



PUENTES DE ACERO

AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA IDENTIFICACIÓN Y PRONÓSTICO DE DAÑOS ESTRUCTURALES

Un equipo de académicos del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile trabaja en el desarrollo de una herramienta computacional que permitirá mejorar la inspección, detección y pronóstico de daños en puentes de estructura metálica.



Detectar y pronosticar daños en puentes de acero, a partir del uso de herramientas computacionales para procesar imágenes y analizar vibraciones en su estructura son los objetivos del proyecto Fondef IDeA, “Gestión de inspecciones en puentes de acero basado en monitoreo y pronóstico de daño, mediante integración de sensores y procesamiento de imágenes”, llevado a cabo por investigadores del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile (DIMEC U. Chile), liderados por el profesor, Enrique López; con la colaboración de especialistas de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE) y el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

“Hoy día los procedimientos de inspección de puentes en Chile son visuales, no existe una metodología sistemática y no se monitorea el daño con sensores”, dice el profesor Enrique López, quien junto al equipo del DIMEC U. Chile identificó la necesidad de desarrollar una metodología y una serie de técnicas para la inspección, detección y pronóstico de daños en puentes de estructura metálica.

“Estamos proponiendo algo bien ambicioso que no se ha hecho en ninguna parte del mundo”, destaca el profesor López, al referirse a la investigación financiada por el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef), de Conicyt, cuya ejecución iniciada en enero de 2018 contempla la construcción de un “puente prototipo” metálico en el Taller de Pilotaje del DIMEC U. Chile y el desarrollo de una herramienta computacional para medir vibraciones en forma continua, identificar patrones de movimiento ‘saludable’, cambios en estas oscilaciones, eventuales tipos de daños y puntos donde estos se encuentren”, sostiene la profesora Meruane.

“Lo novedoso de este proyecto es que integra dos tecnologías: el monitoreo con sensores de vibración y el monitoreo de imágenes para detectar grietas”, añade la académica del DIMEC U. Chile y experta en monitoreo de vibraciones para identificar problemas estructurales en puentes. Con respecto al monitoreo con sensores de vibración, la directora alterna de la investigación, Viviana Meruane, explica que se realizará un deterioro por fatiga hasta producir una fisura en el “puente prototipo”.

“Para dañar el puente vamos a hacerle cargas cíclicas con una máquina que flectará e inducirá fuerza de forma periódica con el objetivo de que aparezca una grieta. Se trata de algo similar a tomar un clip y doblarlo muchas veces hasta que termine rompiéndose por fatiga”, ejemplifica la profesora Meruane.

En Chile existen más de siete mil puentes y cerca del 50% son de estructura metálica

Al referirse al monitoreo de imágenes, la académica explica que estas serán captadas desde la altura por un dron desarrollado por los investigadores del DIMEC U. Chile para observar en qué partes de la estructura hay daño superficial.

Una vez que los registros sonoros de los sensores y los registros visuales del dron sean integrados y procesados, sus datos serán utilizados para entrenar algoritmos computacionales que, a través de técnicas de Inteligencia Artificial, *Machine Learning* (Aprendizaje de Máquina) y *Deep Learning* (Aprendizaje Profundo), constituirán el conjunto de datos experimentales que serán contrastados con datos reales de puentes metálicos dañados, provistos por MOP y EFE.

Según confirman representantes de ambas empresas, la propuesta de los investigadores del DIMEC U. Chile llega en buen momento. “Fortalecer nuestro conocimiento en monitorización remota de puentes es algo que nos parece importante, ya que se trata de un área que va en la línea de nuestro Plan Piloto de Monitoreo de Puentes”, dice Gonzalo Durán, jefe de la Unidad de Puentes de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE). El ejecutivo agrega que la compañía cuenta con un programa para supervisar el funcionamiento de sus 328 viaductos ferroviarios, por lo cual coordinaron la inspección conjunta de parte de estas obras con el académico del DIMEC U. Chile, Juan Cristóbal Zagal, y un grupo de sus estudiantes de pregrado y postgrado, con el fin de que conozcan cómo es nuestra metodología”, cuenta Durán.

En el caso del Ministerio de Obras Públicas (MOP), la recepción ha sido igualmente favorable, tal como recalca el jefe del Departamento de Puentes de la Dirección de Vialidad del MOP, Marcelo Márquez. “Ha sido una experiencia enriquecedora, ya que no solo nos ha permitido intercambiar conocimientos desde y hacia la academia, sino también desarrollar líneas de trabajo que son de nuestro interés”. Entre estas últimas, Márquez menciona el diseño de un futuro sistema de gestión, a cargo de una empresa externa, que permitirá al MOP contar con una base de datos sobre el estado de los viaductos existentes y desde la cual podrán extraer información para evaluar costos de eventuales reparaciones, definir montos a solicitar, ejecutar proyectos y mantener un programa continuo de inspección y mantenimiento de estructuras.



El desarrollo de esta herramienta computacional permitirá mejorar la gestión de inspección de puentes, abordando desde el diagnóstico hasta el pronóstico de daños en estructuras de acero.

Desafío en acero

Al ser consultado por la decisión de trabajar con estructuras metálicas, el profesor del DIMEC U. Chile, Enrique López, explica que se debe a que el comportamiento del hormigón es más conocido. “No es que no exista la necesidad de investigar en hormigón”, puntualiza el académico al constatar que en Chile existen más de siete mil puentes y que cerca del 50% son de material metálico. “En acero hay un desafío mayor, porque el estado del arte es menor y por eso decidimos aproximarnos a la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE) y al Ministerio de Obras Públicas (MOP), para invitarlos a ser nuestros socios en este proyecto”, precisa el profesor López.

“Este es el mensaje que debemos transmitir a nuestros socios”, agrega el profesor del DIMEC U. Chile, Enrique López. “Trabajar en conjunto con la academia no es tiempo perdido, porque son estos modelos y estas metodologías las herramientas que permiten definir dónde están las grietas, cuál es su tamaño y en cuánto tiempo se van a propagar”, asegura el académico del DIMEC U. Chile, quien también destaca el valor de la interdisciplina para abordar un proyecto con estas características.

“Este es un problema complejo que cada uno de nosotros por separado no lograría resolver de manera eficiente. Requeríamos contar con conocimientos de diferentes disciplinas. Ha sido muy interesante porque hemos aprendido un lenguaje en común para poder desarrollar esta iniciativa”, manifiesta López.

La iniciativa, “Gestión de inspecciones en puentes de acero basado en monitoreo y pronóstico de daño, mediante integración de sensores y procesamiento de imágenes”, está integrada por el siguiente equipo de académicos del DIMEC: Enrique López, director del proyecto y especialista en confiabilidad, mantenimiento y gestión de activos; Viviana Meruane, subdirectora y especialista del monitoreo de vibraciones; Alejandro Ortiz, a cargo del modelamiento de la grieta y del daño de las estructuras de acero; Rodrigo Palma, experto en las propiedades de los materiales; y Juan Cristóbal Zagal, cuyo trabajo está enfocado en la adquisición y optimización de las imágenes, mediante drones. También, participa el profesor de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM), Rubén Boroschek, experto en estructuras de puentes y actividad sísmica.



Escalera de Caracol
Beauchef 851