

De materiales,



FOTOS: ARCHIVO

En nuestra edición de agosto publicamos la primera parte de una interesante entrevista exclusiva dada por el Dr. Sergio Alcocer, director del Instituto de Ingeniería de la UNAM, para

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA.

Continuamos dicha plática tras pasar septiembre, cuando se recordó que estamos sobre la confluencia de tres placas tectónicas inestables, y que hace casi dos décadas se registró uno de los sismos de mayor potencia del



siglo XX, con saldos trágicos. Por tal motivo, le preguntamos si se puede hablar de un aprendizaje de los constructores, y de la población en general, que se haya traducido en mejoras en el diseño constructivo de las urbes con mayor riesgo y si hay una conciencia superior del problema.

FOTOS: ÚRSULA BERNATH

concretos y terremotos...

Un futuro con salidas

2^{da} Parte

Entrevista con el Doctor Sergio Alcocer, del Instituto de Ingeniería de la UNAM



FOTO: GUADALUPE VELASCO

ENRIQUE CHAO

Al respecto, el Ing. Alcocer señala que “en términos generales, sí. Digo en términos generales porque existe siempre una atenuación de las lecciones que se aprenden, particularmente después de los desastres y que es necesario reforzarlas. Una manera de hacerlo es mediante la ocurrencia de otro temblor importante que traiga a la memoria de la gente, a los que ya lo aprendieron, o a los que no lo aprendieron porque eran muy jóvenes, su impacto en la construcción.

Creo que los constructores ya registraron que hay que tener mayor cuidado. Igualmente, los diseñadores, y todo un sector

industrial y académico, en el sentido de que se requería un reglamento más estricto con nuevos criterios acordes con la práctica profesional.

Ese reglamento ya existe. En ese sentido es un reflejo de la evolución tenida, pero el aspecto por insistir es que se respete, se sigan esos criterios, esas normas como una práctica cotidiana para demostrar cuando venga el próximo temblor que efectivamente tenemos una ciudad con menos riesgo.

➤ **¿Qué va a ocurrir cuando venga el próximo temblor en la Ciudad de México?** Seguramente habrá daños, y algún edificio con daño importante quizá colapse. Pero creemos que las consecuencias no serán



comparables con las del sismo de 1985, si se trata de un temblor con las características similares a las del de 1985. ¿Por qué digo que habrá menos colapso? Porque desafortunadamente hay estructuras que, como sabemos, sufrieron daños y no han sido adecuadamente reforzadas y reparadas. Son las estructuras más vulnerables y pueden sufrir daños importantes. Aquéllas reparadas adecuadamente seguro sufrirán los daños “aceptables”. Cabe recordar que ante un sismo de ese tamaño sin duda habrá daños en las estructuras que habían sido reparadas e incluso también en las nuevas.

➤ **¿Qué quiere decir con “aceptable”?**
Todas las estructuras se diseñan para tolerar un cierto nivel de daño. Los reglamentos de construcción implícitamente suponen un nivel de daño “aceptable”, limitado al colapso. Evidentemente, la estructura que no puede colapsar, deberá ser reparable.

Los reglamentos están calibrados para ello. El proyecto Torre Mayor, o cualquier otro edificio, ha hecho ese tipo de hipótesis

de diseño de un cierto comportamiento ante los sismos. El caso de la Torre Mayor es muy favorable pues su tamaño en la zona donde está lo obliga a tener un comportamiento, diría yo, de baja respuesta, comparado con la de otros edificios en esa misma zona; inmuebles de la mitad del tamaño de la Torre Mayor, que por la característica dinámica se solicitaría más que la propia Torre Mayor.

Ésta, como la Torre de PEMEX, o la Latinoamericana son tan altas que su respuesta será pequeña en general a los temblores característicos de la ciudad de México, y no tendrán un daño significativo. En el caso de la Torre Mayor será interesante, no tanto en la

estructura, como en los acabados, por los desplazamientos que se presenten. Igual, con los acabados en los vidrios en sus fachadas de granito, para ver si pueden soportar esas situaciones.

➤ **La normalización del acero mediante pruebas de resistencia a los más diferentes tipos de tensión y las mezclas cemento-agregados con miras a un concreto más resistente y duradero son empleados cada vez más para la construcción de grandes presas, túneles, carreteras, periféricos con segundos pisos, viviendas, edificios de oficinas y líneas de suministro de agua y energía...¿se cuenta en la república con técnicas de construcción adecuadas y mejores materiales para enfrentar sismos de gran magnitud?**

Diría que en términos generales ha habido una mejora en ese tipo de técnicas o en el establecimiento de criterios y especificaciones, y en el seguimiento. Pero, hay que reconocer que ese seguimiento es muy

heterogéneo en el país. En la ciudad de México se avanzó mucho por las consecuencias que hubo.

Sin embargo, no creo que ese desarrollo se haya dado de manera uniforme en otras partes del país. Ahí, uno de los temas comentados es la conveniencia de establecer centros de desarrollo de investigación, pero sobre todo de apoyo hacia la construcción en materia de aseguramiento de la calidad en varias partes de la república, pero establecidos con un criterio común.

Si bien hay laboratorios de prueba, el que hayan instituciones que apoyen a toda la región, como lo que hacen los servicios técnicos, se traduce en un mejoramiento de la calidad de la construcción. Lo que hay son laboratorios independientes, que si bien tratan de seguir una normatividad similar, la realidad es que tienen una visión heterogénea...

➤ **¿Y comparten resultados?**

No, porque como son empresas privadas, cada quien es muy celoso de sus resultados y no los comparten.

➤ **Se afirma que “aunque sea casi imposible predecir la manifestación de un sismo, si las técnicas constructivas se utilizan bien, con miras a responder de manera positiva al impacto sísmico, las proporciones de los desastres son menores”. Todo lo contrario ocurre cuando las especificaciones técnicas se dejan a un lado para atender a otros intereses. ¿La nueva normativa y las medidas preventivas han sido observadas por los constructores del país a raíz de los terremotos de 1985? ¿Acaso ya no hay corrupción ni caos urbano? ¿Realmente estamos en este asunto en una de las urbes más seguras? ¿Qué falta?**

En las estructuras formales, aquéllas en las cuales se debe de contar con el diseño de un ingeniero estructural, se siguen los reglamentos de construcción, y sin duda, el nivel de seguridad ha mejorado. Lo que no se puede garantizar es que todas las estructuras, que son las estructuras formales, hayan cumplido cabalmente las

normas y los reglamentos. Y no tanto, a veces por dolo, porque no se cumplan por sacar alguna ventaja, sino que en ocasiones son erróneamente interpretados.

Esto tiene que ver igualmente con el nivel heterogéneo de preparación de la ingeniería en nuestro país. Tiene que ver con las estructuras, en donde debemos reconocer que, si bien tenemos firmas de nivel competitivo internacional, hay otro grupo, nada despreciable en número, que no está en esas condiciones.

Evidentemente, esto mismo sucede en Japón y en Estados Unidos; hay muy buenas firmas y hay otro grupo de gente que hace diseños no muy sólidos desde el punto de vista mecánico estructural. Pero, quizás en nuestro país esa diferencia es más pronunciada.

“ Lo que hay son laboratorios independientes, que si bien tratan de seguir una normatividad similar, la realidad es que tienen una visión heterogénea...”

Por otro lado, está el sector informal, que es un sector que no se puede atacar a través de tener un reglamento. Por un lado, es un sector en término de volumen que es mayor en nuestro país; en la ciudad de México 60 o 70% de la construcción de viviendas es del sector informal. No siguen un reglamento, ni siquiera se apoyan en un ingeniero o un arquitecto. Construyen en base a la experiencia del maestro de obras o a la experiencia de un amigo que le va a ayudar a construir la casa.

Es ahí donde debemos insistir. Por un lado, el sector académico y, por otro, el sector público y las autoridades. También el sector de los fabricantes, porque ellos les siguen vendiendo el cemento o la varilla, y finalmente todos los insumos para la construcción. No es suficiente que utilicen materiales de buena calidad, sino que los utilicen bien, coloquen bien el refuerzo y mezclen bien el cemento, para

Semblanza

SERGIO MANUEL ALCOGER MARTÍNEZ DE CASTRO

Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería, UNAM, y doctor en Ingeniería de la Universidad de Texas, en Austin. Desde 1994 es Investigador Nacional. Fue director de Investigación del Centro Nacional de Prevención de Desastres. Actualmente es director del Instituto de Ingeniería de la UNAM. En la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM, es profesor de los cursos "Comportamiento de Elementos de Concreto Reforzado" y "Comportamiento de Estructuras de Concreto Reforzado".

Ha sido coordinador del proyecto de instalación y operación de la nueva mesa vibradora del Instituto de Ingeniería. Recientemente recibió la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2001 en el área de Innovación Tecnológica y Diseño Industrial y el Premio de Investigación 2001 de la Academia Mexicana de Ciencias en el área de Investigación Tecnológica. Es presidente del Comité de Revisión de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y miembro del Comité de Revisión de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del mismo reglamento. Asimismo, es miembro de varios comités técnicos del Instituto Americano del Concreto, entre los cuales destaca el Comité Técnico 318, el cual es el encargado de elaborar el reglamento del ACI para diseño, documento titulado "Requisitos para Diseño de Estructuras de Concreto", y el Comité Técnico 374 sobre Diseño Sísmico de Edificios Basado en Desempeño. Además, es presidente de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural y presidente del Comité Técnico del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Industria de la Construcción y Edificación. Fue el primer miembro extranjero de la Junta Directiva del Earthquake Engineering Research Institute (equivalente a la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica).

lo cual es necesario llegar a ellos con la ayuda de diseños y cartillas muy sencillas.

Ha habido mil cartillas, mil y un esfuerzos de esta naturaleza, pero no les llegan a los usuarios. Se quedan en el escritorio del funcionario público o en ciertos grupos de distribución, pero no le llegan a la persona que todos los días construye un pedacito de muro o su losita el fin de semana. A esos son a los que hay que llegar, tanto en el ámbito urbano como en el ámbito rural. Y ese es un reto formidable.

➤ **Acaban de inaugurar el simulador de Tsunami del Instituto de Ingeniería y ya cuentan con la mesa**



vibradora para los terremotos, o la de cinco pisos, para grandes estructuras... ¿Podría describirlos, señalar su función y destacar su aporte?

El simulador de Tsunamis es un canal de oleaje casual que elaboró el Instituto de Ingeniería. Es un canal de oleaje del orden de 40 metros. Es el más grande y moderno de Latinoamérica. Además, es el mayor en cuanto a su longitud, que permite hacer estudios de ingeniería marítima, reproducir oleajes regulares, o sea, señales sinusoidales o artificiales, como es el oleaje marítimo; es aleatorio, para realizar estudios del comportamiento o de la interacción entre estructuras, como una plataforma, o un dique con el agua, en este caso. Permite reproducir oleajes de una altura significativa para tratar de simular a un tsunami.

➤ **¿Tenemos costas así de peligrosas?**

Históricamente han ocurrido tsunamis en temblores importantes, tanto del país como de otras partes. Es el caso de la famosa Ola Verde, en Cuytlán, donde además de un

temblor, ocurrió un tsunami importante. Pero no han sido las olas del tamaño ni tampoco del impacto como las que se han registrado en Nueva Guinea, donde fueron devastadoras, por ejemplo, o como en Japón. Pero, las características de algunas de nuestras bahías, permiten suponer que puede haber un incremento de la energía y efectivamente una elevación importante del mar y dañar la infraestructura.

Particularmente, hay una tendencia en México, por ejemplo, en Acapulco, donde la infraestructura del puerto está muy próxima a la playa, y donde el mar entra con mucha facilidad. Otro ejemplo es Puerto Vallarta, donde no ocurrió un tsunami, pero sí hubo una sobre elevación de nivel del mar producto del huracán Juliette que provocó daños muy importantes. Sí hay sitios donde podemos tener impactos muy fuertes.

➤ **¿Y respecto de la mesa vibradora?** Por otro lado, está la mesa vibradora que

se aprovecha como un simulador dinámico en general, pero que se utiliza más para simular sismos. Es un equipo único en Latinoamérica, en cuanto a su tamaño y la calidad con la cual reproduce las señales. A decir de los fabricantes de estos equipos, es la segunda mesa con menos "ruido". Cuando se prende un equipo, el equipo vibra.

El primero es una mesa muy grande que está en Japón y este es el segundo, con menos vibración. Esta es una medida de la fidelidad con que se pueden reproducir las señales sísmicas. Se ha utilizado para hacer estudios de calificación dinámica de equipo que empresas mexicanas fabrican para exportarse a Chile y a otros países. Estoy hablando de transformadores eléctricos.

También hemos hecho estudios para la Comisión Federal de Electricidad, después del temblor de Tecomán, Colima, en 2003, en donde hubo daños en algunos de los transformadores. Para sustituirlos acondicionaron algunos dispositivos con el fin de disminuir las vibraciones en la base de estos transformadores. Nosotros hicimos las pruebas para verificar el comportamiento de

estos dispositivos y para que se pudiera hacer su diseño final.

Hemos hecho algunos estudios para verificar el comportamiento sísmico de las tuberías de gas natural de la ciudad de México a diferentes presiones, así como también de los dispositivos que disparan a las válvulas para que corten el flujo de gas en caso de un sismo. También, hemos hecho estudios del comportamiento dinámico sobre edificios metálicos y de mampostería, y en casitas de uno, dos y tres pisos, escala uno a dos, para tratar de entender el comportamiento dinámico. Hay una gama muy amplia de posibilidades de su uso, tanto para servicios a la industria como para su calificación, como estudios de comportamiento dinámico, en los cuales debemos incorporar ahora no sólo

“ También hemos hecho estudios para la Comisión Federal de Electricidad, después del temblor de Tecomán, Colima, en 2003, en donde hubo daños en algunos de los transformadores. ”



el aspecto estructural, sino los elementos no estructurales, como puertas, ventanas, recubrimientos y equipamiento.

➤ **¿Y para las grandes estructuras de cinco pisos o más?**

Para estructuras grandes contamos con el laboratorio que tiene el Cenapred. Igual-

“ Se deben tener materiales de buena calidad normada. Pero, de ahí a que sean resistentes a los sismos depende del uso que se les den. Deben tener características especiales para cierta demanda. ”

mente, se trata de un laboratorio único en México al que hay que buscar la manera de reforzar su uso ya que no es fácil utilizar ese tipo de laboratorios, pero hay interés en México y hay que buscar que se siga utilizando. Hay un proyecto de CEMEX, y ha costado trabajo convencer a los del Cenapred para utilizar el laboratorio. Precisamente, en la actualidad el laboratorio está sin usarse.

➤ **Por otro lado, existen en el laboratorio algunos concretos para resistir los sismos que puedan enfrentar otras circunstancias funestas, como los maremotos, las avalanchas, la ruptura de presas... ¿Qué características tienen?**

Los concretos más aptos para resistir los sismos son los de alta resistencia, en general, con buenas características de rigidez. No se permiten usar concretos de baja resistencia o muy flexibles porque finalmente producen que el edificio se desplace mucho lateralmente y los daños en la estructura están asociados a esos desplazamientos.

Entonces, todos los concretos son útiles y todos tienen limitantes. No porque

tengas un concreto de buena resistencia, de igual rigidez, implica que la estructura va a tener un buen comportamiento. Hay otras muchas variables que hay que incluir, la dinámica propia de la estructura y del suelo, la interacción, cómo se coloca el refuerzo.

Se deben tener materiales de buena calidad normada. Pero, de ahí a que sean resistentes a los sismos depende del uso que se les den. Deben tener características especiales para cierta demanda.

Si requieres un concreto que tenga una cierta capacidad de disipación de energía, que cuando se agriete se haga de manera muy fina, habrá concretos con esas propiedades. Quizás no con agregados, con plásticos, pero tendrán características que les permitan disipar la energía. De ahí que, si se aplica el calificativo de concreto “sismo-resistente”, palabra que no existe, se va a entender esto como que los otros concretos que no sean así no pueden resistir a los sismos.

Hay ejemplos justamente de lo contrario. Las pirámides y los edificios coloniales no utilizaron canteras resistentes y ahí están. No es solamente un asunto de materiales en sí.

➤ **¿Hay un frente para la prevención de desastres?**

Nuestro país está en una zona sísmica tan intensa que debemos recordar que los sismos seguirán ocurriendo con intensidades comparables a las que hemos tenido y que, por un lado, debemos preparar a la población con esfuerzos institucionales amplios, y hay que venderles la idea a los trabajadores institucionales que todavía no compran la idea de que la prevención de desastres es factible. Se pueden disminuir los daños, y eso no se ha logrado transmitir adecuadamente.

En el caso de la industria del cemento, la academia necesita fortalecer los vínculos y trabajar de manera organizada y colectiva hacia un fin que se determine entre todos. Lo hacen en Taiwán, en Estados Unidos, en Japón..., no veo porqué no lo podamos hacer nosotros. 🌐