacionales e internacionales [1].

Para cumplir este objetivo, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Establecer los fundamentos para un sistema de gestión de puentes que permita el planeamiento, ejecución y seguimiento eficiente y sistemático de sus necesidades.
- Garantizar la detección temprana y atención oportuna de deficiencias estructurales, priorizando la seguridad de los usuarios y la continuidad del tránsito.
- Proporcionar procedimientos uniformes para inspecciones, recolección de datos y reportes técnicos, asegurando información consistente, trazable y técnicamente sustentada.
- Optimizar la conservación de puentes mediante intervenciones costo-efectivas que prolonguen su vida útil y minimicen la necesidad de reparaciones mayores.
- Fomentar la mejora continua de la calidad, resiliencia y sostenibilidad de la red de puentes, promoviendo estructuras robustas y de baja vulnerabilidad.
- Incorporar criterios costo-efectivos, sostenibles y estéticos en las decisiones durante el ciclo de vida de las estructuras [1].

El MP-2024 se estructura en 12 capítulos que abarcan la introducción, lineamientos específicos para un sistema de gestión de puentes, temas sobre tipos e intervalos de inspecciones, requisitos y responsabilidades para inspectores, seguridad ocupacional, recolección de datos, inspecciones detalladas, análisis de información para indicadores de condición y priorización de intervenciones, estrategias de conservación, evaluación de capacidad de carga, instrumentación y pruebas de carga. Además, se desarrollaron seis apéndices que complementan y detallan los capítulos mencionados.

### 1.3. Proceso de desarrollo del MP-2024

El MP-2024 fue desarrollado por la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural y la coordinación de la Unidad de Normativa y Actualización Técnica del Programa de Infraestructura del Transporte del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR). Los ingenieros de esta unidad elaboraron los borradores iniciales de los capítulos, que fueron revisados por funcionarios del MOPT y CONAVI, quienes supervisaron la creación del documento. Este enfoque permitió integrar el respaldo académico con las experiencias prácticas de las entidades responsables de los puentes en vías nacionales de Costa Rica.

Para temas especializados, como evaluación de capacidad de carga, pruebas de carga y monitoreo de salud estructural mediante instrumentación, se recurrió a expertos en cada área.

## 2. Sistema de Gestión de Puentes (SGP) en el MP-2024

Un SGP se define en el MP-2024 [1] como un enfoque racional, estratégico y sistemático para organizar y ejecutar actividades relacionadas con la planificación, diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación menor, rehabilitación mayor y reconstrucción de puentes,

combinando, también de forma objetiva, estratégica y sistemática, herramientas ingenieriles y económicas para lograr el nivel de servicio requerido de la forma más eficiente, segura y costo-efectiva posible [5].

Acorde con esta definición, en el MP-2024 se redactaron lineamientos para implementar, consolidar o mejorar un SGP [1]. Se definieron los aspectos claves y los componentes que debería tener un SGP, las actividades necesarias dentro de una estructura organizacional para que el sistema funcione adecuadamente, las características de herramientas informáticas de apoyo y los procesos sugeridos de mejora continua.

### 2.1. Aspectos clave para la gestión de puentes en su ciclo de vida

El SGP del MP-2024 aborda aspectos clave para lograr inversiones costo-efectivas durante el ciclo de vida de los puentes [1]:

**1. Conservación a lo largo del ciclo de vida [6]:** Incluye mantenimiento cíclico y basado en la condición, cuyo costo se considera desde la conceptualización y diseño hasta la renovación o salida de operación. Estas acciones preservan el valor del puente y minimizan su deterioro, siendo estas más efectivas en estructuras sin deficiencias críticas [6].

**2. Evaluación del desempeño: [6]** Se realiza a nivel de proyectos individuales (enfoque "bottom-up") y de red (enfoque "top-down"). El enfoque individual es detallado y adecuado para proyectos a corto plazo, mientras que el de red optimiza políticas y asignación de fondos para el inventario completo. Una combinación de ambos permite mejores resultados [1]; por ejemplo, analizar puentes con alta vulnerabilidad estructural y luego formular proyectos específicos.

**3. Toma de decisiones costo-efectivas:** Promueve un enfoque sistemático y objetivo para realizar la intervención correcta en el momento adecuado, evitando subjetividad en la planificación [6].

### 2.2. Aplicación de referencias internacionales

El SGP se fundamenta en normas internacionales como ISO 55000 [2], ISO 55001 [8] e ISO 55002 [9], que aportan conceptos de gestión de activos y mejora continua. Además, se incorporaron prácticas de la FHWA y AASHTO [6], documentando componentes, estrategias, herramientas de análisis y procesos de mejora para el SGP.

## 3. Componentes del SGP

El MP-2024 [1] define 8 componentes de un SGP, basado en lo establecido por el National Highway Institute [6] de la FHWA y sustentado en las normas sobre gestión de activos ISO 55000 [2], ISO 50001 [8] e ISO 50002 [9]. En la Fig. 1 se pueden observar, de manera esquemática, estos componentes, los cuales se mencionan a continuación:

**3.1. – Involucramiento de la alta gerencia:** La participación temprana de la alta gerencia facilita la implementación del SGP como un cambio cultural, asignando recursos y fondos necesarios para su funcionamiento [1], [2], [6], [8], [9].



Fig. 1. Componentes de un SGP [1], [6] y [7]



3.2. – Estructura organizacional: La estructura jerárquica debe permitir una gestión ágil de los puentes y facilitar la comunicación interna para realizar las actividades fundamentales del SGP,

adaptándose al tamaño y necesidades de la organización [1], [2], [6], [8], [9].

3.3 – Recolección de datos: Es un proceso sistemático para obtener información completa y consistente del inventario de puentes. Cuando faltan datos, se puede recurrir al criterio profesional para completarlos, mientras estos están disponibles [1], [2], [6], [8], [9], [10].

3.4 – Coordinación en la planificación estratégica y operativa: Es esencial entre los responsables de la planificación estratégica y operativa en puentes (planificación de intervenciones), integrando retroalimentación y lecciones aprendidas para cumplir los objetivos del SGP [1], [2], [6], [8], [9].

3.5 – Coordinación entre la planificación y la ejecución de proyectos: La ejecución de proyectos debe basarse en recomendaciones de la planificación estratégica y operativa. También debe aportar retroalimentación y datos para futuras decisiones y análisis [1], [2], [6], [8], [9].

3.6 – Priorización de intervenciones: Debe basarse en datos, enfocarse en maximizar beneficios y minimizar costos y riesgos, considerando el financiamiento necesario para cerrar brechas presupuestarias [1], [2], [6], [8], [9].

3.7 – Comunicación con audiencias externas: La comunicación con usuarios e interesados externos garantiza transparencia, facilita la rendición de cuentas y puede apoyar en la obtención de recursos financieros [1], [2], [6], [8], [9].

3.8 – Herramienta analítica: Estas herramientas gestionan datos y generan información para la toma de decisiones, sirviendo como apoyo entre los demás componentes, aunque no garantizan por sí solas el éxito del SGP [1], [2], [6], [8], [9]. En la Fig. 1 se coloca al centro ya que las herramientas analíticas pueden funcionar como vínculos de

apoyo entre los 7 componentes anteriores como entradas y salidas de la misma herramienta.

#### **4. Funciones y estructura de una organización responsable de gestión de puentes**

Una organización responsable de la gestión de puentes es la entidad encargada de planificar y ejecutar distintas actividades en el inventario de puentes bajo su jurisdicción para cumplir los objetivos del SGP. La jurisdicción de la organización puede ser territorial o abarcar una carretera en particular [1].

Entre sus responsabilidades, la organización debe realizar las siguientes:

- Plantear objetivos del SGP que garanticen estructuras seguras, funcionales y durables.
- Asegurar una inversión costo-efectiva.
- Implementar los cambios culturales organizacionales necesarios [1].

La estructura organizacional debe facilitar la comunicación entre los responsables de las distintas actividades relacionadas con los puentes [1], [2], [6], [8], [9]. Estas actividades se agrupan en las siguientes 5 áreas que se muestran de forma esquemática en la Fig. 2 [1]:

- **Alta gerencia:** Enfocada en la planificación estratégica.
- **Gestión de puentes:** Incluye la planificación de intervenciones, inspecciones, ejecución y seguimiento de proyectos de diseño, construcción, reconstrucción, rehabilitación, mantenimiento y atención de emergencias.
- **Gestión de otros activos.**
- **Tecnologías de información.**
- **Gestión de contratos.**

Cabe destacar que la implementación del SGP no modifica la estructura organizacional existente de las organizaciones responsables del SGP, la cual está definida por los estatutos de creación y cuya modificación implicaría un proceso prolongado. Lo que se requiere para la implementación del

SGP es asignar responsabilidades específicas a las unidades y dependencias para coordinar actividades, procesos y comunicación de manera eficiente.

En la Fig. 2 se observa que las labores necesarias para un SGP se agrupan en tres niveles [7]:

- **Estratégico:** Se planifican portafolios o clases de proyectos con un enfoque a largo plazo para cumplir los objetivos estratégicos.
- **Táctico:** Se gestionan programas a mediano plazo que agrupan proyectos relacionados para obtener beneficios que no se podrían lograr individualmente.
- **Operativo:** Se gestionan proyectos a corto plazo para obtener productos o servicios específicos.

De esta manera, la organización asegura una gestión integral y eficiente del inventario de puentes, alineada con los objetivos del SGP.

## 5. Requisitos de herramientas analíticas para un SGP

Un SGP requiere herramientas analíticas que almacenen, analicen y faciliten el acceso a datos para la toma de decisiones. Estas herramientas pueden variar desde hojas de cálculo simples hasta sistemas complejos personalizados o comerciales [1]. Es crucial garantizar la compatibilidad entre múltiples herramientas para integrar datos eficientemente, especialmente cuando se utilizan distintas soluciones de herramientas [2], [8], [9].

### 5.1. Tipos de herramientas analíticas

Las herramientas analíticas se clasifican en los siguientes 3 tipos [1]:

- **Básica:** Utiliza hojas de cálculo o software compatible, con transferencia manual de datos. Incluye bases de datos para almacenamiento y consulta, algoritmos de priorización, identificación de acciones factibles en puentes y generación de informes básicos.

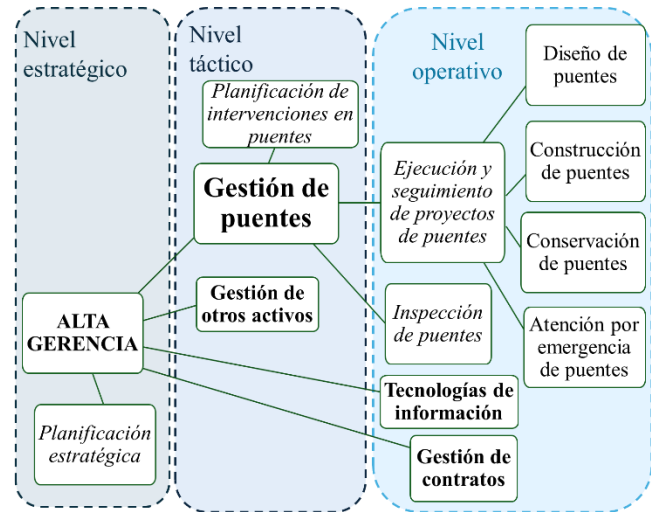


Fig. 2. Actividades que deberían existir en una estructura organizacional para un buen desempeño del SGP [1]

- **Intermedia:** Incorpora programación en hojas de cálculo para mayor eficiencia o utiliza software hecho a la medida o comercial. Además de los componentes de la herramienta básica, incluye trazabilidad, cálculo de costos y proyecciones básicas.
- **Completa:** Desarrollada con software avanzado, incluye modelos de proyección de deficiencias, optimización con escenarios y capacidad de expansión mediante programación.

### 5.2. Implementación y mejora de las herramientas analíticas en una Organización

El MP-2024 [1] plantea los siguientes pasos para realizar una implementación nueva o una mejora de las herramientas analíticas de una organización, basado en los criterios compartidos por Thompson [10]:

- a) Determinar, al menos de forma aproximada, la cantidad de puentes del inventario, los datos por recolectar, los datos disponibles y los análisis que requiere la organización. Puede que esto resulte en la necesidad de una

- combinación de componentes de los distintos tipos de herramienta.
- b) Investigar proveedores de herramientas para SGP y comunicarles las necesidades de la organización.
  - c) Verificar la disponibilidad de la herramienta en el idioma requerido.
  - d) Evaluar si se ajusta a las políticas de la organización para hospedaje en la nube, si aplica.
  - e) Solicitar a los proveedores capacitaciones sobre el uso de las herramientas.
  - f) Preseleccionar el proveedor de acuerdo con las necesidades planteadas.
  - g) Realizar una implementación piloto con versiones de prueba de las herramientas preseleccionadas y una parte del inventario. Se evalúa la incorporación de datos y análisis requeridos.
  - h) Brindar retroalimentación al proveedor sobre la experiencia de uso y solicitar mejoras identificadas.
  - i) Negociar la implementación completa con el proveedor para todo el inventario de puentes, y buscar que este la realice.
  - j) Evaluar la implementación y solicitar componentes adicionales que se hayan identificado como necesarios.
  - k) Considerar análisis complementarios mediante hojas de cálculo, si fuese necesario y buscar la compatibilidad con los datos de salida de la herramienta.

## **6. Proceso de mejora continua del SGP**

La consolidación y familiarización con un SGP abre oportunidades a las organizaciones para optimizar procesos mediante herramientas como los planes de gestión de activos, la gestión de puentes basada en desempeño y la gestión de riesgos [2], [8], [9], fortaleciendo el cumplimiento de metas y objetivos.

### **6.1. Planes estructurados para la gestión de puentes**

Un plan estructurado para la gestión de puentes es una herramienta clave para adoptar una gestión basada en desempeño, facilitando decisiones de inversión alineadas con las políticas y objetivos de la organización. Este plan, similar a un plan de negocios, comunica la necesidad de inversiones en puentes y detalla su uso, con un enfoque de largo plazo que abarca al menos 10 años [11].

Además de fomentar la rendición de cuentas y la autoevaluación crítica, el plan impulsa la incorporación de nuevas necesidades de información, beneficiando al SGP. Su desarrollo en el MP-2024 [1] sigue referencias como las normas ISO de gestión de activos [2], [8], [9], en lo referente al plan estratégico de la gestión de activos (PEGA) y guías de AASHTO, como el “Transportation Asset Management Guide: A Focus on Implementation” [11].

### **6.2. SGP basado en desempeño**

La gestión basada en desempeño aplicada a puentes no es un enfoque alternativo ni rival de la gestión de activos, sino que ambas están directamente relacionadas y se complementan. Según el MP-2024 [1], la gestión basada en desempeño comienza con el establecimiento de políticas, metas, objetivos e indicadores, que sirven como punto de partida para alinear estrategias y acciones [12].

Este enfoque estratégico, basado en datos, utiliza sistemas de información para optimizar las decisiones de inversión y priorizar intervenciones. La gestión de activos se considera una aplicación de la gestión basada en desempeño, funcionando como el motor que impulsa el desempeño de la infraestructura en términos de seguridad, operación y condición [12].

El ciclo de gestión inicia con indicadores de desempeño, continúa con monitoreo y ajustes, y fomenta la identificación de problemas, el aprendizaje y la mejora continua. Este enfoque



permite a las organizaciones migrar de prácticas reactivas, como atender solo los peores casos, hacia inversiones preventivas y costo-efectivas en mantenimiento [12]. Además, fortalece la transparencia y la rendición de cuentas, mejorando la eficiencia interna y la confianza externa en las decisiones tomadas [12].

### 6.3. Gestión del riesgo en un SGP

La gestión de riesgo en un sistema de gestión de activos, y específicamente en el SGP, trasciende el análisis de amenazas tradicionales y se enfoca en los efectos positivos y negativos de la incertidumbre sobre los objetivos organizacionales [13]. Este enfoque incluye los siguientes fundamentos clave en el MP-2024 [1], [14]:

- **Riesgos como oportunidades y amenazas:** Los riesgos no son exclusivamente negativos; también representan oportunidades para mejorar el desempeño y alcanzar objetivos.
- **Gestión integral y estructurada:** Implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas para identificar y gestionar incertidumbres que impacten las metas organizacionales.
- **Enfoque empresarial:** La gestión de riesgos debe abarcar a toda la organización, desde el nivel corporativo hasta los programas, los proyectos y las actividades. Esto incluye riesgos operativos, políticos, regulatorios, financieros, naturales, legales y de seguridad.

Este enfoque integral fortalece la capacidad de las organizaciones para tomar decisiones informadas, gestionar incertidumbres y aprovechar oportunidades estratégicas [14].

### 7. Futuras actualizaciones del MP-2024

El MP-2024 está próximo a ser oficializado por decreto en Costa Rica. Como cualquier normativa, está sujeto a un proceso de revisión continua para la mejora y actualización de sus criterios. Por esto,

conforme se vayan desarrollando las actividades del SGP se puede evaluar la propuesta incluida en el manual y realizar las mejoras respectivas.

Como parte del seguimiento a la implementación del SGP, el LanammeUCR ha desarrollado capacitaciones y trabajado con el MOPT y el CONAVI para identificar sus necesidades específicas. Estas capacitaciones son un insumo clave para garantizar una adecuada implementación del SGP, que estarán disponibles tanto para organizaciones costarricenses como a nivel internacional.

### 8. Conclusiones

El desarrollo e implementación del Manual de Puentes MP-2024 representa un paso significativo hacia la mejora de la gestión de la infraestructura de puentes en Costa Rica. Al alinearse con las mejores prácticas internacionales, como las normas ISO de gestión de activos [2], [8], [9] y las directrices de la FHWA [6] y AASHTO [11], el MP-2024 establece un SGP que promueve la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de los puentes. La implementación de un enfoque sistemático y estratégico en la planificación, ejecución y monitoreo de intervenciones permitirá optimizar los recursos, priorizar intervenciones basadas en datos y mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias y deficiencias estructurales.

Sin embargo, a pesar de los avances, la implementación integral del SGP aún enfrenta desafíos, especialmente en la ejecución de intervenciones de mantenimiento y rehabilitación. La mejora continua del SGP, mediante la evaluación constante y la incorporación de nuevas tecnologías y herramientas analíticas, será clave para alcanzar los objetivos de eficiencia y sostenibilidad a largo plazo. El MP-2024, al ser un documento vivo sujeto a actualizaciones, permitirá a las autoridades responsables del mantenimiento de los puentes de las vías de Costa Rica adaptarse



8º CONGRESO MUNDIAL  
DE MANTENIMIENTO Y  
GESTIÓN DE ACTIVOS



21 · 22 · 23  
MAYO · 2025  
Centro de Convenciones  
Cartagena de Indias - Colombia



22º Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27º Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

a los cambios y necesidades futuras, asegurando una infraestructura de puentes robusta, segura y resiliente.

### Referencias

- [1] Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Manual de Puentes MP-2024, San José, Costa Rica, 2024. Documento no publicado.
- [2] Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) e ISO, Gestión de activos: Generalidades, principios y terminología, INTE/ISO 55000:2015, 2015.
- [3] Contraloría General de la República, Informe de la Auditoría Especial sobre la Gestión Relacionada con Puentes de la Red Vial Nacional, Informe Nro. DFOE-IFR-IF-05-2015, 2015.
- [4] Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA), El Estudio sobre el Desarrollo de Capacidad en la Planificación de Rehabilitación, Mantenimiento y Administración de Puentes Basado en 29 Puentes de la Red de Carreteras Nacionales en Costa Rica, 2007.
- [5] Transportation Research Board, National Cooperative Highway Research Program Report 300: Bridge Management Systems, Washington, D.C., 1987.
- [6] National Highway Institute, FHWA-NHI-130109A: Bridge Management Fundamentals, curso en línea, Federal Highway Administration, Washington, D.C., Estados Unidos de América, 2016.
- [7] P. Agüero-Barrantes and E. Villalobos-Vega, "Gestión de puentes (Entrega I): Componentes básicos e implementación," Boletín Estructuras, vol. 4, no. 1, 2019, ISSN: 2215-4566.
- [8] Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) e ISO, Gestión de activos: Sistemas de gestión: Requisitos, INTE/ISO 55001:2015, 2015.
- [9] Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) e ISO, Gestión de activos: Directrices para la aplicación de INTE/ISO 55001, ISO 55002:2015, 2015.
- [10] P. Thompson, Bridge Management Systems, curso de capacitación, LanammeUCR,

Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2020.

[11] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Transportation Asset Management Guide: A Focus on Implementation, Washington, D.C., 2011.

[12] National Highway Institute, FHWA-NHI-130109B: Performance-Based Management of Bridges, curso en línea, Federal Highway Administration, Washington, D.C., Estados Unidos de América, 2016.

[13] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Guide for Enterprise Risk Management, Washington, D.C., 2016.

[14] Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) e ISO, Gestión de riesgos: Directrices, INTE/ISO 31000:2018, 2018.



### Luis Guillermo Vargas Alas

Ingeniero civil graduado de la Universidad de Costa Rica en 2012, con formación en ingeniería estructural y actualmente finalizando su maestría académica en esta área en la misma universidad. Tiene 12 años de experiencia en inspección de puentes en servicio, utilizando equipos de evaluación no destructiva, y desarrollando algoritmos de análisis de datos para sistemas de gestión. Ha trabajado en el análisis de deficiencias y fallas en puentes, así como en el desarrollo de normativa y guías técnicas. Desde el 2013 y hasta la actualidad se desempeña en la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR.

### Julian Trejos Villalobos

Ingeniero estructural graduado de la licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica en el 2007, con una maestría académica en Ingeniería Civil con énfasis en Estructuras en el 2018 (maestría de honor) y una maestría profesional en Ingeniería Geotécnica en el 2020, ambas de la Universidad de Costa Rica. Cuenta con 18 años de experiencia en diseño e inspección de estructuras civiles, entre los que se encuentran puentes vehiculares de hasta 120 m de longitud. Desde 2022, es coordinador del Programa de Ingeniería Estructural y de la Unidad de Puentes del LanammeUCR, liderando el equipo de inspección de puentes, fiscalización de proyectos, investigación sobre puentes y desarrollo de normativa y guías técnicas. También, es profesor de la Escuela de Ingeniería Civil desde el 2016 y del Posgrado en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica desde el 2022.

1. Nombre del autor: Luis Guillermo Vargas Alas
2. Teléfono:
  - a. Oficina: (506)2511-2730
  - b. Celular: (506)8983-8159
3. Dirección del autor:
  - a. Universidad de Costa Rica, San Pedro, Montes de Oca
  - b. E-mail: [luisguillermo.vargas@ucr.ac.cr](mailto:luisguillermo.vargas@ucr.ac.cr)
  - c. Ciudad: San José
  - d. País: Costa Rica

1. Nombre del autor: Julian Trejos Villalobos
2. Teléfono:
  - a. Oficina: (506)2511-4974
  - b. Celular: (506) 8816-6661
3. Dirección del autor:
  - a. Universidad de Costa Rica, San Pedro, Montes de Oca
  - b. E-mail: [julian.trejosvillalobos@ucr.ac.cr](mailto:julian.trejosvillalobos@ucr.ac.cr)
  - a. Ciudad: San José
  - b. País: Costa Rica