

CHILE antisísmico

¿Está preparado el país para un gran terremoto?, ¿qué avances han ocurrido en las últimas décadas para enfrentar los sismos?, ¿la población sabe reaccionar a tiempo y de forma correcta? Dos ingenieros, un sismólogo, un experto en prevención de riesgos y la directora de la ONEMI entregan algunas luces al respecto.

POR JORGE VELASCO CRUZ
FOTOS VIVI PELÁEZ

El terreno está inestable. Y nada indica que su condición vaya a cambiar. La placa de Nazca, que se hunde bajo el continente sudamericano a una velocidad aproximada de diez centímetros al año, y que afecta al territorio nacional entre Arica y Aysén, probablemente nunca nos deje vivir en paz. Y los hechos así lo demuestran; en 2005 se produjo el terremoto en Iquique (7,7° en la escala de Richter, que mide magnitud de un sismo); en abril de 2007 ocurrió el fuerte sismo en Aysén (6,2°), que levantó las aguas; y en noviembre la tierra se descargó sobre Tocopilla con una intensidad de 7,7°. Como remate, en diciembre las sorpresas siguieron en la zona central con sismos sobre los 6,0°.

“En Chile se libera el 46% de la energía sísmica que se genera en todo el mundo. Por lo tanto, eso convierte a Chile en el país más sísmico del planeta”, afirma Carmen Fernández, directora de la ONEMI (Oficina Nacional de Emergencia Ministerio del Interior). “Si no hay un temblor, se están acumulando tensiones equivalentes a diez centímetros por año”, comenta el sismólogo y premio nacional de ciencias aplicadas Edgar Kausel. En matemáticas simples, ello equivale a que la placa de Nazca se mueva un metro en diez años. “En un siglo uno está acumulando potencialmente un sismo que puede desplazar la placa en unos ocho o diez metros, que es un temblor grande”, agrega este ingeniero civil en minas. Por ello, afirma, todavía se espera el llamado “gran terremoto del norte”, que debiera ser superior a los 8° en la escala de Richter: el último que se produjo entre Arica y la Península de Taitao ocurrió en 1877 (8,3°).

Pero en el resto del país también hay que estar atentos. En la Región Metropolitana el último fenómeno de magnitudes se produjo en 1985, hace 22 años.

ANTE UNA EMERGENCIA

Carmen Fernández afirma que la respuesta a un terremoto tiene que ver con el manejo de tres vulnerabilidades: culturales, sociales y estructurales. “En cuanto a lo que es cultura, hay una buena reacción y conducta humana frente al fenómeno sísmico”, dice. “Chile es un país sísmico y yo diría que es muy rara la gente del país que no haya estado en un sismo de algún grado, que haya sentido un temblor y lo que éste significa, y por tanto estamos condicionados a aceptar que ello existe”, agrega Roberto Morrison, presidente de la Comisión de Prevención de Riesgo de la Cámara Chilena de la Construcción.

“Ante un sismo, la orden es acatar los instructivos del organismo rector: la ONEMI, cuya función frente a una catástrofe es coordinar todos los recursos necesarios. Los aspectos más críticos son el cuidado de niños y ancianos y atender las redes de energía (gas y electricidad particularmente) “para que no generen eventos asociados o derivados como, por ejemplo, en Kobe (Japón), que el mayor daño del terremoto de 1995 lo originaron las explosiones producidas por rupturas de cañerías”, señala **Carmen Fernández**, directora de la ONEMI.



Ante un sismo, la orden es acatar los instructivos del organismo rector: la ONEMI, cuya función frente a una catástrofe es coordinar todos los recursos necesarios. Los aspectos más críticos son el cuidado de niños y ancianos y atender las redes de energía (gas y electricidad particularmente) “para que no generen eventos asociados o derivados como, por ejemplo, en Kobe (Japón), que el mayor daño del terremoto de 1995 lo originaron las explosiones producidas por rupturas de cañerías”, señala la funcionaria de gobierno.

Otra función de la ONEMI es trabajar en planes, estudios de riesgos, establecimiento de normas y metodologías de gestión preventiva. Según confiesa Carmen Fernández, queda mucho por avanzar, especialmente en que la población tome conciencia de qué hacer inmediatamente después de un terremoto. Pero, apunta, ha habido logros. “No obstante ser el país más sísmico del planeta, es el único que puede ostentar una cifra dramáticamente decreciente de víctimas fatales por eventos sísmicos en relación a su tamaño”, afirma.

Existen, sin embargo, voces de alerta. “Chile, en general, no tiene conciencia del riesgo que significa un sismo”, afirma Roberto Morrison. “A mí me gustaría saber cómo se organiza esta sociedad si hay quince edificios colapsados en Santiago, con gente adentro. A lo mejor, frente a eso uno nunca puede estar preparado...”, agrega Juan Carlos De



la Llera, profesor titular del departamento de ingeniería estructural y geotécnica de la Universidad Católica.

“Hay un poquito de olvido de lo que significa un terremoto severo y diseñar para un terremoto severo. El 85 ya está muy lejos. Muchas de las personas que participan del proceso de diseño y construcción de una estructura ni siquiera vivieron el terremoto del 85 o eran muy niños”, complementa este ingeniero civil. Sin embargo, tanto él como otros expertos destacan que una de las fortalezas que tiene Chile al momento de enfrentar un sismo se remite a una de las variables que destaca Carmen Fernández: la estructura.

LA NORMA

En el país impera la Norma NCh433, oficial desde 1996 (antes hubo otras en 1972 y 1993). Rafael Riddell, ingeniero civil, profesor titular y jefe del departamento de ingeniería estructural y geotécnica de la Universidad Católica, especifica que esta norma exige el uso del código de diseño de hormigón armado norteamericano (ACI-318 de 1995). Éste, explica, incorpora requisitos especiales para las estructuras a construirse en zonas sísmicas, los que tienen por objeto proporcionarles la ductilidad adecuada para disipar la energía que les transmite el movimiento sísmico. El código ACI, agrega, experimenta frecuentes actualizaciones que incorporan nuevos conocimientos técnicos en la materia. Su última versión (ACI-318 de 2005) ha sido revisada por una comisión especial del Instituto Chileno del Cemento y el Hormigón, para definir aspectos puntuales de compatibilización con la norma chilena. Como resultado, se elaboró el proyecto de norma NCh430 N2007, ya sometida a consulta pública y pronta a ser

publicada por el MINVU como oficial.

“Por ello podemos observar que en Chile no colapsan edificios. Es decir, que se derrumben por un terremoto grado 7”, afirma la directora de la ONEMI. Sin embargo, hay excepciones. Y en el terremoto de Tocopilla se pudieron apreciar: construcciones de adobe y barro, ampliaciones no reguladas o casas que no siguieron la normativa vigente.

En los últimos veinte años hubo también otros cambios. La modificación de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), decretada con fecha 6 de mayo de 2002, estableció la exigencia de la revisión de los proyectos estructurales por un revisor independiente al proyectista original. Este proceso, según informa el jefe del departamento de ingeniería estructural y geotécnica de la UC, entró en régimen completo en 2005, ampliándose su aplicación a todos los edificios de más de tres pisos. Estas revisiones, señala, son vitales. En 1980, por ley, los proyectos dejaron de ser revisados por las direcciones de obras municipales, “de modo que durante veinte años no hubo control alguno al respecto”. “Lamentablemente, hay una sombra de duda sobre lo ejecutado durante esos veinte años, por lo que estimo necesario que la revisión se extienda retroactivamente a ese período, al menos en el caso de edificios de uso público, establecimientos educacionales y en construcciones más vulnerables como viviendas económicas”, sostiene Riddell.

ESTRUCTURAS RESISTENTES

“Todo edificio en Chile está hecho para que en un terremoto severo se dañe. Están diseñados en una condición de daño, debido a que los sismos son eventos muy esporádicos y sería antieconómico hacer una estructura

“Chile es un país sísmico y yo diría que es muy rara la gente que no haya estado en un sismo de algún grado, que haya sentido un temblor y lo que éste significa, y por tanto estamos condicionados a aceptar que ello existe”, agrega **Roberto Morrison**, presidente de la Comisión de Prevención de Riesgo de la Cámara Chilena de la Construcción.

En Chile se libera el 46% de la energía sísmica que se genera en todo el mundo. Por lo tanto, eso convierte a nuestro país en el país más sísmico del planeta. “Si no hay un temblor, se están acumulando tensiones equivalentes a diez centímetros por año”, comenta el sismólogo y premio nacional de ciencias aplicadas **Edgar Kausel**.



que sea cien por ciento sismorresistente, bajo el concepto y la filosofía actual”, afirma Juan Carlos De la Llera. “Lo que no debiera ocurrir es que colapse”, agrega. Aunque, reconoce, la línea entre daño y colapso es muy tenue: “Errores constructivos, de diseño, de implementación de tu sistema, pueden hacer que un punto débil de la estructura genere un colapso local, parcial e incluso total”.

Las formas para que una construcción sobreviva a un terremoto, explica, son dos: resistencia y ductilidad (que se pueda deformar sin que se desmorone). Más resistencia se traduce en más hormigón, más acero, más fierro interior, más barras y mejor confinamiento, entre otros elementos. El problema es su alto costo y su inviabilidad económica. “Pero además se genera un segundo problema. Por las aceleraciones que se tienen, se pueden salvar el edificio, los muros y las columnas, pero los cielos falsos, los ductos, los revestimientos, los tabiques y los vidrios pueden quedar todos en el suelo. Por lo tanto, meterle estructura no es tan simple, por el efecto que genera sobre los elementos secundarios”.

A diferencia de otros expertos, De la Llera afirma que no todo está probado y que uno no puede quedarse tranquilo. “Hay una serie de sistemas, tipologías y conceptos estructurales que no están probados en absoluto. El concepto del edificio chileno de planta libre es interesante desde el punto de vista inmobiliario, pero hay que tener cuidado. En Estados Unidos, en el terremoto de Northridge (1994; 6,7°) tuvo un muy mal desempeño. Aunque el concepto allá es distinto al chileno. En Chile siempre existe el famoso núcleo de hormigón de los ascensores y de la escala, que es un elemento muy relevante”, explica. De todas formas, afirma Riddell, “estas estructuras, aunque no han sido probadas por un evento sísmico severo debiesen igualmente comportarse satisfactoriamente”.

Como una forma de superar estas deficiencias, se está trabajando en diversas innovaciones. Una de ellas tiene que ver con nuevas

técnicas antisísmicas que se están probando en el nuevo edificio Titanium La Portada, con el aporte de Juan Carlos De la Llera. Edificios como éste, de 192 metros de altura, o como la torre Costanera (de Costanera Center), de 300, nunca se habían levantado en cielos chilenos. “Experiencia mundial sobre edificios en altura en zonas sísmicas severas con un terremoto violento, no hay”, sentencia el académico, Master of Science y PH.D. de la Universidad de California-Berkeley. Se estima que para edificaciones como éstas, una oscilación producida por un sismo demora seis segundos en llegar y el desplazamiento del edificio es de alrededor de 50 a 60 centímetros en el techo. Sin embargo, explica, no debieran presentarse problemas ante un temblor o un terremoto.

“Es importante generar algún mecanismo que disipe la energía de manera que las deformaciones se mantengan acotadas”, señala. Por ello, este ingeniero está implementando dos técnicas que se trabajan desde comienzos de la década del 90 en Estados Unidos, Japón y Europa: el aislamiento sísmico y la disipación de energía. La primera funciona para estructuras inferiores a los 12 ó 15 metros de altura. Se trata de un sistema que se coloca entre la fundación y el edificio. Consiste en aisladores que van a reducir el efecto sísmico entre siete y diez veces. “En el fondo, no se va a sentir el movimiento sísmico en una condición severa. El suelo se va a mover, pero la estructura va a tender a quedarse relativamente quieta. Lo que va a ocurrir es que no se van a deformar los pisos entre sí, que es lo que produce el daño”, explica.

El disipador, en tanto, está destinado a edificios sin límite de altura. Se coloca en la estructura donde se desea que se elimine la energía. De esta manera, se orienta el consumo de la energía producida por el sismo. En el caso del edificio Titanium, se han ubicado disipadores metálicos para que las deformaciones de la estructura se reduzcan entre un 40% y 45%. También se le va a implementar un amorti-

guador de masa en el techo (lo que ya ha sido experimentado en el edificio Parque Araucano), que permite reducir las vibraciones.

El ingeniero afirma que las posibilidades de incorporar este sistema a otros edificios es muy amplia. Con su implementación, gran parte de los problemas sísmicos se terminarían. **EC**

SISMOLOGÍA EN RED

En Chile hay sólo siete sismólogos con doctorados obtenidos en el extranjero. La carrera de sismología como tal no se imparte y corresponde a un grado de magíster. Entre estos siete sismólogos realizan un promedio de siete a ocho publicaciones al año en las revistas más prestigiosas del mundo del rubro. Uno de ellos es Edgar Kausel, premio nacional de ciencias aplicadas 2006 y uno de los encargados de implementar una nueva red sismológica en el país. “El proyecto que nosotros presentamos al Gobierno es de colocar aproximadamente 250 estaciones a lo largo del territorio”, afirma. El plazo para hacerlo, dice, podría demorar cinco años. Pero las autoridades lo tienen como un proyecto bicentenario. El objetivo de las autoridades es tener las estaciones operativas para el año 2010.

La red, especifica la directora de la ONEMI, Carmen Fernández, es un conjunto de estaciones y sensores sísmicos, GPS y otras tecnologías que permiten monitorear estos fenómenos y recopilar datos para utilizarlos en el estudio de los movimientos telúricos en el país. La primera etapa comenzará en 2008 con un presupuesto de dos mil millones de pesos. “Es el primer esfuerzo serio, real, sistémico que hace el Estado de Chile en más de sesenta años en esta materia”, afirma Fernández.