

PROYECTO UNAM

Texto: **Fernando Guzmán Aguilar**
alazul10@hotmail.com



Congreso sobre vejez y envejecimiento

La UNAM invita al Primer Congreso Internacional Interdisciplinario sobre Vejez y Envejecimiento, que se realizará del 10 al 12 de junio en la Unidad de Posgrado, en CU. Habrá conferencias, más de 250 ponencias, discusión sobre ocho ejes temáticos, mesas redondas, mentorías, simposios, talleres y actividades culturales. Registro e inscripciones en: seminarioenvejecimiento.unam.mx/Congreso/

Desarrollan sistema para depurar biogás

Armando González Sánchez, del Instituto de Ingeniería, desarrolla un sistema de enriquecimiento del biogás basado en microalgas y luz solar, con el propósito de eliminar de este combustible gases indeseables que obstaculizan el empleo de su principal componente —el metano— como energía, y así reducir la emisión a la atmósfera de este gas de efecto invernadero. Las microalgas utilizadas provienen del antiguo lago de Texcoco (destacan unas primitivas, como la *Spirulina* sp. y otras más evolucionadas, como la *Picochlorum* sp.). Esta investigación está por concluir su fase piloto.



Crean motor microscópico de vapor y luz

Pedro Quinto Su, del Instituto de Ciencias Nucleares, logró que una partícula esférica de entre seis y ocho micras, suspendida en agua, funcione como un pistón que se mueve debido a pequeñas explosiones de vapor y a la acción de un rayo láser. En el futuro, este motor microscópico —el más pequeño del mundo— podría emplearse en aplicaciones en las que se requiera generar movimiento a escalas microscópicas (por ejemplo, para interactuar con células, inyectarles ciertas moléculas o destruirlas, o para producir, a manera de una microbomba, un flujo de líquido).

Reinterpretan la zonificación sísmica

Algunos modelos convencionales se están quedando cortos en cuanto al pronóstico de la respuesta de los suelos ante un sismo en el Valle de México

Los distintos suelos del Valle de México no responden igual ante un sismo. Existen zonas con suelos o rocas generalmente firmes, otras con suelos blandos de muy baja resistencia y otras más, llamadas de transición, en las que se observan secuencias erráticas de estos materiales disímiles. El hundimiento regional, el agrietamiento, la presencia de cavidades o socavaciones, y los rellenos no controlados son algunos aspectos que aumentan la vulnerabilidad de la ciudad en caso de una acción sísmica.

“Tenemos diversas explicaciones de la manera en que los depósitos de suelo se mueven en la ciudad como respuesta a un sismo; sin embargo, estamos muy lejos de pensar que hemos agotado los esfuerzos de investigación en este tema, sobre todo luego de comprobar que algunos de los comportamientos pronosticados no coinciden con las manifestaciones en campo”, dice Silvia Raquel García Benítez, investigadora del Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM.

A pesar de que los modelos convencionales se comportan relativamente bien en unas regiones, en otras áreas específicas no responden conforme a lo esperado.

“Todavía hay una diferencia importante entre lo que un modelo pronostica y lo que se registra; esta circunstancia es compartida por los estudiosos no sólo en México, sino también en Chile, Perú, China, Japón y otros países con un gran desarrollo científico y tecnológico”, explica la investigadora universitaria.

¿Qué está sucediendo entonces? En busca de respuestas, Silvia Raquel García Benítez recurre a las matemáticas y utiliza herramientas de análisis de señales de avanzada para tratar de establecer una interpretación distinta del comportamiento de los suelos. No parte de cero, pues aprovecha toda la información geotécnica y sísmica monitoreada y generada en el Valle de México, y se inspira en las ideas de algunos de los modelos más tradicionales.

La transformada de Hilbert-Huang

Los suelos de la ciudad de México —situada en un valle endorreico, esto es, una cuenca sin salidas de agua— se formaron a partir del intenso vulcanismo y de agentes como el clima, la erosión, el transporte y la deposición de sedimentos, la deyección de cenizas y lava, y el arrastre de vegetación, que originaron una estructuración con materiales de distintos espesores y propiedades altamente variables.

“La historia y la experiencia sísmica nos muestran dónde están las respuestas más adversas para la *civitas*: los movimientos son más fuertes conforme uno se acerca al Lago (hacia el Centro Histórico o hacia el lago de Texcoco, por ejemplo) y menos severos en las zonas más rígidas (Zona de Lomas, en Ciudad Universitaria, por ejemplo). Los sismos más fuertes han puesto en evidencia la brutal amplificación y el sustancial incremento en la duración de los movimientos en la zona lacustre (donde hay materiales más blandos), comparados con los movimientos en roca o terreno firme. Dentro de la cuenca se han trazado fronteras, zonificaciones y mapeos que permiten explorar datos y, de algún modo, establecer futuros comportamientos.”

García Benítez tomó toda esta información como punto de partida para realizar una reinterpretación de la zonificación sísmica del Valle de México. En su propuesta utiliza herramientas como la transformada de Hilbert-Huang o algunas relacionadas con la teoría del caos, para estudiar el fenómeno de respuesta de los suelos ante la acción sísmica.

El propio creador de la transformada de Hilbert-Huang, el doctor Huang, compartió con el grupo de la investigadora universitaria esta herramienta como *software* con fines académicos, para que analizara ciertas condiciones en las geociencias (cabe decir que Huang ganó con ella el



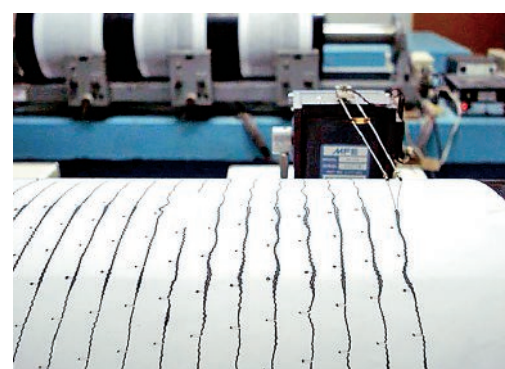
Vista del Eje Central luego del terremoto del 19 de septiembre de 1985 en la ciudad de México.

NASA's Exceptional Space Act Award 1999 y la herramienta en aplicación obtuvo el NASA Invention of the Year 2003).

“Esta interacción nos permitió posicionarnos como punta de lanza en el uso de la transformada de Hilbert-Huang para interpretar datos sísmicos y generar conclusiones sobre las respuestas que están más ligadas a la naturaleza del fenómeno: no lineal, no estacionaria, multidimensional. La posibilidad de descomponer las señales, los acelerogramas, permitió reconocer coincidencias y descartar algunas creencias que derivan del uso de herramientas obsoletas.”

Teoría del caos

Asimismo, la investigadora aplica la teoría del caos para estudiar cómo se transmiten las ondas sísmicas en las masas de suelo a partir de las manifestaciones registradas. Con herramientas topológicas de la teoría del caos ha descubierto naturalmente patrones que emergen de esta gran



Registro de un temblor en un sismógrafo.

heterogeneidad de respuestas. La alternativa topológica hace visible la discordancia en que las rocas (terreno firme) y los suelos más blandos se mueven y vibran, sobre todo durante los terremotos más severos. Así, únicamente en suelos

“¿Qué implicaciones tiene esto para las nuevas construcciones o para lo que ya está erigido? La flexibilidad y robustez de este nuevo razonamiento podrían generar diseños y reestructuraciones más eficientes y económicos”

SILVIA RAQUEL GARCÍA BENÍTEZ

Investigadora del Instituto de Ingeniería de la UNAM

blandos se observan claramente componentes armónicas que se desvanecen conforme aquéllos ganan resistencia.

Conceptos como zona geotécnica, período fundamental, duración de la fase intensa y niveles de amplificación se ven profundamente modificados, incluso invalidados, si se estudian, bajo este enfoque, los distintos materiales.

“A través de esta novedosa mirada se alerta sobre el peligro de usar indiscriminadamente herramientas restrictivas en el análisis de movimientos de terreno, a sabiendas de que es a partir de la interpretación de lo que medimos como modelamos la realidad”, señala García Benítez.

Es en este punto donde se asienta la reinterpretación propuesta por la investigadora. Debido a la extracción de agua de los acuíferos que subyacen la ciudad, los materiales más blandos se están rigidizando y, con ello, su respuesta se está trasladando hacia los patrones de comportamiento de los suelos más firmes, por lo que las fronteras o zonas se están moviendo; es decir, el tipo de respuesta ya no es el esperado.

“Como consecuencia de esto, las herramientas tradicionales de análisis y los conceptos derivados podrían ya no ser tan aplicables. Las diferencias de lo medido durante los sismos y lo pronosticado por los modelos pueden tener su origen en esta situación. Así pues, nuestras concepciones ingenieriles, sísmológicas y geotécnicas deben dejar de ser inflexibles, únicas y dictatoriales para convertirse en unos conceptos adaptables, altamente dimensionales e integradores.”

Resultados publicados

En la reinterpretación de la investigadora está contenida una caracterización neuroespacial de propiedades de los suelos y un planteamiento cognitivo de interdependencia de respuestas contra entradas sísmicas que modela variaciones graduales de respuesta en el entorno de la ciudad de México.

García Benítez sostiene que no son despreciables los esfuerzos por actualizar el reglamento de construcciones de la ciudad, pero aboga por una mayor apertura en conceptos y cotas respecto a zonas y propiedades, y en la declaración de excepciones respecto a ciertas edificaciones en zonas de la ciudad donde la realidad esté muy lejos de las hipótesis de modelado.

“¿Qué implicaciones tiene esto para las nuevas construcciones o para lo que ya está erigido? La flexibilidad y robustez de este nuevo razonamiento podrían generar diseños y reestructuraciones más eficientes y económicos.”

Cuando en algunos sitios, por ejemplo, no se pueda establecer categóricamente la zona geotécnica, se tengan fuertes dudas de los atributos dinámicos o los valores de amplificación arrojen diseños prohibitivos, las normas técnicas complementarias del Reglamento de Construcciones del DF podrían ofrecer alternativas de estudio como la desarrollada en el II de la UNAM.

Esta reinterpretación de la zonificación sísmica del Valle de México, sin zonas, podría resultar ventajosa para aquellos constructores de obras especiales como líneas del Metro, tuberías enterradas, pistas de aterrizaje, vías para tránsito automotor, etcétera, ya que con ella podrían usar un modelo integral. García Benítez ha empezado a publicar los resultados de esta reinterpretación en revistas especializadas.

“Es la primera etapa para validar su certeza y solidez científica. El siguiente paso será concientizar sobre aspectos como la rigidización de los suelos y el impacto en las condiciones en que se estudia el fenómeno y en que se reglamenta la praxis, en el contexto de las revisiones del Reglamento de Construcciones del DF”, concluye. ●