

Lecciones del colapso del puente Chancay: la necesidad de una Oficina Nacional de Puentes en el Perú

Lessons from the Chancay Bridge Collapse: The Need for a National Bridge Office in Peru

María Cárdenas-Gaudry^{1*}, J. Nicolás de Piérola²,
Elsa Carrera³, Julio M. Kuroiwa⁴,
Ronald R. Gutiérrez^{2, 4, 5}, Samuel Quisca⁶

- 1 Universidad Científica del Sur, Departamento Académico de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú.
- 2 Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de Recursos Hídricos. Lima, Perú.
- 3 Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Programa Académico de Ingeniería Civil. Lima, Perú.
- 4 Universidad Nacional de Ingeniería, Departamento Académico de Hidráulica e Hidrología. Lima, Perú.
- 5 Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- 6 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima, Perú.



Citar como: Cárdenas-Gaudry, M. *et al.* (2026). «Lecciones del colapso del puente Chancay: la necesidad de una Oficina Nacional de Puentes en el Perú». *South Sustainability*, 7(1), e147. DOI: doi.org/10.21142/SS-0701-2026-e147

Artículo recibido: 7/1/2026
Revisado por pares
Artículo aceptado: 6/5/2026



© Los autores, 2026. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

* E-mail de correspondencia:
mcardenasga@cientifica.edu.pe

Editor asociado:
Alexander Pérez Segovia

RESUMEN

El colapso del puente Chancay, ocurrido el 14 de febrero de 2025 en un eje estratégico de la carretera Panamericana, evidenció la vulnerabilidad de los puentes, asociada al envejecimiento de la infraestructura, el incremento del tránsito pesado y los impactos del cambio climático. Este evento, que causó pérdidas humanas, no es un caso aislado, sino parte de una crisis estructural agravada por la gestión fragmentada, la ausencia de monitoreo en tiempo real y normativas desactualizadas. El análisis identifica deficiencias estructurales, hidráulicas y operativas, así como limitaciones en inspecciones y monitoreo. Este *policy brief* plantea medidas de política pública para prevenir colapsos similares, como la creación de una Oficina Nacional de Puentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, orientada a centralizar la gestión y fortalecer capacidades.

Palabras clave: *infraestructura vial, gestión de puentes, resiliencia de infraestructuras, socavación, monitoreo estructural, cambio climático*

ABSTRACT

The collapse of the Chancay Bridge on February 14, 2025, on a strategic section of the Pan-American Highway, highlighted the vulnerability of bridges in Peru, due to aging infrastructure, increased heavy vehicle traffic, and the impacts of climate change. This event, which resulted in loss of life, was not an isolated case, but part of a broader structural crisis aggravated by fragmented management, the absence of real-time monitoring, and outdated regulations. In this analysis, we identify a combination of structural, hydraulic and operational deficiencies, as well as inspection and monitoring limitations. This policy brief proposes public policy measures for the prevention of similar collapses, including the creation of a National Bridge Office within the Ministry of Transport and Communications, with the aim of centralizing bridge management and strengthening institutional capacities.

Keywords: *Road infrastructure, bridge management, infrastructure resilience, scour, structural monitoring, climate change*



1. Introducción

El puente Chancay, ubicado al norte de Lima, forma parte del Eje Longitudinal PE-1 y de la carretera Panamericana. Esta infraestructura, clave para la conectividad regional, colapsó el 14 de febrero de 2025, lo que provocó la muerte de 3 personas y decenas de heridos. Este puente no solo forma parte de la red vial nacional, sino que, con la apertura del megapuerto de Chancay en noviembre de 2024, se proyecta un incremento significativo del tránsito pesado en la zona.

No obstante, el colapso del puente Chancay no es un caso aislado: el Perú enfrenta una alta vulnerabilidad de sus puentes debido a factores como el envejecimiento de la infraestructura, el impacto del cambio climático (inundaciones, crecidas de ríos), y la falta de monitoreo y gestión integral (Cacciuttolo *et al.*, 2025; Ccanccapa Puma *et al.*, 2024; Espinoza Vigil y Booker, 2023a). Por ejemplo, entre 2016 y 2017, el fenómeno de El Niño destruyó 449 puentes en el país y evidenció la insuficiente resiliencia ante eventos extremos (Ccanccapa Puma *et al.*, 2024). Muchos de estos puentes fueron construidos en las décadas de 1970 y 1980 y no cumplen con los estándares actuales de carga y seguridad (Cacciuttolo *et al.*, 2025).

La gestión de puentes en el Perú está fragmentada entre diferentes entidades, con baja capacidad de gasto y regulaciones desactualizadas (Espinoza Vigil y Booker, 2023b). La falta de monitoreo en tiempo real, evaluaciones de riesgo y sistemas de alerta temprana, así como la ausencia de una gestión sostenible y centralizada, contribuyen a la alta tasa de fallas.

En el Perú, diversos estudios evidencian serias limitaciones en la gestión de infraestructura, incluyendo baja capacidad de gasto público, regulaciones con parámetros de diseño desactualizados y dificultades para implementar metodologías modernas de evaluación del riesgo (Espinoza Vigil y Booker, 2023a; Espinoza Vigil y Booker, 2023b; Huarca Pulcha *et al.*, 2023; Espinoza Vigil y Carhart, 2024). En el caso de los puentes ribereños, se ha documentado la ausencia de intervenciones oportunas pese a su alta vulnerabilidad y a la disponibilidad de herramientas técnicas para priorizar su reforzamiento (Espinoza Vigil y Booker, 2023a; Ccanccapa Puma *et al.*, 2024; Huarca Pulcha *et al.*, 2023). Estos problemas de gobernanza dificultan la adopción de esquemas de monitoreo continuo y la priorización de inversiones a lo largo del ciclo de vida de los puentes, lo que respalda la necesidad de una instancia nacional especializada en su gestión.

Por ello, la implementación de tecnologías como sensores, sistemas de monitoreo estructural (SHM) y plataformas digitales es clave para una gestión moderna y preventiva de puentes (Brighenti *et al.*, 2024; Cacciuttolo *et al.*, 2025; He *et al.*, 2022). Además de los avances en China, Japón, Corea y Estados Unidos, países de la región

como Chile, Ecuador y Costa Rica han comenzado a desarrollar programas y sistemas de gestión de puentes que integran monitoreo, inspecciones periódicas e inventarios centralizados para priorizar intervenciones y optimizar recursos (Cervantes *et al.*, 2024; Márquez *et al.*, 2021a; Ortiz y Garita, 2021; Márquez *et al.*, 2021b; Ruiz-Barquero *et al.*, 2020; Sequeira Rojas *et al.*, 2018).

Estos esfuerzos muestran que, incluso en contextos con limitaciones presupuestales y amenazas similares a las del Perú (sismos, crecidas y deslizamientos), la incorporación de SHM, bases de datos nacionales e instancias especializadas de gestión puede mejorar la resiliencia y reducir riesgos (Valenzuela y Peña-Fritz, 2019; Cervantes *et al.*, 2024; Márquez *et al.*, 2021a; Márquez *et al.*, 2021b; Sequeira Rojas *et al.*, 2018). En este marco, el colapso del puente Chancay subraya la necesidad de una Oficina Nacional de Puentes en el Perú, que coordine el inventario, el monitoreo y la priorización de intervenciones a nivel país.

Además del componente técnico e institucional, el argumento económico es decisivo. La literatura sobre gestión de puentes muestra que el cierre o colapso de un solo puente puede generar costos sociales y económicos (tiempos de desvío, congestión, retraso de servicios de emergencia y pérdidas productivas), que superan ampliamente el costo de las intervenciones preventivas (Tran *et al.*, 2024; Sasidharan *et al.*, 2021; Contardi y La Fortezza, 2025; Thoft-Christensen, 2009; Valenzuela *et al.*, 2022). En muchos casos, los costos para los usuarios y la sociedad son un orden de magnitud mayores que los costos directos de reparación (Contardi y La Fortezza, 2025; Thoft-Christensen, 2009; Smith *et al.*, 2021). Bajo esta perspectiva de costo-beneficio y ciclo de vida, el costo operativo de una oficina nacional especializada en puentes y de sistemas de monitoreo se vuelve marginal frente a los costos asociados al colapso, la reconstrucción y la paralización de actividades estratégicas como las del megapuerto de Chancay (Sasidharan *et al.*, 2021; Frangopol *et al.*, 2017; Kušar y Srđić, 2021; Mondoro y Frangopol, 2018; Fereshthejad *et al.*, 2018; Omidian *et al.*, 2024).

En este contexto, el colapso del puente Chancay no solo revela debilidades técnicas e institucionales, sino también un uso ineficiente de los recursos públicos, y subraya la necesidad de una Oficina Nacional de Puentes que reduzca el riesgo de fallas catastróficas y sus enormes impactos económicos.

En este *policy brief* se presenta un análisis breve de las principales causas del colapso del puente Chancay, que incluyen las deficiencias estructurales acumuladas, los factores hidráulicos y geomorfológicos, y las limitaciones en las inspecciones y monitoreo. Asimismo, se propone centralizar la gestión de puentes en una entidad especializada dentro del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que supervise, evalúe y coordine

las medidas necesarias para mantener la seguridad estructural a largo plazo.

2. Enfoque y discusión

El colapso del puente Chancay revela una interacción multifacética de deficiencias estructurales, hidráulicas y operativas que, de forma acumulativa, provocaron su fallo. En esta sección se presentan los principales aspectos encontrados para esclarecer los factores críticos que contribuyeron al colapso del puente.

Deficiencias estructurales

La integridad estructural del puente de Chancay se vio comprometida por su diseño heterogéneo y su edificación por fases. Construido inicialmente en 1938, el primer tramo del puente se diseñó para una sobrecarga H20 según las normas AASHTO (2007). En 1953 se construyó un carril adicional para cumplir con las normas HS20, lo que facilitó el tráfico bidireccional. Sin embargo, esta ampliación no supuso una reevaluación de la capacidad de carga de la sección original ni un refuerzo de sus conexiones estructurales, lo que creó una disparidad en la capacidad de carga. En 1982, se añadió un puente paralelo, diseñado para una sobrecarga C30 (Cerema, 2015), que amplió aún más el eje longitudinal PE-1 a cuatro carriles.

Esta intervención descuidó el deterioro acumulado de las secciones anteriores, lo que dio lugar a un sistema estructural mixto con vulnerabilidades diferenciadas. La coexistencia de diseños con especificaciones dispares, sin una revisión exhaustiva ni un seguimiento estructural sostenido, debilitó la capacidad general del puente y elevó significativamente el riesgo de fallo bajo las demandas de carga actuales, que superan las previstas en los diseños originales.

Desde el punto de vista estructural, la evidencia disponible sugiere que la superestructura del puente no presentó una falla resistente significativa al momento del colapso y se mantuvo estructuralmente íntegra, aunque con desplazamiento global. En este sentido, el mecanismo de falla estaría principalmente asociado a la pérdida de estabilidad del pilar central, como consecuencia de procesos de socavación progresiva en su base, lo que evidencia que las principales deficiencias corresponden al sistema de soporte y cimentación, en interacción con la dinámica fluvial, más que a la superestructura del puente.

Factores hidráulicos y geomorfológicos

La interacción del puente Chancay con la dinámica fluvial del río fue un factor crítico en su colapso (Cacciuttolo *et al.*, 2025; Ccanccapa Puma *et al.*, 2024; Espinoza Vigil y Booker, 2023a). Su localización próxima a una curva del río favoreció la concentración del flujo hacia los pilares y esto intensificó los procesos de socavación local. La naturaleza trenzada y de gran pendiente del río, típica de los ríos costeros del Perú, facilitó el transporte

de grandes volúmenes de sedimentos, lo que provocó una erosión progresiva alrededor de las cimentaciones y alteraciones en la profundidad original del cauce.

Estos procesos se vieron agravados por factores antrópicos, como la extracción no regulada de material del lecho del río. Si bien este factor corresponde al ámbito de la gobernanza y regulación del uso del cauce, su efecto físico se manifiesta en la aceleración de los procesos de erosión y socavación que afectan la estabilidad estructural de los puentes. La ausencia de un monitoreo hidrológico-hidráulico continuo impidió la detección y mitigación oportuna de estos procesos naturales y antrópicos, que evolucionaron silenciosamente hasta comprometer irreversiblemente la estabilidad del puente (Cacciuttolo *et al.*, 2025; Ccanccapa Puma *et al.*, 2024; Espinoza Vigil y Booker, 2023b).

En este contexto, el uso de modelos hidráulicos bidimensionales, tales como HEC-RAS 2D (Brunner, 2021) o Iber 2D (Bladé *et al.*, 2014), en la gestión de puentes, permite a las autoridades anticipar zonas críticas de inundación y socavación bajo distintos escenarios de crecida, para facilitar la identificación temprana de riesgos y la priorización de intervenciones de mantenimiento y refuerzo estructural. Su incorporación en la toma de decisiones contribuye a reducir la incertidumbre técnica y a optimizar el uso de recursos públicos, especialmente en infraestructuras estratégicas expuestas a eventos hidrometeorológicos extremos.

Limitaciones de la inspección y el monitoreo

Las inspecciones anuales se basaban principalmente en registros administrativos estandarizados del sistema de gestión de puentes, sin incorporar de manera sistemática análisis avanzados de evolución morfológica del cauce ni evaluación estructural predictiva. Esta deficiencia se vio agravada por la falta de personal especializado, la ausencia de instrumentación técnica y una gestión descentralizada sin mecanismos de seguimiento ni coordinación (Albris *et al.*, 2020; Weichselgartner y Pigeon, 2015). La falta de una base de datos integrada impedía el registro y el análisis sistemático de la evolución histórica del puente, lo que limitaba gravemente la capacidad de anticipar riesgos y tomar decisiones informadas (Cacciuttolo *et al.*, 2025; Sizikov *et al.*, 2025; Espinoza Vigil y Booker, 2023b; Tan *et al.*, 2020). No se aplicaron las recomendaciones del informe técnico previo elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019), ni se declaró el puente en situación de emergencia, a pesar de su papel estratégico como acceso al nuevo megapuerto de Chancay. Esto evidencia una brecha crítica entre la generación de información técnica y su incorporación efectiva en la toma de decisiones públicas.

En conjunto, estos hallazgos revelan la necesidad urgente de transitar de un enfoque reactivo a uno preventivo en la gestión de puentes en el Perú. En



este contexto, se derivan las siguientes conclusiones y recomendaciones de política pública orientadas a reducir el riesgo de fallas estructurales y fortalecer la resiliencia de la infraestructura.

3. Conclusiones y recomendaciones de política pública

El análisis del colapso del puente Chancay demuestra que este evento fue consecuencia de una combinación de deficiencias estructurales, hidráulicas y operativas. Estos hallazgos subrayan, como principal lección aprendida, la necesidad urgente de crear una Oficina Nacional de Puentes dentro del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con el fin de garantizar la seguridad y la resiliencia de la infraestructura de puentes del Perú mediante un monitoreo integrado, inspecciones especializadas y actualizaciones normativas (Albris *et al.*, 2020; Weichselgartner y Pigeon, 2015; Achillopoulou *et al.*, 2020). Esta entidad debería contar con autonomía técnica y funciones de supervisión y regulación que aseguren la implementación efectiva de medidas de prevención.

Las funciones de dicha oficina pueden organizarse en dos ejes estratégicos complementarios. En primer lugar, las acciones de respuesta inmediata, orientadas al monitoreo continuo, la implementación de sistemas de alerta temprana, la realización de inspecciones especializadas y la activación de protocolos de emergencia ante riesgos inminentes. En segundo lugar, la modernización estructural del sistema de gestión de puentes, que incluye la creación de una base de datos nacional integrada, la actualización normativa, la incorporación de herramientas de modelación hidráulica y el establecimiento de un sistema obligatorio de certificación para inspectores.

Contribución de autoría

María Cárdenas-Gaudry: conceptualización, investigación, escritura del borrador original, escritura, revisión y edición, y supervisión.

Nicolás de Piérola: conceptualización, supervisión.

Elsa Carrera: investigación.

Julio Kuroiwa: investigación.

Ronald Gutiérrez: investigación.

Samuel Quisca: investigación.

Fuente de financiamiento

Autofinanciado.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este trabajo, los autores utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa con el propósito de apoyar la corrección gramatical, la mejora de la claridad del lenguaje y la traducción del manuscrito. Posteriormente, los autores revisaron y editaron cuidadosamente el contenido cuando fue necesario, y asumen plena responsabilidad por todo el contenido de la publicación.

Agradecimientos

Este *policy brief* recoge insumos de los seminarios técnicos organizados por la Asociación Peruana de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (APIHA) en febrero y marzo de 2025. Si bien los autores son miembros de la asociación, el documento se desarrolla de manera independiente y busca aportar al fortalecimiento del debate técnico en torno a la infraestructura hídrica en el país.

La presente investigación se desarrolló como parte de las actividades de MC-G como investigadora asociada en la Universidad Científica del Sur.

Referencias bibliográficas

- Achillopoulou, D. V., Mitoulis, S. A., Argyroudis, S. A. y Wang, Y. (2020).** «Monitoring of transport infrastructure exposed to multiple hazards: A roadmap for building resilience». *Science of the Total Environment*, 746, 141001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141001>
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2007).** *AASHTO LRFD bridge design specifications: SI units*. (4.ª ed.). Washington, D. C.: AASHTO.
- Albris, K., Lauta, K. y Raju, E. (2020).** «Disaster Knowledge Gaps: Exploring the Interface Between Science and Policy for Disaster Risk Reduction in Europe». *International Journal of Disaster Risk Science*, 11, pp. 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00250-5>
- Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, E., Dolz, J. y Coll, A. (2014).** «Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos». *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 30(1), pp. 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2012.07.004>
- Brighenti, F., Caspani, V. F., Costa, G., Giordano, P. F., Limongelli, M. P. y Zonta, D. (2024).** «Bridge management systems: A review on current practice in a digitizing world». *Engineering Structures*, 321, 118971. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.118971>
- Brunner, G. W. (2021).** *HEC-RAS river analysis system: 2D user's manual (Version 6.0)*. Davis: U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- Cacciuttolo, C., Muñoz, E. y Sotil, A. (2025).** «Technological Evolution of Architecture, Engineering, Construction, and Structural Health Monitoring of Bridges in Peru: History, Challenges, and Opportunities». *Applied Sciences*, 15(2), 831. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app15020831>
- Ccancapa Puma, J., Hidalgo Valdivia, A. V., Espinoza Vigil, A. J. y Booker, J. (2024).** Preserving Heritage Riverine Bridges: A Hydrological Approach to the Case Study of the Grau Bridge in Peru. *Heritage*, 7(7), pp. 3350-3371. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/heritage7070158>
- Cerema. (2015).** «Conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d'art: Annexe A-1: Évolution des règles de charges des ponts routes». Disponible en: https://piles.cerema.fr/IMG/pdf/annexe_a1_evolution_des_regles_de_charges_des_ponts_routes_cle07965e-1.pdf
- Cervantes, E., Matos, J. y Lantsoght, E. (2024).** «Bridge infrastructure in Ecuador: Challenges and solutions». *Revista de Ativos de Engenharia*, 2(2), pp. 87-103. Disponible en: <https://doi.org/10.29073/rae.v2i2.927>
- Contardi, A. y La Fortezza, F. (2025).** «Estimation of failure costs of a bridge in Italy». *International Journal of Bridge Engineering, Management and Research*, 2(2). Disponible en: <https://doi.org/10.70465/ber.v2i2.22>
- Espinoza Vigil, A. J. y Booker, J. (2023a).** «Hydrological Vulnerability Assessment of Riverine Bridges: The Bajo Grau Bridge Case Study». *Water*, 15(5), 846. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w15050846>
- Espinoza Vigil, A. J. y Booker, J. D. (2023b).** «Building national disaster resilience: Assessment of ENSO-driven disasters in Peru». *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 14(4), pp. 423-433. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-10-2022-0102>
- Espinoza Vigil, A. J. y Carhart, N. J. (2024).** «Local infrastructure governance in Peru: A systems thinking appraisal». *Infrastructure Asset Management*, 11(3), pp. 145-160. Disponible en: <https://doi.org/10.1680/jinam.22.00037>
- Fereshtehnejad, E., Hur, J., Shafieezadeh, A., Brokaw, M., Noll, B., Backs, J. y Waheed, A. (2018).** «Systematic Procedures for the Analysis of Agency and User Costs of Bridge Repair Actions». *Transportation Research Record*, 2672, pp. 116-126. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0361198118797807>
- Frangopol, D., Dong, Y. y Sabatino, S. (2017).** «Bridge life-cycle performance and cost: analysis, prediction, optimisation and decision-making». *Structure and Infrastructure Engineering*, 13, pp. 1239-1257. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15732479.2016.1267772>
- He, Z., Li, W., Salehi, H., Zhang, H., Zhou, H. y Jiao, P. (2022).** «Integrated structural health monitoring in bridge engineering». *Automation in Construction*, 136, 104168. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104168>
- Huarca Pulcha, A., Espinoza Vigil, A. J. y Booker, J. (2023).** «Prioritizing Riverine Bridge Interventions: A Hydrological and Multidimensional Approach». *Designs*, 7(5), 117. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/designs7050117>
- Kušar, M. y Srdič, A. (2021).** Bridge management system based on COST Action TU1406 findings. En: *Proceedings of the 1st Conference of the European Association on Quality Control of Bridges and Structures (Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 200, pp. 481-490)*. Cham: Springer. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-91877-4_55
- Márquez, M. A., Cabezas, R., Espinoza, F., Acuña, L., Valenzuela, M. A., Rodrigues, F. y Pinto, H. (2021a).** «Management program on monitoring Chilean bridges during operational stage». En: H. Yokota y D. M. Frangopol (eds.), *Bridge maintenance, safety, management, life-cycle sustainability and innovations* (pp. 4070-4075). Boca Raton: CRC Press. Disponible en: <https://doi.org/10.1201/9780429279119-557>
- Márquez, M. A., Valenzuela, M. A., Acuña, L. y Valenzuela, P. (2021b).** «Proposed bridge management system and quality control plan in Chile». En: H. Yokota y D. M. Frangopol (eds.), *Bridge maintenance, safety, management, life-cycle sustainability and innovations* (pp. 1977-1984). Boca Raton: CRC Press. Disponible en: <https://doi.org/10.1201/9780429279119-269>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2019).** *Informe de inspección y evaluación del puente Chancay con fichas SCAP*.
- Mondoro, A. y Frangopol, D. M. (2018).** «Risk-based cost-benefit analysis for the retrofit of bridges exposed to extreme hydrologic events considering multiple failure modes». *Engineering Structures*, 159, pp. 310-319. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.12.029>
- Omidian, P., Khaji, N. y Aghakouchak, A. A. (2024).** «A logical retrofit strategy optimization framework for resiliency bridge infrastructure management considering life-cycle cost». *Sustainable Structures*, 4(1), 000036. Disponible en: <https://doi.org/10.54113/j.sust.2024.000036>
- Ortiz, G. y Garita, C. (2021).** «A business intelligence approach to prioritize bridge maintenance activities». En: S. Farhangdoust, A. Guemes y F.-K. Chang (eds.), *Structural health monitoring 2021: Enabling next-generation SHM for cyber-physical systems—Proceedings of the 13th International Workshop on Structural Health Monitoring (IWSHM 2021)* (pp. 101-108). DEStech Publications. Disponible en: <https://doi.org/10.12783/shm2021/36245>
- Ruiz-Barquero, A., Garita, C. y Ortiz, G. (2020).** Collaborative sensor networks for structural health monitoring of bridges in Costa Rica. En *2020 XLVI Latin American Computing Conference (CLEI)* (pp. 417-426). Disponible en: <https://doi.org/10.1109/clei52000.2020.00055>



- Sasidharan, M., Parlikad, A. y Schooling, J. (2021).** «Risk-informed asset management to tackle scouring on bridges across transport networks». *Structure and Infrastructure Engineering*, 18, pp. 1300-1316. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15732479.2021.1899249>
- Sequeira Rojas, W., Loría Salazar, L. G., Rodríguez Morera, J. D., Fonseca Chaves, F. y Agüero Barrantes, P. (2018).** *Análisis a nivel estratégico de la situación de la gestión de puentes de la red vial nacional de Costa Rica*. San José: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1418>
- Sizikov, A., Høj, N. y Zmigrodzki, S. (2025).** «Bridge collapse analysis: A comparative study of global failure patterns and risk assessment based on IABSE database». En: *Proceedings of the IABSE Symposium, Tokyo 2025: Environmentally friendly technologies and structures: Focusing on sustainable approaches* (pp. 475-482). Disponible en: <https://doi.org/10.2749/tokyo.2025.0475>
- Smith, A. W., Argyroudis, S. A., Winter, M. G. y Mitoulis, S. A. (2021).** «Economic impact of bridge functionality loss from a resilience perspective: Queensferry Crossing, UK». *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Bridge Engineering*, 174(4), pp. 254-264. Disponible en: <https://doi.org/10.1680/jbren.20.00041>
- Tan, J.-S., Elbaz, K., Wang, Z.-F., Shen, J. S. y Chen, J. (2020).** «Lessons learnt from bridge collapse: A view of sustainable management». *Sustainability*, 12(3), 1205. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su12031205>
- Thoft-Christensen, P. (2009).** «Life-cycle cost-benefit (LCCB) analysis of bridges from a user and social point of view». *Structure and Infrastructure Engineering*, 5, pp. 49-57. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15732470701322818>
- Tran, H., Robert, D., Gunarathna, P. y Setunge, S. (2024).** «Estimating cost of bridge closure for bridge network rehabilitation priorities». *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(7). Disponible en: <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-14619>
- Valenzuela, M. A. y Peña-Fritz, Á. (2019).** «The state of damage on South American road bridges due to degradation and extreme events: A proposal for performance indicators». *Structure and Infrastructure Engineering*, 15(2), pp. 244-251. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15732479.2018.1547319>
- Valenzuela, M., Gonrall, J., Ampuero, J. y Espinoza, B. (2022).** «Proposal based on the social assessment methodology for a scenario in which the road network faces a bridge collapse: Case study: Seminario Bridge, Chile». En: *Proceedings of the IABSE Congress, Nanjing 2022* (pp. 1685-1692). Disponible en: <https://doi.org/10.2749/nanjing.2022.1685>
- Weichselgartner, J. y Pigeon, P. (2015).** «The Role of Knowledge in Disaster Risk Reduction». *International Journal of Disaster Risk Science*, 6, pp. 107-116. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0052-7>