

PROYECTO UNAM

Coordinador: Roberto Arturo Gutiérrez Alcalá robargu@hotmail.com

“Los adioses”, de Haydn

Hoy, a las 20:00 horas, así como el sábado 25 y el domingo 26 (a las 12:00 horas), la Orquesta Sinfónica de Minería tocará, en la Sala Nezahualcóyotl, los conciertos para piano de Mendelssohn, una obra de Berio y la sinfonía 45, “Los adioses”, de Haydn.



Una metodología desarrollada en la FES Acatlán permite evaluar la vulnerabilidad sísmica de estas construcciones

PUENTES URBANOS MÁS SEGUROS

Durante los últimos años, la construcción de puentes en la ciudad de México y en otras urbes del país se ha incrementado con el objetivo de solucionar algunos de los múltiples problemas viales ocasionados por el intenso tránsito vehicular.

Esta novedad en el panorama citadino, así como la carencia de normas técnicas complementarias para el diseño y la construcción de puentes urbanos, despertaron el interés de Darío Rivera Vargas, investigador de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Acatlán de la UNAM, por entender cómo se comportan los puentes bajo condiciones de extrema sismicidad.

Así, Rivera Vargas emprendió hace tiempo una investigación que concluyó con una tesis doctoral, la cual, por cierto, fue premiada como la mejor a nivel nacional por parte de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica.

Posteriormente se desempeñó como investigador en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), donde empezó a elaborar una metodología con el fin de evaluar la vulnerabilidad sísmica de puentes urbanos de concreto reforzado.

“En ella establecí, a partir del tipo de daño que pueden experimentar las columnas, ciertos niveles de vulnerabilidad de los puentes: vulnerabilidad muy baja (daño nulo); baja (daño ligero); media (daño moderado); alta (daño severo) y muy alta (se pronostica el colapso de la estructura)”, dice Rivera Vargas.

Este trabajo fue publicado por el CENAPRED, en la colección “Cuadernos de investigación”, bajo el título *Evaluación simplificada de la vulnerabilidad sísmica de puentes urbanos*.

Al incorporarse a la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Rivera Vargas continuó su trabajo en esa línea; además, ha realizado estudios comparativos sobre los efectos de los sismos en puentes de otros países.

Construcciones a prueba

Antes de 1985 no había en la ciudad de México puentes esbeltos como los que ahora se han construido; tampoco, cabe decir, ha habido un fenómeno telúrico de gran magnitud que los ponga a prueba.

“Me parece que no hay que esperar la ocurrencia de otros terremotos similares al de aquel año para poner a prueba los puentes urbanos. Por eso, mis colaboradores y yo decidimos adelantarnos y evaluar los que pudieran estar en riesgo por actividades telúricas. Si se detecta a tiempo su condición de riesgo, pueden tomarse las previsiones convenientes para remediar su vulnerabilidad”, apunta el investigador.

Una experiencia fructífera en la carrera del especialista universitario y sus colaboradores consistió en revisar y evaluar, con base en su metodología, el Hanshin Expressway, un puente muy transitado de Kobe, Japón, que se colapsó durante el terremoto de 1995, así como varios puentes de California, Estados Unidos, que sufrieron daños durante los sismos de Northridge, en 1994, y Loma Prieta, en 1989.

“Con esos estudios comprobamos que nuestra metodología tiene una buena aproximación, sobre todo en lo que se refiere a los indicadores de alta vulnerabilidad, la cual se asocia al colapso inminente de una estructura. La parte que debemos afinar es la relacionada con los parámetros del daño ligero y del daño moderado que pudieran experimentar los puentes”, comenta el investigador.

Presentación en Beijing, China

La metodología desarrollada por Rivera Vargas fue presentada durante la 14th World Conference on Earthquake Engineering, la cual se llevó a cabo en Beijing, China, en 2008. Incluso, en una sesión de especialistas en puentes urbanos de concreto reforzado llamó poderosamente la atención de ingenieros de Alemania, Italia y Turquía.

Por otro lado, ha servido para formar a futuros especialistas en puentes: dos estudiantes de la FES Aragón hicieron sus respectivas tesis de especialización, precisamente sobre esa temática, y otro más recibió el grado de maestro en ingeniería en la Facultad de Ingeniería con un trabajo sobre una propuesta de cuantías de acero de refuerzo en columnas de puentes urbanos de concreto reforzado ubicados en el valle de México.

“Esta metodología fue desarrollada para guiar a las autoridades responsables de salvaguardar la estructura de los puentes. Por lo tanto, si gracias a ella se estima que la vulnerabilidad de un puente es alta, resulta imprescindible hacer un dictamen técnico con base en un análisis estructural más detallado, validado por un perito estructural”, añade el investigador de la UNAM.

Los elementos esenciales para evaluar la vulnerabilidad sísmica de un puente son: dimensiones; ubicación y caracterización de la zona (zona de lago o terreno



EN EL DF. El llamado “Segundo Piso” del Periférico es transitado cada día por cientos de miles de vehículos

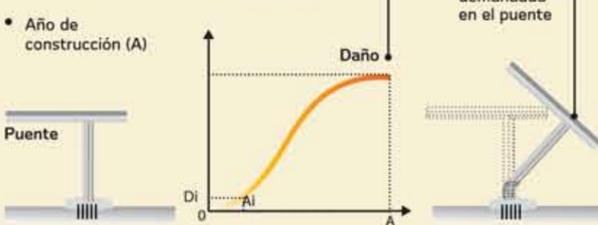
CÁLCULO MATEMÁTICO

Esta metodología consiste en hacer, a partir de ciertos datos básicos, un cálculo matemático para evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de un puente, sin calcular en detalle la resistencia de su estructura

ELEMENTOS REQUERIDOS PARA DICHA EVALUACIÓN:

- Dimensiones del puente (Di)
- Año de construcción (A)

- Ubicación y caracterización de la zona



firme); y año de construcción (en función de éste se puede tener una estimación de la resistencia estructural del puente; si es muy antiguo, en su construcción seguramente se utilizaron criterios de reglamentos nacionales o extranjeros acordes a dicho año).

Con estos datos básicos, Rivera Vargas diseñó unas tablas agrupadas en lo que llamó “catálogo de funciones de vulnerabilidad”, con las cuales se procede a determinar ciertos parámetros con base

en las características geométricas y el año de construcción del puente.

Luego se desarrolla una sencilla ecuación simple, en la que se aplican los parámetros anteriores, y se obtiene un número entre cero y uno.

“Si el resultado es 0, quiere decir que el puente no corre ningún riesgo; si es 1, significa que el puente es altamente vulnerable y va a colapsarse. Si el resultado está entre 0 y 1 (0.2, 0.4 ó 0.8), la cuestión se complica. Por ejemplo, en el caso

de 0.8, se interpreta como que el puente es altamente vulnerable, pero no va a colapsarse. De manera muy general, nuestra metodología consiste en hacer, a partir de esos datos básicos, un cálculo matemático para evaluar el nivel de vulnerabilidad de un puente, sin calcular en detalle la resistencia de su estructura.”

Columnas muy altas

Los investigadores universitarios todavía no estudian los puentes curvos, los cuales tienen diferente comportamiento durante los sismos, porque para ello necesitan tiempo y recursos. Tampoco han desarrollado aún cálculos para columnas altas, cuya relación de aspecto sea superior a seis.

“Eso me preocupa mucho porque he visto que últimamente se han atrevido a hacer columnas muy altas. En nuestra metodología se tratan casos en los que la relación de aspecto de la columna, es decir, la relación entre la altura y el peralte de la sección, es menor a seis, ya que las ecuaciones derivadas para predecir la capacidad de deformación están calibradas con pruebas experimentales de columnas de concreto reforzado acordes a dicha relación geométrica. Si la columna del puente tiene una relación de aspecto superior a seis, nuestra metodología ya no es aplicable”, finaliza Rivera Vargas. (Rafael López)

Únete a nosotros a través de facebook en el grupo KIOSKO-ELUNIVERSAL

En un reglamento

De acuerdo con el investigador Darío Rivera Vargas, los resultados de su investigación no deben quedar en congresos, publicaciones o informes académicos, sino plasmarse en un reglamento para la construcción de puentes, que tendrá que ser aplicado con toda puntualidad legal.

“Otros colegas están trabajando en diversas líneas de la prevención sísmica muy interesantes, y este cúmulo de conocimientos debe formar parte de ese reglamento. Hay que tener presente que se espera un sismo de dimensiones tan potentes como los de 1985, y la tecnología para predecir o atender esos fenómenos naturales camina lento”, dice.

Desde luego se requieren más recursos y apoyos de otras instituciones para perfeccionar metodologías como la que ha desarrollado el investigador universitario.

Por lo pronto, él y sus colaboradores harán investigación experimental en campo y laboratorio, para validar cálculos metodológicos. En cuanto al trabajo de laboratorio, someterán prototipos de columnas de puentes urbanos a fuerzas sísmicas simuladas, para estudiar su comportamiento y resistencia.



EN JAPÓN. Puente colapsado en Kobe durante el terremoto de 1995

Solamente recomendaciones

En México no hay un reglamento formal para diseñar puentes; existen, eso sí, recomendaciones como las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que en cierta manera están inspiradas en normas extranjeras, como las AASHTO.

De ahí que un puente diseñado antes de los años 70 tenga características muy distintas de otro construido en los 80, y así sucesivamente.

Sin embargo, la metodología de Rivera Vargas contempla este aspecto: al atender el año de construcción se tiene una estimación sobre las características de refuerzo dispuestas en los elementos estructurales, lo cual repercute en la vulnerabilidad de los puentes.



EN VERACRUZ. Puente carretero que se derrumbó sobre el río Tonalá

Puentes carreteros

A diferencia de los puentes urbanos, los puentes carreteros se caracterizan por salvar claros grandes, como el puente Mezcala, en Guerrero, zona altamente sísmica, y por estar levantados sobre columnas muy altas.

“Algunos constructores me han pedido extrapolar los cálculos para aplicar mi metodología a ese tipo de puentes. En principio, sí se puede; siempre y cuando resuelva el problema de las columnas altas y huecas, pues tengo resultados sólo para columnas cuya relación de aspecto es menor a 6, secciones macizas, lo cual marca la diferencia en el comportamiento sísmico”, señala el investigador universitario.