

**SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE DESASTRES  
SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS**

**SEMINARIO**

**DESASTRES SISMICOS EN GRANDES CIUDADES  
"Enseñanzas en Mitigación y Operativos de Emergencia"**

**AMENAZAS DE SEGUNDO ORDEN INDUCIDAS POR TERREMOTOS**

**GRUPO REASEGURADOR SUIZO  
Herbert Tiedemann  
Consultor Asesor  
Alemania Federal**

## AMENAZAS DE SEGUNDO ORDEN INDUCIDAS POR TERREMOTOS

Herbert Tiedemann  
M.S. Ingeniería Mecánica, Ph.D. Física  
Consultor del Grupo de Reaseguradores Suizo  
Zurich, Suiza.

### INTRODUCCION

Una definición parece necesaria. Es posible diferenciar entre las amenazas primarias de un terremoto y los efectos secundarios. La principal amenaza es el daño y la destrucción de elementos en riesgo y el daño y pérdida indirecta relacionados con esta. Las amenazas secundarias son aquellas que no son directamente causadas por el terremoto sino que implican una cadena de acción. Sin embargo, veremos que se debe evitar una interpretación demasiado parroquial, no solo porque entra en conflicto con conceptos generales sino porque es difícil separar las amenazas primarias de las secundarias. Ilustraremos esto con sencillos ejemplos.

Nadie negará que el colapso total o parcial de un edificio es la causa directa de un movimiento telúrico. Sin embargo, con frecuencia lo primero que menciona la prensa popular son las víctimas, especialmente si el número es elevado. No obstante, es muy raro que mueran personas directamente por la acción del terremoto, contrario a las erupciones volcánicas, sino por los edificios que no son suficientemente fuertes, por tsunamis o deslizamientos de tierra, para mencionar unos pocos ejemplos. En esos casos, la amenaza es de naturaleza indirecta: el terremoto sacude edificios inadecuadamente diseñados o incorrectamente contruidos y los edificios que caen matan o hieren habitantes. O el terremoto provoca un tsunami que resulta en víctimas, por ejemplo, porque no se organizó correctamente la señal de alerta del tsunami. En el caso de heridos los ejemplos anteriores pueden aumentarse. La estructura que cae o las partes no estructurales que caen atrapan o hieren a la gente. Si las instalaciones de rescate y atención médica no están correctamente organizadas se presentarán severas consecuencias que indudablemente serán amenazas de segundo orden.

Aún en el caso de daño a edificios y su contenido pueden presentarse amenazas de segundo orden. El saqueo después de un terremoto o los daños causados por el agua luego de fuertes lluvias que aumenta el daño a los edificios o que afecta los muebles o la mercancía, son amenazas secundarias.

Las amenazas de segundo orden no se consideran en los códigos de terremotos y a menudo se olvidan al discutir el riesgo del terremoto. Desafortunadamente esto aumenta la pérdida y la miseria causada por los terremotos. (1).

El alcance de las amenazas de segundo orden inducidas por los terremotos es muy amplia y en el siguiente artículo tan solo podremos discutir algunos aspectos sobresalientes. Comenzaremos con amenaza a la gente, uno de los ejemplos mencionados anterior-

mente.

## INSTALACIONES MEDICAS Y DE RESCATE

Desafortunadamente, los hospitales en general no están construidos bajo estándares especiales gracias a los cuales sobrevivirían y se mantendrían en operación. Esto se hizo evidente, por ejemplo, luego del terremoto de 1985 en México y del terremoto de M 5.4 que mató e hirió a muchos en El Salvador en 1986 (2). Igualmente, el Bloque A del Hospital de Newcastle sufrió daño estructural y fué necesario evacuar pacientes, aún cuando el terremoto fué pequeño y el epicentro no fue cerca de la ciudad. El margen de seguridad generalmente inadecuado del diseño de los hospitales exige atención inmediata.

Si tal como lo sostienen las sociedades tecnológicamente avanzadas, el índice de muertes en accidentes de tráfico se reduciría considerablemente si se contara con la adecuada atención médica luego del accidente, es evidente que esta variable es igualmente importante luego de un terremoto catastrófico que presionará las instalaciones médicas de cualquier sociedad y, con más razón, en regiones menos desarrolladas.

El terremoto de Tangshan en 1976 y el terremoto armenio de 1988 demostraron que las posibilidades de sobrevivir dependen dramáticamente del tiempo que transcurre entre el terremoto y el rescate.

Aquellos rescatados dentro de los primeros treinta minutos después del terremoto de Tangshan tuvieron 99% probabilidades de sobrevivir. Para aquellos rescatados en el segundo día, disminuyeron a cerca de 34% y fueron de solo 7% para aquellos rescatados el quinto día. Estas cifras deben tomarse como generales ya que los factores contaminantes no pueden evitarse. Es posible, por ejemplo, que muchos de aquellos rescatados poco después del terremoto fueran de fácil acceso y hubiesen sufrido heridas menos severas. Las fluctuaciones en el índice de sobrevivencia sugieren factores contaminantes. Por ejemplo, en el segundo día, 1.638 personas fueron rescatadas, 562 de las cuales sobrevivieron (33.7%); al tercer día, 348 víctimas fueron extraídas vivas y 128 sobrevivieron (36.7%).

En total se rescataron 8.500 personas comparadas con cerca de 257.000 muertas en el terremoto. Cerca de 5.300 sobrevivieron (2.1%) y de estos 85% fueron sobrevivientes rescatados el primer día. Cerca del 52% de los sobrevivientes rescatados el primer día fueron dados de alta 30 minutos después. Probablemente, estas fueron las víctimas que se encontraron más fácilmente y podrían rescatarse sin necesidad de equipo pesado.

El tipo de construcción afecta las opciones de rescate y por lo tanto el número de víctimas. Mientras que los escombros de edificios de adobe, mampostería y ladrillo pueden fácilmente removerse con herramientas primitivas, el concreto reforzado plantea serios problemas, especialmente si no se tiene disponible equipo pesado

y especial o si el equipo no puede llevarse a pueblos remotos en la montaña, como en el reciente terremoto en Gilán, Irán. El terremoto armenio de 1988 demostró esto pero debe anotarse que las instalaciones en casi cualquier país estarían gravadas con impuestos más altos luego de un terremoto devastador. El análisis de este tipo de riesgo puede hacerse utilizando la Tabla 1.

TABLA 1

PORCENTAJE DE MDR	DE EDIFICIOS CON 80 A 100% DE DANOS DEPENDIENDO DE LA MDR *								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
PORCENTAJE	.25	3.5	10	20	30	45	56	70	85

\* MDR: Relación de daño medio expresada como porcentaje del nuevo valor de reposición del edificio.

Debe recordarse que quienes están seriamente heridos o expuestos, requieren ayuda en corto tiempo. Esto exige detallados programas para catástrofes y ejercicios de práctica de simulación constantes. Sería mucho mejor concentrarse en construir o reforzar los edificios de manera que solo unos pocos sufran severos daños. Este enfoque no solo protegerá seres humanos sino tendrá un efecto positivo sobre el impacto total de los terremotos sobre la economía nacional y la sociedad. Construir correctamente y reforzar los edificios vulnerables normalmente no es una empresa costosa.

Luego de numerosos terremotos se ha observado que los muebles sólidos a menudo sirven de apoyo a los elementos que caen de un edificio quedando muchos espacios donde pueden sobrevivir las víctimas. Esto señala una posible solución para edificios con altas posibilidades de desplomarse y que no se pueden reforzar ni abandonar. Si, por ejemplo, las oficinas y los colegios estuviesen equipados con sólidos escritorios hechos en acero y los habitantes estuviesen entrenados a esconderse debajo de los muebles en caso de un terremoto, muchos se podrían salvar a un costo mínimo, especialmente si también se tapan la boca y la nariz con un trapo para proteger el sistema respiratorio contra exceso de polvo. Obviamente, esta medida de último recurso podría introducirse sin problemas en edificios residenciales.

El cuidado médico disponible para quienes han sido salvados o la falta de cuidado pueden llamarse amenazas secundarias. Con un excelente cuidado, la cantidad de personas permanentemente incapacitadas, sería mucho menor que si solo existen disponibles instalaciones de segundo nivel.

## INCENDIOS, EXPLOSIONES Y MATERIALES TOXICOS

A este respecto deberán considerarse una gran cantidad de parámetros. Los aspectos importantes se tratan extensamente en (3), y no discutiremos las categorías individuales de elementos en riesgo, nos concentraremos en algunos importantes parámetros.

Los análisis de riesgo deberán comenzar por investigar las propiedades físicas y químicas de todo material peligroso, y si dicho material está instalado o está disponible en forma de materia prima, combustible, producto semiterminado o terminado. Las propiedades físicas incluyen el estado, es decir, gaseoso, líquido o sólido, la cantidad, y, en el caso de los sólidos, la relación superficie a volumen. Las propiedades químicas/biológicas son por ejemplo el valor calorífico, el punto de ignición, las propiedades tóxicas o irritantes, si es corrosivo, la estabilidad, oxidación, si se reduce, si es básico, ácido y las velocidades de reacción.

Las instalaciones industriales deben considerar la presión de los líquidos y gases procesados o almacenados. La liberación de material peligroso la determinan varios parámetros, en especial la probabilidad de falla en tanques, tubos y demás equipo que lo contiene, al igual que las características de los elementos estructurales, los componentes y aparatos de construcción que deben contener los líquidos si los tanques fallan. No deben olvidarse los vehículos que transportan material peligroso.

Al considerar las fuentes de ignición deberán analizarse no solo aquellas normalmente presentes en edificios y plantas sino también fuentes adicionales generadas por el terremoto.

No deben olvidarse los parámetros exógenos que pueden disparar o contribuir a una catástrofe. Entre estos factores tenemos tsunamis, licuefacción, deslizamientos, falla en la energía o suministro de agua y condiciones meteorológicas.

En último lugar, pero no por ello menos importante, debemos tener en cuenta el error humano, si el curso de un evento está determinado por la reacción de operarios. La confiabilidad de los seres humanos se reduce considerablemente bajo severa tensión salvo si han sido muy bien entrenados.

El terremoto de Tokio en 1923 constituye un dramático ejemplo del hecho de que la presencia de una cantidad considerable de material combustible y fuentes de ignición pueden causar grandes cantidades de víctimas. Este terremoto ocurrió en un momento en que se estaban cocinando varias comidas en fuegos abiertos. el fuerte movimiento esparció el combustible que se quemaba y se dice que 377 fuegos comenzaron, 133 de los cuales se propagaron. Sin embargo, el factor individual más importante fue el fuerte viento, inicialmente soplando a una velocidad de 45 km/h, cambió repetidamente de dirección y alcanzó velocidades superiores a 75 km/hr. La conflagración mató más de 100.000 personas; 38.000 vidas se perdieron en una zona abierta de Tokio a donde huyó la

gente en busca de refugio.

Los modernos materiales de construcción han reemplazado mucha de la madera que se utilizaba hace décadas, incluyendo otros combustibles que pueden causar devastadores incendios y un gran número de víctimas. Esto se cumple en plantas industriales y edificios. Un ejemplo es el almacén de departamentos de San Salvador que se desplomó; muchas víctimas no murieron por el edificio caído sino por el incendio que se desató en el lugar.

Varias instalaciones industriales poseen grandes tanques y grandes zonas de almacenamiento de combustible líquido y gas licuado. Hace pocos años, una instalación pequeña de este tipo causó la muerte de cerca de 500 personas en ciudad de México. Si un terremoto devastador azota la zona donde se encuentran estas instalaciones, ocurrirán muchas fallas en equipo y resultarán incendios y conflagraciones. Se sabe que los tanques cilíndricos de gas causan desastrosas explosiones, similares a las explosiones nucleares. Al explotar, estos tanques vuelan como cohetes a distancias hasta de una milla. Si caen sobre una instalación crítica pueden resultar más incendios y explosiones.

Además, se debe estar preparado para que líquidos y gases en combustión, que son más pesados que el aire, se propaguen rápidamente por las carreteras, caños y topografía. Debemos enfatizar que el promedio de las instalaciones de retención con que contamos en la actualidad no detendrán esas emisiones masivas del material explosivo y combustible. Es probable que fallen los múltiples contenedores durante un terremoto salvo si se toman precauciones especiales, la pérdida de vidas que sigue puede ser muy severa.

Un aspecto secundario pero importante son las inadecuadas operaciones de rescate con material incendiado bajo el cual quedan atrapadas víctimas. Desafortunadamente esto ha ocurrido con frecuencia.

En conclusión no debemos olvidar que eventos tales como la tragedia de Bhopal, India, donde cerca de 2,500 personas murieron por la emisión de material tóxico y muchos más fueron gravemente heridos, se hace más probable si las plantas son sacudidas por terremotos. Si ocurre lo peor de lo peor se pueden presentar muchas víctimas por la acción combinada de varias amenazas.

## TSUNAMI

No trataremos los detalles pertinentes a la probabilidad de que ocurra un tsunami en un punto dado en la costa, ya que esto depende no solo de la frecuencia de terremotos más o menos distantes que pueden generar trenes de olas que pueden llegar a un lugar particular en la costa, sino de muchos otros parámetros, tales como la forma de fondo marino frente a la costa, la forma y topografía de la costa, obstáculos en el patrón de las olas etc.

Aparte de la probabilidad general de los tsunamis, el parámetro que sigue en importancia en el control del riesgo de los seres humanos, es la elevación de la superficie de la tierra donde se encuentren cuando llegue el tsunami. La probabilidad de un tsunami dado y por lo tanto implícitamente de la altura a la que se puede subir para protegerse disminuye considerablemente a medida que aumenta la altura de la ola. Mencionamos específicamente la elevación de la superficie de la tierra debido a que las ondas de los tsunamis pueden generar fuerzas de 3 a 9 toneladas por metro cuadrado, suficiente para hacer que edificios colapsen a menos que sean muy resistentes o estén protegidos por otros aparatos. Si los edificios no son muy resistentes, los residentes en los pisos superiores no están necesariamente seguros.

La velocidad de propagación del tsunami depende de la profundidad del agua, ya que corresponde aproximadamente a la raíz cuadrada del producto de la gravitación de la tierra por la profundidad del agua. Para una profundidad de 5,000 mts. es de cerca de 220 m/seg u 800 Km/hr. Esto significa que una señal de alerta de tsunami no serviría de mucho si el epicentro del terremoto es a 100 o 200 Km de la costa.

En cuanto al riesgo, consideremos algunos ejemplos que demostrarán que los tsunamis no están confinados al cinturón del Pacífico.

La Región de Beirut, Líbano fue arrasada por tsunamis en el año 551 DC y luego en 746. Muchos barcos se hundieron.

En Cumaná, Venezuela, olas de 8 mts, mataron personas en 1530, y en Lima, Perú, el mar se levantó 23 mts, en 1586.

Los siguientes tsunamis devastadores ocurrieron en 1687 y 1746 cuando cinco a seis mil habitantes de Callao, el puerto de Lima murieron y solo 200 sobrevivieron. En 1868 un gran terremoto lejos de la costa Suramericana, más o menos en la frontera de Chile-Perú, generó un tsunami de 15 mt que mató a mucha gente en la costa. En Hawaii se midieron olas de 5mts que se hicieron sentir hasta a 20 mts de altura; más de 80 personas fueron muertas. El tsunami que siguió al terremoto de 1960 del Sur de Chile, mató cerca de 185 personas y lesionó 855 en Japón.

Cerca de 20 minutos después del famoso terremoto de Lisboa en 1755, un fuerte tsunami azotó la costa portuguesa. De los 60.000 a 100.000 muertos, muchos cayeron bajo el tsunami. Otro tsunami de este terremoto golpeó las islas del Caribe diez horas después. En Martinica, la altura de las olas era igual a la de los pisos altos de las casas; el número de víctimas se desconoce.

Aún en Japón, donde originalmente se le dió el nombre al tsunami, las cifras sobre personas muertas en terremotos ocurridos durante los primeros años se desconoce. En el año 869 cerca de 1000 personas se ahogaron en el terremoto de Sanriku. En 1493, 200 personas se ahogaron en Kamakura. Se calcula que hubo 3.800 víctimas del tsunami luego del terremoto de 1605 que afectó la

Península de Boso. Más de 2.000 personas murieron en la región de Sanriku en 1611. En 1771 un maremoto mató 11.941 personas cerca de la Ilsa Ishigaki. En 1854, 3.000 personas fueron muertas por el gran tsunami de la Península de Boso. En 1896, un tsunami de 25 mts, en Yoshi Hama mató 27.122 personas y en 1933, el terremoto de 8.9 fuera de Sendai generó un tsunami de 24 mts. que mató a 2.896 personas e hirió a 12.053, pero en este caso, no se sabe con certeza si todas las víctimas fueron causadas por el tsunami. En 1944, un tsunami de 6 mts. mató cerca de 1.000 personas e hirió 2.135. La pérdida de vida entre madres jóvenes que se negaban a dejar a sus pequeños fue particularmente grave, en este caso.

Un escenario peor sería un terremoto fuerte que ocurriese en la noche cerca a una ciudad costera grande localizada en la playa lo cual agrava los tsunamis. Los daños producidos por el terremoto en la ciudad crearían el caos debido a serios daños en los edificios y la interrupción del tráfico, suministro de agua y energía y servicios telefónicos. Las personas que se encuentren rescatando a sus familiares y otros, serían fáciles víctimas del tren de olas debido a la situación caótica descrita anteriormente y además por la dificultad de refugiarse en zonas altas en la oscuridad, con carreteras obstaculizadas por escombros.

Lo anterior demuestra que es extremadamente difícil hacer estimativos sobre el número de personas muertas y heridas por el tsunami, ya que deben evaluarse muchas situaciones, cada una afectada por distintas incertidumbres. La experiencia pasada es poco útil debido a la pequeña y poco confiable muestra y debido a los sustanciales cambios de las ciudades en el curso de tiempo y en especial en décadas recientes.

#### DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y FLUJO DE BARRO

Los deslizamientos de tierra y flujos de barro (los cuales deberían llamarse lahares (sismicos) puesto que el flujo no es solo de barro sino de piedras, rocas, troncos y escombros recogidos por el flujo a su paso), son, como los tsunamis, efectos indirectos de los terremotos. El terremoto dispara un deslizamiento y este deslizamiento causa el daño y las víctimas.

Las evaluaciones de probabilidad son difíciles debido a las incertidumbres de los parámetros. Brevemente, la evaluación de la probabilidad sísmica en la respectiva región no está libre de incertidumbres. Luego, deberá evaluarse la estabilidad de las pendientes alrededor de las poblaciones humanas. Si no es fácil establecer la estabilidad general de las pendientes, es aún más difícil establecer con certeza qué características deberá presentar un terremoto para provocar deslizamientos de diferentes magnitudes en una pendiente dada. Además, los deslizamientos están controlados por parámetros hidrológicos y otros factores (4). Mientras que si ocurre un terremoto luego de un prolongado y seco verano, tal vez no cause fallas en las pendientes, ese mismo terremoto causará un deslizamiento si ocurre luego de un prolon-

gado invierno.

En el pasado se han presentado muchos deslizamientos producidos por terremotos. Algunos han matado gente y otros han resultado en pérdidas catastróficas de vida. Discutiremos algunos ejemplos que involucran víctimas. Sin embargo, debemos aclarar que ni siquiera una lista completa de deslizamientos producidos por terremotos producirá una descripción precisa del riesgo para las vidas humanas. Esto es evidente si consideramos la cantidad de parámetros que tienen efectos sobre los deslizamientos, el número limitado de terremotos fuertes en regiones expuestas a peligrosos deslizamientos y los desarrollos demográficos.

Los científicos han encontrado varios antiguos deslizamientos gigantes (4). Varios de ellos ocurrieron en regiones sísmicas y por lo tanto, es probable que hayan sido causados por terremotos.

Tal vez el deslizamiento montañoso más masivo en la historia de los Alpes Europeos sepultó 17 pueblos y caseríos cerca a Villach, Austria en 1348; 5.000 personas murieron; un terremoto había desestabilizado inmensas cantidades de piedra caliza en la pared sur del Monte Dobratsch de 2.167 mts. de altura y la envió violentamente 1.500 mts hacia el Valle. Se ha descubierto un deslizamiento prehistórico similar. Hoy vive más gente en la zona de riesgo que en 1348.

En 1944, luego de un terremoto de cerca de M 7 en Pamir, 2.500 millones de metros cúbicos de material bloquearon el Río Mugarab en Turkestan y sepultaron el pueblo de Usoy con sus 54 habitantes.

Tal vez uno de los deslizamientos más graves ocurrió en Perú luego de un terremoto. El terremoto de M 7.5 en 1970 disparó una avalancha de roca y hielo de cerca de 100 millones de metros cúbicos del Huascarán, viajando a una velocidad promedio de 179 Km/hr, pero con una velocidad máxima de 400 km/hr, se dirigió hacia Yungay, a 15 Km de distancia, saltó sobre un risco montañoso de varios cientos de metros de altura en su trayectoria y sepultó la ciudad con sus 18.000 habitantes.

Igualmente, el fuerte terremoto de Assam en agosto de 1950 (M 8.7) produjo deslizamientos y pérdidas de vida en los Himalayas.

#### **FALLA DE REPRESAS**

Para concluir, quisiéramos discutir un punto especial: la falla de represas y/o reservorios de agua. Esta falla puede ser causada por varias razones, por ejemplo:

- Fuerte movimiento de la represa por un terremoto en la cercanía
- Grandes fallas que atraviesan la represa y dañan la represa misma y/o su cimiento;

- Considerable deformación de la represa en su plano vertical por la deformación similar a las olas en el cimiento de la represa debido a la propagación de la onda sísmica;
- Falla en las pendientes cercanas a la represa causándole considerable daño; y
- Deslizamiento de un gran volumen de material a la represa causando el desbordamiento de agua.

Si se libera el agua de gran reservorio en un corto periodo de tiempo debido a tales fenómenos, podrá causar enormes estragos en el Valle que queda abajo. Bajo ciertas circunstancias la devastación puede extenderse sobre docenas y cientos de Kilómetros.

Salvo si la presa es relativamente segura, (una presa con relleno de roca es por razones intrínsecas mucho más segura que una presa de tierra o puede hacerse más segura con modificaciones posteriores) en general será difícil proteger a la gente que está abajo. Los proyectos de desarrollo urbano deben tener esto en cuenta. Con frecuencia la evacuación será imposible debido a la alta probabilidad de falla en los sistemas de comunicación durante un terremoto. Además, el tiempo disponible para señales de alerta será más corto que en el caso que se presenten fuertes lluvias que amenacen la represa.

Si hay ciudades, fábricas grandes con una gran fuerza laboral, grandes sitios de camping, etc., tan sólo a pocos kilómetros de la represa, puede instalarse un sistema de alerta similar al de los tsunamis. Debe ser a prueba de fallas, la gente debe tener el entrenamiento y la información necesarias para garantizar reacciones correctas y evitar el caos.

Es muy difícil estimar las víctimas causadas por la repentina falla de una represa o reservorio. Es indispensable una mapa detallado de zonificación indicando el posible nivel de agua de las regiones expuestas. Luego deberá estimarse la vulnerabilidad de los edificios en cada subzona y su tipo.

La gente en las calles está más expuesta y un alto porcentaje de esta puede morir (CF (4)), el riesgo de la gente que permanece dentro de los edificios depende de la resistencia de las estructuras y del número de pisos. Los edificios de una sola planta ofrecen poca protección. Los edificios de varios pisos reducirán las víctimas si no se desploman. La protección la ofrecen los edificios fuertes con estructuras o muros de concreto reforzado y con cimientos que no corren el peligro de ceder.

En resumen, actualmente debe asumirse que la repentina falla de una represa o reservorio causará la muerte de un porcentaje considerable de personas expuestas al torrente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La conclusión más importante es que tanto el daño físico como las pérdidas económicas y las víctimas, los cuales son propia-

mente amenazas secundarias, dependen básicamente de la calidad de la construcción. Por lo tanto, la labor predominante es elevar los estándares de construcción en general y los requisitos específicos introduciendo en el diseño arquitectónico "multas" por construir en suelos poco estables, pronunciada asimetría y calidad deficiente en materiales y mano de obra, etc.,

2. En países sísmicos se podría ganar mucho si la ingeniería sísmica pragmática fuese una materia obligatoria a nivel de la universidad y se introdujera en el entrenamiento de obreros. Un primero paso para lograrlo sería la creación de una mayor conciencia del riesgo (5). En cuanto al entrenamiento de mano de obra idónea, la importancia de un trabajo excelente no debe sobreenfatizarse.
3. En muchas ciudades o pueblos hay edificios que fueron construidos antes de que se hubiesen introducido los códigos de construcción antisísmica. En algunos lugares, tales edificios pueden causar víctimas y amenazas secundarias.

Para estos casos debe hacerse un detallado inventario que deberá incluir edificios modernos que también representan riesgo debido a que son grandes, asimétricos o construidos en terrenos inestables. Estos edificios deben reforzarse adecuadamente mientras sea posible.

4. En cuanto a las pérdidas, daños y víctimas de los efectos secundarios de los terremotos, deberá hacerse un cuidadoso inventario con mapas de riesgo que indican el posible impacto de estas amenazas. Esto es válido para la liberación de material tóxico. Así puede organizarse económicamente la mejora del riesgo.
5. Debido a que es imposible estabilizar grandes pendientes, se debe concentrar en reubicar la propiedad y la gente en el curso del tiempo a regiones con menor riesgo.
6. No basta únicamente con los mapas de riesgo; debe desarrollarse e introducirse un plan para catástrofes. Quienes son responsables por su ejecución deben entrenarse regularmente para asegurarse de que ningún aspecto importante fallará ni aún bajo las fuertes tensiones causadas por una catástrofe. En general se reducirá considerablemente el número de víctimas si todas las personas están bien informadas y entrenadas repetidamente.
7. Es imposible estimar la pérdida y daño, el riesgo de las personas en las zonas afectadas y las víctimas que pueden esperarse de las distintas "fuentes", a menos que se hayan analizado todos los posibles escenarios de catástrofes producidos por terremotos. Solo si se han desarrollado "escenarios de víctimas" será posible determinar el número y tipo de equipo de rescate y personal capacitado que se requerirá. Sería imprudente trabajar sin márgenes de seguridad, tan solo

porque bajo tensión extrema nada funciona tan suavemente como durante un pacífico ejercicio de simulacro.

8. Se recomienda no confiar mucho en la predicción de terremotos ni en el rescate sino en reducir la vulnerabilidad de los edificios y de otros elementos en riesgo que constituyen una importante amenaza y tratar de que el inventario sea lo más completo posible y abarque las amenazas primarias y secundarias más importantes.

#### REFERENCIAS

1. Tiedemann, H., Direct and Indirect Economical Effects. Earthquake Insurance, UNDRO/CIDA/OND Seminar: Earthquake Disasters in Large Cities, Bogotá, 1990
2. Tiedemann,., Small Earthquake - Small Exposure?, Swiss Reinsurance Co., Zurich, Switzerland, 1987 ( Pequeños Terremotos - pequeños riesgos?)
3. Tiedemann, H., Earthquakes and Volcanic Eruptions: A Handbook on Risk Assessment, Swiss Reinsurance Co., Zurich, available en 1989.
4. Tiedemann,., The Force of Waterl, Swiss Reinsurance Co., Zurich, Switzerland, 1988.
5. Tiedmann, H., Disaster Preparedness, Mitigation, and Management, A general Review, Symposium on Preparedness, Mitigation and Management of Natural Disaster, Delhi, 1989.