



# Medidas para el Seguro de Terremoto

Emma Izquierdo O.  
Israel Avilés Torres

Agosto 1993



COMISIÓN NACIONAL DE  
SEGUROS Y FIANZAS

Serie Documentos  
de Trabajo

Documento de trabajo No. 22

## Índice

I. Antecedentes	1
II. Características del Seguro de Terremoto	5
III. Modificaciones al Seguro de Terremoto	19
Bibliografía	26
Notas	27

## Medidas para el Seguro de Terremoto

Act. Emma Izquierdo O.

Act. Israel Avilés Torres

Por su naturaleza catastrófica, el riesgo de terremoto requiere un tratamiento especial por parte del sector asegurador, ya que el efecto de un gran sismo en una región determinada, puede originar enormes pérdidas humanas y económicas.

En este estudio se presenta una visión general del seguro de terremoto en México, considerando sus causas y efectos en función de las diferentes regiones potencialmente sísmicas que dividen al territorio nacional, así como los métodos de protección mediante sistemas de aseguramiento que ofrecen las instituciones y sociedades mutualistas de seguros.

Asimismo, se considera el fenómeno del endurecimiento del mercado internacional de reaseguro, originado por la falta de capacidad para la colocación de riesgos catastróficos, cuyas consecuencias se manifiestan en los altos costos de la cobertura de exceso de pérdida del reaseguro no proporcional.

Esta situación ocasionó que la tarifa que se utilizaba en el mercado asegurador mexicano desde 1989 para el seguro de terremoto resultara insuficiente, tanto para la protección de los bienes asegurados como para la constitución e incremento de reservas adecuadas, dejando parcialmente desprotegidos los riesgos de esta naturaleza.

En este artículo se analizan los factores que delimitan al riesgo de terremoto para efectos del seguro. Derivado de dicho análisis y para contrarrestar la problemática actual, se presentan medidas preventivas que contribuyan a una mejor protección contra eventos de carácter catastrófico.

Para tales efectos, el estudio se compone de tres secciones: en la primera, se describen los antecedentes de la ocurrencia de temblores en México; en la segunda, se presentan las características generales del seguro de terremoto; y en la tercera se presenta una explicación de las modificaciones recientemente hechas con relación al seguro de terremoto en México, orientadas a buscar que este ramo juegue un papel más importante en eventos de carácter catastrófico.

### I. Antecedentes

Los movimientos telúricos se originan por el desplazamiento de grandes secciones de la corteza terrestre conocidas como placas tectónicas. De acuerdo con los estudios geológicos realizados, existen seis placas tectónicas que dividen al continente americano: la Placa Norteamericana, que incluye a los Estados Unidos, Canadá y México; la Placa del Pacífico, que se extiende por el mismo océano e incluye la península de Baja California; la Placa de Cocos, que se inicia en las costas del sur de la República Mexicana y del oeste de América Central y termina en alta mar dentro del Océano Pacífico; la Placa del Caribe que, como su nombre lo indica, incluye el Mar del Caribe e islas aledañas, así como Centro América; y, finalmente, la Placa Sudamericana, que abarca los países del Sur del Continente (Gráfica 1).

Gráfica 1

**PLACAS TECTONICAS DEL  
CONTINENTE AMERICANO**



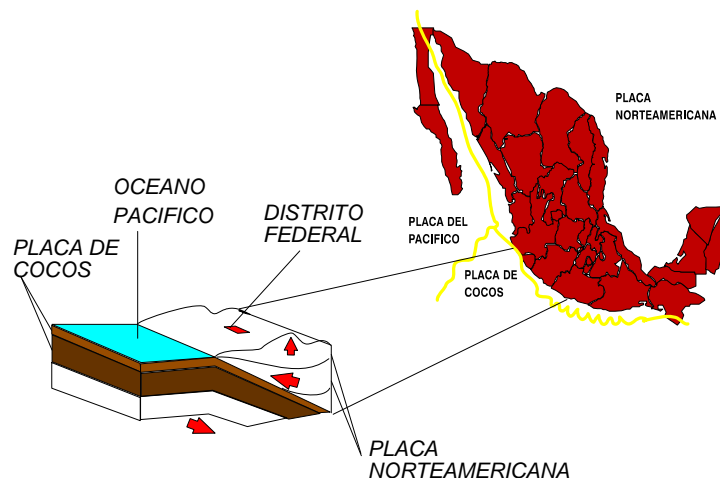
- 1.- PLACA NORTE AMERICANA
- 2.- PLACA DEL PACIFICO
- 3.- PLACA DE COCOS
- 4.- PLACA DE NAZCA
- 5.- PLACA SUDAMERICANA
- 6.- PLACA DEL CARIBE

FUENTE: MUNCHENER RUCK.

La Placa de Cocos, que es considerada por los expertos como de mayor densidad que la Placa Norteamericana, se está hundiendo constantemente, para quedar bajo ésta última, originando así lo que se llama la zona de subducción del sur del país. Este suave deslizamiento ha provocado la formación de largas cadenas de volcanes y fosas marinas que se extienden a pocos kilómetros de las costas mexicanas, así como los grandes terremotos que han afectado a la Ciudad de México (Gráfica 2).

Gráfica 2

**ZONA DE SUBDUCCION DEL SUR DEL PAIS**



FUENTE: MUNCHENER RUCK.

Cada vez que en una fuente sísmica se origina un terremoto de una magnitud<sup>1</sup> determinada, las ondas que se generan ocasionan movimientos del suelo y subsuelo cuya forma, intensidad<sup>2</sup>, duración e historia detallada, varía de un lugar a otro y los daños probables dependen de la distancia del epicentro, de las características del subsuelo y de la magnitud del evento. La

incertidumbre asociada a este tipo de fenómenos se modela mediante funciones de probabilidad, haciendo énfasis en la sismicidad o peligro sísmico.

El peligro sísmico en una determinada región, se refiere a las intensidades de un posible temblor en ese lugar, así como a los instantes o intervalos de tiempo en que puede ocurrir. En ausencia de registros instrumentales, el peligro sísmico se estima a partir de la actividad sísmica de la región; su descripción probabilística consta de las distribuciones conjuntas de los tiempos de espera entre eventos sísmicos y de sus correspondientes magnitudes. Anteriormente, se consideraba que si dicha distribución era independiente de la historia previa, se tenía el caso de un proceso Poisson, que carece de memoria, cuyas propiedades quedaban definidas por tasas de ocurrencia de temblores con magnitudes mayores o iguales que un valor  $m^3$ .

Actualmente, en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)<sup>4</sup>, se modela la actividad sísmica de la zona de subducción del sur del país como la superposición de dos procesos. El primero, consiste en la actividad de fondo (AF), que engloba a los temblores con magnitudes menores o iguales que un cierto valor en la escala de Richter, el cual ocurre como proceso Poisson con muestreo independiente de magnitudes, en este caso dicho valor es de 6 grados. El segundo proceso consta de los temblores característicos (TC) y corresponde a la ocurrencia de terremotos con magnitudes mayores a 6 pero menores a 8.4 grados.

En el presente siglo, han ocurrido aproximadamente 34 temblores característicos en diferentes regiones de nuestro país, cuyas magnitudes han oscilado entre 7.0 y 8.4 grados en la escala de Richter, con epicentros a menos de 65 kilómetros de profundidad y con radios inferiores a 650 kilómetros del Distrito Federal. El Cuadro 1 muestra 14 temblores característicos, cuyas intensidades han manifestado la vulnerabilidad de la Ciudad de México. Como puede observarse, los terremotos que, sin duda alguna, causaron los mayores daños en la capital del país, fueron los de 1911, 1957 y 1985.

Cuadro 1

**TEMBLORES CARACTERISTICOS EN MEXICO**

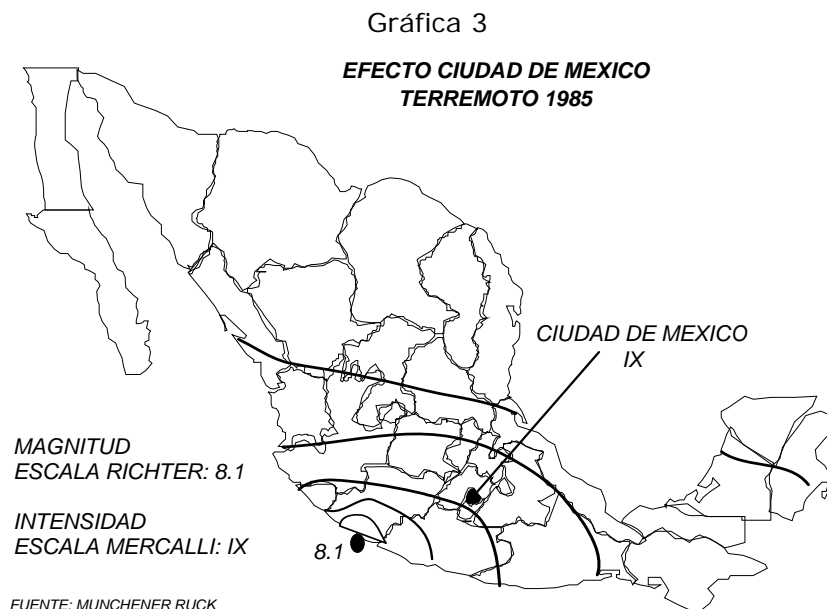
<b>AÑO</b>	<b>MAGNITUD (RICHTER)</b>	<b>EPICENTRO DISTANCIA AL D.F. EN Km.</b>	<b>INTENSIDAD EN EL D.F. (MERCALLI)</b>
1908	7.7	170	VI
1909	7.6	300	VII
1911	7.9	470	VIII
1928	7.7	540	VI
1928	8.0	440	VI
1941	7.9	410	VII
1957	7.7	270	VIII
1962	7.2	270	VII
1965	7.8	500	VI
1968	7.4	360	VI
1978	7.8	500	VI
1979	7.6	340	VII
1985	8.1	360	IX
1985	7.5	340	VII

FUENTE: MUNCHENER RUCK.

No obstante que el Distrito Federal se encuentra aproximadamente a 300 kilómetros de distancia de las costas del sur del país, la amplificación por resonancia de los movimientos del terreno blando de la ciudad aumenta la intensidad de los terremotos con epicentro en la zona de subducción.

Un ejemplo de lo anterior fue el terremoto del 19 de septiembre de 1985, cuyo epicentro se localizó en las costas del estado de Michoacán, con una magnitud de 8.1 en la escala de Richter. Este terremoto ocasionó grandes daños en el Distrito Federal como consecuencia de la fuerte resonancia que amplificó hasta en veinte veces las oscilaciones producidas por el movimiento sísmico y cuyo efecto lo resintieron en mayor escala los edificios del centro del Valle de México.

Esta situación se conoce como Efecto Ciudad de México, que consiste en la doble inducción de resonancias entre ondas sísmicas, subsuelo blando y altas construcciones<sup>5</sup>. La Gráfica 3 muestra este efecto.



Los continuos movimientos de las placas tectónicas tienen por consecuencia la acumulación constante de energía sísmica en zonas específicas; cuanto más tiempo transcurra para un alivio de tensiones, mayor será la cantidad de energía liberada por el terremoto, esto da lugar a una zona de quietud sísmica inusitada denominada "Brecha Sísmica" o "Seismic Gap", donde en caso de no haber movimientos telúricos, cada año aumenta la posibilidad de que ocurra un terremoto muy severo. Esta situación prevalece actualmente entre el puerto de Acapulco y la bahía de Zihuatanejo y se le conoce como "Brecha de Guerrero". En esta región no ha ocurrido un sismo de graves consecuencias desde 1911, con lo cual aumenta la posibilidad de que ocurra un movimiento telúrico capaz de causar graves daños, principalmente en la Ciudad de México.

El terremoto de septiembre de 1985 no produjo alivio de tensión en esta zona, sino a unos 200 Km. al norte, en la llamada "Brecha de Michoacán".<sup>6</sup> Cabe señalar que este fenómeno aportó valiosos datos a los científicos mexicanos sobre la distribución de los daños por categoría de riesgos, tanto a nivel nacional, como local para el Distrito Federal y puerto de Acapulco;

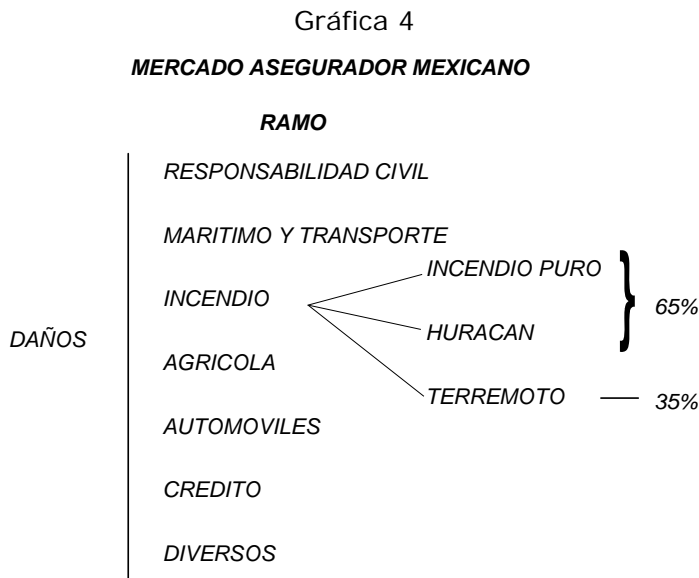
asimismo, esta catástrofe natural avivó el interés del sector asegurador para actualizar la tarifa y estructura del seguro de terremoto en México.

## II. Características del Seguro de Terremoto

Por sus características naturales y para efectos de seguro, el riesgo de terremoto puede ser tratado en forma aislada, como un ramo especial. Sin embargo, para efectos contables y administrativos, este seguro se vende como un endoso a la póliza del ramo de incendio.

Cabe señalar que el ramo de incendio, cuya autorización se permite mediante el Artículo 7 de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, constituye en nuestro país uno de los siete ramos de la operación de daños y su participación en dicha operación es de 17.6% en primas.

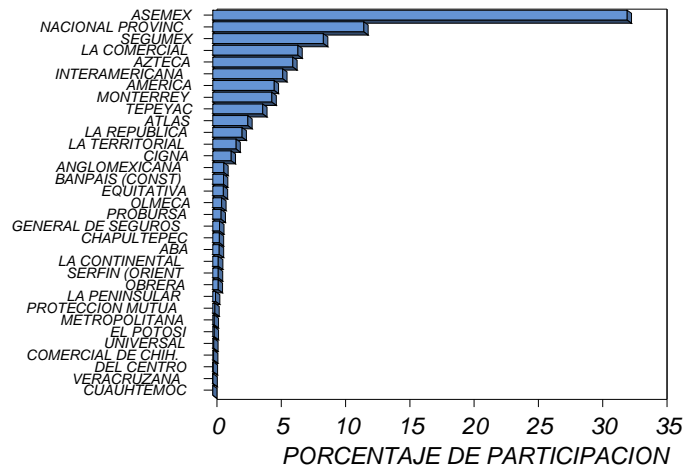
Por lo que respecta al seguro de terremoto, su participación en el ramo de incendio es del 35% de las primas captadas. La Gráfica 4 muestra la ubicación del seguro de terremoto dentro de la operación de daños.



FUENTE: C.N.S.F.

Los resultados a marzo de 1993, muestran que Aseguradora Mexicana, S.A. presenta el mayor porcentaje de participación en primas para el seguro de terremoto, con el 32.2% del mercado (Gráfica 5).

Gráfica 5  
**PARTICIPACION EN PRIMAS**  
**MARZO 1993**



¡FUENTE: C.N.S.F.

Para la determinación de la estructura técnica de este seguro, investigadores del Instituto de Ingeniería de la UNAM, han presentado diversos estudios basados en las características geotécnicas de las diferentes regiones o zonas potencialmente sísmicas de la República Mexicana y de la distribución de los epicentros registrados en el siglo actual, así como sus coordenadas, magnitud y profundidad.

Actualmente, el territorio nacional se divide en cuatro zonas sísmicas (A, B, C y D), que presentan diferentes niveles de exposición catastrófica en función de las características del suelo y subsuelo de cada región. Asimismo, el Distrito Federal se ha subdividido en cuatro microzonas (E, F, G y H) y el puerto de Acapulco en dos (I y J).

La zona A comprende los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Yucatán y Zacatecas. Como puede observarse en la Gráfica 6, esta región presenta el más bajo nivel de peligro por terremoto, debido a la propia constitución del suelo firme de la zona.

En la zona B se encuentran los estados de Baja California, Campeche, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Nayarit, Puebla y Querétaro.

La zona C comprende los estados y ciertos municipios de Baja California, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sonora y Veracruz.

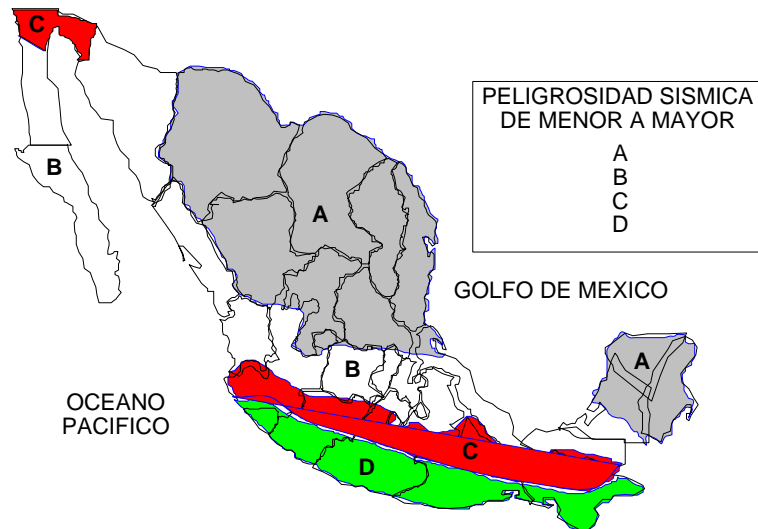
La zona D comprende los estados de Colima y Chiapas, así como municipios de Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca.

En la Gráfica 6 se presenta la distribución de las zonas sísmicas del territorio nacional.



Gráfica 6

**ZONAS SISMICAS EN MEXICO**

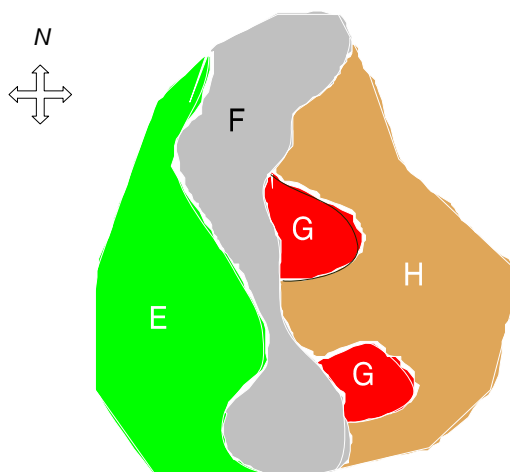


FUENTE: A.M.I.S.

Para el Distrito Federal, se presenta un esbozo de la microzonificación sísmica, en donde la zona G es la de mayor peligro, ya que el movimiento telúrico es más fuerte en donde predominan terrenos blandos. En estos lugares, el subsuelo se comporta como una caja de resonancia ante la excitación producida por las ondas sísmicas con igual período de oscilación, amplificándose de 5 a 20 veces. Como puede observarse en la Gráfica 7, el Valle de México está dividido en las zonas sísmicas E, F, G norte-centro, G sur y H.

Gráfica 7

**MICROZONIFICACION EN EL VALLE DE MEXICO**

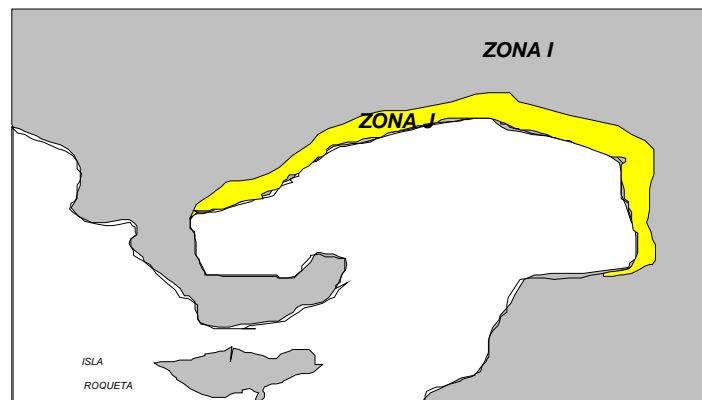


FUENTE: A.M.I.S.

Para el puerto de Acapulco, se presentan a groso modo, las microzonas sísmicas correspondientes a las regiones de suelo firme zona I y suelo blando zona J (Gráfica 8).

Gráfica 8

**ZONAS SISMICAS EN ACAPULCO**



FUENTE: A.M.I.S.

En el sector asegurador, los procedimientos técnicos que fundamentan el cálculo de tarifas para los diversos seguros de daños, no pueden ser igualmente utilizados para obtener primas de riesgo para el seguro de terremoto, por tratarse de un riesgo de carácter catastrófico cuyas características se refieren a largos períodos de recurrencia y bajas frecuencias en el número de eventos, con elevados costos en siniestralidad.

Por ello, la estimación de pérdidas se realiza mediante la aplicación de modelos matemáticos basados en la teoría de probabilidades. Para tales efectos, es necesario determinar geográficamente la zona en la cual se ubican los riesgos expuestos; una región localizada cerca de una falla tectónica, como es el caso de la zona J, tiene más probabilidad de ser afectada por un sismo, que la más lejana como la zona A.

Los períodos de recurrencia asociados a temblores característicos, debieran considerarse en la determinación de cuotas de tarifa para el riesgo de terremoto. Estos periodos de recurrencia se utilizan para la estimación de la pérdida máxima probable, la cual se define en la siguiente sección.

#### Pérdida Máxima Probable (PMP)

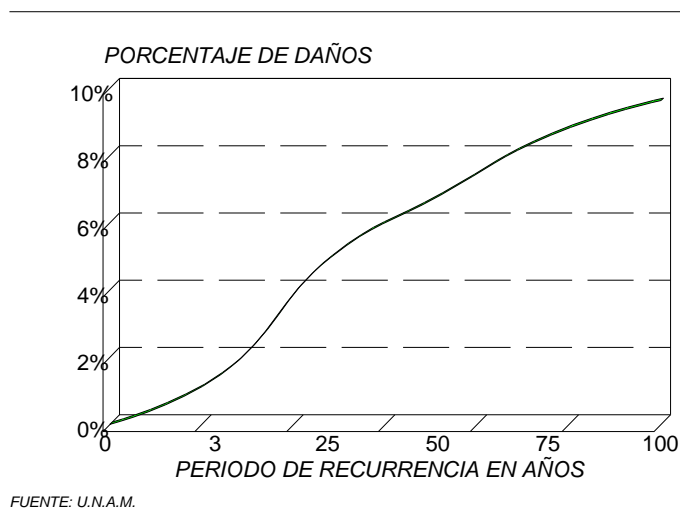
La pérdida máxima probable se define como el monto total de las pérdidas monetarias de los bienes asegurados, por la ocurrencia de un terremoto de alta intensidad, dentro de un período específico de tiempo, llamado período de recurrencia, y se expresa en porcentaje de la suma asegurada.

La creciente concentración de valores en zonas de alto grado de exposición a terremoto, tiene como consecuencia un aumento considerable en la potencialidad de siniestros por catástrofes naturales. Por ello, el cálculo de la pérdida máxima probable resultante de un evento sísmico, debe ser considerado por la empresa aseguradora de vital importancia para su protección y para la propia constitución de sus reservas.

Los criterios para determinar la pérdida máxima probable pueden ser con base en el terremoto histórico de máxima intensidad conocida, en un evento más severo cuya posibilidad de ocurrencia esté basada en consideraciones científicas, o con base en una probabilidad de ocurrencia determinada en un cierto periodo de tiempo.

Formalmente, la pérdida máxima probable debe estar asociada a un determinado periodo de recurrencia. De esta forma, en tanto mayor sea el periodo de tiempo para la posible ocurrencia de un terremoto, mayor serán los daños esperados por el mismo. El comportamiento de esta función se ejemplifica en la Gráfica 9.

Gráfica 9  
**CURVA DE PERDIDA MAXIMA PROBABLE**



Con base en un estudio realizado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM en 1963, se estimó en 12% la pérdida monetaria máxima como porcentaje de la suma asegurada. Dicho porcentaje determinaba el requerimiento de capital, así como el programa anual de reaseguro catastrófico de las empresas para el seguro de terremoto. Cabe señalar, sin embargo, que este porcentaje no estaba asociado a un periodo de recurrencia dado.

Ante esta situación, surgió la incógnita sobre cuál debería ser la tasa adecuada para la pérdida máxima probable relacionada a la acumulación del mercado, correspondiente a un periodo de recurrencia específico. Para tales efectos, el Instituto de Ingeniería de la UNAM realizó en 1992 un estudio para Aseguradora Mexicana S.A., el cual tenía por objetivo evaluar los niveles de riesgo sísmico que enfrentan las construcciones en la Ciudad de México. Dicho estudio se dividió en dos partes; en la primera, se analizó la ocurrencia de un gran sismo de subducción en las costas de Guerrero; en la segunda, se evaluaron las pérdidas máximas esperadas en un evento, para diferentes tiempos de exposición (25, 50, 75 y 100 años), considerando la ocurrencia de temblores en todas las fuentes sísmicas.

En el estudio se evaluaron las pérdidas esperadas ante un temblor máximo probable; este fenómeno se definió como un evento de magnitud igual a 8.2 grados en la escala de Richter, a una distancia de 280 km. del Distrito Federal. En este caso se calculó una pérdida esperada del 4.63% para toda la Ciudad de México, considerando la distribución real de los tipos de construcción que se incluyeron en el estudio.

Cabe señalar que entre los factores que deben considerarse en la estimación del porcentaje de pérdida máxima probable, se puede citar la distribución geográfica de acumulaciones de riesgos; por ello resulta de suma importancia que las instituciones y sociedades mutualistas de seguros mantengan un sistema de control de cúmulos adecuado.

#### Sistema de Control de Cúmulos de Terremoto

En octubre de 1992, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), mediante la opinión del sector asegurador mexicano, estableció el sistema de control de cúmulos, para la consecución de los siguientes objetivos:

- i) Que exista un sistema de control de cúmulos uniforme y básico en todas las compañías aseguradoras, sin la restricción de que las empresas que estén en condiciones de operar sistemas más completos, los utilicen.
- ii) Que cada empresa aseguradora cuente con bases objetivas para el cálculo de sus protecciones catastróficas y así evitar la compra de coberturas de exceso mayores a lo necesario o viceversa.
- iii) Para determinar los cúmulos de terremoto para efectos del control de responsabilidades netas asumidas por las compañías aseguradoras, así como para la vigilancia de que exista el respaldo garantizado del reaseguro.

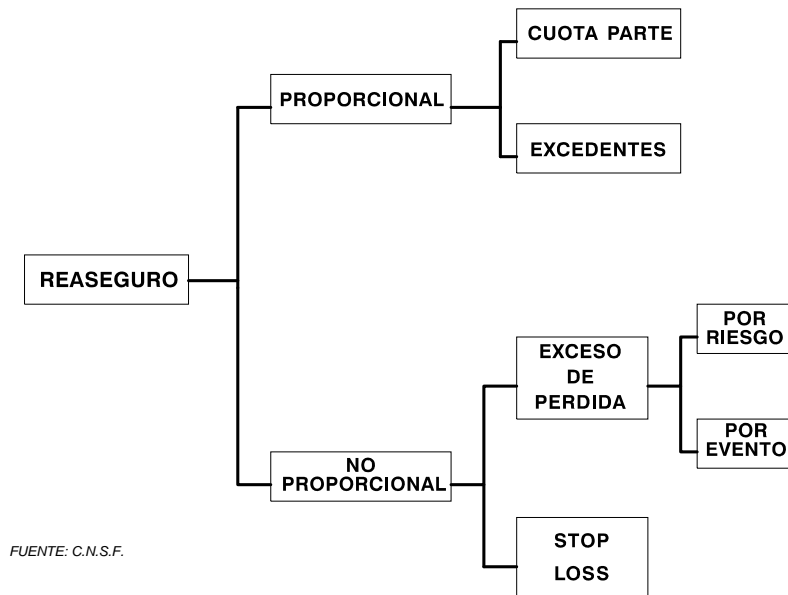
Otro de los mecanismos que debe considerarse en la determinación de tarifas suficientes es el reaseguro, ya que por su naturaleza catastrófica los riesgos expuestos a terremoto deben diversificarse no sólo a nivel nacional, sino también a nivel internacional.

#### Contratos de Reaseguro

Mediante los contratos de reaseguro, una empresa reaseguradora toma a su cargo, total o parcialmente, un conjunto de riesgos ya cubiertos por otra, con objeto de diversificar los daños probables en caso de siniestro.

La transferencia de riesgos de terremoto y huracán se realiza en forma paralela a los de incendio y se hace por medio de dos tipos de contratos: proporcionales y no proporcionales. La Gráfica 10 muestra las modalidades de reaseguro que se utilizan en el mercado internacional para los riesgos asegurados.

Gráfica 10  
MODALIDADES O TIPOS DE REASEGURO



#### Reaseguro proporcional

En los contratos proporcionales, el reasegurador acepta una parte fija de la responsabilidad asumida sobre un riesgo suscrito por la cedente, haciéndose cargo tanto de las obligaciones como de los derechos. En este tipo de contratos se hace una transferencia proporcional de riesgos y primas.

Uno de los contratos comúnmente usados para cubrir riesgos de terremoto es el de excedentes. La cobertura en este tipo de contratos siempre se expresa como un múltiplo de los plenos de retención (límites de retención) y se indica también el monto máximo que puede ser cedido al reasegurador.

Al optar por el sistema de reaseguro en excedentes, la compañía tiene que analizar a fondo sus negocios, con el fin de encontrar la estructura más apropiada. Se trata ante todo, de crear "tramos" o grupos de sumas cedidas que presenten una relación óptima entre primas y responsabilidades. Estos grupos forman contratos distintos más o menos equilibrados, es decir, con alimento de primas acorde a la responsabilidad del contrato. Cuanto más equilibrado sea el contrato, más pequeñas son las fluctuaciones de la siniestralidad y, en consecuencia, mejores serán las condiciones de reaseguro.

Cabe señalar, que en el caso del riesgo de terremoto, la responsabilidad de los reaseguradores también se encuentra determinada con base en la pérdida máxima probable. Tanto los plenos como los importes cedidos ya no representan sumas aseguradas, sino reflejan un estimación de pérdida máxima por riesgo. De ahí la importancia de un adecuado sistema de control de cúmulos.

En los contratos de excedentes, la cedente tiene la obligación de alimentar distintas coberturas sucesivamente, después de haber agotado su retención. Sin embargo, las compañías se

reservan generalmente el derecho de proceder selectivamente, con el fin de proteger los contratos. En el caso de un riesgo importante, la compañía no utilizará más que una parte de la capacidad de los excedentes, reasegurando el restante en forma facultativa.

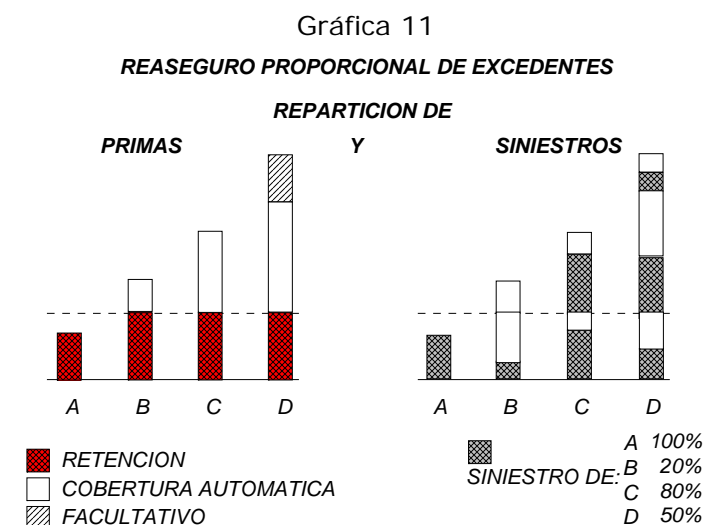
Los contratos facultativos automáticos se distinguen por el hecho de que la cedente no obtiene obligación de ceder el contrato, sino que conserva la libertad de decidir qué negocios y en qué amplitud desea reasegurar. En cambio, el reasegurador acepta todas las cesiones, dentro de los límites fijados por el número de plenos y por el importe máximo.

Las coberturas del facultativo se utilizan para absorber riesgos con sumas aseguradas importantes, los cuales se tarifican casi en todos los mercados en forma comercial y no mediante procedimientos técnicos. Las reaseguradoras en ocasiones se muestran reticentes a colocar los riesgos importantes en contratos de excedentes, transfiriéndolos a contratos facultativos mediante los cuales se analizan detalladamente las características de cada riesgo.

Otro de los factores importantes es la situación de competencia entre las reaseguradoras, donde las condiciones de oferta y demanda de la capacidad de reaseguro son determinantes. Cuando hay exceso de capacidad, los costos de reaseguro bajan, permitiendo mayor flexibilidad en las políticas de aceptación de los reaseguradores, esta situación recibe el nombre de mercado "blando" (soft market). En cambio, cuando la capacidad de colocación de riesgos es limitada y los costos del reaseguro aumentan, se imponen mayores restricciones en la aceptación del reaseguro, a este fenómeno se le conoce como "endurecimiento" del mercado (hard market).

Ambos casos se presentan en forma más o menos cíclica, dependiendo de la siniestralidad ocurrida. Considerando lo anterior, la experiencia de catástrofes en cada país es determinante para las condiciones de reaseguro.

En México, la alta exposición al riesgo de terremoto conlleva a que las empresas aseguradoras requieran protección especial para los riesgos retenidos. Lo anterior se lleva a cabo mediante la compra de contratos de reaseguro no proporcional.



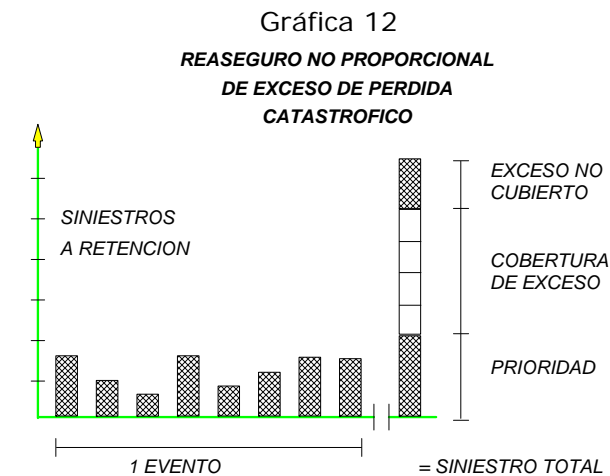
FUENTE: SUIZA DE REASEGUROS.

## Reaseguro no proporcional

Los contratos no proporcionales se caracterizan por limitar la pérdida neta de los riesgos retenidos, a una cantidad acordada previamente y que se le conoce como "prioridad". Las coberturas que protegen las responsabilidades acumuladas a retención propia reciben el nombre de coberturas de exceso de pérdida.

A cambio de la cobertura otorgada, el reasegurador recibe un porcentaje de las primas originales, llamado costo de reaseguro. Para determinar el costo anual de estas coberturas, es imprescindible conocer el valor esperado de la pérdida máxima probable por la acumulación de riesgos de una cartera protegida, teniendo en cuenta la prioridad y las responsabilidades cedidas mediante el reaseguro proporcional.

Existen varios tipos de contratos no proporcionales que se requieren para la protección de los riesgos catastróficos. Uno de estos contratos se refiere a la cobertura por riesgo (working cover o WXL), que protege a la aseguradora contra siniestros que sobrepasen determinada cantidad, que decidió conservar la empresa por cuenta propia, para un riesgo específico. Otro tipo de contratos se refiere a la cobertura de exceso de pérdida catastrófico por evento (excess of loss o XL), el cual protege las acumulaciones retenidas por la aseguradora, contra riesgos catastróficos que pueden originar numerosos siniestros y cuantiosas pérdidas por la ocurrencia de un sólo evento, como es el caso de terremoto y huracán.

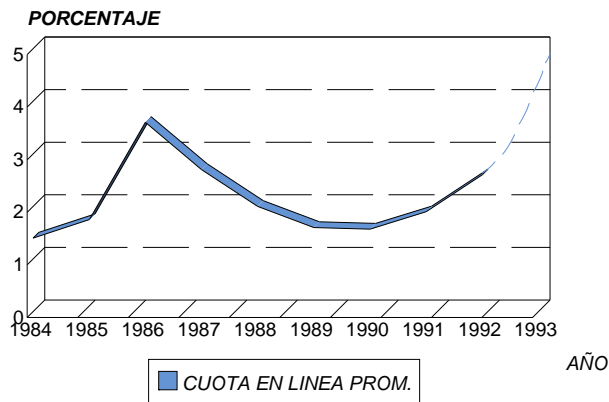


Los programas de estos contratos se estructuran en capas superpuestas, con el fin de permitir la participación de diversos reaseguradores con diferentes políticas de suscripción. Algunos prefieren tomar parte en capas inferiores más expuestas con mayor costo y otros, en cambio, prefieren las capas altas con menor exposición a un costo menor.

Las reaseguradoras cotizan estos contratos basándose en la exposición de cada capa, en el número de retenciones máximas totales de la cedente, los períodos de recurrencia de catástrofes y en la experiencia siniestral de la aseguradora. La reducción en la capacidad del mercado reasegurador internacional y el incremento en la siniestralidad por catástrofes naturales produce un doble efecto sobre el costo del reaseguro de exceso de pérdida. En la Gráfica 13, se muestra el costo estimado para la cobertura de exceso de pérdida para 1993.

Gráfica 13

**COSTOS DE LA COBERTURA DE EXCESO DE PERDIDA**



FUENTE: REVISTA "ACTUALIDAD EN SEGUROS Y FIANZAS" No. 6  
CNSF

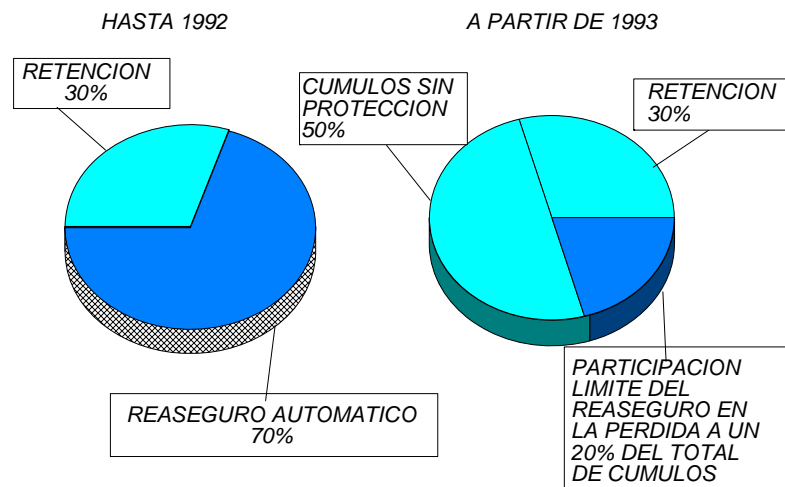
Cabe señalar que, según datos de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, el "rate on line" estimado del mercado para 1993, varía por compañía del 1% al 7%.

El actual endurecimiento del mercado reasegurador ha traído como consecuencia la falta de capacidad de cobertura para riesgos catastróficos, ya que han restringido la cobertura hasta un límite de responsabilidad por evento. De esta forma, gran parte del riesgo queda a cargo de la compañía cedente.

Como ejemplo de lo anterior se puede citar la restricción a los contratos proporcionales, donde en caso de un evento catastrófico, el reasegurador ha limitado su participación en siniestros a 20% del total de cúmulos, dejando desprotegido gran parte del total de riesgos cedidos. Ante estas circunstancias, la aseguradora necesita proteger estos cúmulos en adición a los riesgos retenidos. La Gráfica 14 muestra esta situación.

Gráfica 14

**RESTRICCION A LOS CONTRATOS PROPORCIONALES**



FUENTE: C.N.S.F.



El efecto del endurecimiento del mercado reasegurador, que se ha manifestado con altos incrementos en el costo de reaseguro de exceso de pérdida, repercute directamente en la tarifa del seguro de terremoto, provocando insuficiencia de primas. En la siguiente sección se muestra la estructura general de la tarifa del seguro de terremoto, la cual se ha venido operando desde 1989.

#### Tarifa autorizada en 1989

Para efectos del seguro de terremoto, los riesgos se clasifican de acuerdo a la suma asegurada, en dos grandes tipos: En grandes riesgos, cuya suma asegurada acumulada hasta 1993 era mayor o igual a 50 millones de dólares para una sola ubicación y 100 millones de dólares para dos o más ubicaciones; en ambos casos, la tarifa se determina por los reaseguradores que asumen el riesgo, debido a que la retención de las aseguradoras es mínima; y en riesgos normales, que comprenden a riesgos ordinarios, industriales y comerciales, cuya tarifa está en función a la zona sísmica.

La tarifa para riesgos normales, está basada en un estudio realizado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM en 1988 para la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, que considera los efectos del terremoto de 1985 en el Valle de México y otras regiones y que determina las cuotas de riesgo para edificios de acuerdo al tipo de estructura por zona sísmica.

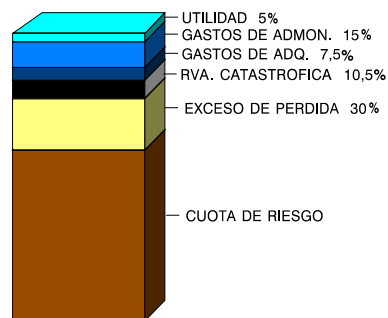
A cada zona sísmica del país le corresponde una cuota de riesgo diferente que está en función del nivel de peligrosidad sísmica de cada región, tomando en cuenta las características del subsuelo, la altura y tipo de construcción de edificios.

Los edificios se clasifican en dos tipos de acuerdo a su altura. Las cuotas de riesgo para contenidos se obtuvieron mediante un ponderación de las cuotas de riesgo y están en función de la zona sísmica, independientemente de las características del inmueble donde se encuentren ubicados. Las pérdidas consecuenciales de terremoto no se cubren desde 1989, debido a la complejidad en la estimación de los daños probables.

Las primas de tarifa se determinaban con base en las cuotas de riesgo a las cuales se les aplicaban los siguientes recargos: para la compra de la cobertura de exceso de pérdida en los reaseguros no proporcionales de 30%, para gastos de administración de 15%, adquisición de 7.5%, utilidad de 5% y para la constitución e incremento de la reserva de riesgos catastróficos de 10.5% (Gráfica 15).

Gráfica 15

## RECARGOS SOBRE CUOTAS DE RIESGO



Las compañías de seguros distribuían el 100% de la prima de tarifa de la siguiente manera: en promedio y a nivel mercado se cedía el 70% al reaseguro en contratos proporcionales y las aseguradoras retenían el 30% restante. De la prima cedida, recibían el 14% de comisión por parte de los reaseguradores. Con este 44% tenían que pagar el 16.5% por costo de la cobertura de exceso de pérdida en el reaseguro no proporcional, considerando un costo promedio por línea "rate on line" del 5%. La diferencia de 27.5% se destinaba a solventar los gastos de administración, adquisición y utilidad, resultando un excedente de 0%, aún cuando no hubiese ocurrido un terremoto de graves consecuencias para el sector asegurador. Esta problemática puede observarse en el Cuadro 2.

Cuadro 2

**PROBLEMAS DE LA TARIFA PREVIA**

CONCEPTO	PORCENTAJE
PRIMA TOTAL EMITIDA	100
CESION PROPORCIONAL	(70)
PRIMA RETENIDA	30
COMISION POR REASEGURO CEDIDO	14
COSTO DE EXCESO DE PERDIDA ("R.O.L." 5%) PROM. MERCADO 55% DE PRIM. RET.	(16.5)
GASTOS (ADMON 15% ADQ.7.5% UTIL 5%)	(27.5)
EXCEDENTE (DEFICIT)	0

FUENTE: A.M.I.S.

Con la distribución anterior, se presentaban problemas de insuficiencia de la tarifa, puesto que no había excedente de prima para constituir e incrementar la reserva de riesgos catastróficos, ni para constituir con la parte de la prima no devengada la reserva de riesgos en curso.

Entre las causas que dieron origen a la insuficiencia de la tarifa se encuentran el aumento en los costos de reaseguro para la cobertura de exceso de pérdida, así como el no haber considerado la prima cedida en el incremento de la reserva de riesgos catastróficos.

## Reserva de Riesgos en Curso

Hasta julio de 1993, esta reserva se constituía con el 35% del total de las primas emitidas durante el año, menos cancelaciones y devoluciones. Este mismo porcentaje se aplicaba para efectos de la retención de reservas a que se refiere el artículo 54 de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros. Actualmente, según se verá en las páginas siguientes, la liberación de esta reserva se continúa utilizando para incrementar la reserva normal de riesgos catastróficos.

## Reserva de Riesgos Catastróficos

Las instituciones y sociedades mutualistas de seguros autorizadas a operar en daños el ramo de incendio y que practican la cobertura de terremoto, constituían e incrementaban la reserva de riesgos catastróficos conforme a las siguientes bases:

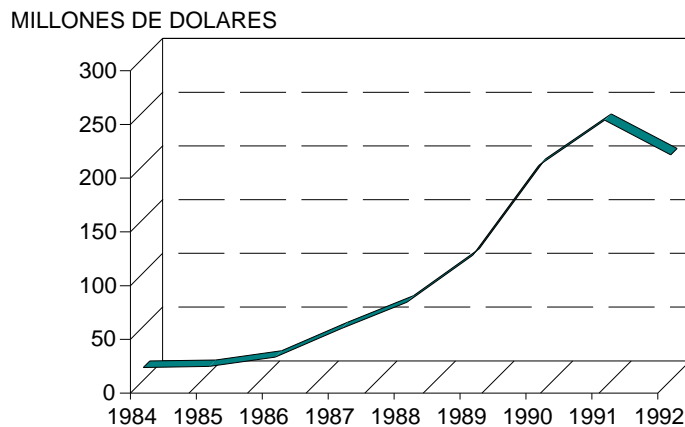
- i) La constitución e incremento de dicha reserva se hacía con el 10.5 % de las primas netas emitidas en forma trimestral, más el producto de la inversión calculado en base al rendimiento promedio que produzcan los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días o su tasa equivalente para la reserva constituida en moneda nacional y, para la constituida en moneda extranjera, se utilizaba la media aritmética de la tasa Libor a 30 días, sobre los respectivos saldos constituidos al 31 de diciembre del año inmediato anterior.
- ii) Al monto así determinado, se le adicionaba el importe correspondiente de la liberación de la reserva de riesgos en curso de la cobertura de terremoto, sobre las primas de retención.
- iii) Las instituciones y sociedades mutualistas de seguros podían utilizar para el diseño del programa de reaseguro de exceso de pérdida catastrófica hasta el 50% de la reserva para riesgos catastróficos, sin que la prioridad prevista en el programa excediera del 20% sobre el saldo de dicha reserva.

Cabe señalar que a partir del ejercicio de 1992, se les permitió deducir del incremento de dicha reserva el costo de la cobertura de exceso de pérdida, con objeto de que los altos costos del reaseguro no proporcional no afectaran significativamente la estabilidad financiera de las empresas, permitiéndoles colocar los riesgos asumidos.

En la actualidad, esta reserva es acumulativa y sólo puede afectarse en caso de siniestros, previa autorización de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. No obstante, se ha autorizado a ciertas compañías disponer de la reserva por razones financieras que pusieron en peligro su estabilidad en el sector asegurador. Esta situación aunada a la deducción del costo de la cobertura de exceso de pérdida en el incremento de la reserva de riesgos catastróficos, trajo como consecuencia una reducción en dicha reserva (Gráfica 16).

Gráfica 16

**RESERVA DE RIESGOS CATASTROFICOS  
MERCADO TOTAL**

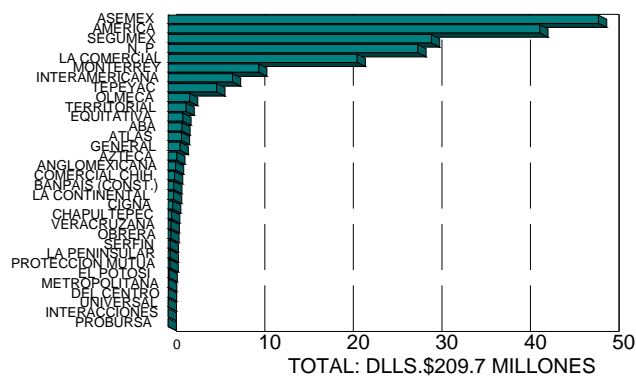


FUENTE: ANUARIOS ESTADISTICOS DE SEGUROS 1984-91, C.N.S.F.  
ESTADO DE RESULTADOS 1992.

A diciembre de 1992, las compañías con un mayor volumen de reserva catastrófica fueron Aseguradora Mexicana, S.A., Seguros América, S.A., Seguros de México, S.A., Grupo Nacional Provincial y Seguros La Comercial, S.A (Gráfica 17).

Gráfica 17

**RESERVA CATASTROFICA  
DICIEMBRE 1992  
MILLONES DE DOLARES**

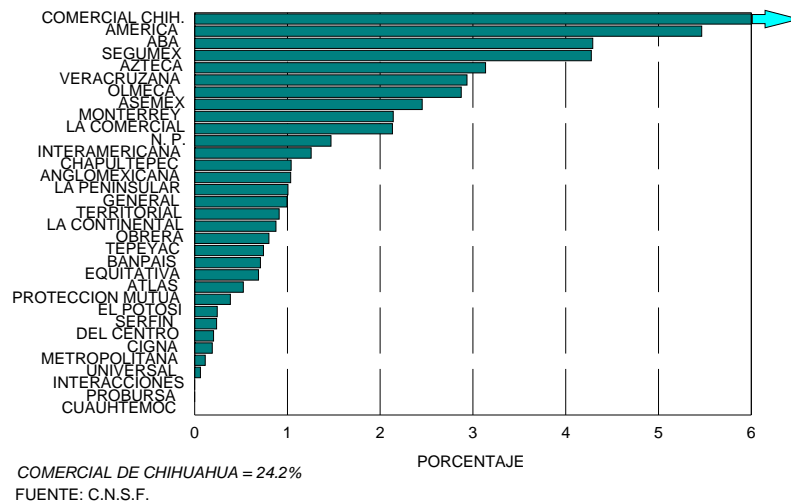


FUENTE: CNSF  
DOLARES TIPO DE CAMBIO DIC, 1992

La reserva catastrófica comparada con las responsabilidades asumidas, no alcanza el 6% para las compañías, excepto para Seguros La Comercial de Chihuahua, la cual no tiene una participación mayoritaria de responsabilidades asumidas en las zonas de acumulación de riesgos como el Distrito Federal (Gráfica 18).

Gráfica 18

**RVA. RGOS. CAT. / SUM ASEG RET.  
DICIEMBRE DE 1992**



Para evitar al máximo que las instituciones presentaran problemas de insolvencia que les impidiera cumplir con los compromisos contraídos con los asegurados, a partir de 1991 se establecieron reglas de carácter general para efectos de determinar un capital mínimo de garantía para las operaciones de seguros.

#### Capital Mínimo de Garantía

La finalidad de constituir un capital mínimo de garantía es preservar la viabilidad financiera de las instituciones de seguros, con objeto de consolidar la estabilidad y seguridad patrimonial de la sociedad para atender los resultados de eventos extraordinarios no considerados en materia de desviaciones en siniestralidad, inversiones y solvencia de reaseguradores.

Anteriormente, para la cobertura de terremoto, el capital mínimo de garantía era igual a la cantidad que resultaba de aplicar el 12% al monto de las responsabilidades retenidas y vigentes a la fecha de su determinación, por coberturas de inmuebles ubicados en la zona conurbada del Valle de México y en Acapulco, Guerrero, menos deducibles y coaseguros, deduciendo a dicho resultado el saldo de las reservas de previsión y de riesgos catastróficos, así como la suma asegurada total de los contratos de reaseguro de estos riesgos para exceso de pérdida, a la misma fecha.

### III. Modificaciones al Seguro de Terremoto

Con objeto de preservar la viabilidad técnica y financiera que permita un sano desarrollo del seguro de terremoto en México, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas ha instrumentado las siguientes modificaciones a la regulación relativa al seguro de terremoto.

### Desglose del Ramo de Incendio

Por su naturaleza catastrófica y para efectos de inspección y vigilancia, se ha normado efectuar el desglose del registro contable del ramo de incendio en los seguros de incendio puro, terremoto y huracán, de tal forma que se pueda cuantificar la participación y el impacto de cada uno de estos seguros.

### Desglose del Sistema de Control de Cúmulos

Por lo que se refiere al sistema de control de cúmulos para terremoto, se ha estimado conveniente desglosar la información por tipo de riesgo: industrial, comercial, residencial y hotelero, que anteriormente se presentaba en forma global. De esta manera, las instituciones conocerán las responsabilidades asumidas a retención propia, por tipo de riesgo y con ello tener más elementos para la toma de decisiones en cuanto a reaseguro. Este sistema se instrumentará igualmente para el control de cúmulos de huracán.

### Tarifa de Terremoto 1993

Como consecuencia de la reducción de la capacidad del mercado internacional de reaseguro, se han incrementado considerablemente los costos de las coberturas de exceso de pérdida. Lo anterior, aunado a la forma en que se constituía e incrementaba la reserva de riesgos catastróficos, ocasionó insuficiencia de la tarifa, originando pérdidas a las aseguradoras, aún cuando no hubiera ocurrido ningún siniestro de esta naturaleza.

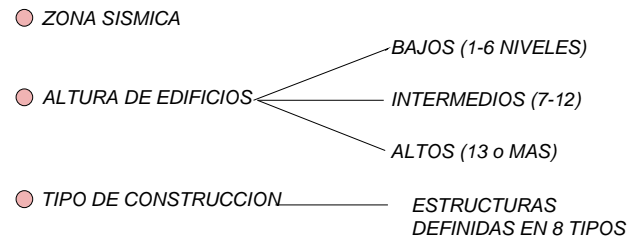
Ante esta problemática, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas ha aprobado una nueva tarifa mínima, única para todas las instituciones de seguros que operan el ramo de terremoto:

- i) Para el caso de grandes riesgos, se incrementará la suma asegurada acumulada a 100 millones de dólares para riesgos con una sola ubicación y 200 millones de dólares para riesgos con dos o más ubicaciones. Al igual que en la tarifa anterior, la tarifa para grandes riesgos se determinará por los reaseguradores que asuman el riesgo.
- ii) Para los riesgos normales, se consideran las coberturas básicas para edificios, contenidos y pérdidas consecuenciales (que no se otorgaba desde 1989).
- iii) Para el caso de edificios, las zonas sísmicas B y H, se desglosan en B, B1 y H1, H2 respectivamente.
- iv) La clasificación de edificios se abre a tres categorías: bajos de 1 a 6 pisos; intermedios, de 7 a 12; y altos de 13 en adelante. Asimismo, se definen 8 tipos de estructuras en vez de 5.
- v) Se otorga la cobertura de contenidos por zona sísmica y altura y se vuelve a considerar la cobertura de pérdidas consecuenciales por terremoto (Cuadro 3).

Cuadro 3

**COBERTURAS DEL SEGURO DE TERREMOTO**

**1) EDIFICIOS**



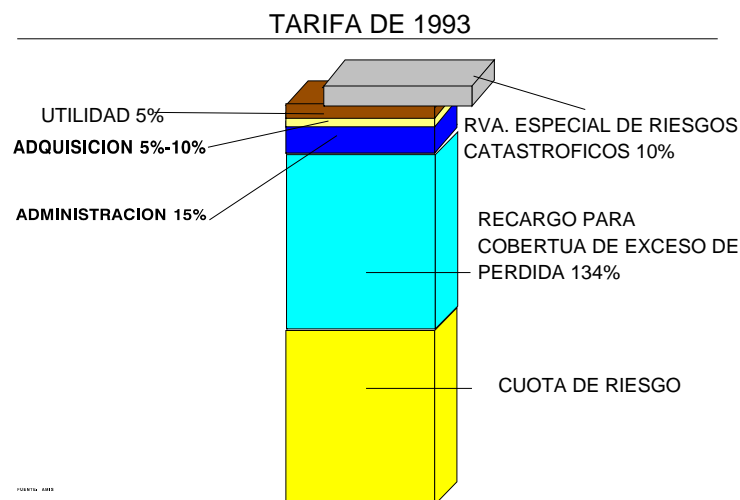
**2) CONTENIDOS**

**3) PERDIDAS CONSECUENCIALES**

FUENTE: C.N.S.F.

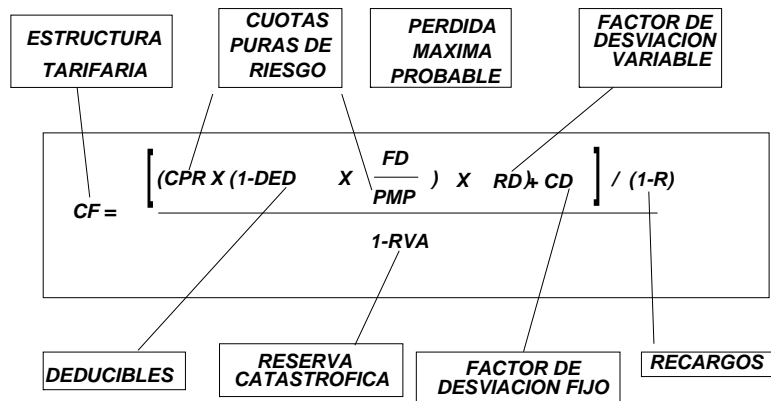
En esta nueva tarifa se utilizan las cuotas de riesgo que determinó el Instituto de Ingeniería de la UNAM en el estudio de 1988. Sin embargo, varían los recargos: para la compra de cobertura de exceso de pérdida se aplica un recargo del 134% que se distribuye en recargo variable por zona sobre un "rate on line" estimado de 7% y recargos fijos para el territorio nacional, Valle México y Acapulco, así como el costo de adquisición, que se reduce a 5%. En cuanto a reservas, se constituirá una reserva especial de riesgos catastróficos mediante un recargo adicional del 10% a la prima de tarifa y la reserva normal de riesgos catastróficos mediante las utilidades que excedan el 5% previsto en la nota técnica (Gráfica 19).

Gráfica 19



Adicionalmente, en esta nueva tarifa se consideran porcentajes de pérdidas máximas probables para efectos de deducibles, ambos diferenciados por zona sísmica. La Gráfica 20 describe el sistema de cálculo de la nueva tarifa.

Gráfica 20



Como puede observarse, las pérdidas máximas probables por zona sísmica no tienen relación directa con las cuotas de riesgo, sino que se utilizan en el tarifa propuesta únicamente para determinar el efecto del deducible correspondiente.

Los incrementos promedio de la tarifa propuesta respecto a la tarifa anterior, repercuten principalmente en los edificios intermedios. Estas comparaciones se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4

**INCREMENTO PROMEDIO DE LA TARIFA  
PROPUESTA RESPECTO A LA ANTERIOR**

ALTURA	EDIFICIOS	CONTENIDOS	GLOBAL
BAJOS (1-6 PISOS)	40%	9%	17%
INTERMEDIOS (7-12 PISOS)	24%	118%	55%
ALTOS (13 EN ADELANTE)	2%	63%	23%
GLOBAL	23%	36%	30%

FUENTE: AMIS

En relación a la tarifa aprobada por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, como mínima y única para el sector asegurador mexicano, subyace la consideración de que el riesgo sísmico, por su gran trascendencia social, no debe ser objeto de competencia entre las instituciones de seguros con base en precio que pueda provocar insuficiencia de la prima, sino que la competencia debe ser con base en el servicio prestado a los usuarios.

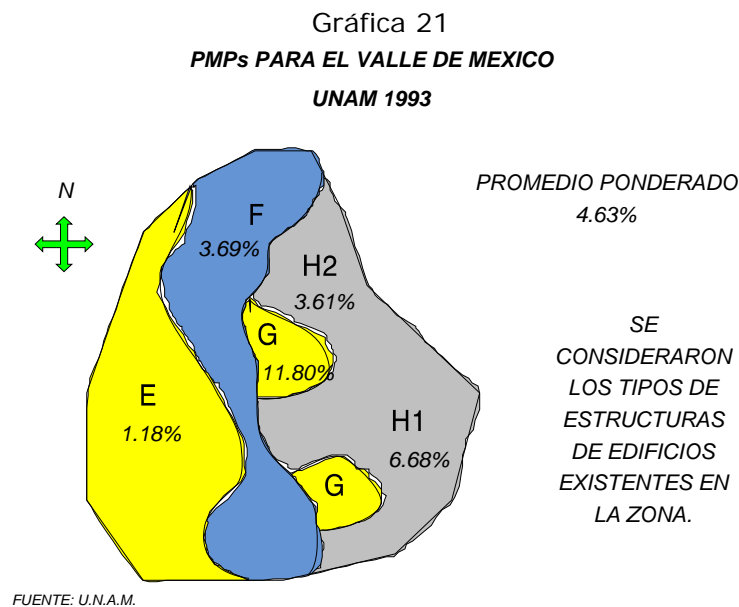


Asimismo, se ha considerado que la experiencia internacional demuestra que los riesgos de terremoto y huracán, por su naturaleza propia, justifican un tratamiento uniforme por parte del sector.

#### Adecuación de la Pérdida Máxima Probable

En los estudios realizados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM en 1992-1993 para Aseguradora Mexicana, S.A., se determinaron diferentes porcentajes de pérdidas máximas probables para las microzonas del Distrito Federal.

Para efectos de determinar la pérdida máxima probable por evento, se realizó un promedio ponderado de los porcentajes diferenciados por microzona, dando como resultado el 4.63% (Gráfica 21).



Cabe señalar que para el cálculo de dicha cifra no se consideraron únicamente los bienes asegurados, sino que se tomó en cuenta el total de la población de edificios del Valle de México, así como los diferentes tipos de estructuras. Una reaseguradora de Londres "E.Q.E. International" consideró que el "PMP" del 4.63% fue en realidad una estimación del daño máximo probable, el cual representaba una medida aceptable del promedio de pérdidas en todos los edificios de la Ciudad de México, como resultado de un gran terremoto. Sin embargo, afirmaron que dicho porcentaje no podría ser equivalente a una pérdida máxima probable real.

Según esta empresa londinense, el PMP real debería estar asociado con el 90avo percentil, es decir, la pérdida se espera que no exceda el 90% de las veces. Basándose en la experiencia de "E.Q.E. International" un 90avo percentil podría ser del orden del 25% al 75% más grande que el promedio del 4.63%, es decir, el PMP real debería estar entre el 6% y el 9% de los daños ocasionados.

Con base en los resultados del estudio de abril de 1993 del Instituto de Ingeniería de la UNAM, considerando las opiniones de "E.Q.E. International" y refiriéndose a la situación actual de

endurecimiento del mercado internacional de reaseguro que ha afectado la colocación de riesgos de naturaleza catastrófica, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, en coordinación con el sector asegurador mexicano, ha considerado que el porcentaje de pérdida máxima probable adecuado para un período de recurrencia de aproximadamente 75 años es de 9%, mismo que operará en adelante para la determinación del capital mínimo de garantía, respecto a la cobertura de terremoto, así como para el diseño del programa anual de reaseguro de cada compañía.

#### Nueva Reserva de Riesgos en Curso

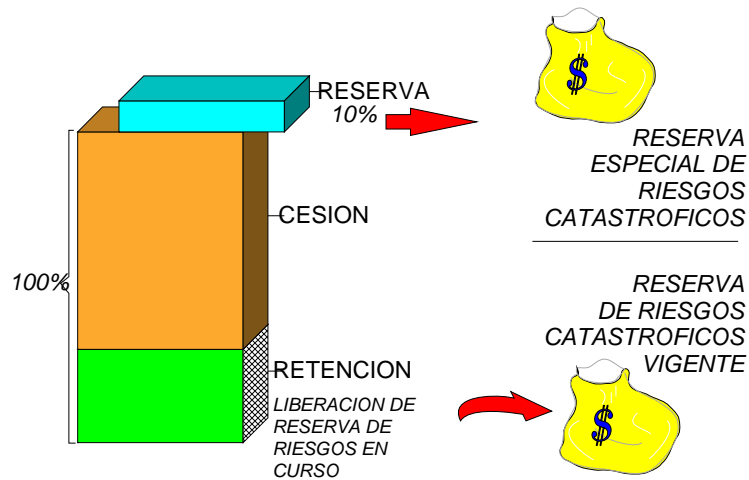
Para efectos contables y administrativos, se consideró conveniente que esta reserva se devengue por el método de veinticuatroavos, de manera similar a la correspondiente a las operaciones de vida y accidentes y enfermedades y daños; deduciendo los costos administrativos, así como el costo de la cobertura de exceso de pérdida, de tal forma que esta reserva se constituya con la prima de riesgo; para lo cual, se realizaron modificaciones a la décima sexta y décima octava de las reglas para la constitución e incremento de las reservas de riesgos en curso. La correspondiente liberación de esta reserva se utilizará en su totalidad para incrementar la reserva de riesgos catastróficos.

#### Nueva Reserva de Riesgos Catastróficos

El recargo adicional del 10% a la prima de la nueva tarifa, se destinará a la constitución e incremento de una reserva especial de riesgos catastróficos. Una vez constituida dicha reserva, se le adicionarán los productos financieros del saldo correspondiente. Esta reserva será acumulativa.

Por lo que respecta a la reserva normal de riesgos catastróficos, se constituirá e incrementará con la liberación de la reserva de riesgos en curso, más los productos financieros del saldo de esta reserva. Adicionalmente, se eliminará la disminución por el costo de la cobertura de exceso de pérdida, que se autorizó en 1992. Esta reserva también será acumulativa. La Gráfica 22 muestra la forma de constitución e incremento de ambas reservas.

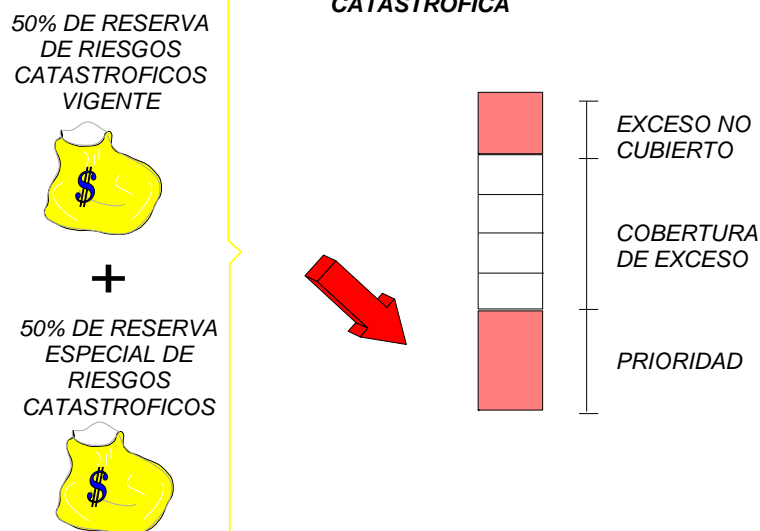
Gráfica 22  
**CONSTITUCION E INCREMENTO DE LA RESERVA  
 DE RIESGOS CATASTROFICOS**



FUENTE: C.N.S.F.

Las reservas anteriores sólo se podrán afectar en caso de siniestros por terremoto, previa autorización de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. Asimismo, el 50% del saldo de cada una de las reservas mencionadas, se podrá utilizar en los programas de reaseguro catastrófico (Gráfica 23).

Gráfica 23  
**UTILIZACION DE LA RESERVA  
 CATASTROFICA**



FUENTE: C.N.S.F.

Finalmente, con objeto de dar continuidad al análisis de la dinámica del seguro para riesgos catastróficos, será necesario proseguir con el desarrollo de modelos técnicos que relacionen la pérdida máxima probable con las cuotas de riesgo, considerando los períodos de recurrencia de terremotos que afecten a nuestro país.

Asimismo, en un marco interinstitucional, será conveniente analizar la factibilidad de crear un Fondo Mexicano para la Atención de Siniestros por Catástrofes Naturales, dedicado al manejo y administración de los recursos derivados del 10% de las primas para constituir e incrementar la reserva especial de riesgos catastróficos, así como de otros recursos que pudieran obtenerse para la atención de diversos tipos de catástrofes.

El Fondo así constituido será alimentado por las instituciones y sociedades mutualistas de seguros que operen el ramo de terremoto en México; sin embargo, las aseguradoras no podrán reflejar en sus estados de situación financiera los saldos correspondientes a la reserva especial de riesgos catastróficos, por lo que el monto acumulado servirá únicamente para la atención de siniestros originados por la ocurrencia de eventos de naturaleza catastrófica.

Las medidas presentadas en este artículo están enfocadas a mejorar los sistemas de protección del sector asegurador y reasegurador contra eventos de carácter catastrófico, con lo cual se abren nuevas posibilidades para continuar con la práctica del seguro de terremoto en México.

## Bibliografía

Münchener Rück, "Shaden Spiegel, Boletín de Siniestros", 1986

Münchener Rück, "El Seguro y Reaseguro de Terremoto", 1991

Münchener Rück, "El cálculo de la Pérdida Máxima Probable (PMP) de Terremoto", 1991

Münchener Rück, "Terremoto de México, 1985", 1986

Dr. Bruno Porro, "Hasta que punto es expresivo un Siniestro Máximo Estimado en el Seguro de Terremoto", Compañía Suiza de Reaseguro, 1985

HUD / USGS Interagency Agreement, "Earthquake Damage and Loss Study", 1975

AMIS, "Proyecto de Reestructuración de la Tarifa de Terremoto", 1989

AMIS, "Proyecto de Reestructuración de la Tarifa de Terremoto", 1993

Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, "Memorias VI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica", 1983

Jesús Figueroa A., "Sismicidad en la cuenca del Valle de México", U.N.A.M., 1971

Roberto Villaverde L., Luis Esteva M., "Costos probables de daños causados por temblores en construcciones", 1974

N.M. Newmark, E. Rosenblueth, "Fundamentos de Ingeniería Sísmica", Ed. Diana, 1976

MAPFRE, ITSEMAP, "Encuentro Internacional de Catástrofes y Sociedad", 1989

ASEMEX, "Recent findings on the measurement of seismic risks in México", 1993

ASEMEX, "Terremotos en México"

AGROASEMEX, "Bases para la constitución y registro de las reservas técnicas", 1992

Greig Fester, "Cobertura catastrófica en México", 1993

L. Esteva M., M. Ordaz, O. Díaz, "Daños esperados en la Cd. de México producidos por un gran sismo de subducción en la costa de Guerrero", 1992

J.M. Jara, E. Rosenblueth, Raúl Rueda, "Distribuciones de los tiempos de espera entre temblores característicos", Centro de Investigación Sísmica.

I.M.E.R.A.C., "Ponencia: El Reaseguro de riesgos catastróficos", 1989

C.N.S.F., "Estructura tarifaria del Seguro Mexicano de Terremoto y/o erupción volcánica"

Mario Ordaz, "Nota sobre los resultados del estudio de pérdidas esperadas por sismo en la Ciudad de México", 1993

Mario J. Beltrán, "Trends of the mexican insurance market", 1993

## Notas:

- \* Las opiniones que aparecen en este artículo son de los autores y no necesariamente coinciden con las de la C.N.S.F. Los autores agradecen los valiosos comentarios de Fernando Solís Soberón
- <sup>1</sup> La magnitud es una medida de la energía liberada en el epicentro; la escala de magnitud que se utiliza normalmente en nuestro país es la de Richter.
- <sup>2</sup> La intensidad mide la capacidad de destrucción sísmica local, es decir, un sismo de una determinada magnitud varía en intensidad de una región a otra; la escala de intensidad utilizada en nuestro país es la Mercalli Modificada, la cual se representa por MM y varía de un rango de I a XII.
- <sup>3</sup> Ver el estudio "Costos probables de daños causados por temblores en construcciones" de Luis Esteva, Orlando Díaz, Alejandro Terán y Joel García, de agosto de 1988, p. 5, UNAM.
- <sup>4</sup> Ver el estudio "Análisis probabilista del riesgo de daños por sismo en construcciones en México" del libro de Mapfre "ENCUENTRO INTERNACIONAL CATASTROFES Y SOCIEDAD, PONENCIAS Y COMUNICACIONES", 1989, p 413.
- <sup>5</sup> Ver "Terremoto de México, ´85", Münchener Rück, 1986.
- <sup>6</sup> Ver "Terremoto de México, ´85", Münchener Rück, 1986.