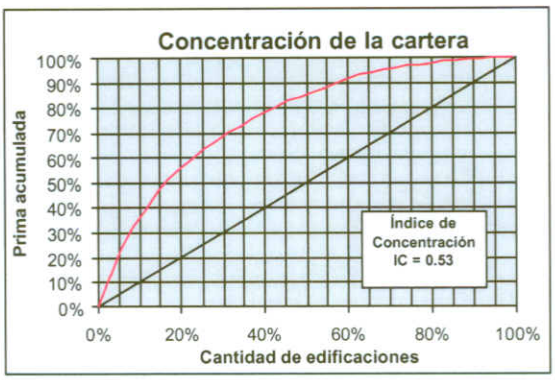
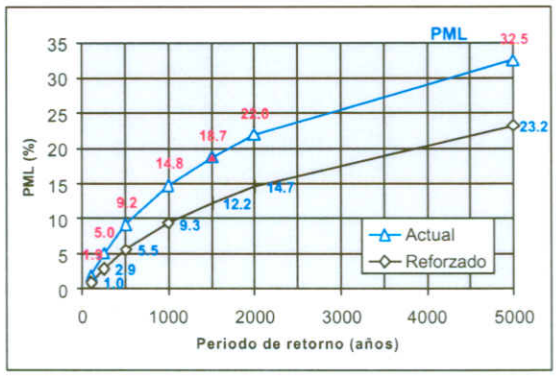
deben revisarse cuidadosamente o bien para darles un tratamiento especial en la negociación del seguro.

Figura 6.
Índice de concentración para el grupo de edificaciones de Manizales



La Pérdida Máxima Probable, PML, varía según sea el período de retorno al que se haga referencia. No existe un estándar y por esta razón la Figura 7 presenta una curva que indica los valores desde 0 hasta 5000 años. En Colombia como en México se ha utilizado usualmente 1500 años para definir el nivel de reservas que garanticen la solvencia de las compañías de seguros.

Figura 7.
Pérdida máxima probable para el grupo de edificaciones de Manizales



ANÁLISIS DE UNA MUESTRA DE INMUEBLES PÚBLICOS DE BOGOTÁ

El valor de la prima pagada total de esta muestra para el 2002 es de 2.5 ‰ Esta tarifa es la determinada por la compañía de seguros a modo de prima promedio o *blanket* para la ciudad, aunque en ocasiones puede cambiar si se identifican factores que hacen más probables las pérdidas. En el caso de las edificaciones descentralizadas esta tarifa se ha estimado en 2.31 ‰ para cada edificación individualmente. Los resultados de la evaluación de la muestra de 80 edificaciones públicas localizadas en el distrito capital arrojaron los resultados indicados en la tabla 4. El valor de la prima pura de riesgo promedio calculado con el rigor científico del modelo utilizado en este estudio (prima de la muestra con las edificaciones en las condiciones actuales) dio el 1.16‰ de los valores asegurables. Esta cifra corresponde a menos de la mitad (46.3%) de la prima cobrada para el mismo grupo de edificaciones por la compañía de seguros. Suponiendo que

la estimación de la prima para todo el grupo de inmuebles públicos nacionales en Bogotá diera un valor similar a esta muestra, existiría la posibilidad de conseguir una prima más favorable con respecto al valor promedio estipulado actualmente.

Tabla 4

Resultados generales grupo de edificaciones en Bogotá, escenario actual y escenario hipotético reforzado

PML ACTUAL (Tret = 1500 años)	**$ 15,993,415,234**	**PML REFORZADO (Tret = 1500 años)**	**$ 7,982,286,863**
Como % de la suma asegurable	7.0%	Como % de la suma asegurable	3.5%
PÉRDIDA ESPERADA ACTUAL	**$ 16,728,620,075**	**PÉRDIDA ESPERADA REFORZADA**	**$ 7,856,743,530**
Como % de la suma asegurable	7.4%	Como % de la suma asegurable	3.5%
PRIMA ACTUAL TOTAL	**$ 263,398,499**	**PRIMA REFORZADA TOTAL**	**$ 94,328,995**
Como ‰ de la suma asegurable	1.16	Como ‰ de la suma asegurable	0.41
Como % de la prima pagada	46.3%	Como % de la prima pagada	16.6%

Esto indica que sería beneficioso realizar la evaluación para la totalidad de los predios públicos nacionales e incluso distritales, a fin de obtener el valor de las primas para todas las edificaciones públicas de la ciudad. Los resultados indicarían los valores de las primas puras de uno a uno de los edificios y se podría hacer una negociación masiva y obtener para la nación o el distrito un valor muy favorable. Un análisis de este tipo, además, permitiría determinar las pérdidas esperadas (primas) diferentes y más realistas para cada edificación, de acuerdo con los estudios locales de amplificación sísmica y la vulnerabilidad de las estructuras, aspecto que también es de especial interés para las compañías de seguros.

El valor de la Pérdida Máxima Probable, PML, es en este caso 7.0 % de los valores asegurables. Corresponde en teoría al valor que la compañía de seguros debería mantener en reservas para garantizar su solvencia en caso de presentarse la máxima pérdida en 1500 años. En Colombia la Superintendencia Bancaria exige un nivel de reservas del 15% para dicho efecto. Ahora bien, la pérdida esperada para el peor escenario determinístico corresponde a 7.4% de los valores asegurables (ver Tabla 4).

Al igual que en el caso anterior, se hizo una evaluación de las primas puras de riesgo considerando que las edificaciones se reforzaran o actualizaran al nivel de las exigencias sismorresistentes vigentes. Esta situación hipotética reduce el valor del PML y del peor escenario a 3.5% y el valor de la prima pura promedio a 0.41 ‰, lo que corresponde al 16.6 % de la prima pagada (ver Tabla 3.13). La reducción del valor del PML a causa del reforzamiento estructural en este caso es del orden de 8,000 millones de pesos.

Tabla 5

Resultados a primera pérdida del grupo de edificaciones en Bogotá US$1' a US$5'

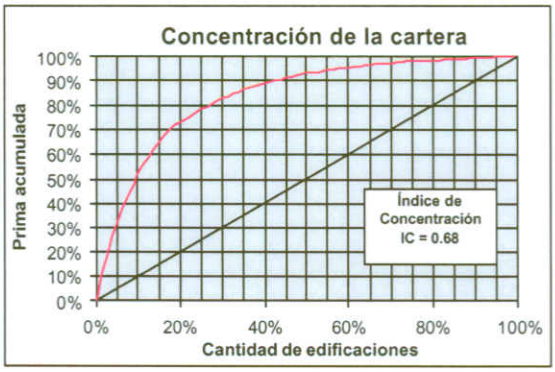
LÍMITE SUPERIOR DE COBERTURA	**LÍMITE SUPERIOR DE COBERTURA (MILLONES DE DOLARES-TRM = $ 2600)**				
	1'	**2'**	**3'**	**4'**	**5'**
ESCENARIO ACTUAL					
Prima por capas (millones de $)	$ 183,092,537	$ 220,714,087	$ 238,509,229	$ 248,468,367	$ 254,146,808
Prima por capas (al millar)	0.81	0.97	1.05	1.09	1.12
Como % de la prima del escenario	69.51%	83.79%	90.55%	94.33%	96.49%
Delta de prima entre capas (al millar)	-	16.55%	7.83%	4.38%	2.50%
Como % de la prima del escenario	-	14.28%	6.76%	3.78%	2.16%
ESCENARIO REFORZADO					
Prima por capas (millones de $)	$ 75,948,971	$ 86,374,478	$ 90,548,011	$ 92,457,776	$ 93,367,494
Prima por capas (al millar)	0.33	0.38	0.40	0.41	0.41
Como % de la prima del escenario	80.51%	91.57%	95.99%	98.02%	98.98%
Delta de prima entre capas (al millar)	-	4.59%	4.42%	2.02%	0.96%
Como % de la prima del escenario	-	11.05%	10.67%	4.88%	2.32%

Al estimar los valores de las primas puras de riesgo para diferentes capas o límites de cobertura se puede ilustrar lo atractivo que resulta estudiar varias alternativas de protección de contratos a

primera pérdida. La prima pura se reduciría a 0.81 ‰ (el 69.5% de la prima total) si sólo se contrata la capa del primer millón de dólares, a 0.97 ‰ (el 83.8% de la prima total) para el segundo millón de dólares, a 1.05 ‰ (el 90.6% de la prima total) para el tercer millón de dólares, y así en forma sucesiva (ver Tabla 5). El exceso de pérdida por encima de estos límites se podría retener, mediante un fondo de reservas y/o compensación del Estado, que puede ser el resultado de un consorcio con las compañías privadas, o negociar con reaseguradores de ser conveniente.

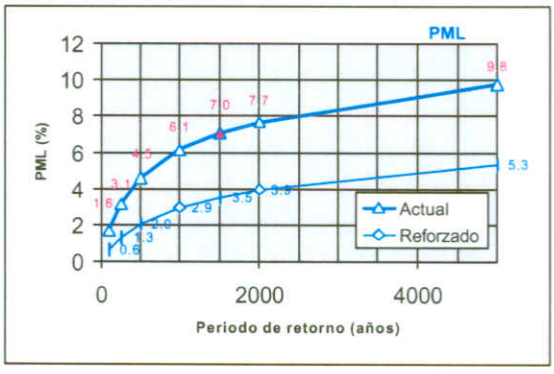
En determinados casos podrían plantearse situaciones en las cuales se puede retener el riesgo hasta un límite que se considere conveniente y comprar el seguro en condiciones favorables a partir de un límite de exceso de pérdida (*attachment point)* a partir del cual que empezaría a involucrar, por ejemplo, seguro o reaseguro. En caso de realizarse este estudio con todo el inventario de edificaciones públicas en Bogotá la estimación por capas o por PMLs sería de especial interés para definir una estrategia eficiente de transferencia de riesgo.

Figura 5.
Índice de concentración grupo de edificaciones Bogotá



En el caso de la muestra estudiada de Bogotá, el índice de concentración del grupo de edificaciones fue de 0.68 (ver Figura 3.5). Las curvas de PML presentan cambios muy notables si la muestra es con las edificaciones en las condiciones actuales o si es con edificaciones reforzadas (ver Figura 6).

Figura 6.
Pérdida máxima probable grupo de edificaciones Bogotá



De analizarse todo el inventario de edificaciones públicas completo de la nación en Bogotá y otras ciudades del país, una herramienta como el modelo aquí aplicado, utilizando técnicas refinadas de modelación y los avances técnico-científicos facilitaría, como ya se indicó, el diseño de una

estrategia eficiente y realista de negociación para la protección de los inmuebles públicos de la ciudad. El país debería contar con estos análisis permanentemente y diseñar, con base en estos estudios, su estrategia de transferencia de las pérdidas en una forma dinámica.

RECOMENDACIONES

El gobierno debería tratar de medir de manera idónea el riesgo por desastres. Existen técnicas para estimar el riesgo con base en modelos avanzados que han sido ya utilizados en los países desarrollados. La aplicación de este tipo de modelos en los países en vías de desarrollo ha sido limitada, dado que no ha existido un amplio mercado de seguros privados para riesgos por fenómenos naturales. En Colombia este tipo de modelación a empezado ha ser utilizada y financiada por algunas compañías de seguros. Sin embargo, para que se puedan emplear este tipo de modelos de manera efectiva, es necesario contar con datos confiables sobre las amenazas y la vulnerabilidad de los bienes. En Colombia las amenazas están más o menos bien definidas, pero no se cuenta con análisis de vulnerabilidad y por lo tanto de riesgo adecuados, con algunas excepciones. Por lo tanto, es esencial que el gobierno comprenda y evalúe el riesgo de desastre para que planifique en lugar de limitarse a responder ante los hechos. Estos modelos avanzados con sólidas bases técnicas y científicas deben aplicarse en el ámbito nacional, regional y municipal. Además, es necesario utilizarlos para estimar con mayor confianza el riesgo de la infraestructura y de los edificios esenciales, las escuelas, etc.

Es claro que el gobierno nacional es responsable de la reconstrucción de los edificios públicos más importantes en caso de desastre, por lo tanto la transferencia de pérdidas debería formar parte de un programa de gestión cuidadoso que permita asignar los recursos de manera eficiente. Las prácticas actuales indican que no hay una estrategia informada del gobierno, que podría ser más inteligente y unificada para efectos de eficiencia, aunque la contratación de seguros se realice en forma independiente por cada entidad. Usualmente los contratos de seguros de los gobiernos son para proteger niveles de daño relativamente altos. La parte más costosa de un seguro es la que cubre niveles menores de daño; cobertura que no es precisamente la que más se necesita. Además, si cada dependencia gubernamental contrata su propio seguro, se pierde el beneficio de la reducción de tarifas y la mayor cobertura que se obtendría si se negocian los seguros de todos los edificios públicos. La descentralización de la compra del seguro sólo tiene sentido si la entidad descentralizada que contrata los seguros realmente asume las pérdidas. Pero si en realidad es el gobierno nacional el que se hace responsable de las pérdidas que el seguro no cubre en muchos de los casos, éste debería orientar la decisión de contratación del seguro, en cuyo caso, es probable que se pueda contratar un seguro mucho mejor, que esté más acorde con las necesidades del gobierno e implique menores costos. Un proceso de contratación unificado haría de los seguros vigentes un componente muy importante del proceso de gestión del riesgo del país y un estímulo para la planificación de la mitigación..

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que el uso sólo de información histórica y de un enfoque empírico para pronosticar pérdidas de desastre es insatisfactorio. Las estimaciones que resultan de estas evaluaciones actuariales tradicionales contienen incertidumbres muy grandes. Estas incertidumbres sólo pueden ser controladas utilizando técnicas más rigurosas de estimación independientes, como los modelos basados en estudios de ingeniería y enfoques científicos más depurados. Cuando existe alta ambigüedad del riesgo, es decir cuando hay una alta incertidumbre en relación con la probabilidad de ocurrencia de una pérdida específica y su magnitud, el valor de la prima será

inevitablemente mayor. Los actuarios y suscriptores de las compañías de seguros y reaseguros manifiestan aversión a la ambigüedad al definir un valor mayor de las primas cuando se percibe que el riesgo no está bien especificado. Por lo anterior se requiere de modelos especiales.

El Estado Colombiano podría explorar modalidades para proteger contra desastres e incluso terrorismo los bienes públicos, incluida la infraestructura, transfiriendo en forma eficiente las pérdidas a la industria de seguros privados, a los reaseguradores e incluso al mercado de capitales. También podría utilizarse la figura equivalente de la contratación de créditos contingentes, para garantizar la disponibilidad de recursos en caso de una reconstrucción. Países como España o como Francia tienen desde tiempo atrás un sistema de respaldo a los aseguradores privados por parte del Estado. De las pólizas de seguros que se suscriben, un porcentaje se cobra adicional, excepto en caso de los seguros de vida, para alimentar un fondo que sirve para compensar los excesos de pérdidas por desastres de las compañías de seguros privadas. En Inglaterra, igualmente, los aseguradores privados asumen una primera capa y posteriormente sigue un fondo en el que participa el Estado. Este tipo de figuras, además se apoyan en la industria del reaseguro mediante esquemas proporcionales o a partir de ciertos límites de exceso de pérdidas. Son en realidad un *pool* o mutualidad, también denominado por algunos como consorcio, en el que participan las compañías privadas y el Estado. Incluso, no sería descartable que en una figura de esta naturaleza pudieran participar los organismos multilaterales a partir de ciertos límites o capas antes de que lo haga el gobierno o viceversa.

Para la cobertura por desastre de los estratos más pobres de la población incluso se podría pensar en pagos subsidiados basados en la solidaridad de otros estratos de mayores ingresos, con tarifas diferenciadas, como se ha hecho en el caso del seguro agropecuario en algunos países. La prima del seguro por terremoto, por ejemplo podría ser asumida en parte por el asegurado y en parte por el fondo o consorcio, con el fin de incentivar el seguro; y de paso hacer explícita la responsabilidad en el ciudadano de autoprotegerse, lo cual debería ser parte de los procesos de cultura ciudadana. En Turquía, después del terremoto de Mármara de 1999, con el apoyo del Banco Mundial se creó un consorcio, previo un ajuste de orden legal que obliga la suscripción del seguro de terremoto hasta un mínimo de US$ 25,000 dólares, con el fin de proteger a todos los propietarios de vivienda. Dicho consorcio está integrado por el gobierno y los aseguradores privados, que suscriben el seguro. Algunas ideas de este tipo se han venido discutiendo también recientemente en algunos países como los centroamericanos.

Cambios rápidos en el sector financiero están permitiendo la aparición de nuevas alternativas para enfrentar las pérdidas causadas por fenómenos peligrosos como los terremotos, huracanes, inundaciones, entre otros. El mercado de capitales es global y permite la posibilidad que se puedan realizar inversiones en diferentes sitios del mundo. La combinación de los nuevos conocimientos y técnicas de la ingeniería y la ciencia, lo que incluye la modelación más precisa de pérdidas y un mejor entendimiento científico del riesgo, los avances en la computación y la tecnología de la información y las innovaciones en el mercado financiero están abriendo nuevos horizontes y nuevas fuentes de capital para enfrentar las pérdidas debidas a desastres

REFERENCIAS

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)., (1996): "Estudio de amenaza sísmica de Colombia", Universidad de los Andes, Ingeominas.

Bertero, V.V., Anderson, J.C., Krawinkler, H., and Miranda, E., (1991): "Design Guidelines for Ductility and Drift Limits: Review of the State-of-the-Practice and State-of-the-Art in Ductility and Drift-Based Earthquake-Resistant Design of Buildings", Report No. UCB/EERC-91/15, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, California.

Gallego, M., (2000): Estimación de riesgo sísmico en la República de Colombia, tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de maestro en Ingeniería, DEPFI., UNAM.

Ingeominas y Universidad de Los Andes, (1997): Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá., publicaciones Ingeominas., Ministerio de Minas y Energía.

Miranda, E., (1991): Seismic Evaluation and Upgrading of Existing Buildings, Thesis submitted for partial satisfaction of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy in Engineering, University of California at Berkeley, May 1991.

Miranda, E., (1993): Evaluation of Site-Dependent Inelastic Seismic Design Spectra, Joumal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 119, No. 5.

Miranda, E., (1997): "Estimation of Maximum Interstory Drift Demands in Displacement-Based Design," Seismic design Methodologies for the Next Generation of Codes, H. Krawinkler and P. Fajfar editor, Balkema.

Moehle, J.P., (1996): "Displacement-Based Seismic Design Criteria", " Proceedings of the Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico, June.

Ordaz, M., Miranda, E., Reinoso, E., Pérez-Rocha, Luis E., (1998): Seismic Loss Estimation Model For México City.

Ordaz, M. (1999): Metodología para la Evaluación del Riesgo Sísmico Enfocada a la Gerencia de Seguros Por Terremoto.

Ordaz, M. y Gallego, M., (1999): Estimación de leyes de atenuación para Colombia, Revista internacional de estructuras Quito., II-1999.

Priestley, M.J.N., "Displacement-Based Seismic Assessment of Reinforced Concrete Buildings," Journal of Earthquake Engineering, Vol. 1 No. 1, pp. 157-192, 1997.

Sozen, M.A., "Drift-Driven Design for Earthquake Resistance of Reinforced Concrete," (1997): Proc. EERC-CUREe Symposium in Honor of Vitelmo V. Bertero, Berkeley, California.