

Lecciones para el sector de seguros: gestión del riesgo e ingeniería en los grandes terremotos de 2010-2011

Peter Yanev & Alexander Yanev

Yanev Associates, California, Estados Unidos

► Lecciones y oportunidades para las aseguradoras y los asegurados

Este artículo es un breve resumen de las principales lecciones que las aseguradoras y los asegurados pueden aprender de los cinco grandes terremotos de 2010 y 2011. En efecto, el sector de seguros puede sacar importantes enseñanzas para la práctica de la ingeniería sísmica, ya que estos eventos se produjeron en tres de los países más avanzados y uno de los países menos avanzados del mundo. Estas lecciones tendrán aplicaciones en la ingeniería sísmica, así como en la prevención de pérdidas no estructurales y la continuidad del negocio. Estos eventos incluyeron dos de los terremotos más graves y potencialmente más destructivos que ocurrieron en la era moderna de la ingeniería y los seguros: se trata del terremoto en Chile de magnitud (M) 8,8 y el terremoto en Japón (Tohoku, Sendai) de M 9,0. Los otros tres terremotos acaecieron en zonas sin antecedentes recientes de fuertes terremotos, Nueva Zelanda (Christchurch) de M 7,1 y 6,3, y Haití de M 6,9, aunque ambos países están situados en dos de las regiones sísmicas más activas del mundo.

Las principales lecciones para el sector de seguros se resumen abajo y se desarrollan en los siguientes párrafos.

1. Los cinco terremotos (y el tsunami) expusieron a los asegurados y aseguradoras a riesgos muy superiores a los calculados. Los sismólogos, ingenieros y aseguradores no evaluaron suficientemente la fuerza potencial de los temblores, pues los terremotos superaron ampliamente los niveles máximos fijados en los códigos de construcción locales. Por consiguiente, los daños fueron mucho más graves de lo que generalmente se preveía. La suscripción de seguros y el control de pérdidas deberán reflejar este aspecto en el futuro para que las aseguradoras puedan determinar su exposición real.
2. Existe una gran diferencia entre las expectativas de las aseguradoras y los asegurados en cuanto a los daños por terremoto y la intención (o las expectativas) de los códigos de construcción. La mayoría de las empresas no suelen entender que las normas sísmicas en los países avanzados protegen principalmente contra las heridas y el derrumbamiento de edificios, y no contra las pérdidas económicas o inmobiliarias. Además, fundamentalmente, las normas de protección contra la interrupción de negocio, cuando las hay, son mínimas. Los terremotos de 2010 y 2011 lo demostraron claramente.
3. La mayor parte de las pérdidas económicas en Chile están relacionadas con daños en elementos no estructurales y equipos, que se pueden evitar fácilmente. Lo mismo ocurrió en Japón, en las zonas no afectadas por el tsunami. Para reducir estas pérdidas fácilmente evitables, las aseguradoras y los asegurados pueden adoptar normas de mejora del riesgo y control de pérdidas similares en estructura y ejecución a las normas utilizadas en la ingeniería de protección contra incendios y la suscripción de seguros.
4. La prevención de daños en elementos no estructurales y equipos mediante la mejora del riesgo y el control de pérdidas es esencial para (1) reducir la interrupción de actividad (incluida la de los proveedores), (2) planificar las emergencias y la continuidad del negocio, (3) reducir los daños corporales en los empleados, y (4) reducir los daños materiales en los activos asegurados. El control de pérdidas anualizado es la mejor solución.
5. La modelización de catástrofes practicada por el sector de seguros es totalmente inadecuada para los riesgos individuales, los riesgos facultativos y cualquier riesgo industrial importante. En estos casos, las aseguradoras y los asegurados deben tener una comprensión detallada de los aspectos de la ingeniería de los sistemas afectados, así como del riesgo específico de interrupción de actividad. El sector de seguros debe entender las implicaciones y exigir un control de pérdidas y una modelización basada en la ingeniería específica de cada planta o cada cartera.
6. La modelización de la interrupción de actividad puede dar a las aseguradoras y los asegurados una falsa sensación de seguridad si no incluye medidas detalladas de mejora del riesgo y de control de pérdidas. La comprensión y la mejora de los escenarios de interrupción, así como la modelización de sistemas críticos específicos y sus implicaciones económicas también son necesarias.
7. Por el lado positivo, la buena resistencia sísmica de un sistema estructural de bajo coste en Chile, llamado *albañilería confinada*, demostró que las catástrofes como la de Puerto Príncipe en Haití pueden evitarse en zonas con normas sismorresistentes y prácticas de construcción mínimas.
8. Ambos terremotos en Chile y Japón mostraron que algunos tipos de construcciones modernas resisten muy bien, incluso a temblores de M 9,0. Las aseguradoras, los asegurados y demás partes interesadas podrían beneficiarse de un examen cuidadoso de los causas de dicha resistencia y de una adaptación de sus prácticas en función de las nuevas lecciones. Esto es especialmente cierto en Estados Unidos (sobre todo en California y el Noroeste Pacífico), Canadá (Colombia Británica), así como muchos países de América Latina, Europa del Sur y Asia.

Los cinco mayores terremotos de 2010-2011: presentación general

Los países más avanzados en ingeniería sísmica son, sin ningún orden en particular, California, Japón, Chile y Nueva Zelanda. En un poco más de un año, todos estos países excepto California fueron afectados por grandes terremotos, muchas veces los mayores terremotos que sacudieron estas regiones desde la aparición de la ingeniería sísmica moderna.

El **terremoto de M 8,8 ocurrido en el centro de Chile en 2010** fue desde el punto de vista de la ingeniería y del seguro el mayor terremoto en la historia sísmica moderna. De una magnitud cercana a 9, fue el primer megaterremoto en afectar a ciudades modernas (y aseguradas) con estructuras, industrias e infraestructuras de vanguardia. Chile cuenta con una excelente ingeniería estructural y sísmica. Tiene un código de la construcción moderno, comparable y a menudo superior a los requisitos de los códigos de California y Japón. Los temblores intensos que duraron cerca de 120 segundos y el gran tsunami pusieron a prueba todos estos elementos afectando al 82% de la población del país en una zona casi igual a la mitad de California.

El **terremoto de M 9,0 ocurrido en Japón (Tohoku, Senda)** fue similar en tamaño al terremoto en Chile y afectó a una región comparable, con una superficie ligeramente inferior a la mitad de Honshu, la isla principal de Japón. Fue el segundo megaterremoto, después de Chile, en azotar ciudades modernas y bien construidas. También fue el primer megaterremoto en una economía avanzada en causar daños por tsunami que superaron de lejos los daños causados por el propio terremoto. Asimismo puso en evidencia la naturaleza reactiva de los códigos y normativas de la construcción, así como del sector de seguros. La industria nuclear japonesa no integró los conocimientos y resultados más recientes

de la investigación en materia de tsunamis, por lo que no se incrementaron las exigencias de protección contra tsunamis en las centrales nucleares. Este fallo provocó la mayor pérdida económica individual derivada de un terremoto jamás sufrida: la pérdida de varias unidades de la central nuclear de Fukushima y el cierre prolongado de muchas otras centrales nucleares que en su mayoría no habían sido afectadas o habían quedado intactas, con las pérdidas de ingresos asociadas.

En Nueva Zelanda, la normativa sismorresistente prevé efectivamente tres niveles de zonificación (y por lo tanto, tres niveles de construcción y tres zonas de seguro contra terremotos), basándose en la historia sísmica neozelandesa y los numerosos estudios sismológicos y geológicos más recientes. Estas zonas son (A) las zonas con alto riesgo sísmico, (B) las zonas con riesgo sísmico moderado, y (C) las zonas con bajo riesgo sísmico. Christchurch y la provincia de Canterbury están situadas lejos del sistema de fallas más importante y temido del país, la falla Alpina (comparable y muy similar a la falla de San Andrés en California), y por lo tanto, en una zona con bajo riesgo. **El gran terremoto de Christchurch (M 7,1) del 4 de septiembre de 2010** se produjo en una falla hasta entonces desconocida; afortunadamente, su epicentro estaba demasiado lejos de Christchurch, de modo que no provocó grandes daños en las estructuras más modernas.

En cambio, el **terremoto de Christchurch (M 6,3) del 22 de febrero de 2011**, réplica del terremoto de 2010, tuvo su epicentro casi por debajo del centro de Christchurch, aunque esta ciudad está situada en el límite de las zonas de riesgo moderado y de riesgo bajo según la normativa sismorresistente, por lo que los edificios habían sido construidos o rehabilitados según normas relativamente

bajas. El terremoto provocó movimientos telúricos cortos pero muy intensos, que superaron de lejos los requisitos de construcción de una zona «con bajo riesgo». En efecto, ninguno de los edificios de la ciudad estaba diseñado para resistir a movimientos tan grandes. La mayoría de los edificios más antiguos del centro de Christchurch sufrieron graves daños y muchos se derrumbaron. Varios grandes edificios modernos, que estaban ocupados, también se cayeron. Numerosos edificios nuevos, incluyendo torres y rascacielos, fueron deteriorados. En menos de 15 segundos, Christchurch, la segunda ciudad más grande del país, se convirtió en una ciudad fantasma durante meses. Las importantes consecuencias financieras y económicas siguen vigentes.

En total contraste con los cuatro eventos descritos anteriormente, el **terremoto de Puerto Príncipe, Haití (M 7,0) de 2010** ocurrió en una zona donde la mayoría de los edificios no estaban diseñados para resistir un sismo. En términos de catástrofe humanitaria, normas de ingeniería y prácticas de seguros, este terremoto se produce en el peor de los escenarios, es decir en una ciudad densamente poblada con pocos, por no decir ningún edificio sismorresistente, en una zona de destacada actividad sísmica, sin muchos edificios comerciales y residenciales grandes y altos. En número de pérdidas humanas y materiales, la catástrofe de Haití sólo puede ser superada por un fuerte terremoto centrado en alguna de las mayores ciudades del mundo, que generalmente tienen prácticas de construcción e ingeniería inadecuadas, pero poseen muchos edificios importantes, como Manila, Teherán, Estambul, Pekín y muchas grandes ciudades de China, India, Indonesia, América Central y del Sur, y otras partes del mundo.

Principales lecciones de los terremotos de 2010-2011 para las aseguradoras y los asegurados

1. Los cinco terremotos (y el tsunami) expusieron a los asegurados y las aseguradoras a riesgos muy superiores a los calculados

En los cinco terremotos, la fuerza de los temblores superó en gran medida las previsiones de las aseguradoras, los sismólogos y los ingenieros. Esto apunta a una posible falta general de precaución en los códigos de todo el mundo, incluso los códigos de los países mejor preparados como Chile, Japón y Nueva Zelanda. ¿Y qué decir de los demás países con riesgo sísmico como los de América Central y del Sur, Caribe, América del Norte, Europa del Sur y del Sureste, algunas zonas de Oriente Medio y Asia Central, y todos los países del Sudeste Asiático y China?

Las aseguradoras pueden incluir muy fácilmente este aspecto en la suscripción, donde (1)

la futura suscripción puede ser más prudente, y (2) se puede exigir un control de pérdidas adicional, tal como se practica en el control de pérdidas y la suscripción de incendio. El sector de seguros utiliza mapas de riesgos sísmicos que no son suficientemente prudentes, y pueden ser incluso erróneos, al estar basados en los terremotos de los dos últimos años. En Japón y Nueva Zelanda, los sofisticados modelos probabilísticos CAT empleados en el sector de seguros fallaron en su mayoría. En Chile, las estadísticas de reaseguro eran razonables en su conjunto, pero inexactas a niveles detallados. Esta situación podría ser aceptable desde una perspectiva de reaseguro, pero no desde el punto de vista de una aseguradora o de un asegurado.

En Chile, los terremotos «fuera de las normas» causaron importantes daños en edificios altos nuevos, construidos según las últimas normas,

incluyendo infraestructuras más flexibles. En Concepción, por ejemplo, un 10% al 20% de los edificios altos sufrieron graves daños estructurales, y deberán ser derribados y reemplazados a un alto coste. En Japón, la intensidad y la duración de los temblores también fueron superiores a los niveles previstos en la normativa, y los criterios de diseño fueron rebasados en varias centrales nucleares



(como también ocurrió con el terremoto de Kashiwazaki, Niigata, de M 6,8, en 2007). Las olas sobrepasaron numerosos muros antitsunami a lo largo de la costa noreste, como fue el caso durante el terremoto de 1993 en Nansei-Oki, Hokkaido (M 7,8). En ese terremoto, un tsunami de 10 metros destruyó el muro de protección de 5 metros de altura que rodeaba la parte inferior de la ciudad de Aonae, en la isla de Okushiri. Esto no debería haber sido una lección que aprender de un terremoto, ya que la tecnología para predecir dichas características del terremoto y del tsunami ya existía en Japón y Chile.

Como ya se ha señalado anteriormente, en Nueva Zelanda se produjeron los mismos efectos sísmicos (con excepción del tsunami), pero en mayor grado debido al error de zonificación de la región y a la mala calidad de los suelos. Muchos, por no decir todos los edificios altos de Christchurch, que eran relativamente nuevos, se desplomaron. El coste de reconstrucción es del orden de tres veces el coste de construcción (coste de construcción, coste de derribo, más efecto en los edificios vecinos y coste de reemplazo). No incluye los costes de interrupción de actividad.

2. Existe una gran diferencia entre las expectativas de las aseguradoras y de los asegurados en cuanto a los daños por terremoto y la intención (o expectativas) de los códigos de construcción.

El público y los asegurados en general no comprenden que la normativa sismorresistente de los países más avanzados protege principalmente contra las heridas y el derrumbe de edificios, y no contra las pérdidas económicas o inmobiliarias. Suelen esperar una protección casi total de los edificios construidos «según las normas», porque no han participado en el desarrollo de los requisitos establecidos en la normativa sismorresistente. Se deben tener en cuenta no sólo los intereses de los profesionales y de algunos responsables públicos, sino también los de la población, de los propietarios, de las aseguradoras y de todos los grupos. Los cinco terremotos ponen de manifiesto la necesidad de involucrar a un público más amplio, y especialmente al sector de seguros, en la elaboración de la normativa sismorresistente. Una vez más, la mejora del riesgo y el control de pérdidas en la protección contra incendios, que cuenta con la amplia participación desde hace varios años del sector de seguros, es un buen ejemplo a seguir.

En California, por ejemplo, el código de la construcción establece que los daños estructurales moderados y severos son aceptables en los terremotos moderados y graves respectivamente, siempre que los daños no causen heridos ni muertes. No obstante, esto no excluye la destrucción de edificios, ya que las normas evolucionan según la experiencia sísmica de forma reactiva, y no proactiva. La normativa no refleja los últimos desarrollos en diseño y

construcción, algunos de los cuales pueden ser peligrosos. La protección obligatoria contra la interrupción de actividad, cuando la hay, es mínima. Los requisitos sismorresistentes para los sistemas contra incendios suelen ser más estrictos, pero generalmente las líneas de fuego de menor diámetro no están fijadas correctamente para casos de terremoto. Las únicas excepciones en materia de interrupción de funcionamiento y actividad se refieren a las escuelas, los hospitales, las centrales nucleares y algunos edificios e infraestructuras públicas, cuya resistencia sísmica se regula en códigos y/o normativas específicos y está fijada en un nivel mucho más alto que para las estructuras y los edificios comerciales e industriales ordinarios.

Los terremotos de 2010 y 2011 mostraron claramente la diferencia entre las expectativas del público y la intención de los códigos de construcción. Muchos edificios nuevos de altura, comerciales y residenciales, fueron totalmente deteriorados durante el terremoto en Chile (Concepción, Viña del Mar, Santiago, etc.) y quedaron inclinados algunos metros, rodeados en muchos casos por otros edificios altos y ocupados en medio de las ciudades. Salvo algunas excepciones, no se desplomaron ni causaron heridos, pero sí fueron siniestros totales, ante la sorpresa de sus propietarios y de los responsables políticos.

Las aseguradoras pueden mejorar las prácticas de suscripción mediante un mayor recurso a la ingeniería y al control de pérdidas, y una menor dependencia a la modelización de la cartera. El terremoto de Christchurch es el mejor ejemplo de esta necesidad, puesto que la mayoría de las pérdidas por terremoto estaban cubiertas por el seguro, lo que acarrió grandes pérdidas. Estas pérdidas económicas «sorpresivas» no deberían haber ocurrido en uno de los países con mayor actividad sísmica en el mundo, donde prevalecen las buenas prácticas en materia de ingeniería y construcción. El caso de Christchurch recuerda el terremoto de Northridge (M 6,6), acaecido en la región de Los Ángeles, California, en 1994. En esa ocasión, la 20th Century Insurance Company, situada en la zona del epicentro, quebró debido a un terremoto en una falla desconocida, que golpeó en el corazón de su cartera de property.



3. La mayor parte de las pérdidas económicas en Chile están relacionadas con daños en elementos no estructurales y equipos, que se pueden evitar fácilmente

En el gran terremoto de Chile, los daños en elementos no estructurales y equipos, fácilmente evitables, con sus correspondientes interrupciones de actividad, provocaron la mayoría de las pérdidas económicas. Lo mismo ocurrió en Japón en las zonas fuera del alcance del tsunami. El contenido de los edificios suele ser más valioso que las propias estructuras, por lo que una gran proporción de las pérdidas potenciales de las aseguradoras y los asegurados no está prevista en los códigos de construcción.

Este aspecto de la ingeniería sísmica es relativamente nuevo e interesante. La figura 1 abajo muestra los costes de inversión relativos del contenido, de la parte no estructural (techos suspendidos, acabados, equipos, mejoras) y de la parte estructural de los edificios, en el Oeste de Estados Unidos. El gráfico abajo muestra los edificios de oficinas, hoteles y hospitales (que poseen equipos y contenidos de alto valor). Los costes estructurales de un edificio moderno suelen oscilar entre el 8% y el 15% del valor total. El resto está formado por los acabados y el contenido. Una vez más, las normativas exigen una protección sísmica de las estructuras y una protección mínima de la parte no estructural, la cual puede representar entre el 50% y el 70% del valor del edificio. El seguro sísmico actual cubre los acabados.

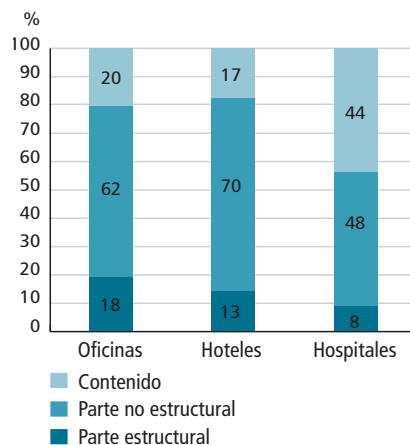


Figura 1. Costes de inversión relativos para edificios nuevos – Comparación de los costes del contenido, de la parte no estructural y de la parte estructural para diferentes clases de edificios (Federal Emergency Management Agency, 2011).

Los terremotos de Chile y Japón deterioraron considerablemente los elementos no estructurales y arquitectónicos, así como los sistemas mecánicos y eléctricos de edificios comerciales nuevos y otras construcciones, incluyendo hospitales y demás estructuras esenciales. De forma similar, pero más limitada, se observaron repetidos daños en California, por ejemplo, pero los terremotos fueron mucho más reducidos y de menor duración.

La figura 2 abajo muestra un ejemplo típico en Santiago, Chile. El edificio de oficinas de cinco plantas (primera fotografía) está rodeado por muchos otros edificios nuevos y edificios en construcción en un nuevo parque empresarial. El edificio no quedó dañado estructuralmente, pero el interior fue destruido en su mayoría, lo que representó unas pérdidas del orden del 50% o más.



Figura 2. Edificio nuevo de hormigón sin daños estructurales situado en Santiago (fotografía superior izquierda). Se pueden observar las ventanas intactas y los daños por agua debidos a la rotura de las tuberías en plantas superiores (fotografía superior derecha). Las dos fotografías inferiores muestran los daños interiores en mamparas de oficinas inadecuadamente fijadas, lámparas suspendidas y otras instalaciones, tejados suspendidos, calefacción suspendida, aparatos de aire acondicionado y ventilación, ordenadores (fotografía derecha), etc.

Los daños son típicos de Chile, Nueva Zelanda y Japón, como también lo muestran las figuras 3 y 4 abajo. Varios edificios comerciales y de oficinas, hospitales, inmuebles y complejos industriales, aeropuertos, centros informáticos y de control, sin ningún daño estructural, tuvieron que permanecer cerrados durante largos períodos de tiempo.

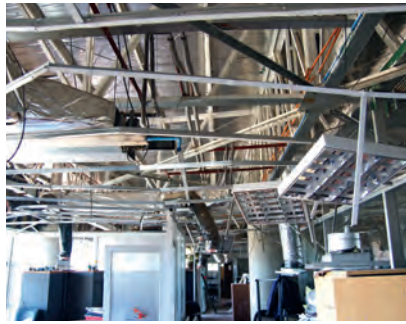


Figura 3. Daños en un centro de control de transportes situado en el interior de un edificio no dañado en Concepción, Chile. Se puede comprobar que la fachada de cristal del edificio ha quedado intacta (segunda fotografía a la izquierda), y que la sala informática que contenía los servidores, los armarios y demás equipos relacionados, inadecuadamente fijados o anclados, han sido destruidos.



Figura 4. Christchurch, Nueva Zelanda. Los daños en la fachada de este centro comercial se deben al desplazamiento y la caída del equipo de aire acondicionado instalado en el tejado, que no estaba debidamente fijado. Puede observarse una unidad de aire acondicionado en la parte superior derecha de la fotografía. Los elementos interiores no estructurales del edificio también sufrieron daños importantes.

4. La prevención de los daños en elementos no estructurales y equipos mediante la mejora del riesgo y el control de pérdidas es esencial para (1) reducir la interrupción de actividad (incluida la de los proveedores), (2) planificar las emergencias y la continuidad del negocio, (3) reducir los daños corporales en los empleados, y (4) reducir los daños materiales en los valores asegurados. El control de pérdidas anualizado es la mejor solución.

La solución a este problema es relativamente fácil y ya se ha aplicado, por ejemplo en California, a algunas clases de edificios como las escuelas, los hospitales y los edificios públicos esenciales. Los requisitos incluyen la mejora de las fijaciones y anclajes del equipo y demás accesorios no estructurales, que pueden causar interrupciones de la actividad.

La mayoría de las mejoras del riesgo necesarias no son caras, puesto que consisten en reequipamientos previstos en el marco de programas de control de pérdidas. Las aseguradoras y los asegurados deben adoptar normas de mejora del riesgo y control de pérdidas en caso de terremotos que sean similares en su estructura y ejecución a las normas en ingeniería y suscripción de seguros contra incendios, con el fin de reducir estas pérdidas fácilmente evitables.

Además, cualquier programa de mejora del riesgo y control de pérdidas para equipos y elementos no estructurales debe mantenerse con regularidad. Este principio rige para la protección contra incendios y para la resistencia sísmica de los sistemas no estructurales y de los equipos esenciales. Ejemplos de ello son los centros informáticos, donde el equipo se tiene que cambiar y mover regularmente, y por lo tanto, fijar y volver a fijar periódicamente.



Figura 5. Equipo eléctrico sin fijar, caído durante el terremoto de M 7,6 ocurrido en el centro de Taiwán en 1999. Se muestra la solución (pernos de anclaje) en la parte derecha de la fotografía de la derecha. Este armario informático se encuentra al lado de otro que no está fijo y que se caerá en caso de fuerte terremoto. Ambos armarios forman parte del sistema de control de una importante red de metro en Estados Unidos.

5. La modelización de catástrofes generalmente practicada por el sector de seguros es totalmente inadecuada para los riesgos individuales, los riesgos facultativos y cualquier riesgo industrial significativo.

Para los riesgos individuales, los riesgos facultativos y cualquier riesgo industrial significativo, las aseguradoras y los asegurados deben tener una comprensión detallada de los aspectos de la ingeniería de los sistemas afectados, así como de las causas específicas potenciales de interrupción de actividad. Mediante una buena comprensión de las implicaciones, un exigente control de pérdidas y una modelización basada en la ingeniería para cada planta o cada cartera, las aseguradoras podrán predecir mejor las pérdidas de todo tipo.

El siguiente ejemplo de interrupción de actividad se ha sacado casi textualmente de un artículo de los autores publicado después del terremoto de 2007 en Niigata (Chuetsu Oki), Japón, de M 6,8, que ocasionó daños limitados pero concentrados en las inmediaciones de Kashiwazaki, al sur de la ciudad de Niigata, y deterioró pocas de las grandes instalaciones industriales y comerciales. Constituye una serie de estudios de casos ideales para la gestión del riesgo sísmico. El nombre de una de las empresas en cuestión, aunque muy conocido, no es importante para los fines del presente análisis. La mayoría de las grandes empresas y compañías del mundo no hubieran hecho mejor, como se demostró claramente tras el terremoto ocurrido en Japón cuatro años más tarde, que fue mucho más grande.

En 2007, el mayor fabricante japonés de aros de pistón y demás piezas para coches y camiones tenía una única planta, de grandes dimensiones, situada en la ciudad de Kashiwazaki. Tras el terremoto, los medios de comunicación de negocios informaron de que la planta fabricaba alrededor del 40% de los aros de pistón del sector automotriz japonés. Era una instalación en su mayor parte anticuada, que se había

extendido desordenadamente, con docenas de edificios, dedicada principalmente a operaciones de fabricación de baja tecnología. La mayoría de las estructuras se comportaron adecuadamente (figura 6) y no contribuyeron significativamente a la pérdida de actividad, que duró aproximadamente 10 días. La interrupción fue causada casi únicamente por los daños en los equipos. La principal causa de deterioro fue la fijación incorrecta o la ausencia de fijación de los equipos. De las 1.840 máquinas pesadas existentes, unas 1.240 (70%) se movieron o se cayeron durante el terremoto. Todos estos daños podrían haber sido evitados con simples fijaciones y anclajes



Figura 6. Algunas de las estructuras que se mantuvieron intactas o quedaron ligeramente dañadas en la planta de fabricación de aros de pistón.

dentro de un programa de mejora del riesgo y control de pérdidas.

La dirección de la compañía describió el movimiento sísmico como una serie de fuertes choques laterales, tres de los cuales echaron abajo o desplazaron los equipos no fijos. La duración de los temblores fue del orden de 15 segundos, mientras que la del terremoto de 2011, mucho más grande, fue de 120 segundos. Al caerse los equipos, se rompieron varios componentes. Asimismo los equipos que se movieron o se cayeron deterioraron tuberías, cañerías, cableado eléctrico, etc. Los equipos fijados en el suelo, tales como las máquinas rotativas que se deben anclar para su correcto funcionamiento, no se dañaron.

La interrupción de la producción afectó a gran parte de la industria automotriz japonesa. La mayoría de los grandes fabricantes de automóviles japoneses, que usaban cadenas de suministro justo a tiempo, no podían fabricar automóviles sin las piezas procedentes de su principal proveedor. Como no estaban situados en Kashiwazaki y no estaban afectados directamente por el terremoto, enviaron grandes equipos de ingenieros y operarios para ayudar a su proveedor con la ingeniería y las reparaciones, permitiéndole reanudar la actividad más rápidamente. Sin embargo, como resultado general, se registró una pérdida de producción equivalente a 120.000 vehículos, y varias veces superior a los daños directos en la fábrica y los equipos de producción.

Este caso ocurrió con motivo de un terremoto moderado en una de las economías más avanzadas del mundo. ¿Qué hubiera sucedido en un terremoto de mucho mayor magnitud, de 7,5 en vez de 6,8? Los daños en los edificios hubieran sido considerables y los daños en los equipos hubieran sido mucho mayores. La interrupción de actividad hubiera podido durar meses en vez de días. Debido a la mala gestión del riesgo sísmico en una empresa, el sector automovilístico japonés entero se hubiera enfrentado a una enorme pérdida económica.

Fue precisamente lo que ocurrió en marzo de 2011, con el terremoto de M 9,0 centrado cerca de Sendai, en el noreste de Kashiwazaki. A finales de agosto de 2011, uno de los mayores fabricantes de automóviles del mundo sigue sin poder entregar algunos de sus automóviles más vendidos debido a los daños sufridos por uno de sus proveedores.

6. La modelización de la interrupción de actividad puede dar a las aseguradoras y los asegurados una falsa sensación de seguridad si no incluye medidas detalladas de mejora del riesgo y control de pérdidas. La comprensión y la mejora de los escenarios de interrupción, así como la modelización de sistemas críticos específicos y sus implicaciones económicas, también son necesarias.

Desde el terremoto de Northridge de 1995 en la zona de Los Ángeles, las aseguradoras y las reaseguradoras suelen recurrir a la modelización de carteras de seguro. El principal autor de este artículo trabaja en la modelización probabilística por ordenador desde que cofundó EQECAT Inc., una de las tres mayores firmas de modelización. Tras años de utilización de modelos y de investigación sobre los efectos de más de 100 terremotos en el mundo, muchos de los cuales están integrados en los programas de modelización hoy disponibles en el sector de seguros, hemos evidenciado algunas de las principales desventajas y debilidades de la modelización. Los cinco terremotos de 2010-2011 confirman algunas de estas observaciones.

La modelización de la interrupción de actividad con software genérico y funciones genéricas de daño no es posible excepto en casos sencillos, donde se necesitan de todos modos algunos estudios de ingeniería para comprender las especificidades de los sistemas que resultarían dañados y/o parados. La modelización precisa de la interrupción de actividad para el parque empresarial ilustrado en la figura 2, por ejemplo, no es posible sin tener datos de ingeniería detallados sobre los edificios y sus características no estructurales. No basta en absoluto con saber si el edificio tiene una estructura de acero o de hormigón armado, o si los suelos son blandos o no. La figura 7 ilustra este problema. El edificio está a algunos metros del edificio de la figura 2. Ambas estructuras quedaron intactas. Lo mismo ocurrió con las fachadas: no hubo ningún daño en la fachada del edificio de la figura 7. En cambio, el interior del edificio de la figura 2 sufrió grandes daños, mientras que el del edificio de la figura 7 no sufrió ninguno. Los suelos son idénticos, es decir que son relativamente blandos. Las características de los elementos no estructurales de los edificios son muy similares. La única diferencia radica en el hecho de que el edificio de la figura 2 es muy rígido, mientras que el edificio de la figura 7

es relativamente flexible (como otros edificios construidos en California). Ambos edificios albergaban centros informáticos. La duración de la interrupción de actividad fue de varios meses para el edificio de la figura 2 y de algunas semanas para el edificio de la figura 7. Los daños sufridos en el conjunto del parque empresarial, las bajas en el personal y la perturbación de los servicios públicos causaron una interrupción de actividad en el edificio de la figura 7. Todas estas variables sólo pueden predecirse mediante evaluaciones técnicas del control de pérdidas, que luego podrán integrarse en los modelos.



Figura 7.

La rotura de los bancos de baterías necesarias para el funcionamiento de los sistemas de emergencia puede causar uno de los casos más extremos de interrupción de actividad fácilmente evitables. Por ejemplo, si una central eléctrica está en funcionamiento al producirse un fuerte terremoto y sus baterías de emergencia resultan dañadas, lo que ocurre muy a menudo, se pararán las pequeñas bombas de aceite lubricante que suministran la cantidad de aceite requerida a los cojinetes de las turbinas. Esto dañará considerablemente los cojinetes y las propias turbinas, que son muy complejas. Una pieza que sólo vale algunos centenares de dólares causará una interrupción de actividad por un valor de decenas o centenares de millones de dólares. Este tipo de daño e interrupción de actividad extrema se repitió en casi todos los grandes terremotos que afectaron a centrales eléctricas. Una vez más, una inspección técnica es esencial para modelizar con precisión las plantas de generación eléctrica. La situación es comparable a la modelización de un sistema contra incendios en función de la edad del edificio que lo alberga.

7. Por el lado positivo, la buena resistencia sísmica de un sistema estructural de bajo coste en Chile, llamado albañilería confinada, demostró que las catástrofes como la de Puerto Príncipe en Haití pueden evitarse en zonas con normas sismorresistentes y prácticas de construcción mínimas.

En zonas con construcciones generalmente de baja calidad, tales como zonas rurales en América del Sur, las aseguradoras pueden mejorar la seguridad y reducir las pérdidas, a un coste reducido, promoviendo la técnica de *albañilería confinada*. Este tipo de construcción (generalmente de ladrillos o bloques de hormigón sin armar) consta de marcos de hormigón armado vertidos entre los ladrillos, para confinar y reforzar la estructura. Es de lejos el método antisísmico menos costoso que haya resistido durante fuertes terremotos. Los edificios de una o dos plantas diseñados y construidos de esta forma presentaron un excelente comportamiento durante el terremoto de M 8,8 ocurrido en Chile en 2010, incluso en zonas que sufrieron temblores muy fuertes y de larga duración. Muy empleados en Chile desde finales de los años 1930, estos edificios siempre han registrado una buena resistencia.

La figura 8 abajo muestra un lado de un edificio de albañilería confinada que resistió al terremoto de Chile en 2010 sin grandes daños estructurales. En cambio, un hotel nuevo de varias plantas, adyacente al edificio, padeció importantes deterioros.



Figura 8. Edificio de albañilería confinada ligeramente dañado en Talca, una de las ciudades más afectadas por el terremoto de Chile en 2010.

La albañilería confinada podría ser una buena solución para pequeños edificios residenciales y comerciales de bajo coste en las zonas sísmicas menos desarrolladas del mundo, como el Caribe, América Central y del Sur.

Algunos estudios de ingeniería estructural y algunas barras de acero de refuerzo adicionales en algunas zonas apropiadas del marco de hormigón, como se puede observar en **la figura 9**, marcaron la diferencia entre los

edificios resistentes de Chile y los edificios aparentemente similares, pero totalmente destruidos, de Puerto Príncipe, Haití, en 2010.



Figura 9. Las nuevas terminales del aeropuerto internacional de Santiago de Chile (a la izquierda) y del aeropuerto de Sendai (a la derecha). Ambas estructuras sufrieron ligeros daños estructurales, pero graves daños no estructurales y largas interrupciones de actividad. Se puede observar que las fachadas de cristal de ambos edificios se mantuvieron intactas, lo que demuestra la calidad del diseño estructural. La primera planta de la terminal de Sendai fue muy deteriorada por el tsunami (parte inferior del primer plano).

8. Ambos terremotos en Chile y Japón mostraron que algunos tipos de construcciones modernas resisten muy bien, incluso a temblores de M 9,0. Las aseguradoras y los asegurados pueden beneficiarse de esta experiencia.

Los cinco terremotos de 2010 y 2011 demostraron que ciertos tipos de edificios modernos presentaban un excelente comportamiento y, sobre todo, que estos edificios podían resistir

a magnitudes de 8,8 y 9,0. Este conocimiento debe transferirse al sector de seguros, integrándose en el software de modelización, que actualmente se basa demasiado en las clases y las edades de los edificios, y en las prácticas de suscripción, que deberían recurrir más a datos de ingeniería y modelización precisos, recogidos en inspecciones sobre el terreno. Éstas son lecciones esenciales, pues amplían nuestra comprensión de la resistencia de las estructuras modernas a los megaterremotos. Aprendidas tras el terremoto de Chile de 2010,

han sido confirmadas por las observaciones del terremoto de Japón (M 9,0) ocurrido en 2011.

Las Figuras 9 (arriba) y 10 (abajo) resumen estas enseñanzas. Los edificios modernos pueden presentar resistir o pueden derrumbarse. En Chile, muchos edificios más antiguos resistieron mejor que los edificios nuevos. La diferencia radica en las características de ingeniería sísmica y los sistemas incorporados en las estructuras.



Figura 10. En la fotografía superior aparecen tres estructuras adyacentes en Concepción, Chile, después del terremoto de 2010. Los silos de acero derrumbados que están en primer plano son mucho más recientes que los silos de acero, mucho menos deteriorados y muchos más antiguos, situados detrás. El edificio ligeramente dañado, a la izquierda de la fotografía, es el mismo que se puede ver en la fotografía de en medio. Es mucho más antiguo que el edificio de viviendas nuevo y alto, totalmente destruido, que se observa en la tercera fotografía.

➤ Conclusión

Si bien la sismología, la ingeniería sísmica y la modelización de catástrofes son ciencias en constante evolución, los asegurados, las aseguradoras y las reaseguradoras, trabajando con especialistas, pueden reducir las pérdidas humanas y las consecuencias económicas aseguradas

y no aseguradas, provocadas por los terremotos. SCOR se dedica a ayudar a sus clientes y al sector de seguros para ampliar sus conocimientos y mejorar su preparación ante estos eventos. En su Centro sobre Riesgo Global, reúne y analiza los recursos más interesantes sobre riesgos

y temas relacionados con el seguro y el reaseguro, a partir de sus propios datos y recursos, así como todas las demás fuentes de información disponibles.

Jean-Paul Conoscente
Senior Vice President
Chief Underwriting Officer
SCOR Global P&C US



Peter Yanev, de Yanev Associates, LLC, es una de las mayores autoridades del mundo en ingeniería sísmica y gestión de riesgos. Yanev Associates está especializada en atenuación rentable del riesgo sísmico, haciendo hincapié en la reducción de la interrupción de actividad consecutiva a los terremotos. Peter Yanev fundó EQE International y EQECAT en San Francisco en 1981 y 1997 respectivamente, y trabaja en gestión del riesgo sísmico desde 1970. Actualmente es consultante senior para el Banco Mundial para proyectos sísmicos. Es miembro del Consejo Académico de la Universidad de California Berkeley y del Massachusetts Institute of Technology, donde se graduó en ingeniería sísmica. Autor del manual de preparación a los terremotos titulado "Peace of Mind in Earthquake Country", que registró un récord de ventas, Peter Yanev ha conducido investigaciones de campo en más de 100 terremotos en el mundo desde 1971.

SCOR Global P&C

1, avenue du Général de Gaulle - 92074 Paris La Défense Cedex Francia
Redactora jefe: Dominique Dionnet
Tel.: +33 (0)1 46 98 74 00 – Fax: +33 (0)1 46 98 84 49 - ddionnet@scor.com

ISSN: 1967-2136

Ninguna parte de esta publicación podrá reproducirse en alguna forma sin previa autorización del editor.

Fotos: Peter Yanev. Reservados todos los derechos.

Diseño y concepción: SCOR Global P&C, Strategy & Development/ sequoia ♡ - (12/2011).