



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"RIESGOS CATASTROFICOS HACIA EL MERCADO FINANCIERO"

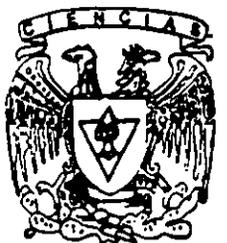
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

A C T U A R I O

P R E S E N T A:

JOSE MARIO REYES FIGUEROA



FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ANTONIO MINZONI CONSORTI



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

287745



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"RIESGOS CATASTROFICOS HACIA EL MERCADO FINANCIERO"

realizado por JOSE MARIO REYES FIGUEROA

con número de cuenta 9650359-5 , pasante de la carrera de ACTUARIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario DR. ANTONIO MINZONI CONSORTI

Propietario M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE

Propietario MAT. MARGARITA ELVIRA CHAVEZ CANO

Suplente ACT. HORTENCIA CANO GRANADOS

Suplente ACT. AURORA VALDEZ MICHELL

Antonio Minzoni Consorti
Virginia Abrin Batule
M. Elvira Chavez Cano

Hortencia Cano Granados
Aurora Valdez Michell

Consejo Departamental de MATEMATICAS

Jose Antonio Flores Diaz

M. EN C. JOSE ANTONIO FLORES DIAZ

A mis padres,

Mario Reyes Hernández†

Y Gloria Figueroa Castro

Agradecimiento

Deseo expresar mi gratitud y reconocimiento al Dr. Antonio Minzoni Consorti por sus valiosos comentarios y sugerencias para la elaboración de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO I. RIESGOS CATASTRÓFICOS	9
1. GENERALIDADES	9
1. 1. Huracanes.....	9
1. 2. Terremotos.....	13
2. EL IMPACTO DE LAS CATÁSTROFES EN EL SECTOR ASEGURADOR	15
2. 1. La Experiencia Reciente en Estados Unidos	15
2. 1. 1. Características Generales del Seguro de Catástrofes en Estados Unidos	17
2. 1. 2. El Impacto de los Huracanes	18
2. 1. 3. El Impacto de los Terremotos	19
2. 1. 4. ¿Cómo Valoran las Aseguradoras los Riesgos Catastróficos?	20
2. 2. México y su Alto Riesgo Sísmico	22
2. 2. 1. Sismicidad en la República Mexicana.....	23
2. 2. 2. Características del Seguro de Terremoto y otros Riesgos Catastróficos en México.....	24
2. 2. 3. Evaluación del Riesgo Sísmico.....	26
3. ADMINISTRACIÓN DE LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS	27
3. 1. Estrategias para Evitar el Riesgo	27
3. 2. Estrategias para Reducir el Riesgo	28
3. 3. Estrategias para Asumir el Riesgo	28
3. 4. Estrategias para Transferir el Riesgo	29
CAPÍTULO II. MÉTODOS TRADICIONALES DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS CATASTRÓFICOS	30

1.	AUMENTO DEL CAPITAL CONTABLE DE LA COMPAÑÍA ASEGURADORA	30
2.	EL REASEGURO TRADICIONAL	31
2.1.	Definición	31
2.2.	Naturaleza y Función del Reaseguro	32
2.2.1.	Carteras Equilibradas.....	32
2.3.	Formas Básicas de Reaseguro	32
2.3.1.	Reaseguro Proporcional	32
2.3.2.	Reaseguro No Proporcional.....	33
2.4.	Reaseguro Proporcional	34
2.4.1.	Definiciones Preliminares.....	34
2.4.2.	Reaseguro de Cuota-Parte	35
2.4.3.	Reaseguro de Excedentes.....	36
2.4.4.	Mixto	38
2.5.	El Reaseguro No Proporcional o Reaseguro de Exceso de Pérdida.....	38
2.5.1.	Exceso de Pérdida por Riesgo.....	38
2.5.2.	Exceso de Pérdida por Evento.....	39
2.5.3.	Exceso de Pérdida por Periodo	41
3.	EL REASEGURO Y EL RIESGO DE TERREMOTO (EL CASO DE MÉXICO).....	43
4.	PERSPECTIVAS A FUTURO.....	45

CAPÍTULO III. ASPECTOS GENERALES DE LOS MERCADOS

FINANCIEROS.....	49
1. ACTIVOS FINANCIEROS	49
2. LOS MERCADOS FINANCIEROS	50
2.1. Definición	50
2.2. Funciones de los Mercados Financieros.....	50
2.3. Clasificación.....	51
2.4. Función de los Mercados Secundarios	51
3. PROCESO TRADICIONAL PARA LA EMISIÓN DE NUEVOS VALORES	52
4. TIPOS DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS	53
4.1. Instrumentos a Corto Plazo	53
4.2. Acciones	53
4.3. Bonos.....	54
4.3.1. Características	55
4.3.2. Bonos con Características Especiales.....	56
4.3.3. Índices de Calidad	56
4.4. Productos Derivados	57
4.4.1. Contratos de Futuros	58

4. 4. 2. Las Opciones	63
4. 4. 3. Los Swaps	66

CAPÍTULO IV. LA BURSATILIZACIÓN DE RIESGOS CATASTRÓFICOS COMO UNA INNOVACIÓN FINANCIERA..... 68

1. DEFINICIÓN	68
2. ORÍGENES DEL PROCESO DE BURSATILIZACIÓN	69
3. LA BURSATILIZACIÓN EN EL CONTEXTO DE LOS SEGUROS (<i>INSURANCE SECURITIZATION</i>).....	71
3. 1. Factores que Favorecieron su Desarrollo	71
3. 2. Beneficios	72
3. 3. Factores Necesarios para su Éxito en el Futuro	72
3. 4. Tipos de Instrumentos	73
3. 5. Valuación	74
3. 6. Tipos de Riesgos Asociados a los Instrumentos Financieros Catastróficos.....	75
3. 7. Aspectos Legales, Fiscales y Contables.....	76

CAPÍTULO V. INSTRUMENTOS FINANCIEROS EXTRABURSÁTILES PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS CATASTRÓFICOS 79

1. BONOS CATASTRÓFICOS.....	79
1. 1. Especificaciones y Riesgos	81
1. 2. Tipos de Coberturas	82
1. 3. Estructura Típica de la Emisión de Bonos Catastróficos	83
1. 4. La Evolución del Mercado de Bonos Catastróficos.....	84
1. 5. Costos.....	89
1. 6. Ventajas y Desventajas que Ofrecen los Bonos Catastróficos	90
1. 7. Swaps Catastróficos	91
1. 7. 1. Estructura.....	91
1. 7. 2. Ejemplo Práctico	92
2. PAGARÉS DE CAPITAL CONTINGENTE	93
2. 1. Estructura.....	93
2. 2. Riesgos Asociados a la Emisión de Pagarés de Capital Contingente	94
2. 3. Experiencia empírica	95
2. 4. Ventajas y Desventajas de los Pagarés de Capital Contingente	95
3. OPCIONES CATASTRÓFICAS DE VENTA DE ACCIONES	97
3. 1. Estructura.....	97
3. 2. Riesgos Asociados a las Opciones Catastróficas de Venta de Acciones.....	97

3. 3. Ejemplo Práctico.....	98
3. 4. Ventajas y Desventajas de las Opciones Catastróficas de Venta de Acciones.....	98

CAPITULO VI. OPCIONES CATASTRÓFICAS BURSÁTILES..... 100

1. LAS OPCIONES CATASTRÓFICAS DEL <i>CHICAGO BOARD OF TRADE</i>	101
1. 1. Antecedentes.....	101
1. 1. 1. Origen.....	101
1. 1. 2. Los Primeros Futuros Catastróficos del CBOT.....	101
1. 1. 3. Estructura de los Contratos.....	102
1. 1. 4. Ejemplo de Cobertura Utilizando Futuros Catastróficos.....	103
1. 1. 5. Las Opciones sobre Futuros Catastróficos.....	104
1. 1. 6. Los Problemas con los Futuros y Opciones Catastróficos.....	106
1. 2. El Índice PCS.....	107
1. 2. 1. Descripción.....	107
1. 2. 2. Ventajas del Índice PCS en Relación con el Índice ISO.....	108
1. 3. Especificaciones de las Opciones PCS.....	109
1. 4. Ejemplos de Cobertura por Medio de Opciones PCS.....	113
2. LAS OPCIONES CATASTRÓFICAS DEL <i>BERMUDA COMMODITIES EXCHANGE</i>	118
2. 1. Estructura de los Contratos.....	118
2. 2. El Índice Catastrófico de Guy Carpenter.....	119
2. 2. 1. Objetos y Riesgos Cubiertos.....	119
2. 2. 2. Áreas Geográficas.....	120
2. 2. 3. Criterios para la Elección de las Compañías Participantes.....	120
2. 2. 4. Cálculo del Índice.....	121
2. 2. 5. Publicación.....	123
2. 3. Especificaciones de los Contratos.....	123
2. 4. Ejemplos de Cobertura utilizando Opciones Catastróficas del BCOE.....	126
3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS QUE OFRECEN LAS OPCIONES CATASTRÓFICAS BURSÁTILES.....	131

CONCLUSIONES..... 133

APÉNDICE I. VALUACIÓN TÉCNICA DEL RIESGO DE TERREMOTO EN MÉXICO..... 136

APÉNDICE II. ESTADÍSTICAS SOBRE CATÁSTROFES..... 147

1. ESTADÍSTICAS SOBRE LA SISMICIDAD EN MÉXICO (1974-1996).....	147
--	-----

1. 1. Número de Sismos por Año.....	147
1. 2. Número de Sismos por Magnitud	148
1. 3. Número de Sismos por Mes	148
1. 4. Número de Sismos por Profundidad	149
2. ESTADÍSTICAS SOBRE LAS PRINCIPALES CATÁSTROFES NATURALES A NIVEL MUNDIAL.....	149

APÉNDICE III LISTA DE TRANSACCIONES DE INSTRUMENTOS

FINANCIEROS SOBRE SEGUROS	151
--	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	154
--------------------------	------------

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el mercado asegurador mundial para riesgos catastróficos ha experimentado importantes cambios. Las pérdidas por eventos catastróficos han aumentado dramáticamente desde finales de los años ochenta. El creciente tamaño de la intensidad de los eventos catastróficos, así como el aumento de la población en zonas propensas a catástrofes han sido los principales factores que han contribuido al incremento en las pérdidas catastróficas aseguradas.

Lo anterior ha dado origen a un serio riesgo de insolvencia tanto de aseguradores primarios como de reaseguradores en el mercado de riesgos catastróficos a nivel mundial. Por esta razón, los aseguradores han buscado maneras alternativas al reaseguro tradicional para financiar sus riesgos catastróficos.

La historia de la economía en general y del mercado financiero en particular nos muestra que éste último ha sido siempre pionero en el diseño de soluciones innovadoras a diversos problemas socioeconómicos. Por ejemplo, se crearon las opciones y los contratos de futuros para ayudar a los comerciantes de productos agrícolas en Estados Unidos a cubrirse contra el riesgo de cambios bruscos en los precios. De igual forma, cuando los prestadores de créditos hipotecarios necesitaban capital adicional para financiar la compra de casas habitación y otros inmuebles, se crearon los instrumentos financieros respaldados por créditos hipotecarios (*mortgage-backed securities*) que, en esencia, permiten a los bancos prestadores de créditos hipotecarios juntar créditos individuales para después vender partes del paquete a inversionistas tanto individuales como institucionales.

El problema de financiamiento de riesgos catastróficos tiene mucho en común con problemas previos que han sido resueltos a través del mercado financiero. Dicho mercado puede proporcionar a los aseguradores acceso a una mucho mayor capacidad financiera que la disponible previamente, además de proporcionar un vehículo de distribución mucho más amplia de lo que antes era posible.

De esta manera, surgen los instrumentos financieros sobre seguros para el financiamiento de riesgos catastróficos, fenómeno conocido como "bursatilización de riesgos catastróficos". Actualmente, entre los principales instrumentos financieros sobre seguros podemos encontrar bonos catastróficos (CatBonds), opciones catastróficas bursátiles, swaps catastróficos, pagarés de capital contingente y opciones catastróficas extrabursátiles de venta de acciones.

El presente estudio tiene como fin principal el análisis de la estructura y funcionamiento de los instrumentos antes señalados, destacando sus ventajas y desventajas con respecto al reaseguro tradicional. Con esto se busca difundir en el medio mexicano estas nuevas opciones de financiamiento de riesgos catastróficos para que las aseguradoras mexicanas conozcan y evalúen estos productos y, una vez que hayan alcanzado la difusión y desarrollo necesarios, puedan implementarse en México.

En el primer capítulo se hace un análisis general de los riesgos catastróficos. Se inicia con el estudio de los principales riesgos que han ocasionados las pérdidas más grandes al sector asegurador: los huracanes y los terremotos. Posteriormente se analiza su impacto en el sector asegurador estadounidense y mexicano. El análisis del impacto en el sector asegurador de Estados Unidos tiene gran relevancia debido a que los instrumentos financieros sobre seguros tuvieron su origen precisamente en ese país debido a las extraordinarias pérdidas catastróficas que experimentaron las aseguradoras estadounidenses. Finalmente, se hace una breve descripción de las distintas estrategias que pueden utilizar las aseguradoras para la administración de los riesgos catastróficos.

Para poder calificar la conveniencia de los nuevos métodos de financiamiento de riesgos catastróficos a través del mercado financiero, primero es necesario conocer los métodos tradicionales. Por esta razón, en el capítulo tres se describen los dos métodos tradicionales con que cuentan las reaseguradoras para el financiamiento de sus riesgos catastróficos: el aumento del capital contable de la empresa y el reaseguro. Se hace una descripción general de la estructura y funcionamiento de las diferentes modalidades de reaseguro tradicional así como un análisis de las perspectivas de éste a futuro.

De igual forma, antes de estudiar la estructura y funcionamiento de los instrumentos financieros sobre seguros, es necesario conocer algunos aspectos generales del mercado financiero, por lo que en el capítulo tres se presentan algunas definiciones básicas en relación al mercado financiero, así como su funcionamiento, estructura y los diferentes instrumentos disponibles, incluyendo acciones, bonos y productos derivados.

En el capítulo cuatro se define lo que es la bursatilización de riesgos catastróficos, al tiempo que se describe su origen, desarrollo, beneficios que ofrece y los factores necesarios para su éxito en el futuro. Asimismo, se mencionan los tipos de instrumentos mediante los cuales se lleva a cabo dicha bursatilización, describiendo los riesgos asociados a éstos y mencionando los aspectos legales, fiscales y contables relacionados con los mismos.

Ya en el capítulo cinco se hace un análisis detallado de los instrumentos financieros extrabursátiles sobre seguros: bonos catastróficos, swaps, pagarés de capital contingente y opciones catastróficas de venta de acciones. Se analiza su estructura, aplicación práctica, así como las ventajas y desventajas que ofrecen tanto a los aseguradores como a los inversionistas.

Finalmente, de manera análoga, en el capítulo seis se analizan los instrumentos financieros bursátiles para la administración de riesgos catastróficos: las opciones catastróficas de *Chicago Board of Trade* (CBOT) y del *Bermuda Commodities Exchange* (BCOE). En este capítulo se analiza su origen, la estructura y especificaciones de los contratos y los índices subyacentes (el índice PCS en el caso de las opciones del Chicago Board of Trade y el índice de Guy Carpenter en el caso de las opciones del Bermuda Commodities Exchange). De igual manera, y debido a que la teoría y la práctica se complementan mutuamente, se plasman algunos ejemplos de coberturas a través de las opciones catastróficas.

CAPÍTULO I

Riesgos Catastróficos

1. Generalidades

Ningún país en el mundo está a salvo de las catástrofes. Inundaciones, erupciones volcánicas, huracanes, tornados y terremotos en diferentes partes del mundo nos recuerdan, en forma regular, la fuerza de la naturaleza, y son una de las fuentes más importantes de pérdidas para las aseguradoras y reaseguradoras en todo el mundo.

La situación geográfica y el período del año, son dos factores que determinan el tipo de fenómeno al que está expuesta una región determinada. En el caso de México y Estados Unidos, los dos principales fenómenos naturales a los que están expuestos y que han provocado las mayores catástrofes y por ende las mayores pérdidas al sector asegurador son los huracanes y los terremotos, aunque otros fenómenos como los tornados en Estados Unidos y las erupciones volcánicas en México son también dignos de consideración. Por tal motivo, a continuación se dará una descripción de carácter general sobre estos dos fenómenos.

1. 1. Huracanes

En forma sencilla, un huracán es un viento muy fuerte que se origina en el mar, que gira en forma de remolino acarreando humedad en enormes cantidades, y que al tocar áreas pobladas, generalmente causa daños importantes o incluso desastres.

Los ciclones tropicales constituyen una clase especial de grandes sistemas de vientos en rotación y poseen características únicas de circulación.

Un ciclón tropical es un viento huracanado que se traslada girando a gran velocidad, donde la presión disminuye en su interior y adquiere una circulación rotacional organizada en el sentido

contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido opuesto en el hemisferio sur.

La evolución de un ciclón tropical puede ser dividida en las cuatro etapas siguientes:

1. **Nacimiento (depresión tropical).** Primero se forma una depresión atmosférica, que se caracteriza porque el viento empieza a aumentar en superficie con una velocidad máxima (media en un minuto) de 62 km/h o menos; las nubes comienzan a organizarse y la presión desciende hasta cerca de las 1000 hpa (hectopascales).
2. **Desarrollo (tormenta tropical).** La depresión tropical crece o se desarrolla y adquiere la característica de tormenta tropical, lo que significa que el viento continúa aumentando a una velocidad máxima de entre 63 y 117 km/h inclusive, las nubes se distribuyen en forma de espiral y empieza a formarse un ojo pequeño, casi siempre en forma circular, y la presión se reduce a menos de 1000 hpa. En esta fase es cuando recibe un nombre correspondiente a una lista formulada por la Organización Meteorológica Mundial (Comité de Huracanes). Antiguamente, cada ciclón se denominaba con el nombre del santo del día en que se había formado o había sido observado. Durante la Segunda Guerra Mundial se usó un código en orden alfabético para facilitar la rapidez de la transmisión con abreviaturas, (Abbler, Baker, Charlie, etc.); posteriormente, en 1953 el Servicio Meteorológico de los EUA adoptó el uso de nombres de mujer de esas abreviaturas en orden alfabético y en 1978, a solicitud de un movimiento feminista de los EUA, fueron también incluidos en esas listas nombres de hombre en los idiomas español, francés e inglés. Cabe aclarar que si un ciclón ocasiona un impacto social y económico importante a un país, el nombre de este ciclón no volverá aparecer en la lista.
3. **Madurez (huracán).** Se intensifica la tormenta tropical y adquiere la característica de Huracán, es decir, el viento alcanza el máximo de la velocidad, pudiendo llegar a 370 km/h, y el área nubosa se expande obteniendo su máxima extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo intensas precipitaciones. El ojo del huracán cuyo diámetro varía entre 24 a 40 km, es una área de calma libre de nubes. La intensidad del ciclón en esta etapa de madurez se gradúa por medio de la escala de Saffir-Simpson.
4. **Disipación (fase final).** Este inmenso remolino es mantenido y nutrido por el cálido océano hasta que se adentra en aguas más frías o hasta que entra a tierra firme, situación ésta última en la que el ciclón pierde rápidamente su energía y empieza a disolverse debido a la fricción que causa su traslación sobre el terreno.

Clasificación

Los huracanes se clasifican de acuerdo a la siguiente escala (Escala de Saffir/Simpson¹):

Categoría	Vientos en km/h
uno	119-153
dos	154-177
tres	178-209
cuatro	210-249
cinco	mayor de 250

Afectabilidad

El ciclón tropical constituye uno de los fenómenos más destructivos de los desastres naturales. Los factores meteorológicos más importantes que producen daño son:

- a) La fuerza de los vientos del huracán proyecta o derriba objetos, imprime movimiento a las aguas de los océanos, así como ejerce fuertes presiones sobre superficies y es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad del viento.
- b) La marea de tormenta es una elevación temporal del nivel del mar cerca de la costa, que se forma por el paso del área central del huracán, la cual es debida a los fuertes vientos que soplan hacia la tierra y a la diferencia de presión atmosférica entre el ojo del huracán y los alrededores. Esta marea puede alcanzar una altura mayor de 6 metros. Asimismo, una pendiente suave del fondo marino puede propiciar la acumulación de agua por el viento y por tanto una marea de tempestad más alta.
- c) Las precipitaciones intensas que acompañan a un ciclón tropical pueden causar deslaves y provocar inundaciones.

La población de las costas del mundo y el valor de las propiedades costeras han crecido a un ritmo mucho mayor que la población mundial y el valor de las propiedades en conjunto; por lo tanto es inevitable que aumenten con el tiempo los efectos relativos de los ciclones tropicales sobre la humanidad.

¹ Esta escala se basa en la intensidad actual de los huracanes y es utilizada en los países de América del Norte, el Caribe, Centro América y el norte de Sudamérica.

Regiones de Generación de Huracanes

Los huracanes, ciclones tropicales, tifones o ciclones tiene un gran impacto sobre diversas sociedades alrededor del globo. En promedio ocurren 84 ciclones tropicales en el mundo entero.

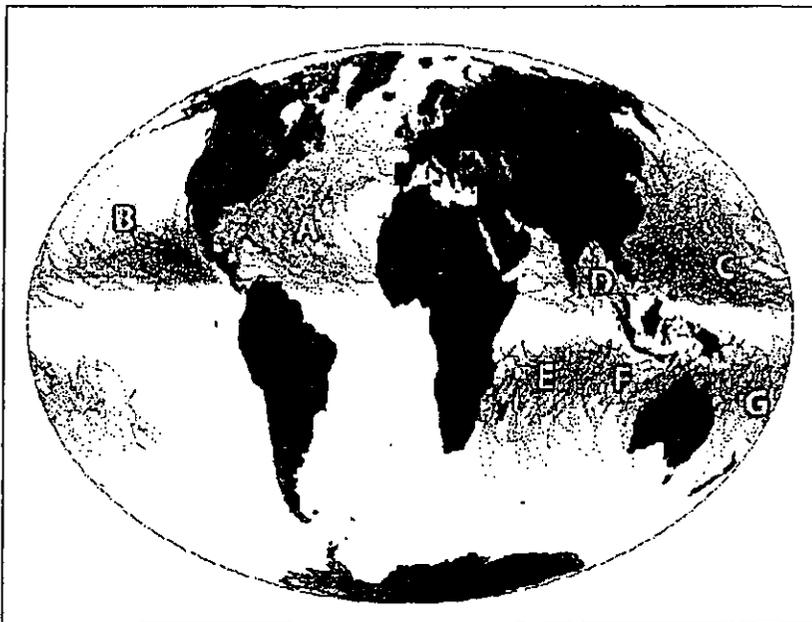


Figura I.1. Comportamiento global de los ciclones. Las tormentas tropicales ocurren regularmente en siete regiones: A. Atlántico, B. Pacífico Noroeste, C. Pacífico Noroeste, D. Norte de la India, E. Noroeste de la India, F. Sureste de la India / Australia, G. Australia / Pacífico Suroeste. Ciclones tropicales con vientos mayores a 135 km/h son llamados huracanes en las regiones A y B, tifones en la región C y ciclones en las regiones D, E, F y G.

En los dos espacios marítimos cercanos, Océano Atlántico y Océano Pacífico se presentan seis regiones matrices o de generación de ciclones; para México y Estados Unidos son relevantes cuatro:

- La primera se ubica en el golfo de Tehuantepec y se activa generalmente durante la última semana de mayo. Los huracanes que surgen en esta época tienden a viajar hacia el Oeste alejándose de México; los generados de julio en adelante, describen una parábola paralela a la costa del Pacífico y a veces llegan a penetrar en tierra.
- La segunda región se localiza en la porción sur del Golfo de México, en la denominada "sonda de Campeche"; los huracanes nacidos ahí aparecen a partir de junio con ruta norte, noroeste, afectando a Veracruz y Tamaulipas.
- La tercera se encuentra en la región oriental del mar Caribe, y sus huracanes aparecen desde julio y especialmente entre agosto y octubre. Estos huracanes presentan gran intensidad y largo recorrido, afectan frecuentemente a Yucatán y a la Florida (EUA).
- La cuarta se encuentra en la región oriental del Atlántico y se activa principalmente en agosto. Los huracanes de esta zona son de mayor potencia y recorrido, generalmente se

dirigen al Oeste penetrando en el Mar Caribe, Yucatán, Tamaulipas y Veracruz, pero también tienden a recurvar hacia el Norte afectando a las costas de EUA.

La temporada de huracanes inicia el primero de Junio y termina el 30 de Noviembre, pero el periodo más intenso de la temporada es de mediados de Agosto a mediados de Octubre.

1. 2. Terremotos

Un sismo es un rompimiento repentino de las rocas en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno.

Recibe el nombre de *epicentro* la región o zona que acusa los destrozos con el máximo de intensidad. El punto de partida de las sacudidas se halla, no obstante, en profundidad. Se trata del *hipocentro* o lugar preciso del origen del sismo.

No toda la superficie de la tierra está igualmente afectada por esta clase de fenómenos. Los cuatro quintos de los sismos tienen lugar en el contorno del océano Pacífico. El resto se reparte a lo largo de la antigua cadena montañosa de la época terciaria según una línea que va desde las Azores a las islas de la Sonda pasando por el Mediterráneo, los Alpes y las montañas de Asia. Son zonas asísmicas las pertenecientes a terrenos azoicos y paleozoicos, como Gran Bretaña, Irlanda, el norte de Alemania, Finlandia, la gran llanura rusosiberiana, Mongolia, y Manchuria, África central y meridional, gran parte de Australia, y, en América, los mazisos orientales del continente.

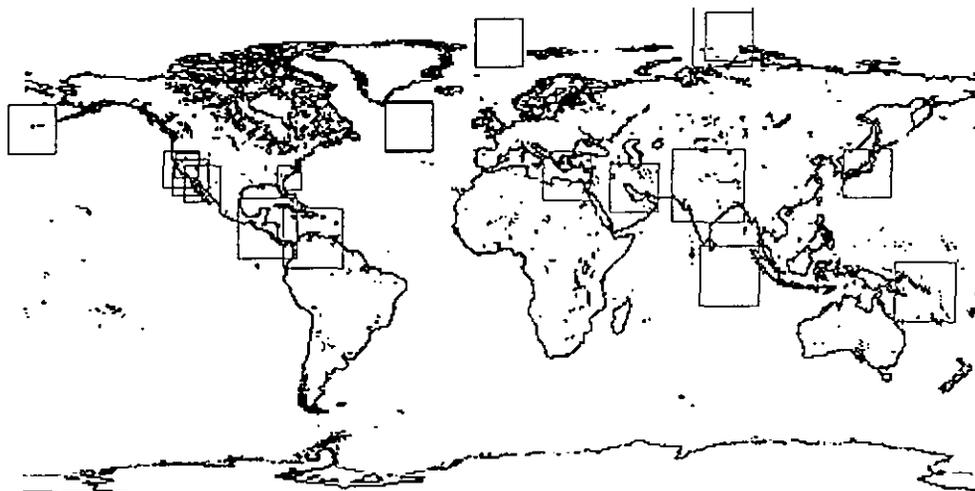


Figura 1.2. Principales regiones sísmicas del mundo.

Medida de la Intensidad de los Sismos

Al propagarse la ondas sísmicas provocan el movimiento del suelo por donde pasan. Para registrar estos movimientos se utilizan equipos denominados sismógrafos o acelerógrafos, cuyo principio de operación, basado en la inercia de los cuerpos, consiste de una masa suspendida por un resorte que le permite permanecer en reposo por algunos instantes con respecto al movimiento del suelo.

Los sismógrafos modernos utilizan este mismo principio de operación, solo que para su implementación utilizan componentes mecánicos y electrónicos para obtener una señal eléctrica proporcional al movimiento del suelo, la cual puede almacenarse en forma local o ser transmitida por algún medio de comunicación (teléfono, radio, satélite) hasta un centro de adquisición.

Para cuantificar o medir el tamaño de un temblor se utilizan las escalas de magnitud e intensidad. La escala de Magnitud o Richter esta relacionada con la energía que se libera durante un temblor y se obtiene en forma numérica a partir de los registros obtenidos con los sismógrafos. La escala de Intensidad o Mercalli está asociada a un lugar determinado y se asigna en función a los daños o efectos causados al hombre y sus construcciones.

Magnitud en escala Richter	Efectos del sismo
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Causas de los Sismos

Para explicar las causas de los terremotos, es usual recurrir a la Teoría Tectónica de Placas, según la cual la ocurrencia de un terremoto se debe a la formación de fallas originadas por tensión en la corteza.

Las fallas existentes presentan, en casi todos los casos, trazas de movimientos repetidos en las épocas geológicas recientes y dichas fallas, de ser activas, cuando se presenta un terremoto de

cierta magnitud, originan desplazamientos de algunos metros , contribuyendo de esta manera a la formación de configuraciones típicas; algunas de ellas están en continuo movimiento como es el caso de la falla de San Andrés en California, USA.

Los terremotos ocurren casi siempre en el mismo lugar; si en un lugar ocurrió un movimiento sísmico de gran intensidad, uno similar se presentará en el futuro; como ejemplo se puede mencionar la Ciudad de México, en donde los terremotos de 1957 y 1985 han sido ambos de gran intensidad, aunque las trayectorias seguidas por los dos eventos no hayan sido iguales.

La observación de la tensión en la corteza terrestre, causa del terremoto, puede ser un medio efectivo para la predicción del fenómeno; en particular de la acumulación de las tensiones inmediatamente después de la ocurrencia de un terremoto de gran intensidad.

También pueden orientar sobre la predicción del fenómeno, la observación de algunos movimientos sísmicos de moderada intensidad; de la velocidad de las ondas sísmicas; del magnetismo terrestre; del comportamiento de fuentes brotantes de agua caliente, habiéndose notado que dichas fuentes son influenciadas por terremotos, así como las aguas subterráneas, las cuales modifican su nivel y se enturbian.

2. El Impacto de las Catástrofes en el Sector Asegurador

2. 1. La Experiencia Reciente en Estados Unidos

Los costos de las catástrofes en los Estados Unidos han alcanzado niveles sin precedentes². Entre 1989 y 1995 el total de pérdidas aseguradas provocadas por terremotos, huracanes y otros desastres naturales ascendieron a 75,000 millones de dólares, comparadas con sólo 51,000 millones entre 1950 y 1988. Este aumento fue generado principalmente por el creciente tamaño y en alguna medida también por la creciente frecuencia de las catástrofes: de 1950 a 1988 ocurrieron en promedio 25 catástrofes al año, generando un promedio de 56 millones en pérdidas por catástrofe, mientras que de 1989 a 1995 hubo un promedio fue de 35 catástrofes por año, con un promedio de pérdidas de 302 millones de dólares por catástrofe.

Una de las razones del incremento en el tamaño de los daños ocasionados por catástrofes es el rápido crecimiento de la población en áreas propensas a estas catástrofes. Los estados de la

² *Property Claim Services*, dependencia de ISO (*Insurance Services Office*) define catástrofe como un evento que provoca pérdidas por 25 millones de dólares o más por daños a propiedades directamente aseguradas y que afecta a un número significativo de asegurados y aseguradoras.

unión americana que tienen más riesgo contienen extensas regiones propensas a catástrofes: las regiones costeras de Florida y Texas están expuestas a huracanes y la mayor parte de California esta expuesta a terremotos. En cada uno de estos estados la población creció más de dos veces de lo que lo hizo la población de todo Estados Unidos entre 1980 y 1993. Como resultado de este acelerado crecimiento, 25% de la población de Estados Unidos reside actualmente en estos tres estados.

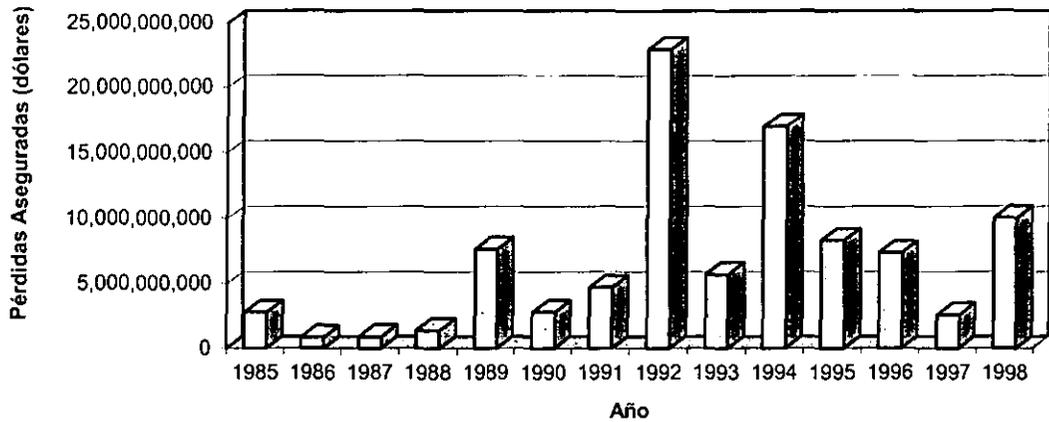
El incremento en los últimos diez años de individuos que aseguran sus propiedades también sugiere un incremento en la exposición a catástrofes. Aproximadamente 76% de los propietarios de casas en Estados Unidos tenían seguro en 1993, mientras que en 1984 sólo 70% lo tenían.

En 1989, el huracán Hugo causó pérdidas a las aseguradoras por 6,000 millones de dólares en Carolina del Sur, y ya en la década de los noventa tuvieron lugar los dos fenómenos más costosos de la historia estadounidense: el huracán Andrew y el terremoto de Northridge. Ambos fenómenos resultaron mucho más destructivos de lo que los expertos habían predicho para un fenómeno de ese tipo.

Actualmente parece que los desastres naturales podrían resultar aún más costosos y podrían amenazar la estabilidad financiera de todo el sector asegurador de propiedades y accidentes (*property/casualty*). En 1996 un estudio hecho por ISO (*Insurance Services Office*³) "Administración de Riesgos Catastróficos" (*Managing Catastrophe Risk*) muestra que una megacatástrofe (alguna que costara al sector asegurador entre 50,000 y 100,000 millones de dólares o más) podría traer como consecuencia la insolvencia de más del 36% de todas las aseguradoras estadounidenses, dependiendo del lugar en donde ocurriera el evento, mientras que las reclamaciones que quedarían sin pagar podrían alcanzar los 56,000 millones de dólares.

³ *Insurance Services Office, Inc.* (ISO) es la empresa líder proveedora de información estadística y actuarial para y sobre la industria aseguradora *property/casualty* de Estados Unidos.

Pérdidas Aseguradas por Año



2. 1. 1. Características Generales del Seguro de Catástrofes en Estados Unidos

Como práctica ampliamente extendida, las pólizas de vivienda cubren comúnmente en los Estados Unidos los daños resultantes de incendio, de viento (huracán y tornado), de granizo, de erupción volcánica, de disturbios y de explosión. Por su parte, las pólizas comerciales de daños en los bienes cubren normalmente los mismos riesgos. La inundación forma parte de las exclusiones del seguro de vivienda, aunque es cubierta por las pólizas estándar de seguro de automóvil, así como por algunas pólizas comerciales especiales, y , sobre todo, por el sistema federal de cobertura implantado mediante el *National Flood Insurance Program*. En el caso de daños como consecuencia de huracán y tormenta tropical habrá que distinguir entre los que fueron producidos por el viento y los que causó la inundación, puesto que son objeto, según lo referido, de distinta cobertura.

La cobertura de terremoto no es automática en las pólizas de vivienda, aunque, con excepción de California, puede incluirse en ellas mediante una prima adicional.

Hay una circunstancia que incide profundamente en la cobertura de catástrofes naturales en Estados Unidos: las leyes de ese país, a diferencia de lo que ocurre en otros muchos países, no permiten la constitución de provisiones de pérdidas anticipadas para hacer frente a catástrofes futuras.

2. 1. 2. El Impacto de los Huracanes

En los Estados Unidos los huracanes provocaron daños en promedio por 1,600 millones de dólares al año entre 1950 y 1989, y por 6,200 millones de dólares entre 1989 y 1995. El huracán Andrew, que azotó el Sur de Florida y Louisiana en 1992, es el desastre natural más costoso registrado al causar 30,000 millones de dólares en pérdidas totales y 15,500 millones en pérdidas aseguradas.

El huracán Andrew fue clasificado dentro de la categoría 4. Azotó las Bahamas y el Sur de Florida el 23 y 24 de Agosto de 1992, y después se desplazó a través del Golfo de México hacia algunas regiones de Louisiana y otros estados del Sudeste el 25 y 26 de Agosto, causando daños a las aseguradoras por 15,500 millones de dólares y convirtiéndose en el desastre más costoso de la historia de Estados Unidos. El huracán Andrew arrasó comunidades enteras, estropeando cultivos y destruyendo miles de hogares y negocios. Siete de propiedades y accidentes (*property/casualty*) quedaron insolventes debido al huracán, mientras que otras quedaron muy debilitadas financieramente.

El Sur de Florida habría sufrido aún mayores daños si el huracán Andrew hubiera azotado una región comercial densamente poblada como Miami, 20 millas al norte, en donde los daños hubieran sido más de tres veces mayores. Si el huracán hubiera azotado a Nueva Orleans en lugar de las regiones rurales de Louisiana, hubiera podido haber dejado la ciudad bajo 18 pies de agua. Si hubiera golpeado la línea costera de Nueva Inglaterra, las pérdidas hubieran podido alcanzar hasta 110,000 millones de dólares.

El Aumento en las Pérdidas Potenciales.

Mientras que los medios y diferentes grupos a menudo atribuyen de manera incorrecta este incremento en daños al calentamiento global del planeta, la causa principal es el creciente desarrollo en las regiones costeras. Las fluctuaciones naturales en la frecuencia de los ciclones tropicales son un factor secundario. Por ejemplo, los daños provocados por huracanes se incrementaron significativamente en los años setentas y ochentas, aún cuando la frecuencia de los huracanes disminuyó durante este mismo período.

En el Atlántico, la frecuencia de los huracanes estuvo por debajo del promedio histórico por gran parte de la década de los setentas y ochentas. Sin embargo durante este período, la población de las costas y el desarrollo en el Sudeste de Estados Unidos se incrementó dramáticamente. Actualmente alrededor de 68 millones de personas viven en áreas costeras de Estados Unidos vulnerables a los huracanes, casi 16 millones más que en 1970, lo cual significa un incremento del 31% en 30 años. En Florida, el estado con el más grande crecimiento en la población de la costa, el crecimiento ha sido de más del 110% en el lado del Atlántico y de casi 130% a lo largo

del Golfo. La población costera de Texas se ha incrementado en 85% desde 1970 y la de Carolina del Sur se ha incrementado en un 74%. De esta manera, cuando un huracán toca tierra en la actualidad, daña mucho más propiedades que anteriormente, y las pérdidas potenciales son mucho más altas. La exposición a huracanes y el alto valor de las propiedades se combinan para hacer de Florida el estado con las mayores pérdidas potenciales.

El incremento y concentración del valor de propiedades en áreas propensas a huracanes ha generado debates en el gobierno estadounidense para restringir los subsidios al sector asegurador. Existen subsidios en varios aspectos de la transacción del seguro property/casualty. Primeramente, existen subsidios cuando las cuotas de seguros property/casualty no tienen un nivel acorde con el riesgo debido a que es políticamente inaceptable elevar las cuotas a niveles actuarialmente justos. En segundo lugar, existen subsidios en pools⁴ formados para asegurar que la gente que vive a lo largo de la costa pueda obtener un seguro de propiedad. Cuando estos pools no tienen fondos suficientes para pagar los siniestros, el faltante es asumido por compañías de seguros, las cuales pueden entonces transferir el costo a todos los propietarios de pólizas de seguro property/casualty en el estado a través de cargos extra explícitos en la póliza, como es el caso en Florida, o a través de un incremento en las cuotas de éste tipo de seguros. Y por último, en años en los que ocurren inundaciones por arriba del promedio, los contribuyentes subsidian las pérdidas Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (*National Flood Insurance Program*).

2. 1. 3. El Impacto de los Terremotos

En la Costa Oeste los terremotos representan la mayor amenaza. Las estadísticas al respecto muestran que desde 1900 han ocurrido terremotos en 39 estados, pero sus efectos se han extendido a los 50 estados que conforman la unión americana. Alrededor de 5,000 sismos pueden ser sentidos cada año, de los cuales 400 pueden ser capaces de producir daños en el interior de edificios y 20 pueden causar daños estructurales. Un terremoto mayor (8.2 grados Richter) en San Francisco podría causar hasta 84,000 millones de dólares en daños. Sin embargo, un terremoto similar en la Costa Oeste podría causar un daño mucho mayor. Debido a que los sismos en la región Este de Estados Unidos tienden a producir un movimiento de arriba hacia abajo (movimiento trepidatorio) en lugar de un movimiento horizontal (movimiento oscilatorio), como es común en California, de acuerdo con los expertos en sismos el daño podría

⁴ Un pool es una organización particular que tiene objetivos bien definidos, por ejemplo, se establece un pool en un estado cuando varias instituciones aseguradoras que operan en el mismo establecen una aseguradora de la cual dichas instituciones son las accionistas. Dicha aseguradora constituirá lo que se denomina pool y actuará según lo decidan los socios.

ser 10 veces mayor. El grado de los daños también depende de otras variables como la estructura de las construcciones y las condiciones del suelo.

Un estudio hecho por el Dr. Hareesh Shah, miembro de *Risk Management Solutions* y la Universidad de Stanford, basándose en datos sobre el terremoto de Northridge en 1994 y al terremoto de Kobe en Japón en 1995, sugiere que la sacudida en el epicentro de un terremoto puede ser más violenta de lo esperado. Este hallazgo ha hecho que las estimaciones anteriores sobre las pérdidas humanas y daños materiales generados por un gran terremoto sean rectificadas. Un terremoto de 8.3 grados Richter en San Francisco (tal como el que ocurrió en 1906) podría provocar más de 8,000 muertos y entre 80,000 y 105,000 millones de dólares en pérdidas al sector asegurador, con un total de pérdidas de hasta 225,000 millones de dólares. (El daño total que causó el terremoto de Kobe fue de 147,000 millones de dólares, de los cuales sólo 4,100 millones estaban asegurados).

El terremoto de Northridge es el segundo desastre natural más costoso en la historia de Estados Unidos, el cual causó más de 15,300 millones de dólares en pérdidas aseguradas, de acuerdo con el *Institute for Business and Home Safety*.

Las aseguradoras en California recibieron sólo 3,400 millones de dólares en primas de seguros contra terremoto por un período de 25 años anteriores al terremoto de Northridge, y pagaron más de 15,300 millones de dólares⁵ (más de cuatro veces el monto anterior) por siniestros originados por este terremoto. Después del terremoto de Northridge, las aseguradoras se mostraban renuentes a ofrecer seguros a los propietarios de inmuebles debido a que sentían que una exposición adicional al riesgo de terremoto podría potencialmente llevarlas a la quiebra. En respuesta a esta crisis en el mercado de seguros property/casualty, en 1995 los legisladores del estado de California aprobaron un proyecto de Ley que permitía a las aseguradoras ofrecer una nueva póliza de seguro contra terremoto con un deducible máximo del 15% y se creó un pool de terremotos con fondos privados pero administrado por el estado. Un poco antes en ese mismo año, en *Southern California Earthquake Center* había revisado sus proyecciones sobre las probabilidades de que un terremoto de 7 grados Richter o mayor tuviera lugar en el Sur de California, estableciéndose una probabilidad del 86% dentro de los próximos 30 años. Sin embargo, estimaciones recientes muestran un riesgo menor.

2. 1. 4. ¿Cómo Valoran las Aseguradoras los Riesgos Catastróficos?

El precio de una póliza de seguros refleja el costo del pago de los siniestros por riesgos cubiertos por la póliza, así como otros gastos en los que incurre la compañía de seguros como

⁵ Datos del *Institute for Business and Home Safety*

los gastos administrativos, los gastos por reaseguro, etc. Por ejemplo, si una comunidad cuenta con un eficiente departamento de bomberos (con un adecuado suministro de agua, bomberos de tiempo completo, y un sistema de comunicación de primera clase que permite una rápida respuesta a una llamada de auxilio), entonces el riesgo de pérdidas considerables por incendio será bajo en relación con otras comunidades que no cuenten con un departamento de bomberos eficiente. En consecuencia las primas de seguro contra incendio serán menores en esa comunidad. El mismo principio se aplica para el caso de huracanes: las primas reflejarán el nivel promedio de siniestros por huracanes en una determinada comunidad.

¿Pero cómo puede la industria aseguradora afrontar costos extraordinarios como los 15,500 millones de dólares en pérdidas provocados por el huracán Andrew? Antes del huracán Andrew, las compañías de seguros valoraban los huracanes y otras catástrofes con una prima especial llamada "carga catastrófica" (*catastrophe loading*). Utilizando estadísticas sobre siniestros originados por catástrofes en los últimos 30 ó 40 años para distribuir su costo en un periodo largo, y en ocasiones utilizando estadísticas de diversos estados sujetos al mismo tipo de catástrofes, se establecía un promedio anual del costo de las catástrofes. Antes del huracán Andrew, el cargo catastrófico para el estado de Florida promediaba 50 dólares por póliza.

Sin embargo, desde entonces se ha adoptado un método más sofisticado para la valoración de los riesgos catastróficos: la valoración técnica del riesgo, la cual se usa comúnmente en diversas áreas financieras y de ingeniería para valorar a priori los riesgos a los que se enfrenta una empresa o una estructura.

En la valoración técnica del riesgo usualmente se utiliza un modelo por computadora con cuatro componentes: Riesgo, Exposición, Daño y Pérdidas.

El componente **riesgo** representa en el programa de computadora a los eventos físicos: huracanes, terremotos, tornados inundaciones, etc. Incluye estimaciones de las probabilidades de ocurrencia de cada evento para cada área de interés para la aseguradora para la determinación del riesgo.

El componente **exposición** describe las características geográficas y estructurales específicas de la propiedad asegurada. Esto permite la transición entre los múltiples factores que definen un riesgo y las fuerzas específicas (huracanes, temblores) que actúan sobre una estructura individual como una casa o un edificio.

El componente **daño** contiene una descripción técnica que traduce las fuerzas que actúan sobre la estructura en una estimación del daño físico, combinada con una estimación del costo de reparación del daño. Esto se hace generalmente a través de la aplicación de funciones de daños empíricamente determinadas.

Finalmente el componente **pérdidas aseguradas** se deriva de la estimación del daño estructural aplicando algoritmos que reflejan los términos específicos de cobertura. Estos algoritmos pueden reflejar estipulaciones como deducibles, riesgos excluidos, etc.

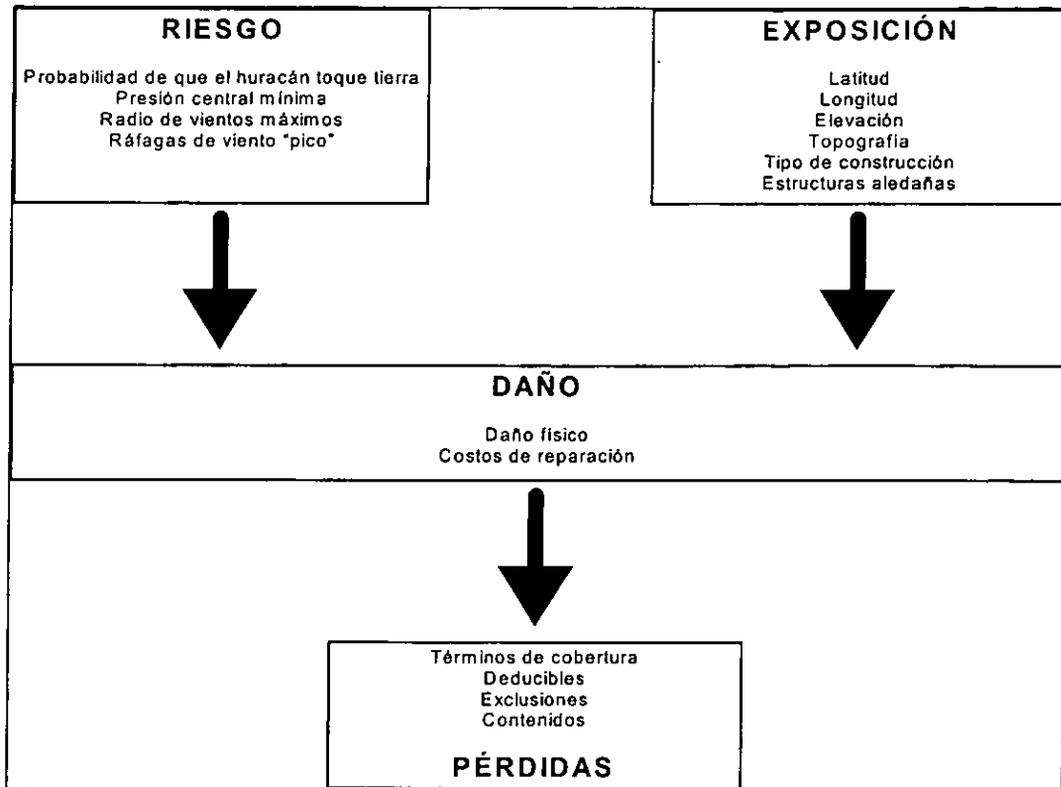


Figura I.3. Diagrama de modelo de valoración del riesgo de huracán.

2. 2. México y su Alto Riesgo Sísmico

En relación a México, son dos los principales riesgos catastróficos a los que está expuesto: huracanes y terremotos (aunque también las erupciones volcánicas pueden llegar a ser dignas de consideración). Sin embargo, a pesar de que los huracanes cada año causan muchas pérdidas materiales, éstas ocurren generalmente en lugares donde existe gran pobreza y cuyas viviendas no están aseguradas; de esta manera, las catástrofes originadas por huracanes, generalmente no tienen gran impacto en el sector asegurador mexicano. En cambio, los terremotos sí pueden representar pérdidas potenciales muy elevadas a las aseguradoras, ya que éstos pueden ocurrir en las principales ciudades de la República Mexicana, en donde se concentra la mayor parte de la actividad aseguradora. Por lo tanto, para el caso de México, sólo se estudiará el riesgo de terremoto, el cual representa una amenaza para la solvencia financiera de las aseguradoras mexicanas.

2. 2. 1. Sismicidad en la República Mexicana

Nuestro país se localiza en el cinturón Circunpacífico, la región con mayor sismicidad a nivel mundial. Los grandes temblores en México ($M = \text{Magnitud} \geq 7.0$) a lo largo de la costa del Pacífico, son causados por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica y por ello son conocidos como sismos de subducción.

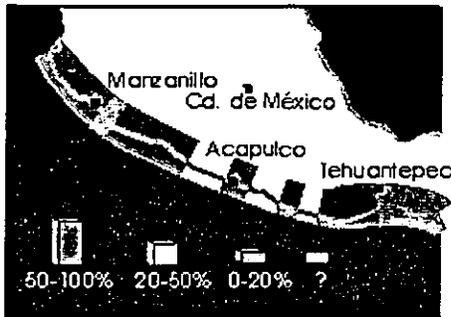


Figura 1.4. Probabilidades de la ocurrencia de grandes sismos en la zona de subducción de la República Mexicana (1986-1996) basado en Nishenko y Singh, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 77, No. 66, 1987.

Para poner en perspectiva la sismicidad de México resulta interesante compararla con la del estado de California en Estados Unidos. Esta comparación se muestra en la siguiente tabla:

Lugar	No. de Sismos con $M \geq 7$	Periodicidad (por cada cuantos años)	No. de Sismos con $M \geq 7.5$	Periodicidad (por cada cuantos años)
México	44	2.2	28	3.4
California	10	9.6	2	48

Un sismo de magnitud 7.0 es capaz de producir daños importantes, mientras que uno de magnitud 7.5 puede causar colapsos y daños muy graves. En ambos países se pueden generar sismos de estas magnitudes, pero es claro que en México se presentan con mucha mayor frecuencia. Además, la región con mayor potencial sísmico en California también amenaza a los estados del noreste mexicano, actualmente en intenso desarrollo urbano e industrial.

El mayor peligro lo presentan los sismos que ocurren a lo largo de las costas del Pacífico, entre las ciudades de Puerto Vallarta y Tapachula. No solo producen sismos con mayor frecuencia, sino también los mayores sismos registrados en México tienen su ocurrencia entre estas dos poblaciones (figura 1.5).

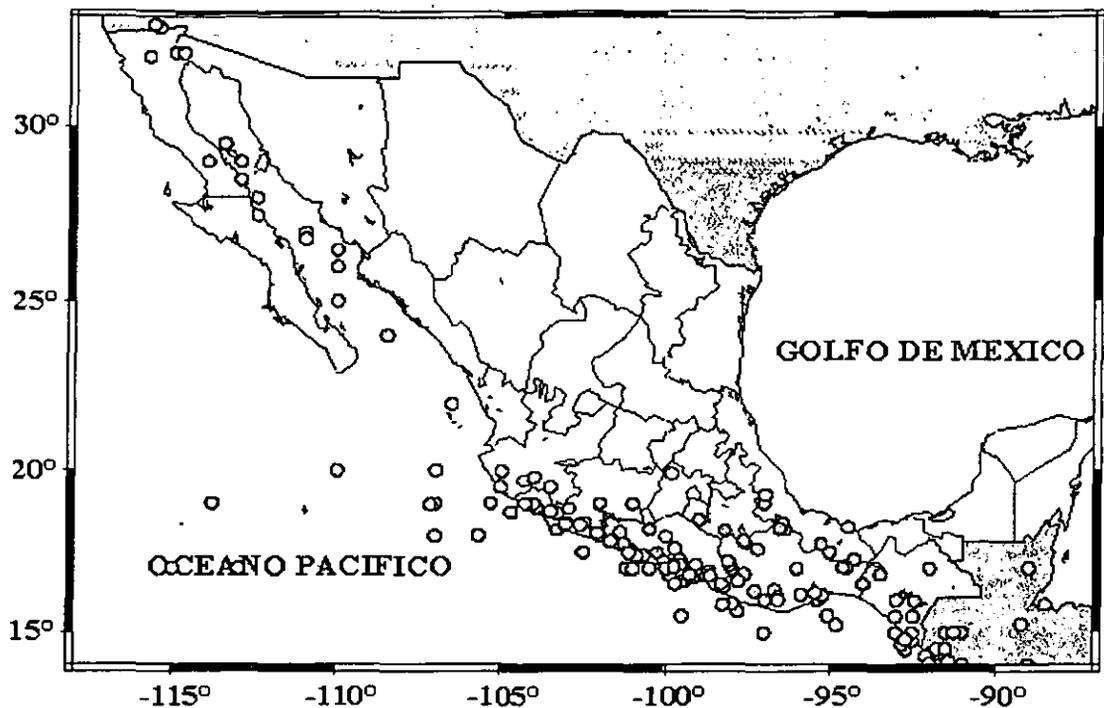


Figura 1.6. Los Grandes Sismos del Siglo ($M \geq 6.5$)

Estos sismos, que por su cercanía a las costas representan un gran peligro a las poblaciones costeras, también afectan al Valle de México, como se ha constatado durante los grandes sismos de 1911, 1957, 1979 y 1985. Cabe mencionar que es precisamente el sismo ocurrido el 19 de Septiembre de 1985 el que ha causado las mayores pérdidas tanto humanas como económicas en México. Este sismo se originó en las costas de Michoacán, registrándose a las 7:17 a.m., con una duración aproximada de 3 minutos y una magnitud de 8.1 grados en la escala de Richter. Se estima que como consecuencia de este terremoto murieron unas 10,000 personas y las pérdidas económicas ascendieron a 4,000 millones de dólares.

Esta influencia de los sismos costeros sobre la ciudad de México, que se encuentra a más de 200 Km de la costa, se debe a las condiciones del suelo sobre el que se desarrolló la ciudad.

2. 2. 2. Características del Seguro de Terremoto y otros Riesgos Catastróficos en México

Cuando se trata de riesgos catastróficos, de cualquier índole que sean, se requiere hacer un cálculo estimativo de lo que podría ser la pérdida máxima en caso de evento catastrófico, es decir, del monto total de las pérdidas probables en unidades monetarias de los bienes

expresados como porcentaje de su valor (o sea sumas aseguradas cuando se trate de una cartera asegurada).

Se tratará solamente el problema relacionado con catástrofes por terremoto, ya que, como se mencionó anteriormente, México es uno de los países del mundo en donde la actividad telúrica es frecuente, y en tiempos recientes ha ocasionado daños significativos no solamente a la ciudad, sino también a varias regiones del país.

El reasegurador, sobre el cual descansa una gran parte de la carga de un siniestro catastrófico, busca la forma de conocer una buena estimación de cuál será su exposición máxima en caso de verificarse el evento; a ésta exposición máxima se le denomina Pérdida Máxima Probable (*P.M.L. Maximum Probable Loss*). Más adelante se analizarán las bases técnicas para el cálculo de la PML.

Por otro lado, el territorio de la República Mexicana se divide en doce zonas que se denominan respectivamente: 1) A, B, B1, C, D; 2) E, F, G, H1, H2; 3) I, J.

La zona "A" comprende los estados de: Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Yucatán y Zacatecas.

La zona "B" comprende los estados de: Baja California Sur, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tabasco y Tlaxcala.

La zona "C" comprende los estados de: Baja California Norte, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sonora y Veracruz.

La zona "D" comprende los estados de: Colima y Chiapas.

La zona "B1" incluye algunos municipios colindantes al Distrito Federal.

Las zonas "E", "F", "G", "H1" y "H2" son divisiones del Distrito Federal, según su peligrosidad.

Las zonas "I" y "J" son divisiones del Puerto de Acapulco de máxima peligrosidad.

Coaseguro y Deducible

Para efectos de tarificación de los riesgos ubicados en las zonas mencionadas, se establecen: *Coaseguro, Deducible y Días de Espera* para pérdidas consecuenciales.

Para los fines del Coaseguro, el asegurado soportará, por su propia cuenta, según la zona sísmica en donde se encuentren ubicados los bienes asegurados, el 10%, 25% o 30% de toda pérdida o daño que sobrevenga a los bienes asegurados como consecuencia de un terremoto o erupción volcánica.

Los porcentajes de referencia se aplican de acuerdo al siguiente cuadro:

Zonas Sísmicas	Coaseguro
A, B, C, y D	10%
B1, E y F	25%
G, H1, H2, I y J	30%

Los Deducibles, expresados como porcentaje de la suma asegurada correspondiente a cada estructura o edificio, así como los Días de Espera para pérdidas consecuenciales, aparecen consignados en la tabla siguiente:

Deducible (zonas)	A - F, I	G	H1, H2	J
Edificios y Contenido	2%	4%	3%	5%
Pérdidas consecuenciales	7	14	10	18

2. 2. 3. Evaluación del Riesgo Sísmico

El conocimiento preciso que enfrenta una cartera de edificios asegurados es crucial para el sano funcionamiento de una compañía de seguros. La precisión con la que puede evaluarse el riesgo depende de los siguientes factores:

- El nivel de información que se tenga sobre los edificios que forman la cartera. El costo de adquirir esta información debe ser congruente con el riesgo que se enfrenta.
- La calidad de los modelos que sirven como instrumento para medir el riesgo.

La Ingeniería del riesgo sísmico se basa en modelos científicos para:

- Estudiar la atenuación de las ondas sísmicas desde la fuente hasta el lugar de interés
- Estudiar la influencia de las condiciones locales del suelo en la intensidad del movimiento de terreno para determinar la vulnerabilidad estructural

- Procesar toda la información disponible en forma eficiente y ordenada, así como desplegar resultados con claridad.

Estos modelos permiten conocer el riesgo sísmico en una estructura o en un conjunto de ellas y permiten hacer estimaciones de las pérdidas económicas que puedan ocurrir en las mismas y en sus contenidos.

En 1999 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público emitió una circular en donde se establecen las bases técnicas para la valuación, constitución e incremento de las reservas de riesgos en curso del seguro de terremoto y/o erupción volcánica. Dichas bases fueron elaboradas con la asesoría del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. En el apéndice I se muestran estas bases técnicas, en las que se establece el procedimiento para el cálculo tanto de la prima de riesgo como de la Pérdida Máxima Probable, mejor conocida por sus iniciales en inglés PML (*Probable Maximum Loss*).

3. Administración de los Riesgos Catastróficos

La situación geográfica y el tiempo previsto de exposición al riesgo son dos de los factores más importantes a considerar en una estrategia de administración de riesgos catastróficos. Las aseguradoras disponen de varias maneras para manejar su exposición a este tipo de eventos. Hablando en términos generales, estas estrategias pueden ser agrupadas en una de cuatro categorías: evitar el riesgo, reducirlo, asumirlo o transferirlo.

3. 1. Estrategias para Evitar el Riesgo

Fundamentalmente, la manera más fácil de manejar la exposición a riesgos catastróficos es evitar dichos riesgos. Sin embargo, prácticamente hablando no es la mejor opción, ya que el negocio de las compañías de seguros es precisamente el de correr riesgos.

En algunas ocasiones es posible separar los riesgos catastróficos de otros riesgos asegurados de propiedades y accidentes. Por ejemplo, las pólizas de seguros property/casualty en el estado de Florida excluyen el riesgo de vientos tempestuosos.

Un enfoque más práctico es implementar una política adecuada de selección de riesgos para minimizar la pérdida potencial por la acumulación de un gran número de pérdidas en un solo evento, es decir, minimizar la potencial Pérdida Máxima Probable (PML). Esto implica cancelar pólizas de manera selectiva o no renovar pólizas de gran exposición.

Las herramientas que existen para llevar a cabo esta estrategia son las siguientes:

- **Modelos de exposición a riesgos catastróficos.** Con el objeto de manejar una cartera de manera selectiva para minimizar la potencial PML, las compañías aseguradoras necesitan cuantificar e identificar las áreas de mayor exposición. Como se mencionó en la sección anterior, actualmente se dispone de modelos de simulación por computadora para ayudar a las compañías a entender y administrar sus carteras para alcanzar el balance adecuado entre la necesidad de correr riesgos y la necesidad de preservar su integridad financiera ante la exposición a riesgos catastróficos.
- **Guías de selección de riesgos.** Una vez que las compañías tienen un buen entendimiento de su exposición a catástrofes, pueden formular de manera efectiva guías de selección de riesgos. Estas guías pueden utilizarse para disminuir la suscripción de pólizas en áreas de gran exposición, así como para fomentar nuevas oportunidades de negocios en regiones de baja exposición.

3. 2. Estrategias para Reducir el Riesgo

El objetivo de reducir el riesgo es aminorar el impacto financiero, es decir, reducir los pagos por pérdidas provocadas por catástrofes. Existen tres formas de reducir el riesgo:

- **Modificar el riesgo.** Otorgar descuentos en las primas para incentivar al asegurado a tomar medidas para reducir el riesgo como el uso de contraventanas, tubos de aislamiento, etc.
- **Restringir la cobertura.** Establecer deducibles en los riesgos catastróficos, restricciones en la póliza, limitar la cobertura del valor de reposición, etc.

La principal herramienta para llevar a cabo esta estrategia son los **modelos catastróficos**. Estos son usados para cuantificar el impacto de varias estrategias de reducción de riesgos para que las compañías puedan comparar los costos de esta reducción con sus beneficios potenciales posteriores a un evento catastrófico.

3. 3. Estrategias para Asumir el Riesgo

Una estrategia para asumir el riesgo se enfoca en la habilidad de una compañía para asumir pérdidas por catástrofes con el respaldo de su propia posición financiera. Una táctica ante severas pérdidas potenciales es fortalecer la posición de la compañía en relación al capital. Esto puede hacerse a través de métodos de financiamiento anteriores al evento o posteriores a éste.

Dada la extrema volatilidad del impacto de pérdidas por catástrofes sobre la posición financiera de la compañía, es importante que aquellos que constituyen a la misma, incluyendo a los asegurados y a los accionistas, comprendan en su totalidad el enorme riesgo asociado a esta estrategia, en particular si se usa de manera agresiva.

El hecho de buscar financiamiento antes de la ocurrencia de un evento le permite a una compañía negociar desde una posición de fortaleza financiera. La forma tradicional de financiamiento antes de la ocurrencia de un evento es el incremento del capital contable de la compañía.

Después de la ocurrencia de un evento catastrófico, la posición financiera de la compañía puede verse seriamente afectada, incrementándose así de esta manera significativa el costo de adquisición de nuevo capital. Actualmente a través del mercado de capitales se ha abierto una alternativa de financiamiento para las compañías estadounidenses después de la ocurrencia del evento catastrófico. Esto es a través de Opciones Catastróficas de Venta de Acciones (*Catastrophe Equity Puts*), Reaseguro Financiero, o a través de la emisión de deuda por medio de líneas de crédito ó Pagarés de Capital Contingente (*Contingent Surplus Notes*). Posteriormente se hablará en detalle de estas nuevas alternativas de financiamiento que ofrece el mercado financiero.

3. 4. Estrategias para Transferir el Riesgo

Una estrategia para transferir el riesgo traslada el impacto financiero potencial de eventos catastróficos a otras entidades, típicamente a cambio de una cuota determinada. Esta cuota refleja el costo esperado a largo plazo de las pérdidas transferidas, así como un determinado margen para cubrir los gastos y el costo de capital utilizado para absorber la volatilidad de las pérdidas potenciales por eventos catastróficos.

La forma típica de transferir el riesgo es a través del reaseguro tradicional en sus diferentes modalidades (proporcional y no proporcional). Sin embargo, actualmente se ha venido desarrollado una innovadora forma de transferir el riesgo al mercado financiero. Las herramientas disponibles para llevar a cabo este tipo de transferencia son las opciones catastróficas del *Chicago Board of Trade (CBOT)* y del *Bermuda Commodities Exchange (BCOE)*, así como los Bonos y Swaps Catastróficos.. De igual forma, posteriormente se hará una descripción detallada de estas alternativas.

CAPÍTULO II

Métodos Tradicionales de Administración de Riesgos Catastróficos

1. Aumento del Capital Contable de la Compañía Aseguradora

Una compañía aseguradora siempre cuenta con la opción de incrementar su capital contable de manera suficiente para cubrir sus pérdidas potenciales, pero para incrementar su capital, la aseguradora debe también incrementar sus utilidades netas para justificar ese capital adicional. De igual forma, al incrementar su capital contable para respaldar sus pérdidas potenciales, la compañía incurre en un *costo de oportunidad*⁶, ya que dicho capital deja de estar disponible para otras oportunidades de inversión.

Comparado con otros sectores industriales, la mayoría de las aseguradoras de propiedades y accidentes (property/casualty) generalmente no han generado utilidades históricas muy altas. El factor que más ha contribuido a este hecho es la competencia generada por la gran cantidad de aseguradoras que ofrecen este tipo de cobertura. Además, en el caso de Estados Unidos la legislación relacionada con la industria aseguradora ha tratado en muchas ocasiones de mantener las primas de seguros por debajo de los niveles actuarialmente indicados.

Si una aseguradora tiene una fuerte concentración de riesgos en áreas propensas a catástrofes, el monto del capital requerido para respaldar sus pérdidas potenciales puede ser relativamente alto comparado con las utilidades actuales de la aseguradora. Además, el capital adicional puede ser requerido sólo ocasionalmente cuando las pérdidas por eventos catastróficos sean inusualmente grandes. La estrategia de sacrificar un monto considerable de capital adicional

⁶ Es aquel costo incurrido por la imposibilidad de efectuar dos cosas a la vez. En el mundo de las inversiones, dadas dos alternativas de inversión A y B, comprometer recursos a la alternativa A significa no haber destinado esos recursos a la inversión B, con todas las consecuencias a que ello dé lugar.

para cubrir pérdidas que pueden resultar no muy frecuentes es extremadamente ineficiente y virtualmente imposible de sostener en un mercado altamente competitivo.

Todas estas consideraciones han llevado a las aseguradoras a buscar otras alternativas para aumentar su capacidad de suscripción de riesgos.

2. El Reaseguro Tradicional

2. 1. Definición

El reaseguro es la operación por medio de la cual una institución de seguros toma a su cargo, parcial o totalmente a) un riesgo cubierto por otra o, b) el remanente de daños que exceda de la suma asegurada por el asegurador directo.

La relación entre el seguro y el reaseguro se muestra en la figura II.1. El mercado asegurador primario se caracteriza por la venta de pólizas de seguro por una aseguradora primaria a un asegurado. Las aseguradoras primarias pueden “ceder” una parte o la totalidad del riesgo asegurado a otro ente llamado reasegurador a cambio de una prima. A su vez, las reaseguradoras pueden “retroceder” o transferir parte de su riesgo reasegurado a otras reaseguradoras, las cuales en este tipo de transacción son llamadas retrocesionarias.

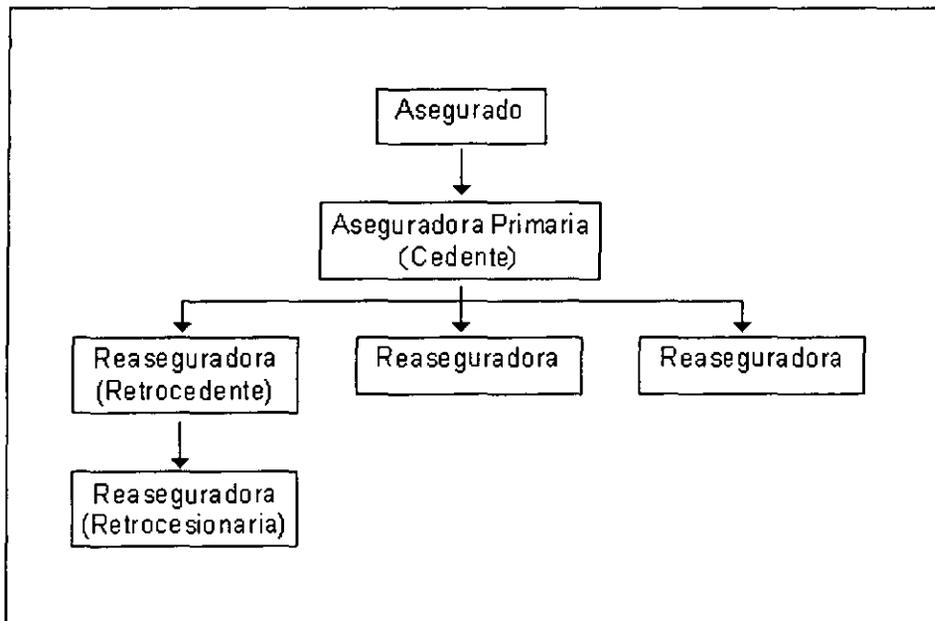


Figura II.1. Relación entre seguro y reaseguro.

La operación de reaseguro generalmente se lleva a cabo mediante contratos bilaterales, los cuales se negocian de manera individual entre el asegurador y el reasegurador y en ocasiones se llevan a cabo por medio de intermediarios de reaseguro (*brokers*). El mercado de reaseguro para riesgos catastróficos le permite a las aseguradoras protegerse contra pérdidas por eventos catastróficos y administrar sus finanzas de manera más efectiva, además de reducir la volatilidad de su siniestralidad y optimizar el uso de su capital.

2. 2. Naturaleza y Función del Reaseguro

El reaseguro es el “seguro de los aseguradores”. Mediante el reaseguro, los aseguradores directos se descargan parcialmente de los riesgos asumidos que rebasan su capacidad, o que por otras razones no desean asumir solos.

La función principal del reaseguro es de naturaleza técnica porque, partiendo de la limitación de los riesgos, tiene como objetivo equilibrar la cartera de una institución de seguros al nivelar las exposiciones de la misma, además contribuye a reducir el riesgo financiero de aquella.

De esta manera, el asegurador directo se sirve del reaseguro para limitar en la mayor medida posible las fluctuaciones anuales de la siniestralidad que ha de soportar por cuenta propia, y estar protegido en caso de catástrofe.

2. 2. 1. Carteras Equilibradas

Las carteras pueden tener composiciones muy diferentes. Para que una cartera de seguros pueda ser calificada de equilibrada (homogénea), tiene que reunir muchos riesgos similares y equivalentes. En este sentido se da el equilibrio de la siniestralidad en lo colectivo y, entonces, el asegurador directo no necesita reaseguro, o sólo en poca medida. De todos modos, en la práctica tampoco una cartera de seguros homogénea está a salvo de desviaciones inesperadas en la evolución de la siniestralidad, por lo que se recomienda el reaseguro también para tales carteras.

2. 3. Formas Básicas de Reaseguro

2. 3. 1. Reaseguro Proporcional

En el reaseguro proporcional, primas y siniestros se reparten entre el asegurador directo y el reasegurador en una relación fijada contractualmente. Según este tipo de contrato, esta relación

es idéntica para todos los riesgos bajo un mismo contrato (reaseguro de cuota parte), o en la relación puede variar de un riesgo a otro (otras modalidades de reaseguro proporcional). Con una participación del reasegurador de por ejemplo un 90% en un riesgo y una retención del asegurador directo del 10%, primas y siniestros se reparten en una relación de 90:10, es decir, proporcionalmente a los correspondientes compromisos.

A su vez, existen tres modalidades de reaseguro proporcional: cuota parte, excedentes y mixto (que es una combinación de los dos anteriores).

2. 3. 2. Reaseguro No Proporcional

En el reaseguro no proporcional no existe ninguna relación fija predeterminada según la cual primas y siniestros han de ser repartidos entre el asegurador directo y el reasegurador. La repartición de los siniestros se efectúa según las pérdidas efectivamente acaecidas. Se define contractualmente hasta qué límite (prioridad⁷) asume el asegurador por cuenta propia todos los importes por siniestros. Por su parte, el reasegurador tiene que pagar, hasta el límite de cobertura convenido, todos los siniestros por encima de esta prioridad.

Como precio por esta cobertura, el reasegurador pide una parte adecuada de las primas originales. Para la determinación de este precio, el reasegurador considera la siniestralidad de años anteriores y la siniestralidad esperada de acuerdo con el tipo y la composición de los riesgos cubiertos.

El reaseguro proporcional se divide en reaseguro de exceso de pérdida por riesgo, exceso de pérdida por evento y exceso de pérdida por período (denominado también reaseguro *stop loss*).

⁷ Es la cantidad máxima que, por concepto de pago de siniestros, estará a cargo del asegurador directo.

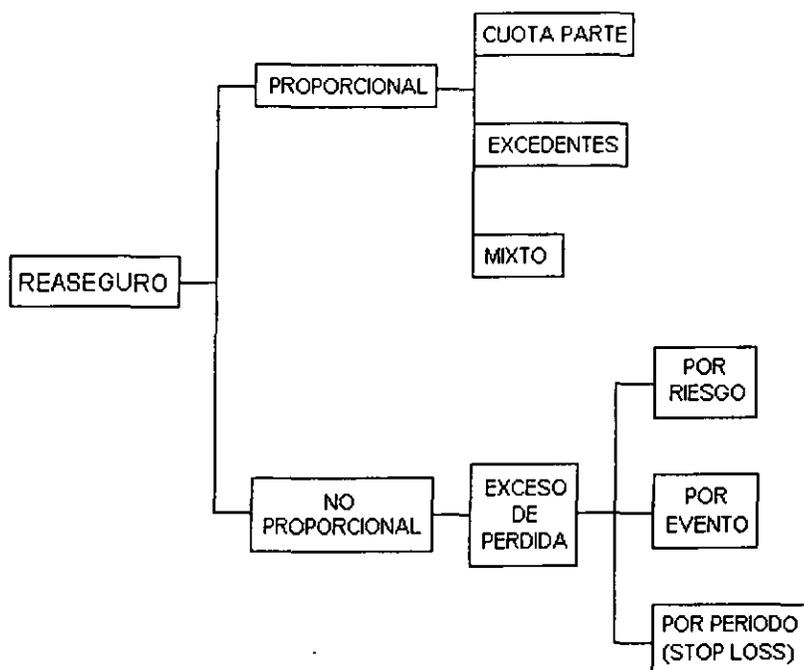


Figura II.2. Modalidades o tipos de reaseguro

2. 4. Reaseguro Proporcional

2. 4. 1. Definiciones Preliminares

Capacidad del contrato. El estudio de la cartera de la cedente permite conocer la responsabilidad máxima que sobre cada riesgo, en cada ramo, asume el reasegurado (cedente) y, dentro de ese máximo -*capacidad*-, el asegurador podrá moverse para satisfacer las necesidades de la venta sin consultar a su reasegurador. La libertad máxima prevista por el contrato de reaseguro se denomina *capacidad automática* del contrato.

Automático. Son aquellas cantidades que están dentro de la capacidad del contrato, las cuales el asegurador directo está obligado a ceder al reasegurador y éste último está obligado a aceptar.

Facultativo. Son aquellas cantidades que rebasan la capacidad del contrato. Cuando se reaseguran riesgos individuales, y el asegurador directo decide libremente si cede en reaseguro la cantidad correspondiente a un determinado riesgo (o grupo de riesgos). También el reasegurador es libre de aceptarla o rechazarla. Primeramente, el asegurador directo tiene que presentar al reasegurador una oferta exactamente definida, en la que figura toda la información sobre el riesgo ofrecido. Seguidamente, tras el examen correspondiente de la oferta, el reasegurador decide si acepta el riesgo o lo rechaza.

Del seguro facultativo se hace uso tras el agotamiento de la capacidad del contrato así como de otras posibilidades existentes de reaseguro obligatorio, como riesgo excluidos en la póliza de éste último.

2. 4. 2. Reaseguro de Cuota-Parte

En el reaseguro de cuota parte, el reasegurador asume un porcentaje fijo (cuota) de todas las pólizas de seguro que un asegurador directo ha suscrito en un ramo o en ramos particulares definidos en el contrato. Esta cuota determinará la distribución, entre el asegurador directo y el reasegurador, de las primas y siniestros.

Por ejemplo, supóngase que en riesgos de incendio, la aseguradora retenga el 10% y el resto lo ceda al reaseguro (puede tratarse de varios reaseguradores). La repartición de un riesgo de incendio con suma asegurada de 100,000 unidades (no importa la moneda de que se trate) y con prima por 5,000 unidades, una vez retenido el 10% el excedente ocurre como sigue: 40% al reasegurador A, 30% al reasegurador B y 20% al reasegurador C. Si ocurre un siniestro por 70,000 unidades, la distribución de primas, riesgos y siniestros será la siguiente:

Participación de la cedente y de los reaseguradores				
	<i>Participación</i>	<i>Monto correspondiente</i>		
		<i>Prima</i>	<i>Riesgo</i>	<i>Siniestro</i>
Cedente	10%	500	10,000	7,000
Reasegurador A	40%	2,000	40,000	28,000
Reasegurador B	30%	1,500	30,000	21,000
Reasegurador C	20%	1,000	20,000	14,000

Esta modalidad de reaseguro es la más sencilla de manejar y ahorra costos. Su desventaja reside en que este tipo de contrato de reaseguro no homogeiniza la cartera del asegurador directo, por lo que no recoge más que de manera insuficiente los riesgos "punta" (sumas aseguradas muy elevadas).

2. 4. 3. Reaseguro de Excedentes

A diferencia del contrato de cuota parte, en el reaseguro de excedentes el reasegurador no participa en todos los riesgos, sino que el asegurador directo retiene todos los riesgos hasta un determinado importe de responsabilidad (retención). Esta retención puede fijarse según el tipo de riesgo. Los importes de responsabilidad que superan la retención los cubre el reasegurador dentro de los límites previstos por el contrato de reaseguro y en forma automática; de haber cantidad, de un riesgo, superior al automático, se constituirá el facultativo para ese riesgo.

El automático (parte del excedente total de un riesgo o sea de la cantidad que rebase la retención) suele repartirse en dos excedentes denominados *Primer y Segundo Excedente* respectivamente; la razón de esta división (a veces son más de dos excedentes) descansa en lo siguiente: los riesgos de la cartera de un cierto ramo (o subramo como por ejemplo los que integran el ramo de *diversos*) son de diferente tamaño y la división en los dos mencionados excedentes es útil para el reasegurador con el fin de que pueda darse cuenta de si hay o no equilibrio entre las primas y riesgos que se desee ceder y se tenga la probabilidad de que la operación no ofrezca desviaciones importantes que podrían afectar al contrato. En general, la capacidad de cada excedente es múltiplo de la retención.

Supongamos que la retención para un cierto ramo y para un determinado período, por ejemplo un año calendario, se haya fijado en 1,000 unidades y que por el contrato, el primer excedente sea 40 veces dicha retención y el segundo 30 veces la misma, y lo anterior de acuerdo con el perfil⁸ de la cartera de la cedente.

En la figura II.2. se representa el perfil de la supuesta cartera de incendio de la cedente que está integrada por:

- 11 riesgos que son de total retención de la cedente;
- 9 riesgos que son parte retención y parte primer excedente;
- 5 riesgos que son parte de la retención y parte del primer y segundo excedente;
- 3 riesgos que llegan a ocupar hasta el área del facultativo.

El automático del contrato es en este caso de 70,000 unidades, si se incluye la retención de la cedente, se convertirá en 71,000 unidades, por lo que la institución aseguradora podrá emitir

⁸ Perfil de cartera: es el total de los riesgos de un cierto ramo que la cedente tiene en vigor al término de un ciclo operativo. El perfil de la cartera ofrece la posibilidad de agrupar los riesgos por diferentes tamaños y por primas correspondientes, de suerte tal que permite conocer en número, cantidades aseguradas y primas lo relativo a cada excedente.

toda póliza de incendio que se requiera hasta por 71,000 unidades de suma asegurada y sin consultar a su reasegurador.

Si por algún motivo de selección, la cedente estima que la retención se debe reducir, por ejemplo a 700 unidades, también el primero y segundo excedentes de reducirán correspondientemente.

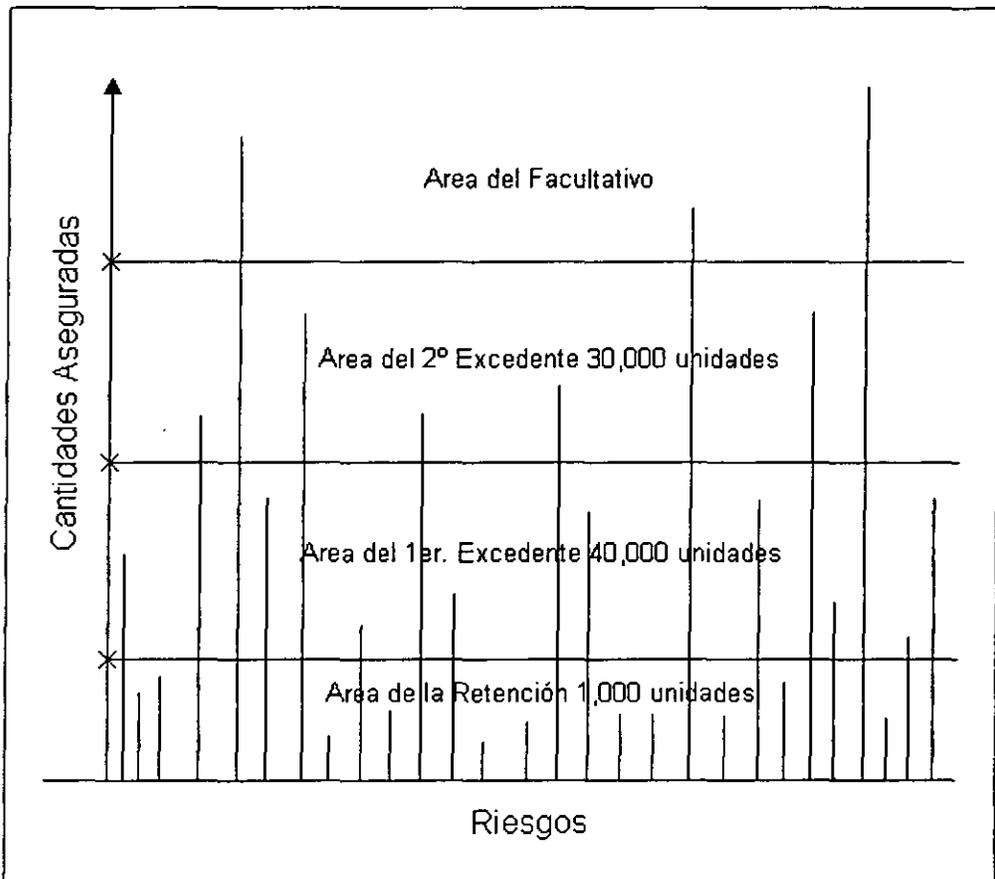


Figura II.3. Perfil de la cartera hipotética de incendio.

Como se nota en la gráfica, el área de la retención está alimentada en primas y cantidades en riesgo, por la totalidad de los 25 riesgos, mientras que el primer excedente está alimentado por 9 riesgos y el segundo por 4, presentándose esta área poco equilibrada para el reasegurador; en lo referente al área del facultativo, el alimento es todavía más pobre (dos riesgos); sin embargo hay reaseguradores que operan en estas áreas concediendo hasta contratos de reaseguro denominados *facultativo obligatorio* (F.O.) para el reasegurador, ampliando las posibilidades de ventas de una empresa, porque a la retención hay que agregar el contrato automático y, por encima de éste, el F.O.

Contrariamente al reaseguro cuota parte, el contrato de excedentes es un medio excelente para homogeneizar la cartera del asegurador directo y, de este modo, limitar las exposiciones excesivas.

2. 4. 4. Mixto

Se trata de una mezcla de las dos formas descritas previamente, es decir, el reaseguro opera a cuota parte mientras que la cuota no rebase la retención de la cedente; en este caso opera en excedente.

2. 5. El Reaseguro No Proporcional o Reaseguro de Exceso de Pérdida

El reaseguro de excedentes (en inglés *Excess Loss*, abreviado XL) tiene una estructura muy distinta a la del reaseguro proporcional. Mientras que en el reaseguro proporcional son las sumas aseguradas las que determinan la cesión, en el reaseguro de excedentes son los importes de los siniestros los que determinan la cesión. En este tipo de reaseguro, el asegurador directo asume por cuenta propia hasta un determinado límite (prioridad) todos los siniestros del ramo definido en el contrato, independientemente del importe de la suma asegurada. El reasegurador tiene que pagar los siniestros que superen este monto hasta el límite de cobertura convenido. Son tres las formas en las que se desarrolla este método:

1. Exceso de pérdida por riesgo (cobertura operativa - Working cover - WX/L);
2. Exceso de pérdida por evento;
3. Exceso de pérdida por período.

2. 5. 1. Exceso de Pérdida por Riesgo

En este caso, por cada riesgo, el asegurador pagará el total de las reclamaciones que se presente durante un cierto período y hasta una cierta cantidad (prioridad), y el excedente, de haberlo, lo solventará el reasegurador (hasta un cierto límite).

Esta forma de reaseguro se denomina también de *pérdida individual acumulada* (cobertura operativa o exceso de pérdida en operación) y su finalidad principal es la de limitar la responsabilidad de la compañía cedente cuando se presente un siniestro en cual daño en forma relevante a algún riesgo; por lo que se logra evitar cualquier desviación correspondiente a la cartera que se quiere proteger.

2. 5. 2. Exceso de Pérdida por Evento

Sobre un conjunto de riesgos asegurados y que originen un cierto número reclamaciones como consecuencia de la realización de un evento, el asegurador pagará hasta una cierta cantidad (fijada de antemano) por cada evento, y el excedente, de haberlo, lo pagará el reasegurador.

Por esto, esta clase de reaseguro toma los nombres de: Reaseguro de Catástrofe (*Catastrophe Excess Reinsurance*); Reaseguro de Desastre (*Disaster Reinsurance*) o Cobertura de Choque (*Shock Cover*).

Téngase presente que la misma causa del evento (huracán, temblor, inundación, explosión, caída de aviones, etc.), origina una acumulación de siniestros, la que es superior a la retención máxima de la aseguradora.

Determinación del costo:

El reaseguro catastrófico es un medio de protección para el asegurador contra una reducción significativa en sus recursos financieros debido a la acumulación de pérdidas por un solo evento y, al mismo tiempo, apto a reducir el potencial de la pérdida de una manera controlable; la determinación de su costo juega un papel importante en la operación,

Cada reasegurador tiene sus propios sistemas para determinar cuotas y primas, sin embargo hay factores de carácter general que se toman en cuenta como por ejemplo el grado de exposición y acumulación de los riesgos que se pretende cubrir, investigando si la cobertura solicitada está apoyada por otros reaseguros ya sea proporcional o por exceso de pérdida (denominados como primarios) y de qué manera, ya que todo esto influye en: a) la reducción de la pérdida catastrófica (de ocurrir); b) condiciones de mercado; c) historial de los resultados de la cedente (utilidades o pérdidas durante varios años) y reputación de su manejo y de la situación financiera; d) experiencia de la cedente en lo referente al manejo de contratos de reaseguro.

La prima que se otorga será un porcentaje de la exposición del contrato, es decir, de la cuota en línea o también basada en el pay-back.

Según las necesidades de la cedente y para facilitar al mismo tiempo la colocación de un contrato, pueden establecerse varios excedentes (capas sobre la prioridad de la cedente), así por ejemplo podrían establecerse tres capas (expresadas en unidades):

1a. capa	2,500,000	en exceso de	1,000,000
2da. capa	6,500,000	en exceso de	3,500,000
3era. capa	14,000,000	en exceso de	10,000,000

Nos referimos a un contrato para riesgos de incendio, con exposiciones a terremoto, huracanes, inundaciones, etc., con una prima estimada de retención de 7,000,000 unidades y con una retención máxima por riesgo de 400,000 unidades y una prioridad de 2 retenciones (o sea 800,000 unidades).

Habr  por lo tanto que cotizar cada capa siguiendo el siguiente procedimiento:

Supóngase que los periodos de recuperación (P.R.) y las cuotas sobre el límite (C.L.) serán respectivamente:

	P.R.	C.L.
1a. capa	5 años	1:5 = 20%
2da. capa	20 años	1:20 = 5%
3era. capa	50 años	1:50 = 2%

Multiplic ndose las tres capas por los porcentajes anteriormente indicados, se obtienen los costos correspondientes que son 500,000; 325,000 y 280,000 respectivamente (en total 1,105,000).

La tasa promedio en línea se obtiene dividiendo el total registrado entre el total de los límites; es decir, 23,000,000 (máxima exposición del contrato), obteniéndose 4.8%, de lo que se obtiene a su vez, un promedio de recuperación global de 20.81 años.

Considerando que la prima de retención se estableció en 7,000,000, se obtendrán las cuotas definitivas calculadas sobre dicha prima, dividiéndose los costos de cada capa por esta prima, lo que nos proporciona los siguientes porcentajes: 7.14% ($500,000 / 7,000,000$); 4.64% ($325,000 / 7,000,000$) y 4%; es decir, 15.79% de cuota total.

Cuando se trata de terremoto, los periodos de recuperación dependen de la exposición da cada capa al evento, la que en general se mide calculando el porcentaje que representa la prioridad de los cúmulos que se protegen; obviamente más largo es el periodo de recuperación entre mayor es el porcentaje mencionado.

Al estructurar un contrato catastrófico se define el tiempo de una catástrofe, así por ejemplo, en el caso de los temblores se considera como un solo evento todo el que ocurra en un plazo de 72 horas; si se trata de un contrato catastrófico para riesgos de vida, en lugar del tiempo, se toma en cuenta el número máximo de víctimas que pagar  la cedente en caso de accidente; dicho número variará de compa a a compa a según sus posibilidades; por encima de ese número operará el contrato.

2. 5. 3. Exceso de Pérdida por Período

Esta forma de reaseguro puede definirse como sigue: De un conjunto de riesgos asegurados en un cierto ramo, el asegurador pagará el total de las reclamaciones durante un período determinado (un año calendario u otro), cualquiera que sea el monto de cada una y hasta una cierta cantidad determinada de antemano, y el reasegurador, el excedente (de haberlo) hasta una cierta cantidad.

Por medio de esta forma de reaseguro se protegen las fluctuaciones de la carga anual de siniestros de la cedente en un determinado tipo de cobertura.

Se denomina *stop loss* en virtud de que limita la pérdida de la cedente sobre el total de la cartera (en un cierto ramo); protege ampliamente a la cedente en el sentido de que dicha protección está directamente ligada a los resultados del año de la cedente; en otras palabras, permite a la cedente la formulación de su presupuesto anual al principio del período, conociendo de antemano la cantidad que por concepto de siniestralidad que tiene que pagar durante el período.

De costumbre el *stop loss* se expresa en porcentaje de las primas que se quiere proteger, por ejemplo la cobertura podría ser del 20% de las primas directas de la cedente en un cierto ramo durante un determinado período, en exceso de 40% de las mismas; debido a varios factores, entre los cuales la inflación, las primas de la cedente y los siniestros pueden crecer rápidamente, por lo que al límite anterior puede agregarse otro fijo, o sea, el excedente que cubre el contrato nunca rebasará este último límite.

2. 5. 3. 1. *Loss-Rate* y *Loss-Ratio*

Son dos expresiones que no encuentran una traducción literal al castellano y que se usan en este tipo de cobertura significando respectivamente:

Por *Loss-Rate* se entiende la relación que hay entre siniestros ocurridos en un cierto periodo y el total de la suma asegurada, cantidad que varía año tras año, según ocurran los siniestros y en este caso, el límite de responsabilidad del reasegurador se define como porcentaje entre la cuota y la prima, expresándose como fracción de suma asegurada.

Por *Loss-Ratio* se entiende la relación entre siniestros ocurridos y la prima del período, y se define como porción de la prima consumida por los siniestros, expresándose el límite de responsabilidad del reasegurador como un porcentaje del ingreso anual de prima.

En general se usa este segundo concepto, sin embargo, el reaseguro *stop loss* puede referirse a cualquiera de las dos formas, habiendo una estrecha relación entre *loss-rate* y *loss-ratio*.

Usan los siguientes símbolos (referidos a un período):

P = Ingreso anual de prima de la cartera (en un cierto ramo);

S = Suma asegurada total de la cartera;

L = Total de reclamaciones;

p = Prima promedio de la cartera;

l_1 = Loss-Rate;

l_2 = Loss-Ratio.

Por ejemplo, en un año y en un cierto ramo se obtienen las siguientes relaciones:

$$l_1 = \frac{L}{S}; \quad l_2 = \frac{L}{P}; \quad p = \frac{P}{S} \quad \text{y} \quad P = p \cdot S$$

de donde:

$$l_2 = \frac{L}{P} = \frac{L}{p \cdot S} = \frac{l_1}{p} \quad \Rightarrow \quad p = \frac{l_1}{l_2}$$

Las expresiones arriba registradas indican que la relación entre *loss-rate* y *loss-ratio* es igual a la prima promedio.

Para la cotización de esta clase de reaseguro se solicitan estadísticas de varios años (mínimo diez); la diferencia para determinar la prioridad de la cedente usando uno u otro de los dos procedimientos es la siguiente:

1. En el *stop-loss* basado en el *loss-rate*, o sea en sumas aseguradas, prioridad y prima de la cobertura se establecen como porcentaje del total de las sumas aseguradas, por lo que dicha prioridad varía en proporción a la variación de las sumas mencionadas, siendo independiente de la prima y de la cuota promedio de la cartera;
2. En el *stop-loss* basado en el *loss-ratio*, la prioridad y el límite de responsabilidad se fijan como porcentaje del ingreso por primas que se cede a la cobertura. Por lo tanto, se requiere, por parte de la cedente, de un cálculo correcto de la prima (prima suficiente), porque de ser mal calculado este último, tendrá sus repercusiones negativas en el reasegurador.

La situación de que se habla se ha verificado en los últimos años en el mundo del reaseguro, lo que ha obligado (considerando también otros factores como un aumento en siniestros catastróficos de la naturaleza) a la aplicación de condiciones restrictivas de los contratos y a un encarecimiento en los costos de los mismos.

3. El Reaseguro y el Riesgo de Terremoto (El Caso de México)

Las instituciones de seguros utilizan generalmente para el ramo de terremoto, contratos de reaseguro proporcional de excedentes, y contratos de reaseguro no proporcional de exceso de pérdida por evento.

Como se señaló en el capítulo anterior, en el reaseguro proporcional el pleno de retención y los importes cedidos no se especifican en base a las sumas aseguradas, sino en base a la Pérdida Máxima Probable del contrato. Sea S_N la PML para cada una de las pólizas.

Asimismo, bajo el supuesto de que las unidades económicas de la cartera asegurada son idénticas, el contrato de reaseguro proporcional es equivalente a uno de cuota parte.

Este contrato puede representarse fácilmente, puesto que la responsabilidad de la cedente y el reasegurador es un porcentaje fijo de la suma asegurada de cada contrato, y por consiguiente se reparten en esa proporción la prima. De esta forma, denotaremos a P^r como la prima retenida por la cedente; y a γ como el porcentaje de retención, por lo que:

$$P^r = \gamma P; \quad 0 \leq \gamma \leq 1.$$

Como la institución cede una parte proporcional de la prima, el saldo de la reserva, en por ciento de la suma asegurada, será menor en dicha proporción. Si definimos a $R_{t+\tau}^r$ como la reserva que tiene la institución en el período $t + \tau$, tenemos que:

$$R_{t+\tau}^r = \gamma R_{t+\tau}$$

Para determinar la cobertura de reaseguro no proporcional que debe adquirir la aseguradora, es necesario determinar su cúmulo de riesgo y el saldo de las provisiones que tiene para hacer frente a los mismos siniestros que ocurran.

El cúmulo se obtiene al considerar la suma asegurada total de retención para toda la cartera. El monto a proteger es entonces igual a la Pérdida Máxima Probable de dicho monto.

Dado que la cartera que se está analizando es homogénea, el cúmulo que enfrenta una institución en por ciento de la suma asegurada, $C_{t+\tau}$, es igual a lo siguiente:

$$C_{t+\tau} = \gamma S_N$$

En el período $t + \tau$ la institución cuenta con recursos iguales a $R_{t+\tau}^r$, y debe decidir cuánto está dispuesta a utilizar de los mismos en un solo evento para el diseño de su programa de reaseguro. Es decir, debe establecer su pleno de retención o prioridad sobre el cúmulo.

Sea $\delta_{t+\tau}$ el porcentaje que la compañía desea exponer de la reserva total en el período $t + \tau$; de esta forma, la prioridad $\Phi_{t+\tau}$ es igual a lo siguiente:

$$\Phi_{t+\tau} = \delta_{t+\tau} R_{t+\tau}^r; \quad 0 \leq \delta_{t+\tau} \leq 1$$

Por consiguiente, el cúmulo a proteger, $D_{t+\tau}$, es igual a la PML de las responsabilidades retenidas por la institución, menos el monto de la reserva de terremoto que esté dispuesta a exponer en un solo evento, es decir,

$$D_{t+\tau} = C_{t+\tau} - \Phi_{t+\tau}$$

La adquisición de protección para dicho cúmulo, generalmente se realiza por segmentos o capas, siendo más costosas las más bajas. Sin embargo, por simplicidad se supondrá que la institución compra protección para una sola capa, equivalente a la ecuación anterior.

Se definirá el costo de protección como por ciento de la suma asegurada como $M_{t+\tau}$. Este costo varía directamente con el tamaño del cúmulo a proteger, es decir,

$$M_{t+\tau} = f(D_{t+\tau}); \quad f' \geq 0.$$

La cuota en línea promedio (*rate on line*), $r_{t+\tau}$, es igual al costo de la capa entre el tamaño de la capa,

$$r_{t+\tau} = \frac{M_{t+\tau}}{D_{t+\tau}}$$

Este costo de la cuota en línea promedio debe incorporarse a la prima pura de riesgo para que ésta sea suficiente. El recargo por contrato cada período, $\rho_{t+\tau}$, debe ser igual al costo de la protección en por ciento de la suma asegurada:

$$\rho_{t+\tau} = M_{t+\tau}$$

Si la institución desea cobrar una prima constante cada período, ésta debe pronosticar el comportamiento del precio del reaseguro de exceso de pérdida y el tamaño del cúmulo a proteger. Evidentemente, la prima puede ser insuficiente aún en ausencia de siniestro, por errores en el pronóstico de la cuota en línea promedio.

4. Perspectivas a Futuro

Hasta antes de la ocurrencia del huracán Andrew, las aseguradoras estadounidenses habían asumido que la mayor catástrofe posible le costaría al sector asegurador de ese país alrededor de 8,000 millones de dólares. En base a ese supuesto y su participación en el mercado, una compañía aseguradora primaria hubiera hecho uso de un programa de reaseguro tradicional para cubrirse contra una megacatástrofe. Por ejemplo, una aseguradora con una participación en el mercado del 3% podría decidir retener los primeros 30 millones de dólares en pérdidas y comprar reaseguro catastrófico para cubrir hasta 200 millones.

En 1992, el sector asegurador estadounidense fue severamente golpeado con una cifra récord de 23,000 millones de dólares en siniestros catastróficos. Fuera de Estados Unidos, la industria reaseguradora de eventos catastróficos también tuvo enormes pérdidas: 5,200 millones de dólares por tifones en Japón, 4,600 millones por severas e inusuales en Europa y el Reino Unido y 1,200 millones en pérdidas por la plataforma petrolera Piper Alpha, todas dentro de un período de unos cuantos años. Consecuentemente, el mercado mundial de reaseguro catastrófico experimentó un reajuste fundamental.

En la nueva época posterior al huracán Andrew, las compañías de reaseguro ven las cosas desde una perspectiva diferente. Las pérdidas potenciales como consecuencia de una megacatástrofe han crecido de una manera substancial en comparación con los 8,000 millones de dólares supuestos previamente, y las pérdidas catastróficas de 1,000 a 3,000 millones actualmente ocurren con relativa frecuencia.

La industria reaseguradora de riesgos catastróficos existe para asegurar pérdidas grandes y poco frecuentes. Puesto que se espera que las pérdidas cuantificadas en miles de millones de dólares sean relativamente frecuentes, la industria reaseguradora ha resuelto proveer coberturas por encima de 3,000 millones, pero el costo de estas coberturas se ha incrementado enormemente. Sin embargo, la industria reaseguradora no tiene la capacidad de cubrir enormes pérdidas que sobrepasen los 50 millones de dólares.

Este replanteamiento de la posición de la industria reaseguradora ha obligado a las aseguradoras primarias a ajustar sus programas de reaseguro en varias formas. Primeramente han comenzado a retener una mayor parte del riesgo. En segundo lugar, las aseguradoras han incrementado su participación en pérdidas en cada capa de reaseguro por encima de su retención. Y finalmente, el crecimiento en el precio del reaseguro catastrófico como consecuencia del huracán Andrew ha forzado a las aseguradoras primarias a incrementar sus primas y a imponer mayores deducibles sobre reclamaciones debidas a huracanes y otros desastres similares para compensar este incremento en el costo del reaseguro.

A pesar de que la capacidad del reaseguro de riesgos catastróficos ha subido sensiblemente en tiempos recientes, dicha capacidad es aún, a nivel internacional, únicamente de alrededor de 15,000 millones de dólares. Además, es poco probable que un asegurador primario individual obtenga más de 400 millones de dólares en reaseguro de riesgos catastróficos. Estas cantidades resultan pequeñas al compararlas con la posibilidad de una pérdida agregada de 100,000 millones de dólares como consecuencia de un terremoto.

En un contrato de reaseguro, las primas anuales totales y las pérdidas totales son divididas y asumidas por el asegurador directo y por el reasegurador de acuerdo a lo estipulado previamente en el contrato. Este compartimiento de las primas y pérdidas puede resultar en general benéfico tanto para el asegurador primario como para el reasegurador, pero no puede prevenir el hecho de que, cuando los contratos de seguro y reaseguro son considerados en su conjunto, el loss ratio de un determinado año es el mismo que antes del reaseguro y es, en el caso de catástrofes, potencialmente alto.

La limitada capacidad del reaseguro catastrófico en Estados Unidos después del huracán Andrew ha incitado a las aseguradoras, reaseguradoras, bancos y a otros entes financieros a buscar nuevos caminos para administrar su riesgo por desastres naturales. En Estados Unidos y en cualquier país con una situación financiera suficientemente sólida, sólo dos fuentes pueden ser capaces de proveer la capacidad necesaria para financiar riesgos catastróficos muy grandes: el gobierno federal, con su poder fiscal, y el mercado financiero. El gobierno estadounidense se ha mostrado renuente a tomar riesgos catastróficos adicionales, pero aseguradores innovadores e ingenieros financieros han desarrollado formas de transferir los riesgos catastróficos al mercado de capitales a través de nuevos instrumentos financieros. Dichos instrumentos pueden

ayudar a resolver el problema fundamental de la falta de proporción entre el tamaño de las primas anuales y el mucho más grande tamaño de las posibles pérdidas catastróficas.

La ciencia de la predicción de eventos catastróficos no está bien desarrollada en el sentido de que el tamaño, la frecuencia y localización de grandes huracanes y terremotos recientes han sorprendido a la mayoría de los expertos. Por ejemplo, los más recientes terremotos en California ocurrieron en fallas que ni siquiera eran conocidas por los expertos en sismología antes de la ocurrencia de dichos eventos.

Sin embargo, para fines ilustrativos, supongamos que asumimos que es seguro que ocurrirá un terremoto en el estado de California dentro de los próximos 30 años, el cual causará pérdidas por 30,000 millones de dólares, y supongamos que consideramos una compañía de seguros que tiene una participación en el mercado del 10%, esto es, una compañía que enfrentará siniestros por 3,000 millones de dólares. ¿Cuál es la prima que debería cobrar la compañía para poder hacer frente a dicha pérdida?

Debido a la inexistente estabilidad de la siniestralidad por eventos catastróficos, cualquier cálculo de la prima basado en el promedio de los siniestros recientes, no funcionaría. Una estrategia más viable sería dividir los 3,000 millones en primas anuales iguales de 100 millones de dólares (por simplicidad ignoramos el valor del dinero en el tiempo). Si estas primas pueden colocarse en un fondo para ser invertidos, eventualmente proporcionarían la cobertura requerida.

Es claro que esta estrategia no serviría si la pérdida ocurriera en el primer año de operación. Es aquí donde el mercado financiero, a través de los instrumentos financieros sobre seguros, puede ser de gran ayuda. Evidentemente, dichos instrumentos no pueden reducir las pérdidas esperadas reales debidas a eventos catastróficos, sin embargo, sí pueden mejorar el grado de diversificación intertemporal.

Se han introducido una variedad de instrumentos de este tipo. Algunos permiten a la compañía aseguradora transferir el riesgo directamente (tal como en el caso del reaseguro tradicional), mientras que por medio de otros instrumentos, la compañía aseguradora retiene el riesgo, pero es capaz de crear un flujo de dinero intertemporal más conveniente.

Actualmente, los principales instrumentos financieros sobre seguros incluyen opciones catastróficas bursátiles del *Chicago Board of Trade* y del *Bermuda Commodity Exchange*), Bonos y Swaps Catastróficos, Opciones Catastróficas de Venta de Acciones (*Catastrophe Equity Puts*) y Pagarés de Capital Contingente (*Contingent Surplus Notes*).

Cada vez más estos innovadores productos son vistos como una buena fuente alternativa de financiamiento que puede ser explotada para cubrir siniestros a mayores niveles (después de que el reaseguro ya ha sido agotado). La ventaja para los inversionistas es la diversificación.

Aún cuando el número de transacciones que involucran estos productos es relativamente pequeño, algunos observadores de la industria aseguradora esperan que este mercado se fortalezca y tenga un gran desarrollo en la próxima década.

Para comprender la naturaleza y el funcionamiento de estos instrumentos es necesario manejar ciertos términos relativos a los mercados financieros, por lo que en el siguiente capítulo se explica de manera general algunos aspectos generales relacionados con estos últimos.

CAPÍTULO III

Aspectos Generales de los Mercados Financieros

En los últimos años ha ocurrido una revolución profunda en los mercados financieros mundiales. Lo distintivo de este cambio es la *innovación*, la *globalización* y la *desregulación*. Se dispone de nuevos instrumentos financieros y existen nuevos mercados donde se comercia con ellos. Los inversionistas pueden usar actualmente estrategias de inversión innovadoras, así como nuevas técnicas para protegerse contra toda clase de riesgos. Los valores se comercian en bolsas de diferentes países; empresas y gobiernos emiten valores en los mercados locales así como en los extranjeros, y los inversionistas mueven fondos fácilmente a través de diferentes países. Todas estas innovaciones han alcanzado a la industria aseguradora. Dada la creciente necesidad de las aseguradoras de encontrar diferentes fuentes de financiamiento para hacer frente a las tan elevadas pérdidas potenciales que representan los riesgos catastróficos, y dada la necesidad de los inversionistas de contar con más y mejores instrumentos que les permitan obtener mayores rendimientos y una mayor diversificación de sus carteras de inversión, la industria aseguradora y el mercado de valores han encontrado un punto de coincidencia a través de lo que se conoce como bursatilización de riesgos catastróficos (*insurance securitization*). En años recientes, diversos riesgos catastróficos han sido transferidos directamente a los inversionistas. Por tal motivo, es necesario revisar algunos aspectos generales de los mercados financieros para posteriormente entender el proceso de bursatilización de riesgos catastróficos.

1. Activos Financieros

Hablando en términos generales, un activo es cualquier posesión que tiene un valor en intercambio. Un activo tangible es aquel cuyo valor depende de propiedades físicas particulares, como por ejemplo, edificios, terrenos o maquinaria. Los activos intangibles, por el contrario,

representan obligaciones legales sobre algún beneficio futuro. Los activos financieros (también llamados instrumentos financieros o simplemente valores) son activos intangibles.

La entidad que se compromete a realizar los pagos futuros de dinero se le llama *emisor* del activo financiero. El poseedor del activo financiero es referido como el *inversionista*.

De manera general se puede decir que los principales instrumentos financieros son acciones, bonos y productos derivados como contratos a plazo (*forwards*), futuros, opciones y swaps. El rápido avance de la tecnología de las computadoras ha influenciado la naturaleza de los mercados y los instrumentos financieros negociados. Actualmente sofisticadas técnicas de análisis hacen posible inventar un enorme número de instrumentos financieros derivados.

2. Los Mercados Financieros

2. 1. Definición

El proceso de la inversión es el mecanismo mediante el cual es posible reunir a vendedores (aquellas personas que disponen de fondos extra) y compradores (quienes precisan de esos fondos).

Las *instituciones financieras* son organismos que, como los bancos y las compañías de seguros, canalizan los ahorros del gobierno, las empresas y las personas hacia préstamos o inversiones. Los *mercados financieros* son recintos en los que coinciden vendedores y compradores de fondos a fin de realizar transacciones que, como en el caso de las bolsas de valores organizadas, por lo general son llevadas a cabo mediante intermediarios.

2. 2. Funciones de los Mercados Financieros

Los mercados financieros tienen principalmente dos funciones.

La primera es que la interacción entre vendedores y compradores en un mercado financiero determina el precio del activo comercializado (ley de la oferta y la demanda). También en forma equivalente, ellos determinan el rendimiento requerido de un activo financiero.

La segunda es que los mercados financieros proporcionan un mecanismo para que el inversionista venda un activo financiero. Por esta razón se dice que un mercado financiero proporciona liquidez (capacidad de obtener dinero en efectivo rápidamente para los usos requeridos).

2. 3. Clasificación

Existen dos tipos de mercados dentro de los mercados financieros: el mercado primario y el mercado secundario.

El mercado primario se refiere al proceso de intermediación que toma lugar cuando se ofrece públicamente a la venta valores cuyo pago ingresará directamente como recursos frescos al emisor, que puede ser el gobierno o una empresa del sector privado. En este tipo de mercado es en donde se presentan los principales efectos de contribución a nivel económico.

El mercado secundario es el más conocido por ser el mercado diario. Este mercado lo integran e conjunto de operaciones de compra-venta de valores que todos los días se realizan. Se le denomina mercado secundario porque en las operaciones del mismo no intervienen los emisores de valores.

Por otro lado, cada uno de los distintos segmentos de los mercados financieros se caracterizan por diferentes vencimientos. Cuando los derechos y las obligaciones financieras que se compran y se venden tienen vencimientos inferiores a un año, las transacciones constituyen a los *mercados financieros de dinero*. Si los vencimientos son a más de una año, los mercados reciben el nombre de mercados de capitales.

2. 4. Función de los Mercados Secundarios

Dada la importancia y magnitud de los mercados secundarios, vale la pena resaltar sus principales funciones.

El mercado secundario provee al emisor de valores de información regular sobre el valor del activo. El comercio periódico del activo revela al emisor el precio de consenso que el activo tiene en un mercado abierto. Por lo tanto, las empresas pueden descubrir qué valor de inversión concierne a sus acciones, y las empresas o emisores no corporativos pueden observar los precios de sus bonos y las tasas de interés implicadas por las cuales los inversionistas esperan y demandan. Tal información ayuda a los emisores a valorar qué tan bien están usando los fondos adquiridos de la emisión primaria de valores, e indica también qué tan receptivos podrían ser los inversionistas a las nuevas ofertas. Otro servicio que un mercado secundario ofrece a los emisores, es la oportunidad para que el comprador original de un activo anule la inversión vendiéndola por efectivo.

Los inversionistas en activos financieros también reciben diversos beneficios de un mercado secundario. Tal mercado les ofrece obviamente liquidez por sus activos, así como información razonable de consenso sobre los mismos. Dentro de ese marco, los mercados secundarios

reúnen a muchas partes interesadas y, además, reducen los costos de búsqueda de probables compradores y vendedores de activos. Adicionalmente, al acomodar muchas negociaciones, los mercados secundarios mantienen bajo el costo de transacciones.

Un indicativo de la utilidad de los mercados secundarios es que existen en todo el mundo. En Estados Unidos, el comercio secundario de acciones comunes ocurre en un sinnúmero de lugares donde se negocian acciones y otros valores. Muchas participaciones son negociadas en las bolsas nacionales más importantes y en las bolsas regionales, que son mercados organizados y reglamentados de alguna manera en lugares geográficos específicos. Una negociación adicional significativa de valores tiene lugar en el llamado *mercado extrabursátil* (*over the counter market*), el cual es un grupo geográficamente disperso de comerciantes enlazados a través de sistemas de telecomunicaciones.

3. Proceso Tradicional para la Emisión de Nuevos Valores

El proceso tradicional para la emisión de nuevos valores involucra a los banqueros de inversión realizando una o más de las siguientes tres funciones:

- 1) Aconsejar sobre los términos y la sincronización de la oferta.
- 2) La compra de los valores al emisor.
- 3) La distribución de la emisión al público.

El papel de consejero puede requerir que los banqueros de inversión diseñen una estructura de valores que sea más aceptable para los inversionistas que un instrumento particular tradicional.

En la venta de nuevos valores, los banqueros de inversión no necesariamente emprenden la segunda función, la compra de los valores al emisor. Un banquero de inversión puede actuar simplemente como un consejero y / o distribuidor del nuevo valor. La función de compra de los valores al emisor es llamada *suscripción*. Cuando una empresa de la banca de inversión compra los valores al emisor y acepta el riesgo de vender los valores a los inversionistas a un precio más bajo, es referida como *suscriptor*.

La comisión ganada por la suscripción de un valor es la diferencia entre el precio pagado al emisor y el precio al cual la banca de inversión ofrece el valor al público. Esta diferencia es la *diferencia bruta o descuento del suscriptor*.

Para efectuar la diferencia bruta, la emisión total de valores debe ser vendida al público al precio planeado de oferta. Esto requiere usualmente de mucha fuerza de mercadotecnia. Las empresas

de banca de inversión tienen una base de clientes inversionistas con quienes intentan vender los valores.

4. Tipos de Instrumentos Financieros

Existen muchos tipos diferentes de instrumentos financieros, cada uno de los cuales ofrece a su vez instrumentos con características muy variables en lo que respecta a la duración de su ciclo de vida, costos, rendimiento, riesgo y consideraciones fiscales.

4. 1. Instrumentos a Corto Plazo

Los instrumentos a corto plazo son medios de ahorro que, por lo general, poseen un período de vida no superior a un año. Dentro de los instrumentos más importantes de este tipo destacan las cuentas bancarias con interés y de ahorro, las cuentas de depósito y los fondos mutualistas del mercado de dinero, los certificados de depósito, el papel comercial, las aceptaciones bancarias y los valores a corto plazo del Tesoro estadounidense o los Cetes, Udibonos o Brem's⁹ en el caso de México. Estos instrumentos generalmente implican escasos o nulos riesgos.

4. 2. Acciones

Una acción es un título que representa la propiedad de su tenedor sobre una de las partes iguales en que se divide el capital contable¹⁰ de una empresa. Así, por ejemplo, una acción de una empresa que cuenta con 10,000 representaría una diezmilésima parte de su propiedad.

El rendimiento de una inversión en acciones puede proceder de dos fuentes: la recepción periódica de *dividendos*, que son el pago en forma de utilidades que la empresa hace a sus accionistas, o el aumento de valor, llamado también *ganancias de capital* y que es producto de la venta de acciones a un precio superior al originalmente pagado por ellas.

Existen dos tipos de acciones:

- Las *acciones comunes u ordinarias* son las que otorgan los mismos derechos e imponen las mismas obligaciones a todos sus tenedores. Estos tienen derecho a voz y voto en las

⁹ Bonos de Regulación Monetaria. Entraron en vigor el 3 de Agosto del 2000. Pagan intereses cada 28 días y su tasa se revisa diariamente con base a la tasa de fondeo que determina el Banco de México.

asambleas de accionistas y también igualdad de derechos para percibir dividendos cuando la empresa obtenga utilidades.

- Las *acciones preferentes*, como se manejan en Estados Unidos representan, al igual que las acciones comunes, una participación en la propiedad de una sociedad, pero a diferencia de aquellas, éstas están dotadas de una tasa estable de dividendos, el pago de los cuales tiene preferencia sobre los dividendos de los tenedores de acciones comunes de la misma empresa. Las acciones preferentes carecen de fecha de vencimiento. Los inversionistas que las adquieren suelen hacerlo por el atractivo de los dividendos, aunque a menudo reciben también ganancias de capital. Además, en caso de liquidación de la empresa, se liquidan antes que cualquier otro tipo de acción que exista en circulación. Los tenedores de acciones preferentes no tienen derecho a voto en las asambleas de accionistas, salvo cuando se acuerde que tienen voto limitado en las asambleas extraordinarias. Cabe señalar que en el caso de México, las acciones que más se asemejan a las acciones preferentes tal como se manejan en Estados Unidos, son las *acciones con voto limitado* o acciones de tipo "L", las cuales fueron introducidas al mercado por Telmex.

Con respecto al valor de la acción, se habla de tres tipos:

- *Valor nominal*. Se determina dividiendo el capital social (el capital expresamente invertido como tal en la empresa) entre el número de acciones en que se desea dividir ese capital.
- *Valor en libros o valor contable*. Es el valor que tendría el documento en caso de liquidación de la empresa, y es igual al capital contable (activo total - pasivo total) dividido entre el número de acciones.
- *Valor de mercado*. Es el precio en que se cotiza en un momento dado la acción en una bolsa.

4. 3. Bonos

Los bonos son instrumentos de deuda a largo plazo de empresas (obligaciones o bonos corporativos) y gobiernos. El mercado de bonos corporativos es una parte importante del sistema financiero de Estados Unidos, y se clasifican según el tipo de emisor. Las cuatro clasificaciones usadas por los servicios de información de bonos son: (1) servicios públicos, (2) transporte, (3) industriales y (4) bancos y compañías financieras.

¹⁰ El capital contable de una empresa es igual al capital social pagado más las utilidades.

4. 3. 1. Características

Las características de un bono corporativo son relativamente simples. El emisor de un bono corporativo promete pagar un porcentaje específico del valor nominal o valor principal del bono (conocido como los pagos de intereses o de cupón) en fechas determinadas, y reembolsar dicho valor a su vencimiento. Por ejemplo, si se compra un bono de 1,000 dólares con un cupón de 9% a plazos semestrales, cada seis meses se debería recibir 45 dólares (esto es, $9\% \times \frac{1}{2} \text{ año} \times 1,000$), y los 1,000 dólares de valor nominal o principal del bono al vencimiento.

Un contrato de bono señala claramente tres aspectos importantes: vencimiento y garantía.

- *Vencimiento de los bonos.* La mayoría de los bonos corresponde a bonos de vencimiento, esto es, operan con un vencimiento por años. Cualquier cantidad del pasivo que no haya sido pagada antes del vencimiento, debe ser liquidada en ese momento. El vencimiento de un bono puede ser de largo o corto plazo. Generalmente, las obligaciones pagaderas a menos de 10 años de la fecha de emisión, se les llama pagarés o notas (*notes*). Algunas emisiones de bonos corporativos están arreglados de tal modo, que el pago del principal puede realizarse en fechas específicas antes de su vencimiento.
- *Garantía de los bonos.* Tanto la propiedad real (utilizando una hipoteca), como la propiedad personal pueden ser dadas en garantía además del crédito permanente general del emisor. Un bono de hipoteca (obligación hipotecaria), otorga a su poseedor un embargo preventivo¹¹ contra los activos garantizados. Un bono de obligación (obligación quirografaria) no está avalado por una garantía específica de la propiedad, pero eso no significa que este tipo de bono no tenga reclamo sobre la propiedad de sus emisores o sus ganancias. Los poseedores de bonos de obligación tienen los mismos derechos de reclamación de los acreedores en general, sobre los activos del emisor no garantizados específicamente para avalar otra deuda, aunque también tienen derechos de reclamación sobre los activos garantizados, si estos activos tienen mayor valor que el necesario para satisfacer las garantías de los acreedores. Un bono de *obligación subordinada*, es una emisión que ocupa una posición posterior consecutiva a los bonos de obligación, y a menudo, después de algunos acreedores en general en sus reclamos sobre activos y ganancias.

¹¹ Derecho legal para vender la propiedad hipotecada, que restituye obligaciones no cumplidas a los propietarios de bonos.

4. 3. 2. Bonos con Características Especiales

Anteriormente a los años setenta, los valores emitidos en el mercado de bonos de Estados Unidos tenían una estructura muy simple. Poseían una tasa de cupón fija y también una fecha de vencimiento también fija. Las históricas altas tasas de interés que prevalecieron en Estados Unidos a fines de los años setenta y principios de los años ochenta, y las tasas de interés volátiles desde los setenta, propiciaron la introducción de nuevas estructuras o el aumento en el uso de estructuras existentes con características especiales.

- *Bonos convertibles.* Las cláusulas de conversión en una emisión de bonos corporativos, otorgan a sus poseedores el derecho a convertir el bono a un número predeterminado de participaciones de acciones comunes del emisor. Un bono convertible es entonces un bono corporativo con una opción de compra para adquirir acciones comunes del emisor.
- *Bonos con cupón cero.* Son bonos sin pagos de cupón o a una tasa de interés establecida. Lo atractivo de este tipo de bonos desde la perspectiva del inversionista, es que el inversionista que posee el bono hasta la fecha de vencimiento realizará un rendimiento predeterminado en el bono, a diferencia de los bonos con cupón, en donde el rendimiento actual realizado (si el bono se conserva hasta su vencimiento) depende de la tasa en la que los pagos de cupón pueden ser reinvertidos. Un ejemplo de este tipo de bonos son los Cetes.
- *Bonos a tasa flotante.* El interés del cupón de los bonos a tasa flotante es reajustado periódicamente siguiendo como punto de referencia los cambios en el nivel de alguna tasa predeterminada.

4. 3. 3. Índices de Calidad

Los participantes del mercado de valores no desarrollan sus propios análisis de crédito de una obligación de deuda. En vez de esto, confían primeramente en las compañías de valores comerciales que realizan análisis de crédito y expresan sus conclusiones mediante un sistema de índices. Los dos sistemas más usados de índices de bonos con *Moody's* y *Standard & Poor's*. En ambos sistemas el término *alto grado* significa riesgo de crédito bajo (alta probabilidad de pagos futuros). *Moody's* designa los bonos de más alto grado por las letras Aaa, *Standard & Poor's* usa AAA. El siguiente grado más alto es Aa o AA, para el tercer grado, ambas agencias utilizan A. Los siguientes tres grados son designados Baa o BBB, Ba o BB y B, respectivamente. También hay grados C. *Standard & Poor's* utiliza también los signos de más y menos para proporcionar un índice de calidad crediticia más estrecha dentro de cada clase. *Moody's* utiliza 1,2 o 3 para proporcionar este refinamiento de los índices.

Los bonos tasados triple A (AAA o Aaa) se dice que son la *prima*, los doble A (AA o Aa) son de *alta calidad*, las emisiones de una sola A son de *grado medio alto*, y los bonos triple B (BBB o Baa) son de *grado medio*. Estas cuatro categorías conforman el *grado de inversión*. Los bonos tasados más bajos se dice que tienen elementos especulativos y son conocidos también como bonos de *alta productividad* o *bonos basura*.

4. 4. Productos Derivados

Un derivado (*derivative*), es cualquier instrumento cuyo valor depende o se “deriva” de otros bienes subyacentes. Los derivados más importantes son futuros (*futures*), opciones (*options*), contratos a plazos (*forwards*) y *swaps*. Los bienes que subyacen en este tipo de instrumentos incluyen: instrumentos financieros (instrumentos de deuda, acciones, divisas e índices financieros), bienes duros y blandos (oro, vacuno vivo, vacuno para el consumo, etc.), productos agrícolas y, recientemente, índices de pérdidas por eventos catastróficos. Los derivados se operan a nivel global en dos modalidades: en los mercados organizados y en forma extrabursátil (*over the counter* -OTC-).

En años recientes, los derivados financieros han tenido un crecimiento explosivo, por tres motivos principales:

- El colapso entre 1971 y 1973 del sistema Bretton Woods de tipos de cambio fijos introdujo una mayor variabilidad de dos precios importantes de los mercados financieros, los tipos de cambio y las tasas de interés, con la consecuente necesidad de buscar formas de medir esa variabilidad y cubrirse de ésta.
- Avances en la teoría financiera y económica han proporcionado las herramientas teóricas y prácticas para evaluar derivados de cada vez mayor complejidad (en el año de 1997 los profesores Myron Scholes y Merton Miller recibieron el premio Nobel de economía por su trabajo en la valuación de instrumentos derivados, Fisher Black ya había muerto).
- Los procesos de globalización con la integración tecnológica y financiera de los mercados, han facilitado la operación de derivados en cualquier mercado, a cualquier hora.

Los mercados de derivados han resultado ser innovaciones de mucho éxito. Se pueden identificar tres tipos principales de participación: cobertura, especulación y arbitraje. En las operaciones de cobertura se hace frente al riesgo asociado al precio de un activo, utilizando los mercados de derivados para reducir o eliminar dicho riesgo. El deseo de los especuladores es apostar sobre movimientos futuros en los precios de un activo. Los productos derivados les aportan mayor apalancamiento, es decir, pueden aumentar los beneficios y pérdidas potenciales

en una aventura especulativa determinada. Los arbitristas están en el mercado para beneficiarse de las posibles discrepancias entre los precios de dos mercados distintos. Si, por ejemplo, ven que el precio del futuro de un determinado activo se desvía de su precio al contado (*spot*), tomarán posiciones opuestas en ambos mercados para asegurarse un beneficio.

4. 4. 1. Contratos de Futuros

4. 4. 1. 1. Definición

Tanto el futuro como el forward son un compromiso entre dos partes, de comprar o vender un "bien subyacente" o "subyacente" (*underlying*) en un tiempo futuro a un precio establecido. Los futuros tienen montos y plazos estandarizados y pueden liquidarse en especie o en efectivo, se intercambian en mercados organizados que tienen una cámara de compensación (*clearing house*) que minimiza el riesgo de incumplimiento de la contraparte (*counterparty risk*), y se operan en el mercado secundario. Los forwards son contratos hechos normalmente entre una institución financiera y su cliente con montos y plazos no estandarizados, sino adecuados a las necesidades del cliente. Como no están registrados en un mercado organizado, se les llama operaciones extrabursátiles.

La parte que se compromete a comprar el subyacente asume una "posición larga" (*long position*) o ha "comprado" el instrumento. La parte que se compromete a vender el subyacente asume una "posición corta" (*short position*) o ha "vendido" el instrumento. El precio del subyacente establecido en el contrato de futuros se conoce como el "precio de entrega" (*delivery price*). Al momento en que se establece el contrato, el precio de entrega se fija de manera que el valor del contrato futuros sea cero para ambas partes. Esto significa que no cuesta nada el tomar una posición larga o corta. La fecha de liquidación establecida en el contrato se conoce como fecha de maduración.

4. 4. 1. 2. Esquema de Pagos

Como se mencionó anteriormente, el precio de entrega del contrato de futuros se establece de manera que el contrato tenga un valor de cero. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, el precio del contrato varía, mientras que el precio de entrega no cambia. El precio del contrato y el precio de entrega no son el mismo, el precio del contrato varía en función de la variación del precio del subyacente.

Los esquemas de pagos, también conocidos como perfiles de riesgo (*risk profiles*), consisten en la representación gráfica de la variación de las ganancias o pérdidas del instrumento debido a

una variación en el precio del subyacente. La representación gráfica ayuda a la comprensión de estrategias más complejas analizadas posteriormente.

Por ejemplo, supongamos que un inversionista entra en una posición larga en un contrato de futuros el 10 de Febrero del año 2000 para comprar 500,000 dólares en 90 días a un tipo de cambio de 9.90 pesos por dólar. Este contrato obligaría al inversionista a comprar 500,000 dólares por 4,950,000 pesos.

Si el tipo de cambio spot subiera a 10 pesos por dólar, al final de los noventa días el inversionista hubiera ganado 50,000 pesos (5,000,000 - 4,950,000), puesto que una vez que el inversionista haya comprado los 500,000 dólares por 4,950,000, puede venderlos por 5,000,000.

De manera similar, si el tipo de cambio spot bajara a 9.5 pesos por dólar, al final de los noventa días el inversionista hubiera perdido 200,000 pesos (4,750,000 - 4,950,000).

En general, el pago de una posición larga de un contrato de futuros sobre una unidad del subyacente es:

$$S_T - K$$

donde K es el precio de entrega y S_T es el precio de mercado (también conocido por su nombre en inglés como precio spot) del subyacente a la fecha de maduración del contrato. Análogamente, el pago de una posición corta de un contrato de futuros sobre una unidad del subyacente es:

$$K - S_T$$

Estos pagos pueden ser positivos o negativos. A continuación se ilustran en la figura III.1.

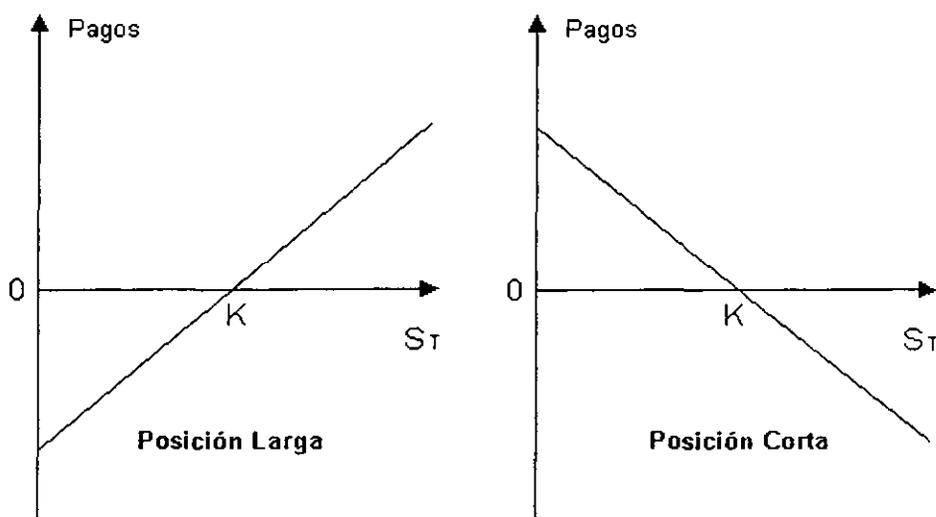


Figura 3.1. Esquemas de pagos de contratos de futuros.

4. 4. 1. 3. La Especificación de los Contratos de Futuros

Cuando se introduce un contrato de futuros en un mercado organizado se deben especificar detalladamente la naturaleza exacta del acuerdo entre las partes: el activo, el tamaño del contrato (es decir, la cantidad del activo a entregar), así como el lugar y la fecha de la realización de la entrega.

Meses de Entrega

Los meses de entrega varían de contrato a contrato, y se escogen por el mercado para adaptarse a las necesidades de los participantes. Por ejemplo, el contrato de futuros negociado en el *Chicago Board of Trade* (CBOT) tiene como meses de entrega marzo, mayo, julio, septiembre y diciembre. En cualquier momento dado los contratos son negociados para el mes de entrega más cercano y algunos de los siguientes meses de entrega. El mercado especifica la fecha en la que inician las negociaciones para un contrato determinado. El mercado también especifica cuál es el último día de negociación para un mes determinado. Esto suele ocurrir pocos días antes del último día en el que puede realizarse la entrega.

Límites a los Movimientos Diarios de Precios

Para la mayoría de los contratos, los límites a los movimientos diarios de precios son especificados por el mercado. Si el precio cae en un valor igual a la variación límite diaria, se dice que el contrato está en el límite inferior. Si se incrementa el valor al límite se dice que el contrato está en el límite superior. Un movimiento límite (*limit move*) es un incremento o decremento igual a la variación límite del precio. Normalmente, la contratación del día se para cuando el contrato está en el límite inferior o superior. Sin embargo, en algunos casos, el mercado tiene autoridad para tomar medidas y cambiar los límites. El propósito de establecer límites a los precios diarios es el de prevenir grandes movimientos de precios originados en excesos especulativos.

Posiciones Límite

Las posiciones límite son el número máximo de contratos que un especulador puede mantener en cartera. A los operadores dedicados a realizar coberturas que actúan de buena fe no les afectan las posiciones límite. El propósito de los límites es prevenir una influencia indebida de los especuladores sobre los precios.

4. 4. 1. 4. Las Garantías

Cuando se establece un contrato entre dos inversionistas para la compra-venta de un activo en el futuro, se crea el riesgo de que una de las dos partes se arrepienta e intente echarse para

atrás. Por otro lado, podría ser que el comprador simplemente no dispusiera de los recursos financieros para responder al contrato.

Uno de los papeles clave del mercado es organizar la negociación en forma que los contratos incumplidos sean los mínimos posibles. Es aquí donde entran los depósitos de garantía o márgenes (*margins*).

Ajuste al Mercado

Para ilustrar el funcionamiento de las garantías consideremos un inversionista que contacta con su agente el jueves 27 de Julio de 2000 para la compra de dos contratos de futuros sobre oro para Diciembre de 2000 en el New York Commodity Exchange (COMEX). Supongamos que el precio actual de futuros es de 290 dólares por onza troy. Como el tamaño del contrato es por 100 onzas, el inversionista habrá contratado comprar 200 onzas a ese precio. El agente exigirá al inversionista un depósito de fondos en lo que se denomina "cuenta de garantía". La cantidad que debe ser depositada en el momento en que entra el contrato se denomina "garantía" o "depósito de garantía inicial". Supongamos que éste es de 2,000 dólares por contrato, 4,000 dólares en total. Al finalizar cada día de negociación, la cuenta de garantía es ajustada para reflejar las ganancias o pérdidas del inversionista. A esto se le llama "ajuste del mercado" (*marking to market*) y consiste en la liquidación diaria de pérdidas y ganancias de la cuenta.

Supongamos por ejemplo, que antes del final del día 3 de Junio, del precio del futuro ha caído desde 290 dólares a 287 dólares. El inversionista tendrá una pérdida de 600 dólares (200×3). Esto ocurre porque las 200 onzas de oro para Diciembre, que se contrataron comprar por 290 dólares, ahora sólo pueden ser vendidas por 287 dólares. El saldo de la cuenta de garantía se vería por tanto reducido a 3,400 dólares. De forma similar, si el precio del oro para Diciembre sube a 293 dólares antes de acabarse el primer día, el saldo de la cuenta de garantía se vería incrementado a 4,600 dólares.

Cuando hay una baja de 3 dólares en el precio del futuro de forma que la cuenta de garantía de un inversionista con una posición larga se reduce en 600 dólares, el agente del inversionista debe pagar al mercado 600 dólares y el mercado traspasará el dinero al agente del inversionista con una posición corta. De forma similar, cuando hay un incremento en precio del futuro, los agentes de las partes contratantes con posiciones cortas pagan dinero al mercado y los agentes de las partes con posiciones largas reciben dinero del mercado.

El inversionista tiene derecho a poder retirar de su cuenta de garantía las cantidades que excedan al depósito o saldo inicial. Para asegurar que el saldo de la cuenta de garantía no se haga negativo se fija un "saldo de mantenimiento", que es algo inferior al depósito inicial. Si el saldo de la cuenta de garantía cae por debajo del saldo de mantenimiento se le exige al

inversionista un "depósito o garantía adicional" y se espera que complete su saldo en la cuenta de garantía al nivel de garantía inicial al día siguiente.

Para satisfacer la garantía inicial requerida (no los depósitos adicionales que pudieran reclamarse), el inversionista puede en ocasiones depositarle al agente títulos financieros. Las Letras del Tesoro son generalmente aceptadas en lugar de tesorería a aproximadamente un 10% de su valor nominal.

A los fondos extra depositados se les denomina "garantía de variación". Si el inversionista no provee la garantía de variación, el agente cerrará la posición vendiendo el contrato.

El efecto del ajuste al mercado es que el contrato de futuros es liquidado a diario en lugar de a su finalización. Al final del día la ganancia (o pérdida) es añadida (o deducida) de la cuenta de garantía. Esto retorna el valor del contrato de nuevo a cero.

Los niveles mínimos para las garantías iniciales y de mantenimiento son deducidas por el mercado, y se determinan teniendo en cuenta la variabilidad del activo subyacente. Cuanta mayor es la volatilidad, mayores son los niveles de las garantías que el mercado señala.

La Cámara de Compensación y los *Clearing Margins*

La cámara de compensación es un departamento adjunto del mercado que actúa como intermediario o mediador en transacciones de futuros, garantizando la actuación de las partes en cada transacción. La cámara de compensación tiene un cierto número de miembros, los cuales realizan funciones relacionadas con ésta. Los agentes que no son miembros de la cámara de compensación deben canalizar sus operaciones a través de un miembro de ésta. La función principal de la cámara de compensación es la de realizar un seguimiento de cada una de las transacciones que han tenido lugar durante el día, con ello se puede calcular la posición neta de cada uno de sus miembros.

Así como un inversionista debe mantener una cuenta de garantía con su agente, un miembro de la cámara de compensación debe mantenerla también con ésta última. Es lo que se conoce como *clearing margin* (o garantía de compensación).

En el caso de los miembros de la cámara de compensación hay una garantía inicial pero no una garantía de mantenimiento. Cada día, debe mantenerse el equilibrio de la cuenta para cada contrato en una cantidad igual a la del margen inicial multiplicada por el número de contratos abiertos. De esta forma, dependiendo de las transacciones realizadas durante el día y de los

movimientos del precio, el miembro de la cámara de compensación al final del día debe añadir o retirar fondos de la cuenta de garantía.

El propósito del sistema de garantías es el de reducir la posibilidad de que los participantes del mercado obtengan pérdidas debidas a incumplimiento de pagos. En conjunto el sistema ha obtenido mucho éxito, y las pérdidas producidas por el incumplimiento de pagos en los mercados más grandes ha sido casi inexistente.

4. 4. 2. Las Opciones

4. 4. 2. 1. Definiciones

Las opciones son contratos que dan al comprador, a cambio de una prima, el derecho (mas no la obligación) de comprar (en el caso de una opción de compra) o de vender (en el caso de una opción de venta) una cantidad del bien subyacente a un "precio de ejercicio" (*strike price*) predeterminado por un periodo o una fecha determinada.

Asimismo, el vendedor del contrato recibe la prima, a cambio de la obligación de vender (en el caso de una opción de compra) o de comprar (en el caso de una opción de venta) el subyacente al precio preestablecido en el período o la fecha estipulada por el contrato.

Respecto a los tiempos estipulados en los cuales puede ejercerse la opción, o sea, el momento en el cual la transacción del subyacente puede hacerse, hay dos tipos:

- **Opciones americanas** (*american options*). Se pueden ejercer en cualquier momento, desde el inicio del contrato hasta la fecha en la cual expire el instrumento.
- **Opciones europeas** (*European options*). Únicamente se pueden ejercer en la fecha de vencimiento.

La mayoría de las opciones negociadas en mercados son americanas. Sin embargo, las opciones europeas son generalmente más fáciles de analizar que las opciones americanas.

En cada contrato de opciones hay dos partes. En una parte está el inversionista que ha tomado la posición larga (es decir, ha comprado la opción) y en la otra parte está el inversionista que tomado la posición corta (es decir, que ha vendido la opción). El emisor de una opción recibe una entrada en metálico (prima) pero adquiere pasivos potenciales para más adelante. Su beneficio/pérdida es la contraria de la del comprador de la opción. Hay cuatro tipos de posiciones en opciones:

- Posición larga en una opción de compra

- Posición larga en una opción de venta
- Posición corta en una opción de compra
- Posición corta en una opción de venta

4. 4. 2. 2. *Esquema de Pagos*

A menudo es útil caracterizar las posiciones en opciones europeas en términos del valor final o pago al inversionista al vencimiento. Si P es el costo de la opción, X es el precio de ejercicio y S_T es el precio final del activo subyacente, el rendimiento de una posición larga en una opción de compra europea es:

$$\text{máx} (S_T - X - P, -P)$$

Esto refleja el hecho de que la opción va a ser ejercida si $S_T > X$ y no será ejercida si $S_T \leq X$, perdiendo consecuentemente la prima pagada por la opción. El pago al poseedor de la posición corta en una opción de venta europea es:

$$\text{máx} (S_T - X - P, -P) = \text{mín} (P + X - S_T, P)$$

El rendimiento para el poseedor de una posición larga en una opción de venta europea es:

$$\text{máx} (P + X - S_T, P)$$

y el rendimiento de una posición corta en una opción de venta europea es:

$$-\text{máx} (P + X - S_T, P) = \text{mín} (S_T - X - P, -P)$$

La figura III.2. ilustra gráficamente estos pagos.

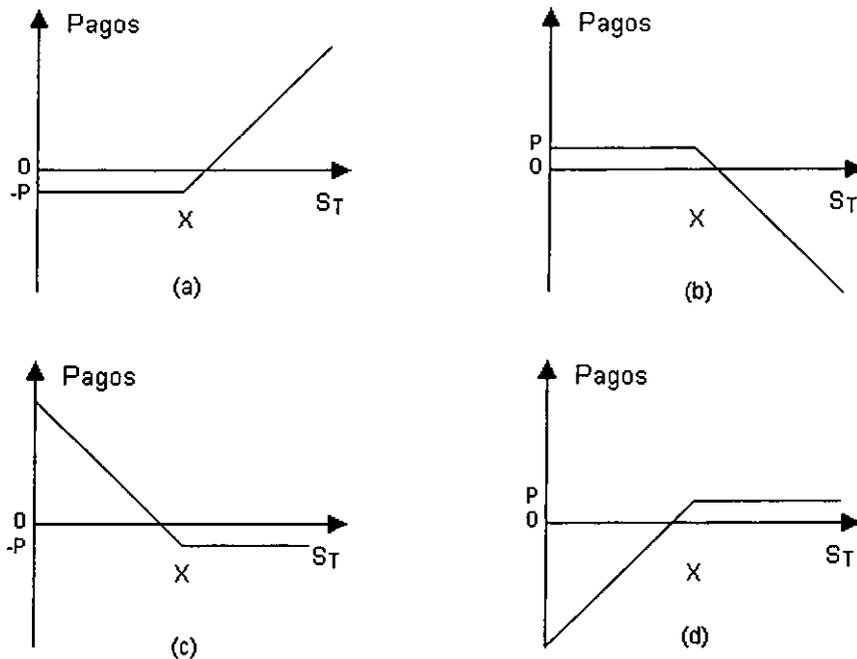


Figura 3.2. Resultado de las posiciones en opciones europeas: (a) Posición larga en opción de compra. (b) Posición corta en opción de compra. (c) Posición larga en opción de venta. (d) Posición corta en opción de venta.

4. 4. 2. 3. Negociación

La negociación de opciones es en muchos aspectos parecida a la negociación de futuros. La mayoría de los mercados de opciones utilizan un sistema de "creadores de mercado" (*market makers*) para facilitar la negociación. Un creador de mercado para cierta opción es un particular que cotizará tanto un precio de oferta (*bid*) y un precio de demanda (*ask*) sobre la opción, siempre que se lo hayan pedido. El bid es el precio al cual el creador de mercado está dispuesto a comprar y el ask es el precio al cual está dispuesto a vender. En el momento en que se cotizan el bid y el ask, el creador de mercado no sabe si el operador que le ha pedido las cotizaciones quiere comprar o vender la opción. El ask es por supuesto más alto que el bid y la cantidad en la que el ask supera al bid se le llama diferencial de precios (*bid-ask spread*). El mercado pone límites superiores para el bid-ask spread. Por ejemplo, puede especificar que no puede ser mayor de 0.25 dólares para opciones de precio menor de .50 dólares. Los creadores de mercado mejoran la liquidez del mercado y aseguran que no haya demoras en la ejecución de órdenes.

4. 4. 2. 4. Garantías

Cuando se compran opciones de compra y venta, el precio de la opción debe ser pagado en su totalidad. A los inversionistas no se les permite comprar opciones a plazo. Cuando un inversionista emite una opción, necesita mantener fondos en una cuenta de garantía. Esto se debe a que el agente del inversionista y el mercado quieren estar convencidos de que el inversionista no va a fallar si se ejerce la opción. La cuenta de garantía opera de la misma manera que para un inversionista que firma un contrato de futuros.

4. 4. 2. 5. La Cámara de Compensación de Opciones

La Cámara de Compensación de Opciones (OCC) realiza para mercados de opciones muchas funciones de la misma clase que la Cámara de Compensación para los mercados de futuros. Garantiza que el emisor de la opción cumpla con sus obligaciones bajo las condiciones del contrato de opción y mantenga un registro de todas las posiciones largas y cortas. La OCC tiene un cierto número de miembros, y todas las transacciones de opciones deben realizarse claramente a través de un miembro. Si la agencia no es miembro de la OCC, debe acordar realizar sus operaciones con un miembro.

Cuando compra una opción, el comprador debe haberla pagado en su totalidad a la mañana del siguiente día de negociación. Estos fondos se depositan en la OCC. El emisor de la opción mantiene una cuenta de garantía con su agente como se describió anteriormente. El agente mantiene una cuenta de garantía con el miembro de la OCC a través del que opera. El miembro de la OCC, por otro lado, mantiene una cuenta de garantía con la OCC.

4. 4. 2. 6. Mercados Extrabursátiles

No todas las opciones se negocian en mercados organizados. Diversos tipos de opciones se negocian activamente en forma extrabursátil entre dos instituciones financieras, entre una institución financiera y una de sus inversionistas clientes o entre dos inversionistas. Las opciones extrabursátiles (*over the counter*) tienen la ventaja de que sus fechas de vencimiento y sus precios de ejercicio no tienen porqué corresponder a los estándares de un mercado.

4. 4. 3. Los Swaps

El swap (o permuta financiera) en su forma más general es un acuerdo privado entre dos empresas para el intercambio de flujos de efectivo futuros conforme a una fórmula que depende del valor de una o más variables subyacentes. No hay, por tanto, límite al número de diferentes tipos de swaps que pueden inventarse. En esencia, un swap es una posición larga en una

obligación combinada con una posición corta en otra obligación. Alternativamente pueden considerarse como carteras de contratos a plazo.

Los primeros contratos swap se negociaron en 1981. Desde entonces, el mercado ha crecido en forma muy rápida. Actualmente se negocian cientos de miles de millones de dólares de contratos cada año.

Los dos tipos de swaps más comunes son los swaps de tasa de interés y los swaps de divisas. En un swap de tasa de interés, una de las partes se compromete a liquidar a la otra intereses a una tasa fija sobre un principal durante un período determinado. A su vez, recibe intereses a una tasa flotante sobre el mismo principal durante el mismo período. En un swap de divisas, una parte se compromete a liquidar intereses sobre cierta cantidad de principal en una divisa. Por otro lado, recibe intereses sobre cierta cantidad de principal en otra divisa.

Riesgo de Crédito

Contratos como los swaps, que son acuerdos privados entre dos empresas, tienen implícito el riesgo de incumplimiento de pago de una de las partes. Por ejemplo, supongamos una institución financiera firma un contrato con dos empresas A y B. Si una de las partes no cumpliera, la institución financiera estaría obligada a cumplir el contrato que mantiene con la otra parte.

CAPÍTULO IV

La Bursatilización de Riesgos Catastróficos como una Innovación Financiera

Dada la necesidad de las aseguradoras de mayor capacidad para el financiamiento de los riesgos catastróficos, aseguradores y especialistas en ingeniería financiera han ideado soluciones que consisten en distribuir dichos riesgos entre los inversionistas de los mercados financieros a través de un proceso conocido como “bursatilización” o “aseguramiento” (*securitization*).

Este proceso, usado para la administración de riesgos catastróficos, ha tomado diversas formas, cada una de las cuales contando tanto con ventajas como con desventajas. Los aseguradores primarios pueden hacer uso de todas las formas de bursatilización de riesgos catastróficos para sustituir o complementar al reaseguro tradicional, y los reaseguradores a su vez pueden hacer uso de esta nueva herramienta para sustituir o complementar su retrocesión tradicional.

1. Definición

La bursatilización de riesgos o *insurance securitization*, puede definirse como la transferencia de riesgos asegurados a los mercados financieros a través de la creación y emisión de instrumentos financieros. Cuando se habla de riesgos asegurados transformados en instrumentos financieros o bursatilizados (*securitized insurance risk*), en realidad se habla de los flujos de efectivo asociados a los riesgos asegurados transformados en instrumentos financieros, estos son, primas y pérdidas. Las primas representan los flujos de efectivo del asegurado al asegurador, mientras que las pérdidas representan los flujos de efectivo de asegurador a asegurado.

En particular, el proceso de bursatilización de riesgos involucra los siguientes dos elementos:

- La transformación de flujos de efectivo por riesgos asegurados en instrumentos financieros negociables.
- La transferencia de los riesgos asegurados al mercado financiero a través de la compra-venta de estos instrumentos.

El primer elemento se puede identificar como de *ingeniería financiera*, y consiste básicamente en "empaquetar" los flujos de efectivo en un nuevo y diferente instrumento financiero. El segundo elemento implica que en lugar de que una compañía aseguradora transfiera parte de sus riesgos asegurados al reaseguro tradicional, el riesgo se transfiere a los mercados financieros. Esto se logra generalmente por la compra-venta de instrumentos financieros cuyos flujos de efectivo (pagos) dependen de la siniestralidad ocurrida.

2. Orígenes del Proceso de Bursatilización

A pesar de que la bursatilización es un fenómeno reciente en el sector asegurador, este proceso ha existido en los mercados financieros desde hace más de veinte años. A finales de los años setenta, una escasez de fondos en el mercado de créditos hipotecarios fue el origen del surgimiento de este fenómeno. En particular, el exceso en la demanda de créditos hipotecarios (exceso relativo a lo que los bancos eran capaces de ofrecer) condujo a los ingenieros financieros a preguntarse si habría una manera más eficiente de transferir los fondos de los inversionistas de los mercados financieros a los demandantes de créditos hipotecarios. La respuesta fue el desarrollo de la industria de la "bursatilización" de créditos hipotecarios (*mortgages securitization industry*), en la que el pago de intereses y principal sobre grupos de créditos hipotecarios individuales se convirtieron en el respaldo de flujos de efectivo de nuevos, negociables y más líquidos instrumentos financieros. El desarrollo de estos instrumentos facilitó la transferencia de fondos de inversionistas a los demandantes de créditos.

El primer producto de este tipo fue emitido en 1977 por el *Bank of America*, al tiempo que la palabra *securitization* era empleada por primera vez. Desde entonces, el mercado de bursatilizaciones ha crecido de manera significativa con la ayuda de cambios en el código de impuestos de Estados Unidos así como con el mejoramiento en la tecnología en el mundo de las inversiones y de la ingeniería financiera.

En general, el proceso de bursatilización de créditos hipotecarios ha involucrado a los siguientes participantes:

- Demandantes de créditos hipotecarios

- Otorgador de créditos (banco)
- Fideicomiso con Propósito Especial (*Special Purpose Trust*)
- Suscriptor (banco de inversión)
- Inversionistas (mercados financieros)

Estos participantes pueden dividirse en dos grupos: los demandantes de créditos hipotecarios y el otorgador de créditos por una parte, y por la otra el suscriptor y los inversionistas, con un intermediario entre estos dos grupos. Este intermediario es el denominado Fideicomiso con Propósito Especial, el cual generalmente compra grupos de créditos hipotecarios individuales al primer grupo y emite los instrumentos financieros respaldados por estos créditos al segundo grupo.

El proceso de bursatilización de activos respaldados (*asset-backed securitization*) tiene muchos beneficios, los cuales han favorecido su popularidad y expansión. Un beneficio significativo de este proceso tiene que ver con el mejoramiento de la liquidez: los préstamos hipotecarios carecen de liquidez, y mediante este proceso estos préstamos son transformados en instrumentos financieros negociables y con un alto nivel de liquidez. Otro beneficio es la posibilidad de determinar el valor de mercado de los préstamos. Además, la bursatilización provee una forma más eficiente y menos costosa de transferir fondos de los inversionistas a los demandantes de créditos.

Actualmente existen diferentes tipos de instrumentos financieros respaldados por otros activos además de aquellos respaldados por créditos hipotecarios, como por ejemplo, préstamos para la compra de automóviles o deudas originadas por el uso de tarjetas de crédito. Por tanto, la bursatilización de riesgos catastróficos es sólo un paso más en la evolución del proceso general de la bursatilización. Cuando se considera el futuro de este fenómeno en el contexto de los seguros, es interesante e instructivo comparar las características específicas de la industria aseguradora con aquellas de los sectores financieros que ya han experimentado exitosamente este proceso. Por ejemplo, la existencia de una "escasez de fondos" en el mercado de créditos hipotecarios fue la principal motivación para el desarrollo del proceso de bursatilización. Otro aspecto interesante se relaciona con el tipo de productos susceptibles de ser bursatilizados. Históricamente, los activos que han sido bursatilizados con mayor éxito han sido aquellos cuyos flujos de efectivo tienen un volumen significativo y son relativamente "estables", por tanto resulta interesante el hecho de que se hayan realizado esfuerzos por el desarrollo de la bursatilización en un campo tan impredecible y volátil como son las catástrofes naturales.

3. La Bursatilización en el Contexto de los Seguros (*Insurance Securitization*)

3. 1. Factores que Favorecieron su Desarrollo

A pesar de que fue hace más de dos décadas desde que los derivados sobre seguros fueron sugeridos por primera vez, no fue sino hasta hace pocos años que se desarrolló un mercado para este tipo de productos. ¿Porqué tomó tanto tiempo el desarrollo de lo que hoy se conoce como "*insurance securitization*"?. Por otra parte, ¿porqué es ahora cuando se está dando este desarrollo?. Los principales factores que favorecieron el actual interés por la "*insurance securitization*" son los siguientes:

- **La experiencia reciente de eventos catastróficos.** Después de un volumen muy significativo de pérdidas en la primera mitad de los años noventa (particularmente el huracán Andrew en 1992 y el terremoto de Northridge en 1994), la industria aseguradora estadounidense reevaluó los riesgos catastróficos a los que estaba expuesta. De pronto se dio cuenta de la alta probabilidad de que ocurrieran pérdidas por decenas de miles de millones de dólares. Estas catástrofes influyeron grandemente en el aumento en la demanda de reaseguro, y consecuentemente aumentó el precio de éste. De esta manera, se buscaron opciones alternativas al reaseguro al haber cierto temor en relación a su futura disponibilidad y estabilidad.
- **El desarrollo de los mercados financieros.** Tanto los inversionistas como los mercados financieros en general han mostrado cada vez mayor madurez y mayor agresividad. Los mercados financieros siempre andan en busca de nuevos tipos de instrumentos financieros. Un campo ideal para la inversión es aquella en la que se ofrezca un alto rendimiento y que adicionalmente permita una adecuada diversificación del portafolio de inversión.
- **La estructura de la industria aseguradora.** Recientemente se ha manifestado de manera significativa una tendencia en la industria aseguradora estadounidense: fusiones, adquisiciones y consolidaciones. Además, ha habido discusiones en relación a posibles desmutualizaciones. Toda esta actividad sugiere que la industria aseguradora de Estados Unidos está siendo manejada cada vez más por Wall Street y los mercados financieros.

3. 2. Beneficios

Son dos los principales beneficios que ofrece la bursatilización de los riesgos catastróficos:

- **Capacidad.** Existe el riesgo de que ocurra una catástrofe de enormes dimensiones que dañe severamente el capital de la industria aseguradora *property/casualty* estadounidense (el cual se calcula en aproximadamente 250,000 millones de dólares). Por otra parte, se dice que los mercados financieros podrían fácilmente absorber una pérdida cuyo monto podría significar una disminución muy significativa del valor neto de la industria aseguradora *property/casualty* de Estados Unidos. De hecho, el valor neto de esta industria representa tal vez uno o dos por ciento del valor del mercado financiero de Estados Unidos. De este modo, puede pensarse que mientras que una enorme pérdida por algún evento catastrófico significa una seria amenaza para la solvencia de la industria aseguradora *property/casualty* estadounidense, ésta puede ser absorbida sin ningún problema por los mercados financieros.
- **Inversión.** Considerando que la exposición a eventos catastróficos no está correlacionada con los movimientos en los mercados financieros, y si se encuentra una manera de invertir en dicha exposición, entonces, ésta ofrecerá un gran potencial de diversificación para los portafolios de inversión, por lo que puede resultar bastante atractiva para los inversionistas. Además, estas inversión resultaría aún más atractiva si ofreciera un alto rendimiento.

3. 3. Factores Necesarios para su Éxito en el Futuro

La capacidad y los beneficios que ofrece para el inversionista son dos factores que se relacionan con la existencia de la bursatilización de riesgos catastróficos. Por otro lado, otros factores como los que se explican a continuación se relacionan con el potencial éxito o fracaso futuro a largo plazo de este fenómeno:

- **Entendimiento.** Para que tenga éxito, el proceso de bursatilización de riesgos catastróficos necesita ser entendido tanto por el mercado de seguros como por el financiero. El completo entendimiento de la *insurance securitization* requiere estar familiarizado con el vocabulario de ambos mercados. Sin este entendimiento, habrá gran escepticismo en relación a este proceso.
- **Separación funcional.** Históricamente, las funciones financieras y aseguradoras han estado separadas en muchas compañías aseguradoras. La persistencia de esta separación no beneficiará la evolución de la *insurance securitization*.

- **Información y tecnología.** Los mercados financieros requerirán cada vez más de un sistema de información rápido y eficaz para valorar y negociar los distintos instrumentos financieros existentes.
- **Valuación.** A pesar de que las técnicas de modelación y simulación computarizada han avanzado significativamente, aún resulta muy difícil la valuación precisa de la exposición a riesgos catastróficos. Es necesario que haya un mayor desarrollo de estas técnicas para que exista una mayor confianza por parte de los inversionistas que puedan invertir en este tipo de instrumentos.
- **Costo.** Los productos "bursatilizados" pueden resultar más o menos caros que el reaseguro catastrófico tradicional, dependiendo del estado del mercado y del ciclo de riesgos asegurados¹² (*underwriting cycle*).
- **Aspecto legales, fiscales y contables.** Es evidente que estos aspectos siempre son importantes tanto para los inversionistas como para las aseguradoras. Un ejemplo de un aspecto legal es la interrogante que surge sobre si un inversionista que compra un instrumento financiero de seguros está actuando como asegurador (y de esta manera estaría sometido al tratamiento legal correspondiente) o como inversionista.

3. 4. Tipos de Instrumentos

Existen varias maneras de clasificar a los distintos tipos de instrumentos financieros producto de la bursatilización de riesgos catastróficos con los que pueden contar las aseguradoras para la administración de dichos riesgos. Una de estas formas es la siguiente:

- Productos extrabursátiles que permiten transferir el riesgo:
 - * **Swaps.** Son intercambios de riesgos asegurados (de los flujos de efectivo asociados a estos riesgos asegurados) entre dos entidades que pueden ser aseguradoras o reaseguradoras. Estos intercambios permiten a un asegurador transferir un riesgo a otros aseguradores a cambio de asumir otro riesgo diferente.
 - * **Bonos catastróficos.** Son bonos cuyos intereses y/o principal pueden ser disminuidos parcial o totalmente dependiendo de la ocurrencia y el consecuente impacto

¹² Cuando ocurre un evento de severas consecuencias económicas para la aseguradora, las primas tienden a aumentar, pero si después de un periodo determinado posterior a dicho evento no ocurren más pérdidas considerables, la aseguradora puede restablecer sus reservas y consecuentemente las primas tienden a bajar de nuevo. A este fenómeno se le conoce como "ciclo de riesgos asegurados".

económico de un determinado evento catastrófico. Este tipo de instrumento permite transferir los riesgos catastróficos a los mercados financieros.

- Productos extrabursátiles que proveen capital contingente:
 - * **Pagarés de capital contingente.** Son contratos que proporcionan a la aseguradora la opción de hacerse de fondos en caso de ocurrir un evento catastrófico que amenazara la solvencia financiera de ésta.
 - * **Opciones catastróficas de venta de acciones.** Son opciones extrabursátiles que proporcionan a la aseguradora la opción de vender acciones de ésta (usualmente acciones preferentes) en términos determinados previamente en caso de que las pérdidas ocasionadas por un evento catastrófico excedan un determinado nivel especificado en las opciones.
- Productos negociados en bolsa que permiten transferir el riesgo:
 - * **Opciones catastróficas negociadas en bolsa.** Son contratos estandarizados que dan al comprador el derecho de un pago en efectivo si un determinado índice sobre pérdidas catastróficas por un periodo especificado alcanza un determinado nivel (precio de ejercicio o *strike price*). Tanto aseguradoras como inversionistas pueden negociar opciones catastróficas en el *Chicago Board of Trade* y en el *Bermuda Commodities Exchange*. Este tipo de contratos permiten a las aseguradoras y reaseguradoras transferir sus riesgos catastróficos a los mercados financieros.

Todos estos instrumentos serán descritos en detalle en los capítulos posteriores.

3. 5. Valuación

Aún no existe una fórmula para la valuación de este tipo de instrumentos derivados basados en riesgos catastróficos. La fórmula de Black-Sholes, utilizada para la valuación de opciones sobre acciones, no es aplicable en este caso, ya que la dinámica de los siniestros catastróficos difieren completamente de la dinámica del mercado accionario. Por lo anterior, se han tenido que usar otros métodos para valorar estos instrumento, por ejemplo, algunos participantes del mercado han simplemente confiado en los datos históricos de siniestralidad, tasas de inflación y ajustes demográficos para estimar qué tan seguido se puede esperar que ocurra un cierto evento. Una aproximación más sofisticada ha sido el empleado por algunas compañías de reaseguro, las cuales han desarrollado modelos por computadora que utilizan datos de valores de propiedades y simulaciones de huracanes y terremotos para la valuación de dichos instrumentos. Algunas

compañías comerciales estadounidenses como *Risk Management Solutions*, *Equecat*, y *AIR* venden acceso a sus modelos de valuación de catástrofes. Cummins y Geman (1995), dos destacados teóricos de las finanzas, han hecho algunos trabajos tratando de encontrar un modelo teórico para valorar opciones catastróficas, sin embargo, no han logrado llegar a la solución del problema, por lo que han tenido que recurrir a simulaciones Monte Carlo para la valuación de dichas opciones.

Como se puede ver, hay mucho campo para la investigación en relación a la valuación de los instrumentos derivados sobre riesgos catastróficos, ya que la valuación de estos instrumentos todavía se encuentra en las primeras etapas de su desarrollo.

3. 6. Tipos de Riesgos Asociados a los Instrumentos Financieros Catastróficos

Cada instrumento de los mencionados anteriormente se basa en un tipo diferente de riesgo catastrófico, y posee diferentes características en cuanto al riesgo de inversión (*investment risk*). Las exposiciones a riesgos catastróficos pueden ser especificadas de acuerdo a la situación geográfica, riesgo (huracán, tornado, terremoto, etc.) y época del año. Asimismo, las características de cada instrumento determinan qué participantes corren qué tipo de riesgo de inversión: riesgo de *liquidez* (*liquidity risk*), riesgo de base (*basis risk*), riesgo de crédito (*credit risk*), riesgo moral (*moral hazard*), y selección adversa (*adverse selection*).

- **Riesgo de liquidez.** La liquidez se refiere a la posibilidad de un inversionista de comerciar de manera rápida y a precios que reflejen las condiciones actuales de oferta y demanda del mercado. Un mercado que carece de liquidez se caracteriza por un bajo volumen y una baja frecuencia de transacciones.
- **Riesgo de base.** El riesgo de base ocurre cuando los flujos de efectivo procedentes de un instrumento de cobertura no compensan o no corresponden a los flujos de efectivo del instrumento o producto cubierto. En el caso de instrumentos financieros catastróficos este riesgo surge cuando los pagos de la contraparte no se basan en los siniestros del asegurador, sino en un promedio de todo el sector.
- **Riesgo de crédito.** Este riesgo surge de la posibilidad de incumplimiento de pago de la contraparte.
- **Riesgo moral.** El riesgo moral existe cuando una de las partes puede llevar a cabo acciones que afecten el valor de una transacción, y que no puedan ser monitoreadas por su contraparte. Para compradores de instrumentos financieros catastróficos, este es el riesgo

que, posteriormente a la compra, no pueden monitorear de manera precisa si los aseguradores están administrando de manera apropiada sus riesgos catastróficos.

- **Selección adversa.** La selección adversa existe cuando un vendedor tiene información confidencial sobre la verdadera calidad de sus productos. Si el precio de mercado refleja una calidad promedio del producto el vendedor tiene un incentivo para vender productos de calidad por debajo del promedio a ese mismo precio. Para instrumentos financieros catastróficos puede existir selección adversa si solamente el vendedor (las compañías de seguros) conoce el verdadero riesgo de sus pólizas y el precio de los instrumentos refleja el riesgo promedio de las pólizas de todo el sector. Bajo estas condiciones, las compañías de seguros pueden tener un incentivo para negociar pólizas de alto riesgo.

3. 7. Aspectos Legales, Fiscales y Contables

La regulación de las compañías de seguros en Estados Unidos está a cargo de los gobiernos estatales y no de los reguladores federales. Cada departamento estatal de seguros se encarga de regular a aquellas compañías domiciliadas o con licencia para hacer negocio en ese estado. Un alto grado de consistencia de las disposiciones regulatorias entre los distintos estados se logra a través de la labor que realiza la *National Association of Insurance Commissioners* (NAIC). La NAIC es un grupo consultivo compuesto por reguladores en materia de seguros de los 50 estados de la unión americana. Este grupo estudia aspectos relacionados con la industria aseguradora y propone leyes y regulaciones para ser adoptadas por los diferentes estados.

La actual regulación relacionada con la solvencia de las compañías aseguradoras, las prácticas contables y las leyes fiscales se encuentran en un gran atraso en relación con el desarrollo de los bonos catastróficos, pagarés de capital contingente, opciones catastróficas bursátiles y opciones catastróficas de venta de acciones. Un cambio en la regulación relacionada con la solvencia de las aseguradoras, las prácticas contables y las leyes fiscales podría ayudar a mitigar los impedimentos existentes para la bursatilización de los riesgos catastróficos.

Las transacciones de reaseguro tradicional califican para un tratamiento contable que le permite a una compañía de seguros el mejorar un buen número de sus razones financieras que los reguladores y las agencias calificadoras usan para evaluar la solvencia de la aseguradora. En cambio, las transacciones relativas a la bursatilización de los riesgos catastróficos no califican para un tratamiento contable similar al que se le otorga a las transacciones de reaseguro tradicional. Esta diferencia en el tratamiento contable puede desalentar el uso del proceso de la bursatilización para la administración de los riesgos catastróficos de las aseguradoras.

La NAIC ha desarrollado cálculos del capital basados en riesgos (*risk-based capital calculations*) para ser usados por los reguladores para determinar el momento en el que deben tomar acción en contra de las aseguradoras que tengan capital insuficiente para hacer frente a sus compromisos. Estos cálculos de capital basados en riesgos reconocen que las aseguradoras enfrentan la posibilidad de resultados adversos producto de sus riesgos asegurados, y el monto del capital que una aseguradora debe tener (de acuerdo a estos cálculos) se incrementa proporcionalmente a las pérdidas en las reservas de la aseguradora y a las primas netas de las pólizas suscritas. Las aseguradoras pueden deducir el costo del reaseguro de las primas brutas de las pólizas suscritas al momento de calcular el monto de sus primas netas, pero no pueden deducir el costo de “bursatilizar” sus riesgos catastróficos. De esta manera, los cálculos de capital basados en riesgos hacen ver que una aseguradora debe de poseer un mayor capital cuando “bursatiliza” sus riesgos catastróficos que cuando hace uso del reaseguro tradicional.

Reconociendo que el valor de las inversiones en valores puede bajar en cualquier momento, los cálculos de capital basados en riesgos de la NAIC incrementan el capital requerido para cada aseguradora en base al monto y a la combinación de las inversiones en valores de la aseguradora. Puesto que las aseguradoras registran contablemente las opciones catastróficas bursátiles en su balance general como inversiones en valores, los cálculos de capital basados en riesgos desalientan desde el punto de vista contable el uso de estas opciones aún cuando las bolsas donde estas opciones cotizan (*Chicago Board of Trade y Bermuda Commodity Exchange*) las respaldan. De igual forma, este aspecto de los cálculos de capital basados en riesgos desalienta el uso de bonos catastróficos, en la medida que las aseguradoras invierten los fondos obtenidos por la emisión de este tipo de bonos en instrumentos financieros no garantizados por el Gobierno Federal de Estados Unidos.

Por otra parte, las aseguradoras pueden deducir las primas de reaseguro de su ingreso gravable, lo que inmediatamente reduce el monto de los impuestos que tienen que pagar por concepto de ingresos. Sin embargo, las aseguradoras no pueden deducir el costo de la compra de las opciones catastróficas bursátiles hasta que calculen sus ganancias o pérdidas de capital al momento de liquidar dichas opciones. La diferencia en la deducción de impuestos reduce el atractivo de las opciones catastróficas bursátiles en comparación con el reaseguro tradicional.

Sin embargo, aseguradoras y banqueros especializados en inversiones han desarrollado caminos que ayuden a mitigar algunos de los impedimentos para la bursatilización de los riesgos catastróficos. Por ejemplo, han establecido vehículos o reaseguradoras con propósito especial (*special-purpose reinsurers o special-purpose vehicles*). Estas reaseguradoras emiten bonos catastróficos y luego venden reaseguro, sujeto a las disposiciones legales de cada estado, a las aseguradoras. Esto permite a las aseguradoras el gozar de las ventajas del tratamiento contable que se le da a las transacciones de reaseguro. Pero al establecer y hacer

uso de las reaseguradoras con propósito especial, aumenta el costo y la complejidad del uso de los bonos catastróficos. Al cambiar las disposiciones legales relacionadas con la solvencia de las aseguradoras, las prácticas contables y las leyes fiscales, el proceso de bursatilización podría hacerse más fácil y menos costoso al eliminar la necesidad de aseguradoras con propósito especial.

CAPÍTULO V

Instrumentos Financieros Extrabursátiles para la Administración de Riesgos Catastróficos

El mercado extrabursátil ha introducido tres tipos de instrumentos financieros para la administración de riesgos catastróficos: bonos catastróficos (*catastrophe bonds*, *CATbonds* o *act-of-God bonds*), swaps, pagarés o notas de capital contingente (*contingent surplus notes*) y opciones catastróficas de venta de acciones (*catastrophe equity puts*). Cada uno de estos instrumentos tiene características muy particulares y ofrece diferentes ventajas y desventajas, por lo que a continuación se analizará detalladamente cada uno de ellos.

1. Bonos Catastróficos

Un bono catastrófico es un bono corporativo con términos especiales en el que los inversionistas tienen que “perdonar” una parte o la totalidad del principal o los intereses en caso de que ocurra un evento catastrófico que ocasione a la aseguradora (o reaseguradora) emisora pérdidas que sobrepasen un determinado nivel especificado en el bono. Este “nivel” es conocido en inglés con el nombre de *trigger*, palabra que no encuentra una traducción exacta al castellano pero que da la idea de activar, provocar, o desencadenar algo, por lo que puede ser traducida como “activación”. El trigger o activación tiene gran relevancia en relación a la eficiencia del bono para la cobertura de riesgos catastróficos.

Para ilustrar de manera general la manera en la que funciona un bono catastrófico, consideremos por ejemplo un bono con una estructura de riesgo catastrófico binomial de dos períodos (estructura similar al bono emitido en 1997 por la compañía Winterthur). El valor nominal del bono es de 100 dólares con principal protegido. Esto significa que los 100 dólares se pagarán al poseedor del bono al tiempo $t = 2$ con una probabilidad de 1. Se pagará un cupón de

12 dólares al tiempo $t = 1, 2$ en caso de que no ocurra ninguna catástrofe en ese período. Supongamos una tasa libre de riesgo de 8% anual. De igual forma, supongamos que la probabilidad de que una catástrofe genere pérdidas que provoquen el incumplimiento del pago de cupón es una constante de 3% por año. Estos valores son únicamente para fines ilustrativos. En la práctica hay que emplear diferentes técnicas para estimar la tasa libre de riesgo que debe ser empleada, así como modelos de pérdidas catastróficas para estimar la probabilidad de incumplimiento de pago de cupón. En la figura V.1 se ilustran los pagos del bono en base a la ocurrencia o no ocurrencia de pérdidas catastróficas que provoquen el incumplimiento del pago de cupón.

Los flujos de efectivo positivos son pagados a los poseedores del bono, mientras que los negativos representan el precio que éstos mismos pagan para obtener el derecho de recibir pagos futuros.

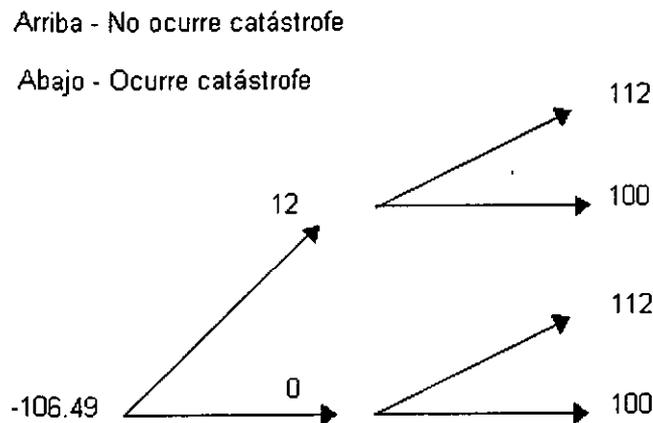


Figura V.1. Esquema de pagos de un bono catastrófico.

El pago esperado para el poseedor del bono para cada período es el siguiente: $r(1) = 12 \times 0.97 = 11.64$ y $r(2) = 100 + 11.64 = 111.64$. El valor presente esperado, usando como tasa constante libre de riesgo 8%, es el precio del bono catastrófico:

$$\frac{1}{1.08} \left[11.64 + 111.64 \left(\frac{1}{1.08} \right) \right] = 106.49$$

1. 1. Especificaciones y Riesgos

La industria aseguradora *property/casualty* y el reaseguro pueden ser considerados como una cobertura casi perfecta: el objetivo es indemnizar al asegurado por las pérdidas sufridas por un riesgo cubierto. Aparte de ciertos parámetros contractuales de las pólizas *property/casualty* que limitan el pago de los reclamos (límites de la póliza, deducibles, etc.), y asumiendo que el asegurado ha comprado el seguro "correcto", el único riesgo de cobertura es el riesgo de crédito: el riesgo de que la aseguradora quiebre y sea incapaz de cumplir sus compromisos. Por tanto, una forma de medir la eficiencia de un instrumento financiero de seguros es medir su eficiencia relativa como mecanismo de cobertura. Existen dos riesgos que dependen del tipo de activación especificada en el bono (los cuales ya fueron descritos en el capítulo anterior):

- **Riesgo de base.** En situaciones en las que la activación se basa en pérdidas de toda la industria aseguradora *property/casualty*, el riesgo de base refleja la diferencia entre las pérdidas catastróficas de la aseguradora y las de la industria completa. Lo importante para la compañía es que si su índice de pérdidas catastróficas es menos favorable que el de la industria completa, el desahogo en la deuda provista por el bono (el cual es función del índice de pérdidas catastróficas de la industria) será inadecuado para cubrir sus propias pérdidas.
- **Riesgo moral.** Un incremento en pérdidas catastróficas puede conducir a un desahogo en la deuda (un decremento en el nivel de las obligaciones de la compañía por la emisión del bono catastrófico -principal y/o intereses-). De esta manera puede haber un incentivo para la compañía para "inflar" sus pérdidas y de esta forma tomar ventaja de menores gastos de financiamiento.

El monto relativo de cada tipo de riesgo de un determinado bono catastrófico depende de la naturaleza de la activación elegida para la reducción del principal o los intereses del bono. Los distintos tipos de activaciones que existen son las siguientes:

- **Directa.** El evento contingente del que dependen los pagos del instrumento se basa en las pérdidas catastróficas de la propia compañía de seguros (o de reaseguro).
- **Industria.** Los pagos del instrumento dependen de un índice de pérdidas catastróficas de la industria completa.
- **Evento.** Los pagos del instrumento dependen de la ocurrencia de un determinado evento (como velocidades del viento en el caso de huracanes o magnitudes en la escala de Richter en el caso de terremotos).

Algunos bonos catastróficos tienen *activaciones duales*, por ejemplo, pueden tener tanto una activación especificada en pérdidas monetarias de un asegurador individual como otra activación especificado en pérdidas monetarias de la industria completa.

Además, las activaciones en los bonos catastróficos pueden especificar áreas geográficas particulares, como un país entero, regiones, conjuntos de estados o niveles geográficos más finos. También, estas activaciones pueden especificar líneas particulares de seguros, como el daño físico a automóviles o personas.

1. 2. Tipos de Coberturas

Algunos bonos catastróficos son divididos en varias divisiones o "*tranches*" (palabra francesa que significa *rebanada*). Las *tranches* son las diferentes clases en que son divididos los flujos de efectivo especificados de un instrumento financiero. Al dividir los bonos en diferentes *tranches* pueden hacerse atractivos para un mayor número de inversionistas.

En general, la obligación del pago de intereses y/o principal de un asegurador bajo un bono catastrófico depende de la ocurrencia o no ocurrencia de un cierto nivel de pérdidas catastróficas. Desde el punto de vista del inversionista, dependiendo de la *tranche* en la que invierta, existe el riesgo de que pierda parte o la totalidad del principal invertido, y/o el riesgo de perder o ver disminuidos sus pagos de intereses.

Una *tranche* puede ofrecer un mayor rendimiento a cambio del riesgo de que el inversionista "perdone" el pago del principal y/o intereses tras la ocurrencia de pérdidas catastróficas. Esta *tranche* resulta atractiva para inversionistas que aceptan un mayor riesgo a cambio de un rendimiento mayor. Otra *tranche* puede ser con "principal protegido", esto significa que, cuando el bono es emitido, parte de los fondos obtenidos se invierten en instrumentos financieros seguros respaldados por el Gobierno Federal (generalmente en *Trasury bills -Tbills-*), los cuales serán la fuente de financiamiento para el pago del principal. Esta *tranche* puede considerarse para mayores calificaciones por parte de las compañías calificadoras de crédito, expandiendo el mercado hacia inversionistas institucionales limitados a invertir sólo en formas de deuda con una alta calificación.

Por otra parte, existen principalmente tres riesgos en los que puede caer una compañía aseguradora al hacer uso de instrumentos financieros sobre seguros:

- Relajar sus estándares de selección de riesgos
- Administrar la concentración geográfica de su exposición de manera menos cuidadosa
- Pagar siniestros de manera más liberal

Algunos bonos catastróficos poseen características muy parecidas a las del reaseguro tradicional que reducen estos riesgos. Primeramente, algunos bonos catastróficos tienen altas activaciones establecidas, las cuales actúan como altos “puntos de atadura” en los contratos de reaseguro por exceso de pérdidas. Estas altas activaciones favorecen que las aseguradoras mantengan una disciplina de selección de riesgos y practiquen una administración prudente de sus riesgos catastróficos.

En segundo lugar, algunos bonos catastróficos requieren que las aseguradoras participen en las pérdidas que sobrepasan la activación especificada, tal como ocurre en el reaseguro proporcional. Esto de nueva cuenta es un incentivo para que las aseguradoras seleccionen cuidadosamente sus riesgos y los administren de manera prudente y no paguen los siniestros de manera demasiado liberal.

1. 3. Estructura Típica de la Emisión de Bonos Catastróficos

En la mayoría de las transacciones de este tipo que han tenido lugar hasta la fecha la compañía aseguradora establece un Reasegurador con Propósito Especial (*Special Purpose Reinsurer - SPR-*) que actúa como un intermediario entre la compañía aseguradora (o reaseguradora) y el mercado financiero. Un SPR es una entidad financiera establecida especialmente para emitir bonos catastróficos y vender reaseguro tradicional a un asegurador particular. Esta entidad financiera puede ser manejada tanto por propia compañía aseguradora, como por otra compañía externa. El uso del SPR elimina la necesidad por parte del asegurador de incurrir en un pasivo y le permite obtener beneficios fiscales al poder deducir la prima de reaseguro al momento de calcular su *surplus ratio*.

El SPR también puede proteger a los inversionistas del riesgo de crédito inherente a la emisión de bonos catastróficos. Si un asegurador es declarado insolvente por razones no relacionadas con pérdidas catastróficas, el SPR aún tendría la obligación de efectuar los pagos acordados (principal y/o intereses) a los inversionistas. Originalmente el SPR fue establecido para llevar a cabo sólo una transacción, pero se espera que en el futuro, el SPR sea usado para transacciones múltiples.

En general, el proceso que se sigue para la emisión de bonos catastróficos es el siguiente: el SPR emite un contrato de reaseguro a la compañía aseguradora. Luego la compañía aseguradora emite bonos al mercado financiero a través del SPR. Estos bonos son comprados por uno o varios suscriptores (bancos de inversión), los cuales venden dichos bonos a los diferentes inversionistas. Los fondos obtenidos de la emisión de los bonos catastróficos, o parte de ellos, serán usados para respaldar el contrato de reaseguro ofrecido por el SPR a la

aseguradora. Los inversionistas recibirán un cupón en base a las primas que el asegurador paga por el reaseguro.

Si no ocurre ningún evento cubierto, los inversionistas reciben su principal y sus cupones como pago por asumir el riesgo. Si ocurre un evento cubierto, los inversionistas pueden perder parte o la totalidad de su principal y/o intereses, dependiendo de la clase de riesgo especificada.

Típicamente, estos instrumentos han ofrecido altos rendimientos, de acuerdo con el grado riesgo en la transacción. En el caso de bonos que no ofrecen pagos de cupón, las agencias calificadoras como *Standard & Poor's (S&P)* denotan con una "r" a este tipo de bonos para hacer notar que en la calificación no se considera el pago de cupones.

1. 4. La Evolución del Mercado de Bonos Catastróficos

En 1995 y 1996 las compañías de seguros comenzaron a experimentar la emisión de bonos catastróficos. A pesar de que la mayoría de estos primeros intentos no fueron exitosos, cada uno representó una educativa experiencia para los inversionistas, banqueros y compañías de seguros en relación al proceso de bursatilización.

Los primeros bonos catastróficos que no tuvieron éxito fueron los siguientes: las compañías USAA y CAT Ltd emitieron bonos contra el riesgo de huracán indexados a sus propias pérdidas, mientras que la compañía ACE emitió un bono indexado al índice PCS (índice del que se hablará en detalle más adelante)

A continuación se presenta una relación de la características de estos bonos catastróficos que no tuvieron éxito:

	ACE Ltd	USAA' 96	CAT Ltd
Suscriptor	Goldman Sachs	Merril Lynch	Morgan Stanley
Tamaño (principal)	25 millones de dólares	500 millones de dólares	50 millones de dólares
Período	Del 06/08/96 al 31/12/96 (6 meses)	Del 01/08/96 al 01/07/97 (11 meses)	Del 07/08/96 al 31/12/96 (5 meses)
Región cubierta	Estados Unidos	Texas, La Costa del Golfo y La Costa del Este de Estados Unidos	Noreste de Estados Unidos

Riesgos cubiertos	Huracán y Terremoto	Huracán	Huracán
Índice subyacente	PCS	Pérdidas de USAA	Pérdidas de CAT Ltd
Activación	25,000 millones de dólares	1,000 millones de dólares	55 millones de dólares
Cupón	Tbills a 6 meses + 5.5%	LIBOR a 1 mes + 3%	6.72%

Tabla V.1. Relación de bonos catastróficos que no tuvieron éxito

De igual forma, la *California Earthquake Authority* (CEA) tenía proyectada una emisión de bonos catastróficos que saldría al mercado a finales de 1996. Sin embargo, el proyecto fue cancelado debido a que la compañía de seguros Warren Buffet's ofreció una cobertura a un mejor precio y bajo términos más favorables a través de un programa de reaseguro tradicional.

Algunas de las razones por las que estas emisiones fallaron son las siguientes:

- **Novedad y poca familiaridad.** Hubo una falta de entendimiento tanto por parte de los inversionistas como por parte de la industria aseguradora. Además, aún no se alcanzaba el suficiente interés en el proceso de bursatilización de riesgos catastróficos por parte de los mercados financieros.
- **Incertidumbre con respecto al precio.** Especialmente en el caso de la CEA, la naturaleza del ciclo de suscripción de riesgos a mediados de los años noventa provocó que el precio del reaseguro tradicional pareciera relativamente favorable.

A pesar de estas razones, y de las reacciones iniciales de precaución en el mercado financiero, el primer bono catastrófico exitoso tuvo lugar poco tiempo después: La compañía Winterthur (compañía de seguros de Suiza) realizó la primera colocación pública exitosa de bonos catastróficos, esta emisión se realizó para protegerse de pérdidas potenciales por granizo en Suiza. Poco después, St. Paul Re (compañía estadounidense) emitió un bono multianual que permitía a los inversionistas participación tanto en pérdidas como en ganancias procedentes del negocio de St. Paul Re.

	Winterthur	St. Paul Re
Suscriptor	CS First Boston	Goldman Sachs
Tamaño (principal)	280 millones de dólares	68.5 millones de dólares

Región cubierta	Suiza	Todo el mundo
Riesgos cubiertos	Granizo	Todos los riesgos
Índice Subyacente	Número de automóviles asegurados por Winterthur dañados en una granizada	Pérdidas de St. Paul Re
Activación	6,000 automóviles	Varios
Cupón	2.25% + convertible en 5 acciones de la compañía	100% del ingreso neto disponible de la compañía

Tabla V.2. Primeros bonos catastróficos exitosos

El éxito de estas emisiones de bonos generó gran interés en este tipo de instrumentos, sentando la base para futuras emisiones.

	Swiss Re	USAA
Suscriptor	CS First Boston	Goldman Sachs
		Merril Lynch
		Lehman Brithers
Tamaño (principal)	A: 62 millones de dólares (40% protegido)	A-1: 164 millones de dólares (100% protegido)
	B: 60 millones de dólares (0% protegido)	A-2: 313 millones de dólares (0% protegido)
	C: 15 millones de dólares (0% protegido)	
Región cubierta	California	Texas, La Costa del Golfo y La Costa Este de Estados Unidos
Riesgos cubiertos	Terremoto	Huracán
Periodo	2 años	1 año
Cupón	A: LIBOR + 2.25%	A-1: LIBOR + 2.82%
	B: 10.5%	A-2: LIBOR + 5.75%

	C: 12.0%	
Índice subyacente	PCS	Pérdidas de USAA
Activación	A: 18.5, 21 y 24 mil millones de dólares	A-1: 1,000 millones de dólares
	B: 18.5, 21 y 24 mil millones de dólares	A-2: 1,000 millones de dólares
	C: 12,000 millones de dólares	
Probabilidad estimada de incumplimiento	A: 1.0%	A-1: 0.0%
	B: 1.0%	A-2: 1.0%
	C: NA	

Tabla V.3. Primeros bonos catastróficos exitosos

En Junio de 1997, la compañía aseguradora USAA (*United Services Automobile Association*), a través de un SPR llamado Residential Re, emitió un bono que puede considerarse en muchos sentidos como un parte aguas en el desarrollo de los bonos catastróficos. Este bono fue emitido por 477 millones de dólares a 62 inversionistas diferentes. De los 477 millones de dólares procedentes de la emisión de este bono, 400 millones representaban una cobertura de reaseguro provista por Residential Re; los otros 77 millones se colocaron en una cuenta especial para financiar el pago del principal de la tranche A-1. El reaseguro representó una capa de 80% de 500 millones en exceso de 1,000 millones de dólares en pérdidas para USAA por el riesgo de huracán. Así, el bono involucraba una activación directa: los pagos del principal y/o intereses se verían afectados en caso de pérdidas para la compañía por el riesgo de huracán en exceso de un billón de dólares.

El bono de USAA consideraba dos tranches: 164 millones de dólares correspondían a la tranche A-1, en la que sólo los intereses (no así el principal) estaban en riesgo desde el punto de vista del inversionista; y 313 millones de dólares correspondían a la tranche A-2, en la que tanto el principal como los intereses estaban en riesgo. La tranche A-1, la cual fue calificada como AAA (máxima calificación posible), tenía su principal protegido a través de la inversión de 82 de los 162 millones de dólares en instrumentos respaldados por el Gobierno Federal. En caso de ocurrir un evento catastrófico que produjera pérdidas por encima de 1,000 millones de dólares, el pago del principal estaba garantizado en la tranche A1, pero sería permitido un plazo de diez años para el pago de dicho principal. En la tranche A-2, la cual fue calificada como BB, estaban

en riesgo tanto los intereses el principal, por lo que era más riesgosa que la tranche A-1. Esta diferencia en el nivel de riesgo de las dos tranches se reflejaba en sus respectivas tasas de cupón: la prima de riesgo (tasa de cupón en exceso de LIBOR) para la tranche A-2 era más del doble que para la tranche A-1.

Poco después de esta exitosa emisión de bonos catastróficos, en julio de 1997 la compañía reaseguradora Swiss Re emitió un bono catastrófico contra el riesgo de terremoto en California por 137 millones de dólares. Este bono fue comprado por aproximadamente 20 diferentes inversionistas. El bono estaba estructurado en tres tranches diferentes: La tranche clase A pagaba 2.5% más LIBOR y 40% del principal estaba protegido, la *tranche* clase B pagaba 10.5% y su principal no estaba protegido, y la tranche clase C pagaba 12% y su principal tampoco estaba protegido. Tal como en el caso del bono emitido por USAA en 1997, el elemento clave para el éxito de este bono fue la calificación que le fue otorgada. La tranche A fue calificada BBB, y la tranche B fue calificada BB.

Posteriormente siguieron varias transacciones exitosas de este tipo. A continuación se mencionan brevemente algunas de las más recientes emisiones exitosas de bonos catastróficos.

- Diciembre de 1997:

- * Compañía: Tokio
- * SPR: Parametric Re
- * Tamaño: 100 millones de dólares en dos tranches, 20 millones corresponden a la tranche A y 80 millones corresponden a la tranche B
- * Activación: Basado en la magnitud de un terremoto en Tokio; una magnitud mayor o igual a 7.1 grados medidos por la Asociación Meteorológica Japonesa implica la pérdida de una parte o la totalidad del principal
- * Período: 10 años
- * Tasas de cupón: Tranche A, LIBOR + 2.06%
Tranche B, LIBOR + 4.3%

- Marzo de 1998:

- * Compañía: Centre Solutions
- * SPR: Trinity Re
- * Tamaño: 84 millones de dólares en dos tranches, 22 millones correspondientes a la tranche A-1, la cual tiene el principal

protegido, y 62 millones correspondientes a la tranche A-2, la cual no tiene principal protegido

- * Activación: Pérdidas de la propia compañía por el riesgo de huracán en el estado de Florida
 - * Tasas de cupón: Tranche A-1, LIBOR + 1.82%
Tranche A-2, LIBOR + 4.36%
- Junio de 1998:
 - * Compañía: USAA
 - * SPR: Residential Re
 - * Tamaño: 450 millones de dólares en dos tranches
 - * Tasas de cupón: Tranche A-1, LIBOR + 1.4% (comparado con 2.82% en 1997)
Tranche A-2, LIBOR + 4.0% (comparado con 5.75% en 1997)

Como se discutirá posteriormente, uno de los “costos” de un mercado de este tipo de instrumentos en las primeras etapas de su desarrollo es la posibilidad de altos niveles de rendimiento. Es interesante por tanto comparar el bono de la compañía USAA emitido en 1997 con el emitido en 1998 (el cual tenía una estructura muy similar a la versión de 1997) en cuanto a las tasas de cupón ofrecidas en cada tranche. La diferencia en las primas de riesgo para cada tranche ha disminuido significativamente, cada una por más de un punto porcentual. Aparentemente, lo que podría llamarse la “prima por novedad” impuesta por los mercados financieros a este tipo de instrumentos esta tendiendo a desaparecer. Este decremento en las tasas de cupón podría continuar a medida que el mercado de bonos catastróficos continua madurando.

1. 5. Costos

Actualmente existen diversos costos relacionados con la emisión de bonos catastróficos. El continuo desarrollo y futuro éxito de los bonos catastróficos dependerán en gran medida de la capacidad del mercado de reducir algunos de estos costos. Primeramente, los rendimientos ofrecidos por estos instrumentos han tenido la tendencia a ser altas. Puesto que la industria de la bursatilización de riesgos catastróficos aun se encuentra en una etapa de desarrollo, puede suponerse que estas altas primas de riesgo se mantendrán por algún tiempo. A medida que este proceso vaya desarrollándose y madurando, estos rendimientos deberán disminuir. De alguna manera el ejemplo de la disminución en las tasas de cupón ofrecidas por el bono emitido por la

compañía USAA en 1998 con respecto al emitido en 1997 muestra una clara evidencia de esta afirmación .

Por otro lado, otro tipo de costos relacionados con la emisión de bonos catastróficos es el establecimiento del Reasegurador con Propósito Especial (SPR), así como los costos relativos a los bancos de inversión. Generalmente, los bancos de inversión son compensados a través del pago de cuotas por asesorías y/o a través de spreads entre el precio al que éstos compran las emisiones de bonos y el precio al que los venden en el mercado financiero. Finalmente, se deben realizar diferentes pagos por concepto de trámites legales para la emisión de bonos catastróficos.

1. 6. Ventajas y Desventajas que Ofrecen los Bonos Catastróficos

Entre las ventajas que ofrecen los bonos catastróficos a los aseguradores se podrían mencionar las siguientes:

- Un asegurador puede adaptar las activaciones y otros términos de los bonos catastróficos para satisfacer sus necesidades propias, tal como lo haría a través de un contrato de reaseguro tradicional.
- Cuando ocurre algún evento catastrófico que provoca pérdidas que rebasan el nivel (activación o *trigger*) especificado en el bono y los inversionistas tienen que perdonar el pago de una parte o la totalidad del principal, el asegurador puede inmediatamente registrarla contablemente esta disminución en los pasivos de la compañía. De esta manera, se ve aumentado el valor neto de la compañía.

Algunas de las ventajas que ofrecen los bonos catastróficos a los inversionistas son las siguientes:

- Los bonos catastróficos ofrecen rendimientos bastante altos en comparación con aquellos que no contemplan la posibilidad de perdonar una parte o la totalidad el pago de intereses y/o principal tras la ocurrencia de pérdidas catastróficas. De acuerdo con el *Hogue Insurance Stock Report* (reporte del 13 de diciembre de 1997), los bonos catastróficos han ofrecido rendimientos superiores en tres o cuatro puntos porcentuales en comparación con otros bonos corporativos de riesgo similar.
- Los bonos catastróficos proporcionan a los inversionistas la posibilidad de reducir el riesgo de su portafolios de inversión a través de la diversificación. Los rendimientos de la mayoría de los instrumentos financieros dependen de condiciones económicas, por lo que estos rendimiento tienden a subir y a bajar al mismo tiempo, haciendo difícil a los inversionistas el

eliminar completamente el riesgo de sus portafolios a través de la diversificación de sus inversiones. El incumplimiento parcial o total del pago de intereses y/o principal de un bono catastrófico depende de la ocurrencia de un determinado monto de pérdidas catastróficas. Puesto que la ocurrencia de catástrofes es independiente de las condiciones económicas, el riesgo de incumplimiento en el caso de los bonos catastróficos no está correlacionado con el riesgo de incumplimiento de otros instrumentos financieros. De esta manera, al incluir bonos catastróficos en un portafolios de inversión con instrumentos tradicionales, los resultados de este portafolios pueden mejorarse.

Por otra parte, algunas de las principales desventajas que tienen estos bonos para los aseguradores son las siguientes:

- Los aseguradores que emiten estos bonos pueden incurrir en altos costos de transacción debido a que deben proporcionar significativos montos de información a los inversionistas. Estos inversionistas, al igual que los reaseguradores tradicionales, necesitan información suficiente por parte de los aseguradores acerca de las pérdidas catastróficas a las que éste está expuesto, de manera que puedan efectuar una adecuada evaluación del nivel de riesgo que están asumiendo.
- Cuando un asegurador emite un bono catastrófico sin el establecimiento de un SPR, dicho asegurador incurre en un pasivo. Esto puede hacer que el asegurador parezca menos sólido financieramente de lo que parecería al hacer uso del reaseguro tradicional.

La principal desventaja que tienen los bonos catastróficos para los inversionistas es la siguiente:

- La necesidad que tienen los inversionistas de información sobre la exposición a pérdidas catastróficas por parte del asegurador emisor del bono puede provocar que los bonos catastróficos sean menos líquidos que otros tipos de instrumentos financieros similares.

1. 7. Swaps Catastróficos

1. 7. 1. Estructura

Una manera alternativa para transferir riesgos catastróficos hacia el mercado financiero es a través de un swap catastrófico, el cual funciona de manera muy similar al bono catastrófico. El swap catastrófico permite intercambiar una serie de pagos fijos por otra serie de pagos flotantes cuyos valores dependen de la ocurrencia de algún evento asegurado. Dicho swap ofrece

beneficios a las dos partes involucradas en la transacción, permitiendo a una aseguradora ceder un riesgo asegurado a una contraparte mejor equipada para asumirlo.

Cada swap implica un contrato bilateral, creando "reaseguro" recíproco entre dos aseguradoras. En un principio, la participación en estas transacciones estaba restringida sólo a aseguradores y reaseguradores registrados en el *New York State Insurance Department*, sin embargo, en 1998 las autoridades encargadas de regular la actividad aseguradora en el estado de Nueva York establecieron que los swaps sobre seguros cuyos pagos no se basaran en las pérdidas actuales de la cedente se considerarían como contratos financieros y por tanto podrían participar no aseguradores.

La cedente puede entrar en un swap directamente con contrapartes o a través de un intermediario financiero. En la figura V.2 se ilustra la estructura de pagos de un swap catastrófico.

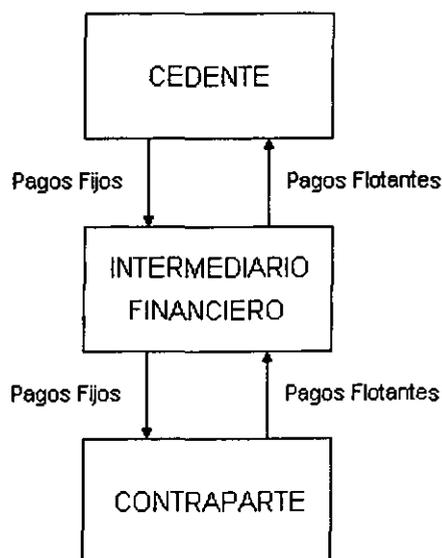


Figura V.2. Estructura de pagos de un swap catastrófico

1. 7. 2. Ejemplo Práctico

El 1 de Abril de 1998, la compañía japonesa Mitsui Marine arregló una cobertura a través de un swap catastrófico. Dicho emisor quería desarrollar una fuente alternativa de reaseguro para una porción de su exposición al riesgo de terremoto. Puesto que el monto de cobertura que Mitsui Marine buscaba eran 30 millones de dólares, y debido a restricciones de tiempo, se determinó que el swap era la mejor alternativa. Como regla general, la realización de swaps involucra menos intermediarios y documentación, resultando usualmente en transacciones más rápidas y efectivas.

Cabe mencionar que debido a estructura tan similar que existe entre los swaps y los bonos catastróficos, ambos tipos de instrumentos ofrecen prácticamente las mismas ventajas y desventajas tanto para inversionistas como para aseguradores.

2. Pagars de Capital Contingente

2. 1. Estructura

Los Pagars de Capital Contingente (Contingent Surplus Notes -CSN-) son pagarés de capital que un asegurador tiene el derecho de emitir a intermediarios o inversionistas específicos en el caso de ocurrir ciertos eventos. Los pagarés de capital son básicamente instrumentos de deuda que, para propósitos legales, pueden ser considerados como capital.

Un asegurador que quiera hacer uso de pagarés de capital contingente para tener acceso a capital adicional en caso de ocurrir un evento catastrófico, deberá suscribir un contrato con un intermediario financiero para establecer un fideicomiso de inversión.

Un fideicomiso de inversión es un acuerdo entre cuatro partes: el inversionista que compra las acciones del fideicomiso, la compañía administradora que emite las acciones y decide sobre las inversiones del fideicomiso, el intermediario financiero que vende las acciones y el fideicomisario (beneficiario del fideicomiso), que en este caso es la compañía aseguradora.

El fideicomiso invertirá en instrumentos de deuda respaldados por el gobierno o en otros instrumentos financieros con un buen nivel de liquidez, mientras que el intermediario financiero venderá acciones del fideicomiso a los inversionistas.

El contrato dará al asegurador el derecho, bajo circunstancias específicas, de emitir pagarés de capital (*surplus notes*)¹³ al intermediario financiero a cambio de efectivo o activos financieros líquidos. El intermediario financiero, a su vez, tendrá el derecho (mas no la obligación) de sustituir los pagarés de capital por los instrumentos financieros en los que haya invertido el fideicomiso.

El asegurador pagará una determinada cuota al intermediario financiero a cambio del compromiso asumido por éste último para comprar los pagarés de capital del asegurador. A su

¹³ Surplus es el valor neto estatutario de una compañía de seguros. Los pagarés de capital o *surplus notes* son obligaciones de deuda subordinada y son considerados como parte del capital contable para propósitos estatutarios.

vez, el intermediario financiero pagará otra cuota al fideicomiso a cambio del compromiso adquirido por éste último para comprar al intermediario financiero los pagarés de capital del asegurador.

Cuando ocurre un evento catastrófico, el asegurador puede emitir pagarés de capital al intermediario financiero a cambio de efectivo o activos líquidos, incrementando de ésta manera sus recursos financieros y mejorando su capacidad para pagar siniestros. El intermediario financiero puede entonces intercambiar los pagarés emitidos por el asegurador por los instrumentos financieros poseídos por el fideicomiso, permitiéndole al intermediario reponer sus activos financieros líquidos. En este caso, el asegurador pagará principal e intereses sobre los pagarés al fideicomiso, y éste, a su vez, les pagará a los inversionistas. En efecto, este proceso permite transferir capital de los inversionistas al asegurador a cambio de los pagarés de capital de éste último.

2. 2. Riesgos Asociados a la Emisión de Pagarés de Capital Contingente

Existen algunos riesgos en los pagarés de capital contingente.

- **Riesgo de liquidez.** El bajo volumen de transacciones de este tipo de instrumentos hace que los inversionistas estén expuestos al riesgo de liquidez. Además, el diseño especialmente adaptado a las necesidades del emisor de productos financieros extrabursátiles puede limitar la posibilidad de los inversionistas de cambiar sus posiciones.
- **Riesgo de crédito.** Los inversionistas en este tipo de instrumentos enfrentan un riesgo de crédito. Esto es debido a que existe la posibilidad de incumplimiento por parte de la compañía de seguros emisora.
- **Selección adversa.** Los inversionistas también enfrentan un riesgo de selección adversa. Esto ocurre en el caso de compañías de seguros emisoras que tengan un nivel de riesgos catastróficos superior al promedio.

Por otra parte, este instrumento no tiene riesgo de base, debido a que la emisión de estos instrumentos está totalmente ligada a la propia siniestralidad de la compañía aseguradora.

Por todas estas razones, los inversionistas deben tomar en cuenta todas estas cuestiones al momento de evaluar la tasa de cupón ofrecida por este tipo de instrumentos de inversión.

2. 3. Experiencia empírica

Probablemente la primera transacción de este tipo fue la llevada a por la *Nationwide Mutual Insurance Company* en 1995. Esta transacción no supuso la inmediata emisión de pagarés de capital contingente. En lugar de eso, Nationwide, una compañía mutualista de seguros que habría tenido cierta dificultad de obtener fondos de manera oportuna después de la ocurrencia de pérdidas catastróficas, retuvo la opción de emitir hasta 400 millones de dólares en pagarés de capital a un comprador garantizado, un fideicomiso establecido por la propia compañía. De esta manera, los inversionistas no compraron pagarés de capital de Nationwide, sino que compraron bonos emitidos por el fideicomiso. Estos bonos emitidos por el fideicomiso establecido por Nationwide estaban respaldados por instrumentos del Tesoro de Estados Unidos.

Sin embargo, si Nationwide ejercía su derecho de emitir pagarés de capital al fideicomiso, los instrumentos del Tesoro de Estados Unidos que respaldaban los bonos emitidos por el fideicomiso y que pertenecían a los inversionistas serían cambiados por los pagarés de capital de Nationwide. En este caso, el fideicomiso vendería sus instrumentos financieros del Tesoro de Estados Unidos para financiar la compra de los pagarés de capital de Nationwide. De cualquier forma, los inversionistas recibirían los mismos pagos de cupón independientemente de si Nationwide emitía o no los pagarés de capital.

A pesar de que los bonos emitidos por el fideicomiso de Nationwide ofrecían un rendimiento mayor al ofrecido por los instrumentos del Tesoro de Estados Unidos, los inversionistas corrían el riesgo de que los instrumentos colaterales del tesoro que respaldaban a estos bonos fueran cambiados por los pagarés de capital de Nationwide.

Para Nationwide, la principal ventaja de estos pagarés de capital era que en caso de ocurrir un evento catastrófico, tendría acceso inmediato a capital en efectivo que le permitiera pagar los reclamos por los siniestros ocurridos.

Además de Nationwide, otras compañías que han emitido pagarés de capital contingente han sido Hannover Re y Arkwrite.

2. 4. Ventajas y Desventajas de los Pagarés de Capital Contingente

Entre las principales ventajas de los pagarés de capital contingente se pueden mencionar las siguientes:

- Un asegurador puede adaptar una transacción de pagarés de capital contingente de acuerdo a sus necesidades específicas, de manera muy similar un contrato individual de reaseguro.

- Los inversionistas pueden obtener mayores rendimientos al invertir en fideicomisos de pagarés de capital contingente en comparación con los rendimientos que obtendrían al invertir directamente en instrumentos del Tesoro de Estados Unidos. El fideicomiso puede ofrecer mayores rendimientos como resultado de las cuotas que cobra a la compañía aseguradora a nombre de los inversionistas.
- Siempre y cuando el asegurador cumpla con sus obligaciones adquiridas por la emisión de pagarés de capital contingente, los inversionistas reciben el pago de principal e intereses periódicos, aun en el caso de que el asegurador sufra pérdidas substanciales por la ocurrencia de un evento catastrófico.

Entre las desventajas de los pagarés de capital contingente se pueden mencionar las siguientes:

- Una compañía aseguradora necesita obtener la aprobación por parte del departamento estatal de seguros correspondiente para poder emitir pagarés de capital, aun después de haber realizado todos los arreglos necesarios con el intermediario financiero y con los inversionistas.
- Los aseguradores que hagan uso de pagarés de capital contingente para financiar sus riesgos catastróficos pueden incurrir en altos costos de transacción. Además de las diversas cuotas que el asegurador tiene que pagar, éste podría incurrir en más costos al tener que proporcionar a los intermediarios y a los inversionistas la información que requieran para evaluar el riesgo que están asumiendo así como los rendimientos potenciales. Tanto los intermediarios como los inversionistas podrían necesitar información sobre la probabilidad de que las pérdidas catastróficas del asegurador sean lo suficientemente altas para provocar la emisión de los pagarés de capital contingente, así como la probabilidad de que el asegurador tenga la capacidad de pagar los flujos de los pagarés una vez que han sido emitidos.
- Los inversionistas que compran acciones en un fideicomiso de pagarés de capital contingente pueden encontrar dificultades para revender estas acciones a otros inversionistas que carecen de la información sobre la exposición a catástrofes y la condición financiera del asegurador beneficiario del fideicomiso. El acuerdo del fideicomiso puede establecer restricciones en cuanto a la posibilidad de que los inversionistas transfieran acciones en el fideicomiso a otros inversionistas.
- Cuando un asegurador hace uso de pagarés de capital contingente para aumentar su capital tras la ocurrencia de catástrofes, éste asegurador adquiere una deuda que debe ser pagada. Bajo los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados (*Generally Accepted Accounting Principles - GAAP-*), esta deuda aparecería en el balance general del asegurador como un

pasivo. Si en lugar de usar pagarés de capital, el asegurado hace uso del reaseguro tradicional, su balance general quedaría libre de pasivos adicionales.

3. Opciones Catastróficas de Venta de Acciones

3. 1. Estructura

Las opciones catastróficas de venta de acciones (*catastrophe equity puts* o *CatEPuts*) son un tipo de opciones extrabursátiles que los aseguradores pueden comprar a los inversionistas. Estas opciones dan a un asegurador el derecho de vender un monto específico de su capital en acciones (comunes o preferentes) a un precio determinado en caso de que ocurran pérdidas catastróficas que sobrepasen un determinado nivel o *trigger*. De esta forma, las opciones catastróficas de venta de capital pueden proporcionar a los aseguradores capital adicional precisamente cuando necesitan fondos para cubrir sus pérdidas por algún evento catastrófico. Las compañías de seguros que quieran hacer uso de estas opciones deben hacerlo bajo el auspicio de *AON Corporation*, empresa que patentó este concepto.

3. 2. Riesgos Asociados a las Opciones Catastróficas de Venta de Acciones

Un asegurador que utiliza opciones catastróficas de venta de acciones está expuesto al riesgo de crédito, que es el riesgo de que el vendedor de las opciones catastróficas de venta de acciones no cuente con el suficiente efectivo disponible para las acciones del asegurador. Los aseguradores pueden minimizar este riesgo comprando este tipo de opciones únicamente a inversionistas que cuenten con una buena calificación crediticia.

Así mismo, los aseguradores que utilizan estas opciones también enfrentan el riesgo de que al momento de ejercer la opción se produzca un cambio en el control de la compañía. Este riesgo puede ser eliminado basando estas opciones en acciones que no ofrezcan al comprador el derecho de participar en la toma de decisiones de la empresa o que limiten dicha participación, como las acciones preferentes en el caso de Estados Unidos o las acciones L (acciones con voto limitado) en el caso de México.

Por otra parte, los inversionistas que venden opciones de venta de acciones de capital corren el riesgo de terminar poseyendo acciones de un asegurador que ya no es viable. Los inversionistas

pueden minimizar este riesgo estableciendo en las opciones algunas cláusulas que prevengan que los aseguradores ejerzan sus opciones cuando sufran pérdidas catastróficas tan severas que aun después de ejercer estas opciones y recibir capital nuevo no cuenten con el capital necesario para hacer frente a sus compromisos.

Finalmente, los inversionistas que venden opciones catastróficas de venta de acciones enfrentan el mismo riesgo de mercado que enfrentan los inversionista que venden opciones tradicionales de venta de acciones, esto es, el riesgo de que una caída inesperada en el precio de la acción haga que el precio de ejercicio de la opción resulte menos atractivo de lo que lo era cuando se vendió dicha opción. Un asegurador que compra opciones catastróficas de venta de acciones no enfrenta ningún riesgo similar por un alza inesperada en el precio de sus acciones, esto es debido a que este asegurador es libre de ejercer o no la opción de venta de sus acciones y de conseguir fondos por a través de otros mecanismos.

3. 3. Ejemplo Práctico

Un ejemplo de una transacción de éste tipo es la que llevó a cabo un reasegurador de Bermuda. Éste reasegurador pagó aproximadamente 2.4 millones de dólares por año a inversionistas, a cambio del derecho de venderles 100 millones de dólares en acciones preferentes. El reasegurador ejercería su derecho si sus pérdidas generadas por un evento catastrófico excedían 250 millones de dólares o si sus pérdidas acumuladas en un año excedían 250 millones de dólares. Las acciones preferentes pagaban dividendos equivalentes a LIBOR más un cierto spread. Este spread era calculado de acuerdo a determinados criterios (el spread era más alto si al tiempo de la emisión de la acciones su calificación crediticia era baja y más bajo si su calificación era más alta). Una vez emitidas, las acciones preferentes eran convertibles a acciones comunes del reasegurador. La conversión sería efectuada al precio promedio de las acciones de los 30 días anteriores a la conversión.

3. 4. Ventajas y Desventajas de las Opciones Catastróficas de Venta de Acciones

Las principales ventajas de las opciones catastróficas de venta de acciones que se pueden mencionar son las siguientes:

- Un asegurador puede adaptar las activaciones de las opciones de acuerdo a sus necesidades, tal como ocurre en los contratos individuales de reaseguro tradicional.

- Las opciones de venta de acciones proporcionan a los inversionistas un interés sobre el capital (*equity interests*) del asegurador a cambio del capital que ellos proveen tras la ocurrencia de pérdidas catastróficas que sobrepasen la activación.
- Las opciones catastróficas de venta de acciones proporcionan a los inversionistas la oportunidad de reducir el riesgo de sus portafolios a través de la diversificación. El hecho que determina si el asegurador ejerce o no la opción es la ocurrencia de algún evento catastrófico que reúna las condiciones correspondientes, y no las condiciones económicas.

Entre las desventajas de las opciones catastróficas de venta de acciones se pueden mencionar las siguientes:

- Al igual que en el caso de los bonos catastróficos y otras formas de bursatilización de riesgos catastróficos, el hecho de que estos instrumento sean especialmente adaptados de acuerdo a las características de los aseguradores puede significar que los inversionistas en este tipo de productos necesiten grandes cantidades de información por parte de éstos para evaluar el grado de riesgo que van a asumir así como sus rendimientos potenciales. De esta forma, los aseguradores pueden incurrir en altos costos de transacción.
- Esta necesidad de información por parte de los inversionistas, y los altos costos de transacción asociado pueden ser reducidos basando las activaciones y otros términos de las opciones catastróficas de venta de acciones en índices de pérdidas catastróficas de la industria completa. Sin embargo, al hacer esto, los aseguradores enfrentarían un riesgo de base.
- Las opciones catastróficas de venta de acciones no tienen el mismo beneficio contable para el asegurador en comparación con el reaseguro tradicional.

CAPITULO VI

Opciones Catastróficas

Bursátiles

Aquellos aseguradores que deseen protegerse contra pérdidas catastróficas pueden comprar a los inversionistas opciones catastróficas negociadas en bolsa. Estas opciones catastróficas son contratos estandarizados basados en índices catastróficos, los cuales pueden reflejar las pérdidas catastróficas de un conjunto de aseguradores o de la industria aseguradora *property/casualty* en su conjunto. Estos contratos le dan el derecho al comprador de los mismos de recibir un pago en efectivo por parte del vendedor en caso de que algún evento (o eventos) catastrófico provoque que el índice subyacente de las opciones rebase el precio de ejercicio especificado previamente. Si las pérdidas catastróficas no llegan a ser lo suficientemente altas como para provocar que el índice subyacente rebase el precio de ejercicio, la opción expira sin valor alguno y el inversionista que vendió la opción mantiene los fondos recibidos por la venta de dicha opción.

Actualmente aseguradores e inversionistas pueden negociar este tipo de opciones catastróficas en dos bolsas distintas: el *Chicago Board of Trade* (CBOT), en donde se ofrecen opciones catastróficas basadas en un índice calculado por la *Property Claim Services* (PCS), una división del *American Insurance Services Group*, y en la *Bermuda Commodities Exchange* (BCOE), en donde se ofrecen opciones catastróficas cuyo índice subyacente es calculado por la *Guy Carpenter & Company, Inc.*, una prestigiada compañía intermediaria de reaseguro.

1. Las Opciones Catastróficas del *Chicago Board of Trade*

1. 1. Antecedentes

1. 1. 1. Origen

El uso de productos derivados financieros por los aseguradores es un concepto que fue ideado en 1973 por Richard Sandor, actual presidente de *Hedge Financial Products* y considerado como el padre de estos productos. Desde entonces, el desarrollo de estos productos ha sido lento, sin embargo, en los últimos tiempos este proceso se ha acelerado notablemente. Tuvo que pasar un largo período antes de que la idea de Sandor se volviera realidad cuando en 1992 se comenzaron a negociar contratos de futuros sobre índices de pérdidas catastróficas en el *Chicago Board of Trade* (CBOT), la bolsa más grande de futuros en Estados Unidos.

Antes de lanzar al mercado estos contratos de futuros, en el CBOT ya se había pensado en la creación de productos financieros relacionados con los seguros. Primeramente se pensó en desarrollar un producto derivado basado en un índice de reclamos médicos reportados por 10 instituciones de servicios médicos de Estados Unidos. Después de ver la poca respuesta por parte de los aseguradores a esta idea, se pensó en un producto basado en un índice de reclamos correspondientes a las pólizas de bienes inmuebles y de autos. A raíz de esto, en la primavera de 1992 se convocó a veinte miembros del *Insurance Advisory Board* para exponerles el concepto. Pero estos miembros mostraron poco interés en la idea, ya que según ellos, los aseguradores no tenían problemas para el manejo de los riesgos relacionados con las pólizas de automóviles, en cambio, propusieron la creación de productos derivados relacionados con riesgos que no pudieran manejar adecuadamente: los riesgos catastróficos. Consecuentemente, el 11 de Diciembre de 1992 el CBOT lanzó al mercado contratos de futuros sobre índices de pérdidas catastróficas, así como opciones relacionadas con estos futuros (*CAT-future and options*).

1. 1. 2. Los Primeros Futuros Catastróficos del CBOT

Los contratos de futuros sobre seguros (*insurance futures*) desarrollados por el CBOT funcionaban de la manera siguiente. Existían dos contratos disponibles: un contrato Nacional, basado en un índice que reflejaba las pérdidas catastróficas de todo Estados Unidos; y un contrato de la zona Este, basado en un índice que reflejaba las pérdidas catastróficas

principalmente de los estados costeros estadounidenses del Atlántico y del Golfo de México. Más tarde, también se ofrecieron contratos de futuros para las zonas del Mediooeste y Oeste.

1. 1. 3. Estructura de los Contratos

Los contratos de futuros catastróficos se negociaban en un ciclo trimestral, cuyos meses disponibles eran Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre. Un contrato para cualquiera de los trimestres disponibles se basaban en pérdidas ocurridas dentro del trimestre especificado y que eran reportadas a las compañías participantes al final del siguiente trimestre. Los seis meses siguientes a partir del inicio del trimestre considerado se conocían con el nombre de **período de reporte** (*reporting period*). Los tres meses adicionales para el reporte de las pérdidas catastróficas después del final del trimestre en cuestión eran para prevenir posibles retrasos en la evaluación y reporte de las pérdidas catastróficas. Los contratos expiraban el quinto día del cuarto mes siguiente al final del período de reporte. Los contratos de futuros catastróficos podían negociarse desde el día en que eran emitidos hasta el día de su liquidación.

El precio de ejercicio de estos contratos se basaba en índices calculados por *Insurance Services Office* (ISO). Los índices se basaban en los siniestros reportados por un determinado número de aseguradoras de Estados Unidos por riesgos específicos (como granizo, huracán, terremoto, alborotos populares, inundaciones, etc.) normalmente asociados con catástrofes. Cada trimestre aproximadamente cien compañías aseguradoras americanas reportaban pérdidas catastróficas a ISO. Entonces, ISO seleccionaba un número determinado de ellas en base a su situación geográfica, tamaño, diversificación de cartera y la calidad de los datos reportados para el cálculo de los índices. Como estas aseguradoras representaban sólo una parte de la industria aseguradora estadounidense, los siniestros reportados eran multiplicados por un factor que variaba de acuerdo a los estados y a las diferentes ramas de seguros en que operaban dichas aseguradoras, dando como resultado cuatro índices que reflejaban de manera aproximada las pérdidas catastróficas de la industria aseguradora de Estados Unidos en la zona Este, Oeste, del Mediooeste y de todo el país respectivamente. La fórmula general para cualquiera de estos índices era la siguiente:

$$\text{Índice ISO} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Pérdidas reportadas de la aseguradora } i * \text{Factor } i}{\text{Primas recibidas por la aseguradora } i}$$

En donde n era el número de aseguradoras seleccionadas para calcular el índice. Este índice era de hecho un promedio ponderado de las razones de pérdidas (*loss ratio*) de las diferentes compañías aseguradoras seleccionadas para el cálculo del índice. El valor de cada unidad de índice era de 25,000 dólares, por lo que para calcular el precio del futuro el índice

correspondiente era multiplicado por 25,000. Con el objeto de proteger a los inversionistas, el precio del futuro tenía un límite (*cap*) de 50,000 dólares, es decir, si el precio del índice resultaba ser igual o mayor de 50,000 dólares, los inversionistas sólo pagarían 50,000. Sin embargo, puesto que el precio del contrato Nacional (cuyo índice evidentemente sería el más alto de los cuatro) era de 2,000 dólares (12 de Diciembre de 1992), el vendedor del contrato de cualquier manera se encontraba expuesto a pérdidas potenciales muy considerables.

Al igual que un típico contrato de futuros, no se intercambiaba dinero al principio del contrato. En lugar de eso, cada parte tenía que aportar fondos en una cuenta de garantía (*margin*). En el caso del contrato Nacional, la garantía que tenía que ser cubierta era de 1,350 dólares.

1. 1. 4. Ejemplo de Cobertura Utilizando Futuros Catastróficos

Supongamos que un asegurador hubiera entrado en un contrato Nacional de futuros catastróficos del mes de Marzo, con un precio de ejercicio (*k*) de 2,000 dólares, lo cual es equivalente a 0.08 unidades de índice. Este contrato hubiera cubierto pérdidas catastróficas ocurridas durante los meses de Enero, Febrero y Marzo, y reportadas por las compañías participantes hasta el mes de Junio; y hubiera expirado el 5 de Octubre. El precio del futuro al tiempo *t* (F_t) hubiera sido el siguiente:

$$F_t = 25,000 \times \min(I_t, 2)$$

En donde I_t = Índice ISO al tiempo *t*. Sea *T* = tiempo de expiración del contrato. Desde el punto de vista del asegurador, el cual estaría en una posición larga, el valor final del futuro hubiera sido $(F_T - k) = (25,000 \times \min(I_T, 2) - 2,000)$. Desde el punto de vista del inversionista, el cual estaría en una posición corta, hubiera sido $(k - F_T) = (2,000 - (25,000 \times \min(I_T, 2)))$. Por tanto, los esquemas de pagos hubieran sido los siguientes:

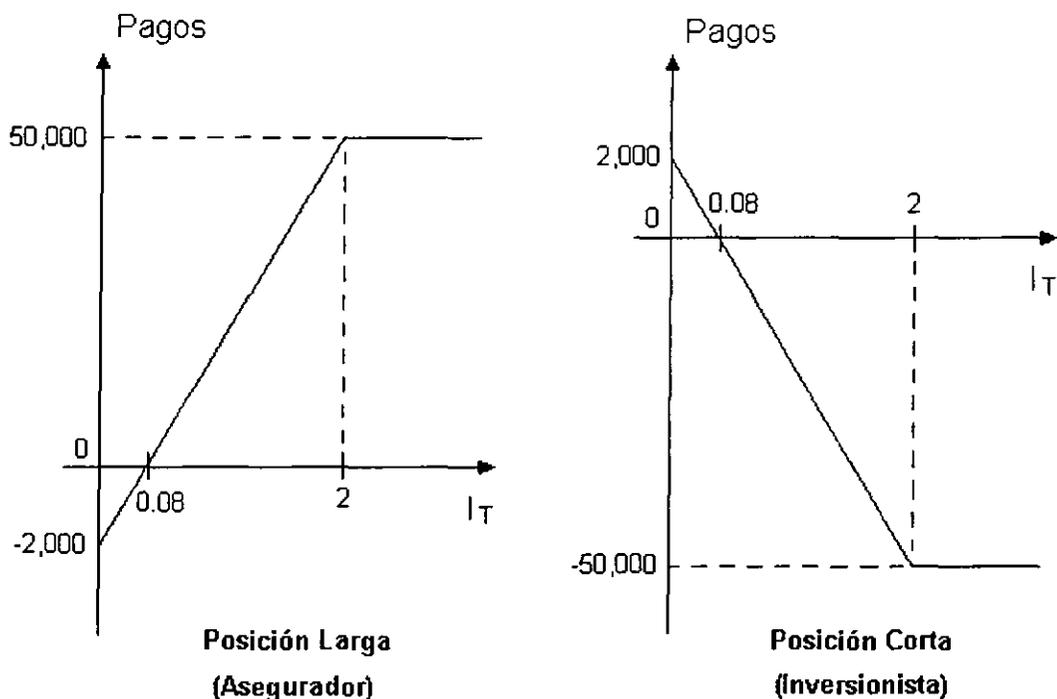


Figura VI.1. Esquema de pagos del contrato de futuros catastróficas al vencimiento.

Como se muestra en el ejemplo anterior, si ocurrían pérdidas catastróficas elevadas durante el período cubierto por el contrato, entonces el valor del futuro se incrementaba, proporcionando al asegurador un capital considerable para hacer frente a sus obligaciones. Pero si las pérdidas catastróficas resultaban menores de lo que se esperaba, entonces el precio del futuro bajaba, provocándole al asegurador una pérdida monetaria por su posición en el contrato.

Los aseguradores estaban acostumbrados a los contratos tradicionales de reaseguro, con los cuales se cubrían de los riesgos catastróficos, y cuyos precios no suben si no ocurren pérdidas catastróficas. A causa de esta "barrera" psicológica, el CBOT creó otro producto derivado para la cobertura de riesgos catastróficos cuya cobertura ofrecida era más parecida a la cobertura ofrecida por el reaseguro tradicional: opciones sobre futuros catastróficos.

1. 1. 5. Las Opciones sobre Futuros Catastróficos

Una opción sobre un futuro catastrófico era de hecho una opción sobre el índice subyacente del futuro, y era similar a una póliza de seguros con un alto deducible o a un contrato de reaseguro tradicional de exceso de pérdidas.

Estas opciones operaban como spreads (*CAT spreads*). Por ejemplo, el contrato CAT spread 50/70, funcionaba de la manera siguiente: una de las partes, el comprador del contrato, compraba una opción con un precio de ejercicio de 50 y simultáneamente vendía una opción con precio de ejercicio de 70. La otra parte, el vendedor de l contrato, vendía una opción con un precio de ejercicio de 50 y compraba otra con un precio de ejercicio de 70. Estos números, 50/70 en realidad representaban porcentajes, un precio de ejercicio de 50 equivalía a un valor del índice correspondiente de 0.5.

Si el índice de pérdidas catastróficas correspondiente resultaba menor o igual a 0.5, entonces ninguna opción era ejercida y el comprador perdía lo que pagó inicialmente por el spread. Si el índice resultaba mayor a 0.5 y menor o igual a 0.7, sólo se ejercía la opción cuyo precio de ejercicio era 50 y el comprador recibía su pago correspondiente, el cual era igual a $I_T \times 25,000 - P$, en donde P representa el precio que el asegurador pagó por el spread. Si el índice resultaba mayor a 0.7, ambas opciones se ejercían y el comprador recibía $(0.7 \times 25,000 - P)$ dólares sin importar que tan mayor a 0.7 resultara el índice. En la figura VI.2. se ilustra todo esto.

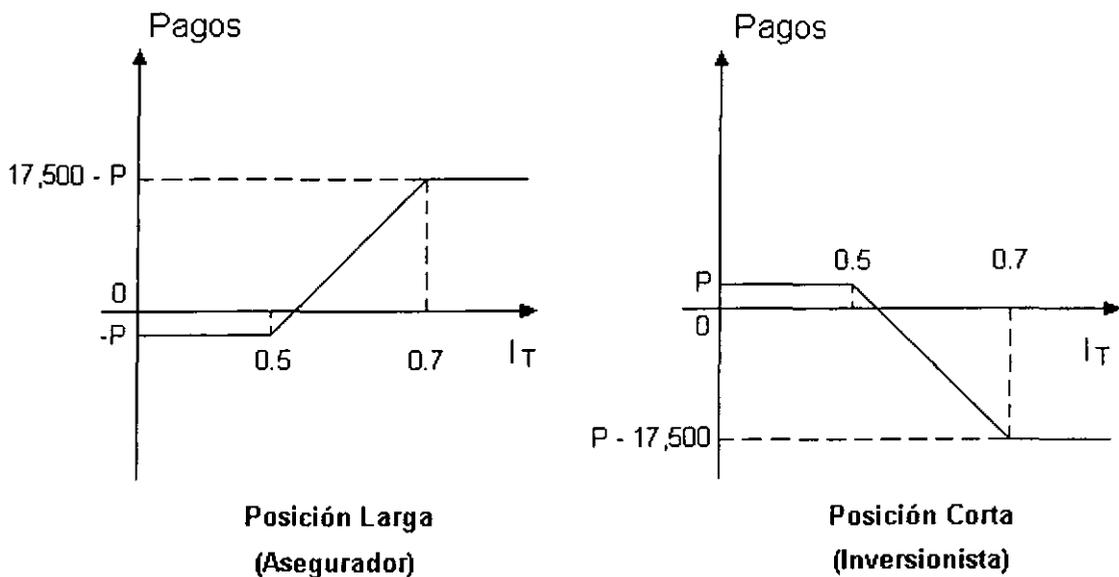


Figura VI.2. Esquema de pagos de un CAT spread 50/70 al vencimiento.

Dados los cuatro contratos de futuros disponibles (Nacional, Este, Mediooeste y Oeste), existía una gran variedad de CAT spreads que potencialmente podían ser negociados. Esta innovación expandió significativamente las posibilidades de los aseguradores para la cobertura de sus riesgos catastróficos, y sentó la base para el desarrollo de las opciones que actualmente se negocian en el CBOT.

1. 1. 6. Los Problemas con los Futuros y Opciones Catastróficos

El principal problema que existía con los futuros y opciones catastróficos estaba relacionado con el activo subyacente: el índice de pérdidas catastróficas calculado por ISO. Sea I_t el índice ISO al tiempo t .

Uno de los problemas era que I_t sólo era publicado poco antes de la fecha de vencimiento, lo cual era justo después del periodo de reporte. Esto significa que las compañías cuyos siniestros eran considerados para la elaboración del índice, tenían la posibilidad de conocer de antemano al menos parte de las pérdidas que serían reflejadas por el índice, mientras que para las compañías restantes era mucho más difícil tener una idea sobre dichas pérdidas. Esto creaba una asimetría en la información, lo que generaba cierta desconfianza en relación a los futuros y opciones catastróficos.

Otro problema era el riesgo moral. Una compañía cuyas pérdidas catastróficas eran consideradas para calcular el índice podía manipular los datos de sus pérdidas al retardar el reporte de una pérdida considerable para que fuera incluida en el reporte del siguiente periodo y no afectara el índice del periodo considerado. La causa que podría llevar a una compañía a hacer esto podría ser que dicha compañía hubiera tomado una posición corta en algún contrato de futuros u opciones catastróficos.

Finalmente, el problema más grave se relaciona con el hecho de que el periodo de reporte era demasiado corto. Si ocurría algún evento catastrófico casi al final de alguno de los trimestres considerados en los contratos y el proceso de reclamación fuera lento, entonces podría ser que el índice no alcanzara a reflejar adecuadamente las pérdidas ocasionadas por la catástrofe. Precisamente este problema ocurrió con un contrato de futuros catastróficos de Marzo de 1994, periodo en el que ocurrió el terremoto de Northridge. Al final, el índice resultó bajo y no reflejó verdaderamente los reclamos por los siniestros ocurridos.

A causa de todos los problemas mencionados, los futuros y opciones catastróficos nunca alcanzaron la popularidad que se esperaba. Por esta razón, con el objeto de resolver estos problemas, estos productos fueron mejorados, y el 29 de Septiembre de 1995 el CBOT introdujo al mercado un nuevo producto derivado sobre seguros: las opciones catastróficas PCS. Estas opciones catastróficas difieren de los futuros y opciones catastróficos anteriores en muchos aspectos. Primeramente, estas opciones se basan en una estimación de las pérdidas de las aseguradoras por la ocurrencia de eventos catastróficos hecha por la *Property Claim Services* (PCS), a diferencia de los futuros y opciones catastróficos anteriores que se basaban en datos proporcionados a ISO por unas cuantas aseguradoras y sobre ciertos riesgos únicamente. Desde 1949, PCS ha proporcionado estimaciones de pérdidas catastróficas que son reconocidas como las más confiables disponibles. En segundo lugar, los índices no representan

una razón de pérdidas (*loss ratio*), sino un valor actualizado en dólares. Cada unidad del Índice de Pérdidas PCS representa 100 millones de dólares en pérdidas catastróficas reportadas.

1. 2. El Índice PCS

1. 2. 1. Descripción

La *Property Claim Services* (PCS) es una división de la *American Insurance Services Group*, y es una organización no lucrativa que presta diversos servicios a la industria aseguradora de Estados Unidos.

Cuando PCS, a juicio propio, estima que algún evento natural o provocado por el hombre dentro del territorio de Estados Unidos es probable que cause más de 25 millones de dólares en pérdidas aseguradas totales, y determina que esto puede afectar a un número significativo de asegurados y compañías de seguros *property/casualty*; PCS clasifica al evento como una catástrofe y le asigna un número serial de catástrofe (una Catástrofe Identificada PCS -*PCS Identified Catastrophe*-). Algunos de los riesgos asegurados que han causado pérdidas a las compañías de seguros y que han sido considerado como catástrofes por PCS son tornados, huracanes, tormentas, inundaciones, vientos, nevadas, ondas gélidas, granizo, terremotos, erupciones volcánicas, explosiones, alborotos populares, etc. PCS efectúa tres tipos diferentes de estimaciones: Estimaciones Relámpago de Pérdidas (*Flash Loss Estimates*), Estimaciones Preliminares de Pérdidas (*Preliminary Loss Estimates*) y Estimaciones Revisadas de Pérdidas (*Resurvey Loss Estimates*).

Simultáneamente al anuncio de que una catástrofe ha sido identificada (generalmente de 18 a 72 horas después de la ocurrencia de una Catástrofe Identificada PCS), PCS generalmente proporciona una estimación relámpago anticipada de pérdidas de la industria aseguradora *property/casualty* por la ocurrencia del evento. Esta estimación relámpago regularmente se basa en información meteorológica o sismológica inicial con que cuenta PCS y/o información telefónica de personal industrial y oficiales públicos en las áreas afectadas. Esta estimación Relámpago de Pérdidas proporciona a los aseguradores y reaseguradores una perspectiva inicial sobre la severidad de la catástrofe, pero no es incluida en los índices del CBOT.

Los índices calculados por el CBOT comprenden las Estimaciones Preliminares de Pérdidas y son ajustados de acuerdo a las Estimaciones Revisadas de Pérdidas. Las Estimaciones Preliminares de Pérdidas son preparadas y dadas a conocer en el transcurso de varios días y hasta un máximo de dos semanas después de la ocurrencia de la Catástrofe Identificada PCS. Si una catástrofe es lo bastante grande, PCS continuará recogiendo información de pérdidas

para determinar si la estimación inicial tiene que ser ajustada. PCS generalmente revisa Catástrofes Identificadas PCS que, en base a la estimación preliminar, hayan causado más de 250 millones de dólares a la industria aseguradora *property/casualty*. PCS usualmente publica la estimación revisada inicial aproximadamente 60 días después de la publicación de la estimación preliminar. PCS puede continuar el proceso de revisión y publicar estimaciones revisadas adicionales aproximadamente cada 60 días después de la estimación preliminar o estimación revisada previa, hasta que considere que la estimación de las pérdidas totales es razonablemente precisa. Esto significa que la estimación de las pérdidas aseguradas debidas a ciertas catástrofes puede seguir siendo modificada aún después de la liquidación de las opciones PCS. PCS realiza sus estimaciones en base a una combinación de varios procedimientos, incluyendo una encuesta general a aseguradoras, estimación de los daños en las propias áreas afectadas, etc. PCS reporta sus índices de pérdidas al CBOT todos los días operativos, pero los índices son modificados sólo cuando es publicada una nueva estimación preliminar o una estimación revisada.

1. 2. 2. Ventajas del Índice PCS en Relación con el Índice ISO

En relación a los problemas que presentaba el índice subyacente de los futuros y opciones catastróficos, se puede decir que el índice PCS los resuelve en buena medida. Primeramente, ni el *American Insurance Services Group*, ni ningún empleado suyo revelaría ninguna estimación de pérdidas aseguradas totales por una catástrofe antes de su publicación oficial. Esto significa que todos los inversionistas reciben la misma información al mismo tiempo, lo que elimina el problema de asimetría en la información que presentaba el índice ISO.

Por otra parte, cuando PCS realiza los índices de pérdidas, utiliza encuestas del mercado. Estas encuestas son confidenciales y no son utilizadas directamente en la estimación de los índices. De esta manera, resulta muy difícil para las compañías de seguros manipular los índices, por lo de esta forma se elimina el problema del riesgo moral.

Finalmente, la manera en que se construye el índice PCS también elimina el problema relacionado con la ocurrencia de catástrofes casi al final del período cubierto por el contrato. El índice PCS no depende directamente de un número determinado de siniestros reportados y el tiempo que transcurre desde el final del período cubierto por el contrato hasta el momento en que el índice es fijado es mayor en relación al índice ISO.

1. 3. Especificaciones de las Opciones PCS

Como ya se mencionó, el activo subyacente de las opciones PCS son los índices PCS. Existen nueve diferentes tipos de índices, los cuales son proporcionados diariamente por PCS. Estos nueve índices se dividen en un índice nacional, cinco regionales y tres estatales. Los cinco índices regionales son: Este, Noreste, Sudeste, Mediooeste y Oeste. Los tres índices estatales son: Florida, Texas y California. Cada índice representa estimaciones hechas por PCS de las pérdidas de la industria aseguradora *property/casualty* por un evento catastrófico (identificado por PCS como tal) en el área y período cubiertos.

El **período de riesgo** o período de pérdidas (*loss period*) es el período durante el cual se acumulan las pérdidas catastróficas. Para un índice en el que las catástrofes dependen de la estación del año (huracanes, tornados, etc.) el período de riesgo es trimestral y los meses de las opciones son Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre, los cuales cubren el período del primer, segundo, tercer y cuarto trimestre del año respectivamente; mientras que, para los índices en los que las catástrofes son independientes de la estación del año (terremotos), el período de riesgo es anual y sólo está disponible el contrato de Diciembre.

Índices Catastróficos PCS			
Región	Período	Meses del contrato	Estados cubiertos
Florida	Trimestral	Mar, Jun, Sep, Dic	Florida
Texas	Trimestral	Mar, Jun, Sep, Dic	Texas
California	Anual	Dic	California
Este	Trimestral	Mar, Jun, Sep, Dic	Comprende todos los estados cubiertos por los contratos del Noreste y del Sudeste
Noreste	Trimestral	Mar, Jun, Sep, Dic	Maine, New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Connecticut, Rhode Island, New York, New Jersey, Pennsylvania, Delaware, Maryland, Washington DC
Sudeste	Trimestral	Mar, Jun, Sep, Dic	Vancouver, West Virginia, North Carolina, South Carolina, Atlanta, Florida,

			Alabama, Mississippi, Louisiana
Mediooeste	Trimestral	Mar, Jun, Sep, Dic	Kentucky, Ohio, Michigan, Indiana, Illinois, Wisconsin, Minnesota, North Dakota, South Dakota, Iowa, Nevada, Kansas, Missouri
Oeste	Anual	Dic	Hawaii, Alaska, Washington, Oregon, California, Nevada, Arizona, New Mexico, Uta, Colorado, Wyoming, Montana, Idaho
Nacional	Trimestral	Mar, Jun, Sep, Dic	Los 50 estados de la Unión Americana más Washington DC

Cada índice tiene un valor de cero al inicio del período de riesgo correspondiente y aumenta un punto por cada 100 millones de dólares en pérdidas catastróficas sufridas por la industria aseguradora *property/casualty* durante este período. Cuando ocurren pérdidas que empiezan en un período y terminan en otro, éstas se incluyen en el período en el que comenzaron. Por ejemplo, si ocurriera un huracán en Florida durante el tercer trimestre del 2000 que causara pérdidas aseguradas por 10,000 millones de dólares, el valor del índice correspondiente al estado de Florida y al mes de Septiembre sería de 100. Si durante el siguiente trimestre PCS determina que el huracán causó en realidad 12,250 millones de dólares en pérdidas aseguradas, el índice sería ajustado a 125.25, mientras que el contrato correspondiente al mes de Diciembre no se vería afectado por este evento.

Cada punto de índice es equivalente a un valor de 200 dólares.

Pérdidas Catastróficas Sufridas por la Industria Property/Casualty	Valor del Índice PCS	Equivalente en Dólares para la Liquidación de las Opciones
100 millones	1.0	200
500 millones	5.0	1,000
10,000 millones	100.0	20,000

Si una compañía compra 10 contratos call de Junio del 2000 de la región Este, con un precio de ejercicio de 50; sólo elegiría ejercer su opción si a la fecha de vencimiento de la opción el índice fuera mayor a 50. De esta manera, si el valor del índice al vencimiento fuera de 60, la compañía recibiría un pago en efectivo de 20,000 dólares $((60 - 50) \times 10 \times 200)$.

El **período de desarrollo** (*development period*), es el tiempo después del periodo de riesgo durante el cual PCS continua estimando el monto de las pérdidas ocurridas durante el periodo de riesgo. Los usuarios de las opciones PCS pueden escoger la duración de este periodo de desarrollo, la cual puede ser de seis meses o de un año. El periodo de desarrollo comienza inmediatamente después de que termina el periodo de riesgo. El valor del índice PCS al final del periodo de desarrollo elegido será usado para la liquidación de las opciones aun cuando todavía pueda haber cambios en la estimación de las pérdidas.

El poseedor de una opción PCS tiene el derecho, mas no la obligación, de ejercer su opción a un precio de ejercicio especificado previamente hasta la fecha de vencimiento, es decir, las opciones PCS son opciones europeas. Estas opciones se liquidan en efectivo; de esta forma, si el poseedor de una opción de compra (*call option*) decide ejercerla, simplemente recibe un pago en efectivo equivalente al valor en dólares del índice correspondiente menos el precio de ejercicio, también expresado en dólares; mientras que un poseedor de una opción de venta (*put option*) recibiría un pago en efectivo equivalente al precio de ejercicio menos el valor del índice (ambos expresados en dólares).

Las opciones PCS pueden negociarse como calls, puts, o spreads. La mayoría de las transacciones involucran call spreads, ya que este esquema funciona igual que un contrato de reaseguro de exceso de pérdidas.

Las opciones PCS pueden negociarse como contratos con "límite pequeño" o contratos de "límite amplio" ("*small cap contract*" o "*large cap contract*"). Los contratos con límite pequeño permiten cubrir pérdidas catastróficas en exceso del precio de ejercicio de 0 hasta 20,000 millones de dólares, mientras que los contratos con límite amplio permiten cubrir pérdidas catastróficas en exceso del precio de ejercicio de 20,000 millones hasta 50,000 millones de dólares. Desde el punto de vista del asegurador, el valor de una opción call PCS al tiempo de vencimiento T, con precio de ejercicio X, valor límite (*cap value*) K y cuyo valor del índice subyacente sea L(T), se puede expresar de la siguiente manera:

$$C(T, L(T)) = \min(\max(L(T) - X, 0), K - X) \times 200$$

Ejemplo: Supongamos que una compañía de seguros compra una opción call PCS del mes de Diciembre del 2000 con precio de ejercicio de 150 puntos. En esencia, la aseguradora está comprando un call spread 150/200 (o, usando terminología de reaseguro, la aseguradora está comprando una capa de protección contra pérdidas sufridas por el sector de 15,000 a 20,000

millones de dólares). Si el índice PCS correspondiente refleja pérdidas por 25,000 millones de dólares al final del período de desarrollo considerado (esto es, 250 puntos de índice), el poseedor de esta opción únicamente recibirá un pago de 10,000 dólares por cada opción que haya comprado $((200 - 150) \times 200)$.

En la práctica, los participantes de este mercado de opciones PCS reconocen que estos límites no brindan la suficiente protección contra grandes pérdidas, por lo que, como se mencionó anteriormente, la mayor parte de las transacciones de este tipo de opciones involucran call spreads. También pueden negociarse opciones put sobre todos los índices PCS, pero los participantes de este mercado muy rara vez efectúan alguna transacción de este tipo.

Por otro lado, la garantía requerida para un vendedor de un call spread varía antes, durante y después del período de riesgo. Antes del inicio de período de riesgo, el vendedor de un call spread debe depositar una garantía de 200 dólares por spread. Durante el período de riesgo, el vendedor debe mantener una garantía equivalente al máximo entre 200 dólares por spread, el valor de ajuste del mercado (*mark to market value*), y el 20% del máximo de pérdidas probables. La garantía requerida durante el período de desarrollo es el valor de ajuste del mercado del spread, a menos que el grupo de revisión de garantía del CBOT (*CBOT margin review group*) que PCS pueda hacer una revisión substancial de algún índice. El comprador de un call spread únicamente debe depositar una garantía igual al precio acordado por el contrato.

A continuación se presenta una tabla resumen con las especificaciones de contrato de las opciones catastróficas PCS:

Especificaciones de Contrato de las Opciones Catastróficas PCS	
Valuación del índice	Cada punto de índice tiene un valor equivalente a 200 dólares
Límite pequeño/amplio	Cada índice PCS cuenta tanto con contratos con límite pequeño como con límite amplio. Los contratos con límite pequeño cubren pérdidas en exceso del precio de ejercicio de 0 a 20,000 millones de dólares. Los contratos con límite amplio cubren pérdidas en exceso del precio de ejercicio de 20,000 a 50,000 millones de dólares.
Período de desarrollo	6 o 12 meses.
Precios de ejercicio	Los precios de ejercicio se cotizan en múltiplos de 5 puntos. Para contratos con límite pequeño, los precios de ejercicio van de 0 a 195 puntos en el caso de calls, y de 5 a 200 puntos en el caso de puts. Para contratos con límite amplio, los precios de ejercicio van de 200 a 495 en el caso de calls, y de 205 a 500

	en el caso de puts.
Primas	Cotizadas en puntos y décimas de punto.
Límite de precio diario	10 puntos para opciones con límite pequeño y 20 puntos para opciones con límite amplio.
Límites de posiciones	10,000 opciones para todos los meses y precios de ejercicio combinados, con posiciones reportables de 25 opciones.
Último día de negociación	El último día hábil del doceavo mes calendario posterior al período de riesgo.
Liquidación	Las opciones se ejercen sólo al vencimiento (estilo europeo).
Horario de operaciones	De lunes a viernes de 8:30 a.m. a 12:30 p.m., hora de Chicago.

1. 4. Ejemplos de Cobertura por Medio de Opciones PCS

Ya que la mayor parte de las transacciones involucran call spreads, sólo se considerará este tipo de opciones.

Los compradores de spreads PCS son principalmente aseguradores y reaseguradores, mientras que los vendedores pueden ser inversionistas. Para ilustrar cómo puede una compañía aseguradora o reaseguradora cubrirse de riesgos catastróficos a través de estas opciones consideremos una compañía de seguros *property/casualty* con las siguientes características:

- Su cartera está fuertemente concentrada en la región noreste de Estados Unidos.
- Cuenta con una participación en el mercado de 0.25% (medido en primas de pólizas suscritas).
- La exposición de su cartera de seguros al riesgo de huracán es menor al promedio de la industria completa. Más específicamente, la compañía calcula que en promedio el monto de sus pérdidas catastróficas por un huracán serían el 80% del monto de las pérdidas de la industria.
- La compañía desea cubrirse de pérdidas catastróficas durante la temporada de huracanes (el tercer trimestre del año) comprando una capa de protección de 10 millones de dólares en exceso de 5 millones.

La pregunta es, ¿qué clase de opción PCS debe comprar la compañía? En base a las características antes mencionadas, los pasos a seguir para determinar el contrato adecuado para la compañía aseguradora son los siguientes:

Primeramente se debe determinar la región de cobertura y período de riesgo del contrato que mejor se adapten a las necesidades de la compañía aseguradora. En este caso, evidentemente el contrato más adecuado es el correspondiente a la región Noreste y al mes de Septiembre.

Después, puesto que cada uno de los índices PCS refleja el monto de las pérdidas catastróficas de la industria aseguradora *property/casualty* en su conjunto en un área y un período determinados, la compañía aseguradora tiene que ajustar los límites superior e inferior de la capa de cobertura deseada en base a su participación en el mercado y a su grado de exposición en relación al mercado. Es decir, se deben ajustar los precios de ejercicio de los calls para determinar el spread adecuado para la compañía aseguradora:

Pérdidas de la compañía = Pérdidas de la industria x Participación en el mercado de la compañía x Grado de exposición de la compañía en relación a la industria

Por lo tanto:

$$\text{Precio de ejercicio} = \frac{\text{Pérdidas de la compañía}}{\text{Participación en el mercado} \times \text{Grado de exposición con respecto a la industria}}$$

En este caso, para el límite inferior de la capa de cobertura deseada tenemos:

$$\text{Precio de ejercicio 1} = \frac{5 \text{ millones}}{0.0025 \times 0.8} = 2,500 \text{ millones de dólares ó 25 puntos}$$

Para el límite superior de la capa de cobertura tenemos:

$$\text{Precio de ejercicio 2} = \frac{15 \text{ millones}}{0.0025 \times 0.8} = 7,500 \text{ millones de dólares ó 75 puntos}$$

Por lo tanto, la capa de cobertura de 10 millones de dólares en exceso de 5 millones requerida por la aseguradora puede ser proporcionada por un call spread 25/75.

El número apropiado de contratos que se deben comprar es el siguiente:

$$\text{Numero de spreads} = \frac{\text{Monto de proteccion requerida}}{\text{Monto de proteccion ofrecida por cada contrato}}$$

$$\text{Numero de spreads} = \frac{10 \text{ millones}}{(75 - 25) \times 200} = 1,000 \text{ spreads}$$

Por lo tanto, la compañía debe comprar 1,000 call spreads 25/75 de la región del Noreste del mes de Septiembre. En otras palabras, la compañía debe comprar 1,000 opciones call PCS con un precio de ejercicio de 25 puntos y simultáneamente vender 1,000 opciones call PCS con un precio de ejercicio de 75 puntos. Supongamos que la compañía aseguradora compra cada opción call PCS con precio de ejercicio de 25 a 850 dólares y vende cada opción call PCS con precio de ejercicio de 75 puntos a 150dólares. Por tanto, el precio de cada spread sería de 700 dólares, y el costo total de la cobertura sería de 700,000 dólares.

A continuación se presenta el esquema de pagos del call spread 25/75 desde el punto de vista de la compañía aseguradora.

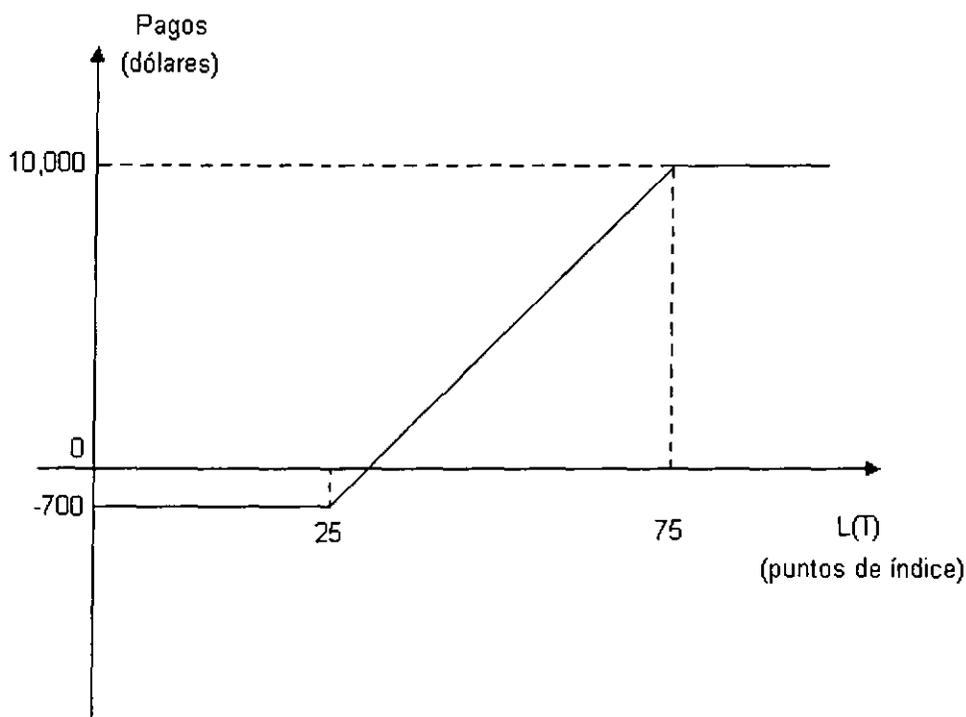


Figura VI.3. Esquema de pagos de una opción PCS call spread

Como podemos ver, si las pérdidas estimadas de la industria aseguradora *property/casualty* según el índice PCS correspondiente resultan menores a 2,500 millones de dólares, el spread no proporciona ningún pago a la aseguradora. Si las pérdidas se estiman por encima de 75,000 millones de dólares, la compañía aseguradora recibe el pago equivalente a su cobertura completa, esto es, $(75 - 25) \times 200 \times 1,000 = 5$ millones de dólares, que era el monto de protección deseado originalmente por la aseguradora. Si las pérdidas se estiman entre 25,000 y 75,000 millones de dólares, el pago que recibe la aseguradora es el equivalente a la diferencia

entre el precio de ejercicio de la opción call comprada por la compañía (en este caso, 25 puntos de índice o 25,000 dólares) y el precio actual del índice .

Los pagos recibidos por la aseguradora en diferentes escenarios se ilustran en la siguiente tabla:

Pérdidas de la industria	Índice PCS	Pérdidas de la compañía	Pagos de los spreads	Costo de la cobertura	Pérdidas netas
0	0	0	0	0.7	0.7
1,000	10	2	0	0.7	2.7
2,500	25	5	0	0.7	5.7
5,000	50	10	5	0.7	5.7
6,000	60	12	7	0.7	5.7
7,500	75	15	10	0.7	5.7
8,000	80	16	10	0.7	6.7
10,000	100	20	10	0.7	10.7

* Con excepción del índice PCS, todas las cifras son expresadas en millones de dólares.

Este ejemplo nos muestra que las opciones call spread PCS funcionan de manera muy similar a las capas en el reaseguro de exceso de pérdidas. Estrategias similares pueden ser usadas tanto por compañías aseguradoras como por reaseguradoras para cambiar la composición de su cartera de riesgos o para complementar sus programas de reaseguro tradicional. Por ejemplo, si una compañía reaseguradora únicamente suscribe pólizas de reaseguro en la región norte de Estados Unidos, pero le gustaría disfrutar de los beneficios de una cartera diversificada, dicha compañía podría vender opciones call spread PCS de distintas regiones como el Este, Mediooeste, Oeste, etc.

De manera similar, una compañía aseguradora o reaseguradora podría utilizar las opciones PCS para modificar las capas de riesgo a las que este expuesta. Por ejemplo, si una compañía aseguradora o reaseguradora siente que está sobreexpuesta a eventos que pudieran provocar pérdidas catastróficas entre 60,000 y 100,000 millones de dólares en la región Oeste de Estados Unidos, podría comprar call spreads PCS 60/100 de la región Oeste y vender call spreads PCS

100/140 con el objeto de cambiar parte de su exposición a una capa más alta pero con menos probabilidad de ocurrencia de pérdidas catastróficas.

Por otra parte, si una compañía de seguros sólo puede comprar reaseguro tradicional a un determinado nivel de retención que considere muy alto, dicha compañía puede utilizar opciones catastróficas PCS para comprar una cobertura a un nivel de retención por debajo de su cobertura de reaseguro tradicional. Por ejemplo, supongamos que una compañía de seguros quisiera comprar una cobertura de reaseguro tradicional de 40 millones de dólares en exceso de 70 millones en pérdidas, pero las compañías de reaseguro estuvieran dispuestas a otorgar una cobertura de 20 millones de dólares en exceso de 90 millones. Dicha compañía de seguros podría comprar la cobertura de reaseguro tradicional ofrecida por las reaseguradoras y luego, siguiendo la metodología descrita en anteriormente, determinar los call spreads adecuados para reducir su nivel de retención de 90 millones a 70 millones de dólares.

Así mismo, las aseguradoras y reaseguradoras pueden usar opciones catastróficas PCS para obtener una cobertura adicional en el corto plazo antes, durante y después del período de riesgo. Por ejemplo, supongamos que los modelos catastróficos de una aseguradora muestran un riesgo mayor al esperado justo antes de la llegada de un huracán. A través de las opciones catastróficas PCS esta aseguradora cuenta con medio de respuesta inmediata a esta situación, ya que la aseguradora puede comprar opciones catastróficas PCS para complementar su protección de reaseguro de manera casi inmediata.

Finalmente, las opciones catastróficas PCS pueden representar una alternativa para reinstalar un programa de reaseguro tradicional completo, lo cual puede representar ciertas ventajas para las compañías cedentes. Las opciones PCS brindan a las compañías aseguradoras o reaseguradoras la flexibilidad necesaria para rediseñar de manera sintética su programa de reaseguro por el tiempo restante del período de cobertura requerido. Por ejemplo, supongamos que un fuerte huracán azotara al estado de Florida en Agosto del 2000, provocando pérdidas suficientemente grandes como para que se consumiera por completo la cobertura otorgada por el reaseguro tradicional. La compañía aun necesita cubrir sus riesgos por los restantes cuatro meses del año. En lugar de reinstalar por completo su programa de reaseguro, la compañía puede comprar opciones call spread PCS de Florida del mes de Septiembre para cubrir el último mes de cobertura del trimestre correspondiente y luego comprar opciones call spread PCS del mes de Diciembre para cubrir el último trimestre del año.

2. Las Opciones Catastróficas del *Bermuda Commodities Exchange*

Dentro del campo de los productos derivados sobre seguros que se comercian en bolsa, existe una alternativa a las opciones catastróficas PCS que ofrece el CBOT: las opciones catastróficas del *Bermuda Commodities Exchange* (BCOE). El concepto básico en el que descansan estas opciones es esencialmente el mismo que el de las opciones PCS, sin embargo, existen algunas diferencias interesantes en las características específicas de estas opciones.

El Bermuda Commodities Exchange es un innovador mercado que empezó a operar en 1997 y que ofrece la posibilidad a los aseguradores de cubrirse contra riesgos catastróficos, y a los inversionistas de invertir en productos financieros basados en dichos riesgos.

Para poder acceder a éste mercado es necesario ser miembro del mismo. Entre los miembros del BCOE destacan *American International Group (AIG)*, *Chase Manhattan* y *Guy Carpenter & Company*, así como diferentes compañías de reaseguro e instituciones financieras y de seguros.

Las transacciones en el BCOE se realizan a través de un sistema electrónico automatizado que conecta a los miembros, mostrando todos los precios de oferta y de demanda, sin revelar la identidad ni de compradores ni de vendedores.

2. 1. Estructura de los Contratos

Las opciones catastróficas del BCOE se basan en un índice catastrófico de daños en propiedades aseguradas causados por "riesgos atmosféricos" en determinadas regiones de Estados Unidos durante periodos específicos. Dicho índice fue desarrollado por la Guy Carpenter & Company, Inc. y es calculado por su empresa afiliada IndexCo, LLC. Estos contratos cubren riesgos en periodos de seis meses de Enero a Junio y de Julio a Diciembre en regiones de Florida, el Noreste, el Sudeste, el área del Golfo y el Mediooeste.

Las transacciones implican que el comprador de la opción paga una prima al vendedor (el suscriptor de la opción), el cual asume el compromiso de pagar un monto específico si las pérdidas aseguradas en una determinada región de Estados Unidos y en un determinado periodo de riesgo generadas por huracanes, tornados, vientos tempestuosos, granizo o temperaturas heladas, exceden de un *loss-to-value ratio* especificado en el contrato.

El *loss-to-value ratio* de una compañía es igual al monto de los siniestros pagados relativos a una determinada catástrofe o periodo de riesgo y a una determinada área geográfica, dividido por la Base de Exposición (*Exposure Base*) de la misma compañía para la misma área

geográfica. A su vez, la Base de Exposición se refiere al monto al que ascienden los seguros en vigor relativos a las viviendas cubiertas bajo las pólizas de seguro de casa habitación.

Estos *ratios* se calculan a partir del índice catastrófico de Guy Carpenter. Dicho índice combina la experiencia en siniestralidad de aseguradores específicamente seleccionados en cada zona geográfica. En promedio, 12 aseguradores reportan sus pérdidas para cada área en base al código postal (*zip code*).

Para llevar a cabo una transacción, es necesario enviar la orden, ya sea por computadora a la terminal del BCOE, por teléfono o por fax. Los suscriptores de opciones tienen que hacer un depósito en una cuenta de garantía y los compradores deben pagar en efectivo las primas correspondientes.

2. 2. El Índice Catastrófico de Guy Carpenter

El índice catastrófico de Guy Carpenter (*Guy Carpenter Catastrophe Index* o GCCI) estima los daños asegurados de casas habitación en Estados Unidos causados por riesgos atmosféricos como huracanes, tornados, vientos tempestuosos, granizo y temperaturas heladas.

El GCCI puede verse como una colección de varios índices, ya que mide los daños en la mayoría de las casas habitación a nivel de zonas postales, y puede ser agregado geográficamente a cualquier nivel, como estatal o regional. Para cada área geográfica cubierta por el GCCI, se producen dos tipos de índices: el GCCI por evento (*Event GCCI*), que mide los daños provocados por una determinada catástrofe, y el GCCI agregado (*Aggregate GCCI*), que mide los daños acumulados durante un determinado período.

2. 2. 1. Objetos y Riesgos Cubiertos

El GCCI se basa en pólizas de seguro de casas habitación, y excluye seguros o siniestros pagados reportados como: pólizas de condominios o de arrendatarios, casas móviles, pólizas que excluyen la cobertura de vientos tempestuosos, etc.

Los riesgos cubiertos, como ya se mencionó, incluyen huracanes, tornados, vientos tempestuosos, granizo y temperaturas heladas. El GCCI excluye pérdidas relacionadas con otros riesgos como fuego, inundación, rayo, terremoto, revueltas populares, etc.

2. 2. 2. Áreas Geográficas

Para calcular el GCCI se requiere de una lista de zonas postales de Estados Unidos, así como estimaciones del número y del valor total de unidades “específicas” de casas habitación ocupadas por su propietario en cada área correspondiente a un código postal. Estos datos son provistos por la compañía *Claritas, Inc.*, la cual actualiza esta información anualmente.

Una “Unidad de Reporte” (*Reporting Unit*) es el área geográfica más pequeña cubierta por el GCCI. Una Unidad de Reporte puede ser un área correspondiente a un código postal individual o, en regiones menos pobladas, un área que abarque varios códigos postales.

Una vez que IndexCo ha desarrollado su lista de Unidades de Reporte y de Base de Exposición para un determinado período de riesgo, la lista queda fija para dicho período y no cambia aún cuando posteriores listas de códigos postales sí lo hagan.

Para que un área correspondiente a un código postal individual califique como una Unidad de Reporte, debe tener al menos 1,000 casas habitación ocupadas por sus propietarios, determinadas a partir del censo realizado por Claritas, y deben participar al menos cuatro compañías, cada una proporcionando datos de al menos 10 casas habitación con un valor asegurado mínimo en conjunto de 700,000 dólares en esa área.

A las zonas postales que no cumplen con estos requerimientos se les agrupa de acuerdo al estado o a sus primeros tres dígitos del código postal. Estas Unidades de Reporte (3-digit ZIP Reporting Unit), consideradas como una sola unidad, también deben satisfacer los requerimientos anteriores.

El GCCI también se calcula para áreas geográficas más grandes, incluyendo estados, regiones y los Estados Unidos en su conjunto. Cada uno de éstos índices se compone de la asociación de las Unidades de Reporte correspondientes, usando una metodología que se explicará más adelante.

2. 2. 3. Criterios para la Elección de las Compañías Participantes

Mientras que por un lado resulta poco práctico reunir información sobre la exposición y los siniestros de todas las compañías aseguradoras de casas habitación, por otro lado es muy importante reunir la cantidad suficiente de datos para poder reflejar de manera precisa la siniestralidad experimentada por todo el sector. Dada la dificultad para reunir datos de la industria en su conjunto y la gran disparidad entre las compañías en cuanto a suscripción de pólizas, procesamiento de los siniestros, y elaboración de reportes, IndexCo ha establecido requisitos de elegibilidad para las compañías cuyos datos serán usados para el cálculo del índice.

El GCCI no es un índice ponderado, es decir, el loss-to-value ratio de cada compañía participante no es ponderado de acuerdo a la participación en el mercado de la misma.

Para que una compañía sea elegible para ser incluida en el GCCI, tiene que haber demostrado que cuenta con la habilidad de transmitir a IndexCo la información requerida de exposición y pérdidas de una manera consistente y puntual.

Dentro de una determinada área geográfica, puede haber grandes diferencias en la participación de mercado entre las compañías de seguros. Por tanto, es importante calificar la representatividad de la siniestralidad de una compañía de seguros con respecto a todo el sector. Para ser clasificada como una Compañía Admitida (*Admitted Company*) en una Unidad de Reporte, una compañía participante debe tener dentro de la Unidad de Reporte al menos 10 pólizas de seguro de casas habitación y un monto asegurado mínimo de 700,000 dólares en conjunto.

2. 2. 4. Cálculo del Índice

El valor del GCCI para una determinada Unidad de Reporte se calcula como un promedio aritmético de los loss-to-value ratios de las compañías admitidas.

Estos loss-to-value ratios son calculados para cada Unidad de Reporte dividiendo el total de las pérdidas por eventos atmosféricos cubiertos de las compañías admitidas (por un determinado período de riesgo o catástrofe) en esa Unidad de Reporte entre su Base de Exposición asociada. El numerador incluye pérdidas relacionadas con la vivienda, otras estructuras y bienes muebles.

Después de calcular los ratios de cada compañía admitida, dentro de una determinada Unidad de Reporte, dichos ratios son sumados y la suma es dividida entre el número de compañías admitidas en la Unidad de Reporte.

El GCCI es publicado para dos períodos de riesgo cada año: el primer período de riesgo abarca del 1º de Enero al 30 de Junio, y el segundo período de riesgo abarca del 1º de Julio al 31 de Diciembre.

El GCCI puede ser de dos tipos: Agregado o por Evento. En el GCCI Agregado, el numerador del loss-to-value ratio de cada compañía admitida incluye todos los siniestros pagados por daños atmosféricos cubiertos ocurridos durante un determinado período de riesgo; mientras que en el GCCI por Evento, dicho numerador incluye sólo los siniestros pagados relativos a una determinada catástrofe.

La Base de Exposición de las diferentes compañías admitidas es la misma para ambos tipos de GCCI, y representa únicamente el monto al que ascienden los seguros en vigor relativos a las viviendas cubiertas bajo las pólizas de seguro de casa habitación, y no toma en consideración

los montos por otras estructuras ni por bienes muebles. Puesto que los siniestros pagados por riesgos atmosféricos cubiertos incluidos en el numerador del loss-to-value ratio de las compañías admitidas sí incluyen los montos por otras estructuras y por bienes muebles, es posible que el valor del GCCI sea mayor a 1.0.

Por otro lado, las catástrofes para el GCCI por Evento se definen por las fechas de su ocurrencia y por las áreas geográficas que afectan de acuerdo a la siguiente metodología:

- Los siniestros pagados por riesgos atmosféricos cubiertos para todas las compañías admitidas en un determinado período de riesgo se van acumulando por día y por estado, y son divididas entre la exposición total por estado de las compañías admitidas para formar razones de daños "estado-día" (*state-day damage rates*). De acuerdo al estado, se calculan la media y la desviación estándar de los logaritmos de los valores diferentes de cero de las razones de daños estado-día. Si el logaritmo de una razón de daños estado-día es al menos 1.645 desviaciones estándar mayor que la media, entonces se clasifica como un "evento estado-día".
- Los eventos estado-día son agrupados como un evento si ocurren en el mismo estado en días consecutivos o en estados que comparten límites geográficos en el mismo día o en días consecutivos.
- Para cada evento, se calculan estimaciones preliminares de pérdidas por evento multiplicando las razones de daños estado-día por el valor total de las casas del estado correspondiente y sumando los productos.
- Estas estimaciones preliminares de pérdidas por evento se utilizan para clasificar los eventos. El GCCI por Evento es producido para los 10 eventos más grandes para todos los estados.

Hay que notar que las catástrofes se clasifican de acuerdo al período de riesgo en que ocurren. Si una serie de razones de daños inusualmente altas se extienden de un período de riesgo al siguiente, se consideran como dos eventos separados.

Por otro lado, dado que las Unidades de Reporte varían de acuerdo al número de casas aseguradas y al monto de los daños atmosféricos cubiertos causados por determinada catástrofe o durante un determinado período de riesgo, no se pueden simplemente promediar los valores del GCCI de las Unidades de Reporte para determinado estado. Lo que se hace es un promedio ponderado para las Unidades de Reporte. Por ejemplo, para calcular el GCCI del estado de Florida, las ponderaciones se calculan tomando la razón del valor estimado del conjunto de casas que pertenecen a cada Unidad de Reporte entre el valor estimado del conjunto de casas de todo Florida. Cada GCCI a nivel de Unidad de Reporte es multiplicado por su ponderación correspondiente. La suma del producto de estos cálculos para todas las

Unidades de Reporte ubicadas dentro del estado de Florida da como resultado el GCCI para Florida.

El mismo proceso se usa para determinar tanto el GCCI Agregado como el GCCI por Evento para cualquier área geográfica más grande que una Unidad de Reporte.

2. 2. 5. Publicación

El total de las Bases de Exposición para cada Unidad de Reporte se publica el primer mes de periodo de riesgo respectivo. De ésta forma, el Base de Exposición para el primer periodo de riesgo se publica Enero, y la Base de Exposición del segundo período de riesgo se publica en Julio. Al mismo tiempo que la publicación de la Base de Exposición, IndexCo anuncia los nombres de las compañías participantes cuyos datos proporcionados serán incluidos en el índice.

El GCCI se publica trimestralmente el último día del cuarto mes siguiente al trimestre de pago de siniestros al que se relaciona. Puesto que generalmente existe un período de desarrollo de varios meses para los reclamos por catástrofes atmosféricas, es necesario ir actualizando el GCCI a medida que realizan más pagos de siniestros relacionados con una determinada catástrofe o un determinado período. De esta forma, siete meses después del período de riesgo se publica una primera actualización de los índices, tres meses después se publica una segunda actualización, y finalmente otros tres meses después se publica una tercera actualización.

2. 3. Especificaciones de los Contratos

Existen tres tipos de contratos de opciones disponibles: Opciones Catastróficas de Pérdidas por Evento (*Single Loss Cat Option*), Opciones Catastróficas de Pérdidas Acumuladas (*Aggregate Loss Cat Option*) y Opciones Catastróficas de Pérdidas Secundarias (*Secondary Loss Cat Option*).

Las opciones catastróficas de pérdidas por evento se basan en el GCCI por Evento publicado por IndexCo. El GCCI mayor para una región y período de riesgo, en el caso de que aplique, es multiplicado por 10,000 para hacerlo comparable con los precios de ejercicio ofrecidos. Hay que mencionar que los GCCI's sólo son producidos para cada uno de los 10 eventos catastróficos clasificados de acuerdo a razones de daños nacionales. De esta manera, es posible que no se produzca un GCCI por Evento para una determinada región y período de riesgo. En este caso, se le aplicará un GCCI con valor de cero a esta región y período de riesgo.

Las opciones catastróficas de pérdidas acumuladas se basan en el GCCI Agregado publicado por IndexCo. El GCCI Agregado es multiplicado por 10,000 para hacerlo comparable con los precios de ejercicio ofrecidos.

Las opciones catastróficas de pérdidas secundarias se basan en el GCCI por Evento publicado por IndexCo, pero a diferencia de las opciones catastróficas de pérdidas por evento, en éste caso no se considera el GCCI por Evento más grande para una región y período de riesgo, sino el segundo GCCI por Evento más grande. Al igual que en los casos anteriores, el índice subyacente debe ser multiplicado por 10,000 para hacerlo comparable con los precios de ejercicio ofrecidos.

Lo mencionado anteriormente es lo que diferencia a los tres tipos de contratos disponibles, el resto de las especificaciones son iguales para los tres tipos de opciones.

Las regiones disponibles en los contratos son las siguientes:

Región	Estados Incluidos
Nacional	Todo Estados Unidos, más Alaska y Hawaii.
Noreste	Conneiticut, Delaware, Washington D.C., Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Pennsylvania, Rhode Island, Vermont, y West Virginia.
Sudeste	Florida Georgia, North Carolina, South Carolina y Virginia.
Golfo	Alabama Arkansas, Florida, Louisiana y Mississippi.
Mediooeste	Arizona, California, Colorado, Idaho, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Michigan, Minnesota, Missouri, Montana, Nebraska, Nevada, New Mexico, North Dakota, Ohio, Oklahoma, Oregon, South Dakota, Tennessee, Utah, Washington, Winsconsin, y Wyoming.
Florida	Todo el estado de Florida.
Texas	Todo el estado de Texas. (Sujeto a disponibilidad de datos).

El tamaño de cada contrato es de 5,000 dólares, y se cotizan precisamente en dólares americanos con dos decimales. Se trata de opciones binarias, es decir, su valor de liquidación sólo puede ser 0 5,000 dólares.

Cada opción cubre pérdidas causadas por ciertas catástrofes ocurridas dentro del período de riesgo correspondiente. Las opciones están disponibles para dos períodos de riesgo cada año: el primero, del 1° de Enero al 30 de Junio, y el segundo, del 1° de Julio al 31 de Diciembre.

Las fechas de publicación de los índices son las siguientes:

- **Período Parcial.** Un mes después del período de riesgo, representando las pérdidas ocurridas sólo durante los primeros tres meses de dicho período.
- **Período Completo.** Cuatro meses después del final del período de riesgo.
- **Primera Actualización.** Siete meses después del final del período de riesgo.
- **Segunda Actualización.** Diez meses después del final del período de riesgo.
- **Tercera Actualización.** Trece meses después del final del período de riesgo.

La liquidación de estas opciones puede darse en cualquiera de las fechas de publicación de los índices siguiendo los siguientes criterios:

- a) Si en la fecha de publicación del período parcial si el valor del índice es mayor o igual al 110% del precio de ejercicio, la opción se liquida a la mañana del siguiente día laboral y la garantía depositada por el vendedor de la opción se acredita al comprador de la misma. En caso contrario, la liquidación se recorre a la fecha de publicación del período completo.
- b) Si en la fecha de publicación del período completo si el valor del índice es mayor o igual al 110% del precio de ejercicio, la opción se liquida a la mañana del siguiente día laboral y la garantía depositada por el vendedor de la opción se acredita al comprador de la misma. En caso contrario, la liquidación se recorre a la fecha de publicación de la primera actualización.
- c) Se pueden liquidar en la fecha de publicación de la primera actualización si el valor del índice es mayor o igual al 110% del precio de ejercicio, la opción se liquida a la mañana del siguiente día laboral y la garantía depositada por el vendedor de la opción se acredita al comprador de la misma. En caso de que el valor del índice sea menor al 25% del precio de ejercicio, la opción expira sin ser ejercida y el vendedor de la opción recupera la garantía depositada. Si el valor del índice es menor al 110% del precio de ejercicio, pero mayor al o igual al 25% del mismo, la liquidación se recorre a la fecha de publicación de la segunda actualización.
- d) Si en la fecha de publicación de la segunda actualización si el valor del índice es mayor o igual al 110% del precio de ejercicio, la opción se liquida a la mañana del siguiente día laboral y la garantía depositada por el vendedor de la opción se acredita al comprador de la misma. En caso de que el valor del índice sea menor al 50% del precio de ejercicio, la opción expira

sin ser ejercida y el vendedor de la opción recupera la garantía depositada. Si el valor del índice es menor al 110% del precio de ejercicio, pero mayor al o igual al 50% del mismo, la liquidación se recorre a la fecha de publicación de la tercera actualización.

- e) La opción se debe ejercer si el valor del índice es mayor o igual al precio de ejercicio, en cuyo caso la opción se liquida a la mañana del siguiente día laboral y la garantía depositada por el vendedor de la opción se acredita al comprador de la misma. En caso contrario, la opción expira sin valor alguno y su vendedor recupera la garantía depositada.

Los precios de ejercicio disponibles son equivalentes a las pérdidas estimadas del GCCI multiplicadas por 10,000. Dichos precios de ejercicio están disponibles en incrementos de 1 punto de 1 a 10, en incrementos de 5 puntos de 10 a 50, y en incrementos de 50 puntos de 50 a 700.

El comprador de estas opciones debe pagar el 100% de la prima en efectivo, mientras que el vendedor debe depositar en una cuenta de garantía el 100% del valor del contrato (5,000 dólares) en efectivo, en papeles del Tesoro (*United States Treasuries*) o una letra de crédito a la cámara de compensación del BCOE por cada opción vendida.

2. 4. Ejemplos de Cobertura utilizando Opciones Catastróficas del BCOE

Para ilustrar cómo puede una compañía aseguradora o reaseguradora cubrirse de riesgos catastróficos a través de opciones catastróficas del BCOE, consideremos por ejemplo una compañía de seguros *property/casualty* con las siguientes características:

- Su cartera está fuertemente concentrada en el estado de Florida.
- Cuenta con una participación en el mercado de 0.25% (medido en primas de pólizas suscritas).
- La exposición de su cartera de seguros al riesgo de huracán es menor al promedio de la industria completa. La compañía calcula que en promedio, el monto de sus pérdidas catastróficas por un huracán serían el 80% del monto de las pérdidas de la industria.
- La compañía desea cubrirse de pérdidas catastróficas durante el segundo semestre del año comprando una capa de protección de 10 millones de dólares en exceso de 4 millones.
- La Exposición de Base de la compañía asciende a 400 millones de dólares.

En primer lugar hay que considerar que las opciones catastróficas del BCOE son opciones binarias, las cuales pagan 5,000 dólares por contrato en caso de que el índice correspondiente resulte mayor o igual al precio de ejercicio especificado en el contrato, y no pagan nada en caso contrario. Además, como se mencionó anteriormente, los precios de ejercicio sólo están disponibles en incrementos de 1 punto de 1 a 10, en incrementos de 5 puntos de 10 a 50, y en incrementos de 50 puntos de 50 a 700. Por estas razones, no es posible obtener una función de pagos igual a la ofrecida por el reaseguro. Dicha función no puede ser continua. Para obtener la estrategia más parecida a la cobertura ofrecida por el reaseguro, hay que seguir la siguiente metodología:

Primeramente hay que ajustar la capa de protección que desea la aseguradora como un loss-to-value ratio (antes habría que ajustar tanto los límites de la capa como la exposición de base de acuerdo a la participación en el mercado de la compañía y a su grado de exposición con respecto a la industria, pero al hacer el loss-to-value ratio, dichos ajustes se eliminan):

$$\frac{\frac{4 \text{ millones}}{0.0025 \times 0.8}}{400 \text{ millones}} = 0.01$$

$$\frac{4 \text{ millones}}{0.0025 \times 0.8}$$

$$\frac{\frac{10 \text{ millones}}{0.0025 \times 0.8}}{400 \text{ millones}} = 0.025$$

$$\frac{10 \text{ millones}}{0.0025 \times 0.8}$$

Por tanto, la capa de protección ajustada como loss-to-value ratio es de 0.025 puntos en exceso de 0.01.

Para hacer dicha capa compatible con los precios de ejercicio disponibles en las opciones hay que multiplicar sus límites por 10,000. De esta forma, la capa ajustada es de 250 puntos en exceso de 100.

Dentro de este rango existen seis precios de ejercicio disponibles: 100, 150, 200, 250, 300 y 350. Por cada contrato se pagarán 5,000 dólares en caso de que el precio de ejercicio resulte mayor o igual al precio de ejercicio correspondiente. Cada precio de ejercicio de los antes mencionados representa un determinado nivel de pérdidas para la aseguradora. Así, siguiendo un procedimiento inverso al utilizado para determinar la capa de protección ajustada, tenemos que un precio de ejercicio de 100 representa pérdidas para la aseguradora por 4 millones de dólares. A continuación se muestra para cada uno de los seis precios de ejercicio su equivalente en pérdidas para la aseguradora.

Precio de ejercicio	Equivalente en pérdidas para la aseguradora
100	4 millones
150	6 millones
200	8 millones
250	10 millones
300	12 millones
350	14 millones

Para determinar el número de contratos a comprar, la aseguradora debe establecer la indemnización que desea recibir para cada rango de pérdidas. Así por ejemplo, para aproximar lo más posible la cobertura ofrecida por el reaseguro tradicional, la indemnización para cada rango de pérdidas sería la siguiente:

Rango de pérdidas	Indemnización requerida	Indemnización acumulada
4 - 6 millones	1 millón	1 millón
6 - 8 millones	2 millones	3 millones
8 -10 millones	2 millones	5 millones
10-12 millones	2 millones	7 millones
12 - 14 millones	2 millones	9 millones
14 millones o más	1 millones	10 millones

Para obtener el número de contratos a comprar hay que dividir la indemnización requerida entre la protección ofrecida por el contrato, la cual es equivalente a 5,000 dólares. De esta forma, de acuerdo a esta estrategia de cobertura, se deben comprar 200 contratos con precio de ejercicio de 100, 400 contratos con precio de ejercicio de 150, 400 contratos con precio de ejercicio de 200, 400 contratos con precio de ejercicio de 250, 400 contratos con precio de ejercicio de 300 y 200 contratos con precio de ejercicio de 350.

A continuación se presenta el esquema de pagos que resulta de esta estrategia de cobertura desde el punto de vista de la compañía aseguradora, sin tomar en cuenta el costo de las opciones.

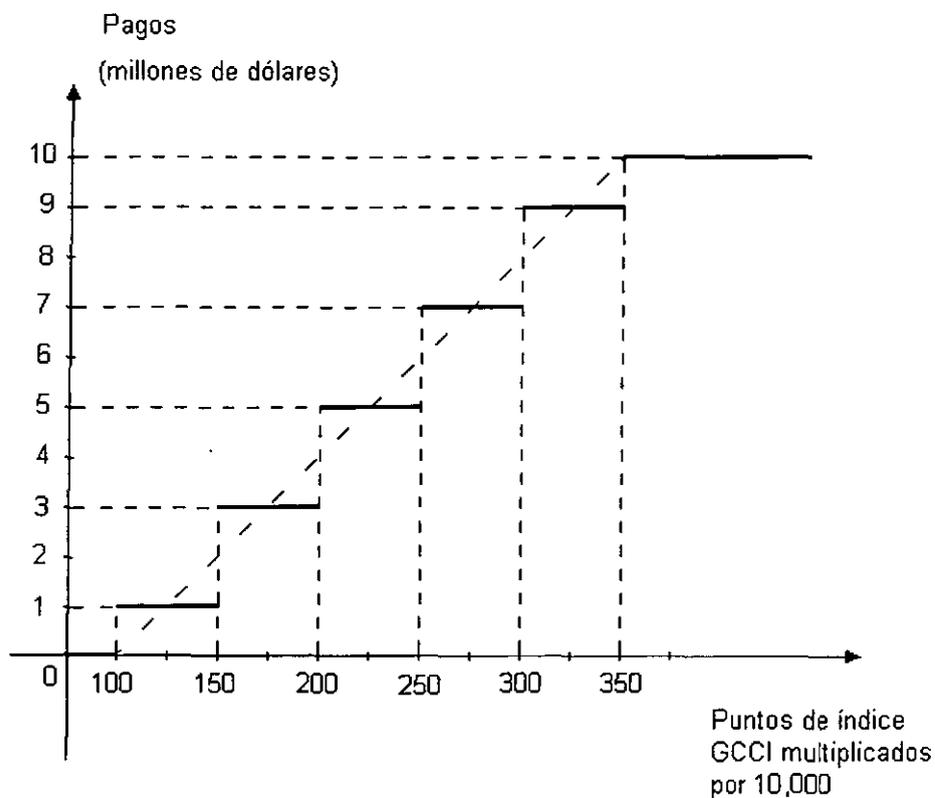


Figura VI.4. Esquema de pagos resultado de una estrategia de cobertura que pretende aproximar lo más posible la cobertura ofrecida por el reaseguro tradicional.

Supongamos que los costos de los contratos de acuerdo a su precio de ejercicio son los siguientes:

Precio de ejercicio	100	150	200	250	300	350
Costo (dólares)	350	500	620	755	900	1,100
Nº de contratos comprados	100	200	200	200	200	100
Costo total (dólares)	35,000	100,000	124,000	151,000	180,000	110,000

Por lo tanto, el costo total de la cobertura sería de 700,000 dólares.

Los pagos recibidos por la aseguradora en diferentes escenarios se ilustran en la siguiente tabla:

Pérdidas de la industria	GCCI x 10,000	Pérdidas de la compañía	Pagos de las opciones	Costo de la cobertura	Pérdidas netas
0	0	0	0	0.7	0.7
1,000	50	2	0	0.7	2.7
2,000	100	4	1	0.7	3.7
2,500	125	5	1	0.7	4.7
3,500	175	7	3	0.7	4.7
4,000	200	8	5	0.7	3.7
4,800	240	9.6	5	0.7	5.3
5,000	250	10	7	0.7	3.7
6,000	300	12	9	0.7	3.7
7,000	350	14	10	0.7	4.7
8,000	400	16	10	0.7	6.7
10,000	500	20	10	0.7	10.7

*\ Todas las cantidades excepto las correspondientes al GCCI están expresadas en millones de dólares

El ejemplo anterior nos muestra que diseñando una estrategia de cobertura adecuada, las opciones catastróficas del BCOE pueden proporcionar una protección aproximada a la ofrecida por el reaseguro tradicional de exceso de pérdidas. Al igual que en el caso de las opciones PCS del CBOT, pueden utilizarse estrategias similares tanto por compañías aseguradoras como por reaseguradoras para cambiar la composición de su cartera de riesgos o para complementar sus programas de reaseguro tradicional.

3. Ventajas y Desventajas que Ofrecen las Opciones Catastróficas Bursátiles

Entre las ventajas que ofrecen las opciones catastróficas negociadas en bolsa, se pueden destacar las siguientes:

- Dado que las opciones catastróficas bursátiles son contratos estandarizados basados en índices catastróficos, un asegurador (el comprador de dichas opciones) no tiene que proporcionar enormes cantidades de información a los inversionistas (los vendedores) como en el caso de los bonos catastróficos, los pagarés de capital contingente o las opciones de venta de acciones. Esto disminuye los costos de transacción para el asegurador en comparación con los instrumentos antes mencionados.
- Prácticamente no existe el riesgo moral. Tanto los inversionistas como los aseguradores tienen libre acceso a las especificaciones de las opciones catastróficas bursátiles y al comportamiento histórico de los índices usados en los contratos. De esta manera, los inversionistas no corren el riesgo de que el conocimiento por parte de un asegurador individual de su propia exposición a pérdidas catastróficas o experiencia en siniestralidad, coloquen a dichos inversionistas en desventaja al momento de negociar las opciones catastróficas.
- Es muy bajo el riesgo de crédito, ya que como regla general, los mercados organizados de opciones utilizan cámaras de compensación al momento de llevar a cabo las transacciones. Estas cámaras de compensación permiten garantizar que los inversionistas que venden las opciones cumplan con el pago acordado.
- Dado que el rendimiento que los inversionistas obtienen de estas opciones depende de pérdidas catastróficas y no tanto de aspectos económicos, estos rendimientos prácticamente no tienen correlación con los rendimientos de otras inversiones. De esta manera, al igual que en el caso de los bonos catastróficos, los inversionistas pueden usar opciones catastróficas para mejorar el desempeño de sus carteras de inversión.

Por otro lado, algunas de las desventajas que estas opciones pueden presentar, pueden ser las siguientes:

- Los aseguradores pueden enfrentar un alto riesgo de base. La siniestralidad de un asegurador individual puede no ser igual a la siniestralidad reflejada por el índice subyacente de una determinada opción. De esta manera, un asegurador puede sufrir grandes pérdidas por riesgos catastróficos pero a la vez ver que sus opciones catastróficas expiran sin poder ser ejercidas debido a que el índice no alcanzó el precio de ejercicio establecido en los

contratos. Pero también puede suceder lo contrario, un asegurador puede sufrir sólo pérdidas menores por riesgos catastróficos y sin embargo, puede obtener dinero de sus opciones catastróficas. La posibilidad de una pobre correlación entre la siniestralidad de un asegurador y la siniestralidad reflejada por el índice subyacente de las opciones puede reducir la efectividad de las opciones catastróficas bursátiles como sustituto del reaseguro tradicional. Para que un asegurador minimice su riesgo de base, es necesario que la distribución geográfica de sus riesgos asegurados concuerde lo más posible con la distribución geográfica de los riesgos considerados en el índice subyacente de las opciones catastróficas.

- Hasta la fecha, aún existen muchas limitaciones en el mercado para el uso de las opciones catastróficas bursátiles. Lo anterior se debe a varios factores. Algunos aseguradores pueden no comprender cómo usar las opciones. Otros pueden mostrarse desconfiados en cuanto su uso. La ausencia en años recientes de una catástrofe de la magnitud del huracán Andrew puede llevar a una falta de interés por parte de algunos aseguradores. De igual forma, debido a la falta de conocimiento del funcionamiento de este tipo de instrumentos por parte de los inversionistas, no ha habido tampoco un gran interés por parte de éstos últimos. Sin embargo, con el paso del tiempo y a medida que exista un mayor conocimiento de las opciones catastróficas bursátiles, seguramente aumentará el interés tanto de aseguradores e inversionistas y podrían llegar a convertirse en la mayor fuente de financiamiento para los riesgos catastróficos.

CONCLUSIONES

La industria aseguradora ha sido severamente sacudida por eventos catastróficos desde la década de los ochenta; las tres catástrofes más costosas en la historia de Estados Unidos ocurrieron en este período: el Huracán Hugo (1989), el Huracán Andrew (1992) y el terremoto de Northridge (1994).

Estudios al respecto muestran que tanto la frecuencia como la severidad de los eventos catastróficos puede aumentar en próximos años. Además, el crecimiento de la población en áreas propensas a catástrofes también han contribuido a la tendencia creciente de las pérdidas catastróficas.

En el caso de una megacatástrofe muchos aseguradores podrían verse seriamente afectados o incluso quedar insolventes, lo que ha hecho que éstos últimos reevalúen sus estrategias de cobertura contra los riesgos catastróficos.

Por esta razón, en Estados Unidos, reconociendo la limitada habilidad de aseguradores y reaseguradores para financiar los riesgos catastróficos, y dándose cuenta de que la única fuente con la capacidad suficiente para soportar las pérdidas generadas por dichos riesgos es el mercado financiero, algunos aseguradores e ingenieros financieros han diseñado formas de “empaquetar” los riesgos catastróficos en instrumentos financieros.

Al establecerse un puente directo entre la industria aseguradora y el mercado financiero, se han logrado trasladar las ventajas estratégicas de éste último hacia la industria aseguradora. De esta manera, los riesgos catastróficos pueden ser distribuidos entre muchos inversionistas, reduciéndose así el impacto de las catástrofes sobre las compañías de seguro y de reaseguro y

proporcionando a los reaseguradores primarios una mucho mayor capacidad que la ofrecida por el reaseguro tradicional.

Dado que los instrumentos financieros sobre seguros son relativamente nuevos, aún no han alcanzado gran popularidad. Su bajo nivel de transacciones expone a los participantes del mercado financiero a un alto riesgo de liquidez. Sin embargo, se espera que el mercado de estos instrumentos tenga un buen desarrollo en los años venideros. Para ésto, los instrumentos financieros sobre seguros necesitan la aceptación de inversionistas con disposición a experimentar nuevos productos, los cuales pueden ser la punta de lanza para el adecuado desarrollo de estos instrumentos.

Algunos otros factores importantes para el desarrollo de estos instrumentos son:

- *El incremento en la participación de las agencias calificadoras.* A medida que las agencias calificadoras como Moody's o Standar & Poors evalúen a los instrumentos financieros sobre seguros, la credibilidad de estos instrumentos se incrementará ante os ojos de los inversionistas. Al evaluar a estos instrumentos y explicar la metodología empleada a los inversionistas, las agencias calificadoras proporcionan una manera simple de comparar riesgos entre instrumentos financieros sobre seguros y los demás instrumentos disponibles en el mercado.
- *Una favorable legislación.* Este aspecto es importante por dos razones. Primeramente, una adecuada legislación le da la transparencia necesaria a las transacciones relacionadas con los instrumentos financieros sobre seguros para generar una mayor confianza entre los inversionistas. En segundo lugar, su tratamiento contable y fiscal depende de cómo clasifiquen a estos instrumentos las autoridades reguladoras de la industria aseguradora y del mercado financiero, por lo que una legislación favorable podría hacerlos una alternativa atractiva tanto para inversionistas como para aseguradores.

Si estos factores se dan, los instrumentos financieros sobre seguros podrían convertirse en una de las principales fuentes de financiamiento de riesgos catastróficos.

Viabilidad de Implementar Instrumentos Financieros sobre Seguros en México

Debido a su localización geográfica, México es uno de los países con mayor riesgo sísmico en el mundo. Desde el sur de Sinaloa hasta el oeste de Chiapas, numerosos sismos ocurren por el choque entre las placas oceánicas de Cocos y Rivera contra la placa continental de Norteamérica. En esa zona del Pacífico se generan terremotos de gran magnitud con tiempos de recurrencia relativamente cortos.

Por tal motivo, los terremotos pueden ocasionar innumerables pérdidas de vidas humanas y gigantescas pérdidas económicas, por lo que representan una seria amenaza para la industria aseguradora mexicana. En el caso de un terremoto como el ocurrido en 1985, muchas aseguradoras podrían quedar insolventes.

Por lo anterior, la implementación de instrumentos financieros sobre el riesgo de terremoto podría representar una buena alternativa para las aseguradoras en México. Se podría construir un índice similar al PCS que representara las pérdidas aseguradas por el riesgo de terremoto y se podría establecer un acuerdo entre el Mex-Der (Mercado Mexicano de Derivados) y las aseguradoras para la implementación de opciones catastróficas cuyo índice fuera el anteriormente mencionado.

De igual forma, las aseguradoras podrían emitir bonos catastróficos ya sea sobre el índice anterior o sobre su propio nivel de pérdidas. Dichos bonos podrían empezar siendo emitidos en el extranjero, en países como Estados Unidos en donde los inversionistas estén más familiarizados con este tipo de instrumentos.

Finalmente, una vez que los instrumentos financieros sobre seguros se hayan desarrollado en Estados Unidos y tomando en cuenta el fenómeno de la globalización, en los próximos años este tipo de instrumentos llegarán a México, por lo que es necesario para los aseguradores estar familiarizado con ellos así como entender su estructura y funcionamiento.

APÉNDICE I

Valuación Técnica del Riesgo de Terremoto en México

1. 1. 1. 1. Evaluación del Peligro Sísmico

Para los fines de las bases técnicas para la evaluación de la prima de riesgo por terremoto, así como de la Pérdida Máxima Probable (PML), la República Mexicana se ha dividido en 476 fuentes generadoras de sismos. Estas fuentes están dictadas por la tectónica del país y por la historia instrumental de sismos registrados en el pasado. Cada una de estas fuentes genera temblores a una tasa constante.

La actividad de la i -ésima fuente sísmica se especifica en términos de la tasa de excedencia de las magnitudes, $\lambda_i(M)$, que ahí se generan. La tasa de excedencia de magnitudes mide qué tan frecuentemente se generan en una fuente temblores con magnitud mayores a una dada.

Para los grandes temblores de subducción, $\lambda_i(M)$ se define de la siguiente manera:

$$\lambda_i(M) = \lambda_{0i} \frac{e^{-b_i M} - e^{-b_i M_{ui}}}{e^{-b_i M_0} - e^{-b_i M_{ui}}} \quad (1)$$

donde M_0 es la mínima magnitud relevante (tomada como 4.5 en este modelo), λ_{0i} , b_i y M_{ui} son parámetros que definen la tasa de excedencia de cada una de las fuentes sísmicas. Estos parámetros, diferentes para cada fuente, se estiman por procedimientos estadísticos bayesianos.

Atenuación de las Ondas sísmicas

Una vez determinada la tasa de actividad de cada una de las fuentes sísmicas, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica (S_a), produce cada una de ellas en un sitio de interés. Para ello se requiere saber qué intensidad se presentaría en el sitio en cuestión, hasta ahora supuesto en terreno firme, si en la i -ésima fuente ocurriera un temblor con magnitud dada. A las expresiones que relacionan magnitud, posición relativa fuente-sitio e intensidad se les conoce como *leyes de atenuación*. Usualmente, la posición relativa fuente-sitio se especifica mediante la distancia focal, es decir, la distancia entre el foco sísmico y el sitio. Las leyes de atenuación pueden adoptar muy diversas formas dependiendo del tipo de sismo.

Se considera que las intensidades sísmicas relevantes son las ordenadas del espectro de respuesta S_a (pseudoaceleraciones), cantidades que son aproximadamente proporcionales a las fuerzas naturales de inercia que se generan en las estructuras durante sismos y que dependen del *período natural de vibrar*, la cual es una propiedad dinámica de la estructura.

Efectos de la Geología Local

El efecto del tipo de suelo sobre la amplitud y la naturaleza de las ondas sísmicas ha sido reconocido desde hace mucho tiempo como crucial en la estimación del peligro sísmico. Esto es particularmente importante en la Ciudad de México, donde las amplificaciones por geología local son notables.

Como se ha mencionado, el movimiento del terreno se estima en términos de las ordenadas del espectro de respuesta de pseudoaceleraciones. En el modelo, un sismo se define por su magnitud y su distancia focal a la Ciudad de México. Dadas una magnitud y una distancia, es posible estimar el espectro de respuesta de aceleraciones en Ciudad Universitaria por medio de regresiones semiempíricas. Las regresiones se construyen usando una técnica estadística bayesiana y los datos de más de veinte eventos costeros que han ocurrido desde los años sesenta.

La Ciudad de México cuenta con alrededor de 100 sitios dorados de instrumentos de registro de movimiento fuerte o *acelerómetros*. Para caracterizar la respuesta en sitios instrumentados en la Ciudad de México se utilizan cocientes de espectros de respuesta promedio (CER).

Los cocientes sólo pueden estimarse para los sitios de suelo blando instrumentado donde se hayan obtenido registros sísmicos. Sin embargo, se necesita un CER en cada sitio para el que se requiera estimar las pérdidas; estos puntos, en general, no coinciden con los sitios instrumentados. Para obtener los cocientes en cualquier sitio de la ciudad es necesario desarrollar un procedimiento de interpolación.

Para otros sitios de la República Mexicana en que las condiciones del suelo no han sido tan estudiadas como en la Ciudad de México, se estima el movimiento a partir de funciones de transferencia promedio obtenidas de movimientos sísmicos registrados en roca, suelos firmes y suelos blandos en diferentes partes del mundo.

Cálculo de Peligro Sísmico

Una vez conocidas la sismicidad de las fuentes, y los patrones de atenuación de las ondas generadas en cada una de ellas, incluyendo los efectos de la geología local, puede calcularse el peligro sísmico considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sísmicas y la distancia entre cada fuente y el sitio donde se encuentra la estructura. El peligro $\nu(Sa)$, expresado en términos de las tasas de excedencia de intensidades Sa , se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\nu(Sa) = \sum_{i=1}^N \int_{M_0}^{M_{ui}} -\frac{d\lambda_i(M)}{dM} \Pr(SA > Sa : M, R_i) dM \quad (2)$$

donde la suma abarca la totalidad de las fuentes sísmicas, N y $\Pr(SA > Sa | M, R_i)$ es la probabilidad de que la intensidad exceda un cierto valor, dadas la magnitud del sismo, M , y la distancia entre la i -ésima fuente y el sitio, R_i . Las funciones $\lambda_i(M)$ son las tasas de actividad de las fuentes sísmicas, mismas que se describieron anteriormente. La integral se realiza desde M_0 hasta M_{ui} , lo que indica que se toma en cuenta, para cada fuente sísmica, la contribución de todas las magnitudes; esto es adecuado para el cálculo de la prima neta, ya que interesa el daño que pueden provocar inclusive los sismos pequeños y medianos que se presentan más seguido que los sismos grandes.

Bajo el supuesto de que, dadas la magnitud y la distancia, la intensidad tiene distribución lognormal, la probabilidad $\Pr(SA > Sa | M, R_i)$ se calcula de la siguiente manera:

$$\Pr(SA > Sa : M, R_i) = \phi\left(\frac{E(\ln Sa : M, R_i) - \ln Sa}{\sigma_{\ln Sa}}\right) \quad (3)$$

siendo $\phi(\cdot)$ la distribución normal estándar, $E(\ln S_a | M, R_i)$ el valor medio del logaritmo de la intensidad (dado por la ley de atenuación correspondiente) y $\sigma_{\ln S_a}$ su correspondiente desviación estándar.

Vulnerabilidad Estructural

La vulnerabilidad de una estructura es la relación entre la intensidad del movimiento sísmico (en este caso la aceleración espectral) y el nivel de daño. El parámetro que se utiliza en el sistema para calcular el nivel de daño es la *distorsión máxima de entrepiso*, la cual se define como la relación entre el desplazamiento relativo entre dos niveles dividido entre la altura de entrepiso.

La distorsión máxima de entrepiso en una estructura, γ_i , se estima a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma_i = \frac{\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \eta^2 N^{3/4}}{4 \pi^2 h} S_a(T) \quad (4)$$

donde:

β_1 es un factor de amplificación que permite estimar el desplazamiento lateral máximo en la azotea o en la altura máxima de la estructura considerando un comportamiento mecánico de tipo elástico-lineal a partir del desplazamiento espectral

β_2 es un factor de amplificación que permite estimar la deformación máxima de entrepiso a partir de la distorsión global de la estructura, la cual se define como el desplazamiento lateral máximo en la azotea o en la altura máxima de la estructura dividido entre la altura total de la estructura

β_3 es un factor que permite calcular los desplazamientos laterales máximos en estructuras con comportamiento inelástico, a partir de los desplazamientos laterales máximos elásticos

β_4 es un factor que permite calcular el cociente entre la relación de la distorsión máxima de entrepiso y la distorsión global de la estructura en una estructura con comportamiento elástico-lineal, y entre la relación de la distorsión máxima de entrepiso y la distorsión global de la estructura en una estructura con comportamiento inelástico.

η es un factor que permite estimar el período fundamental de una estructura a partir del número de niveles

N es el número de pisos de la edificación

$S_a(T)$ es la aceleración espectral que depende del peligro sísmico del sitio y del período

fundamental de la vibración y del amortiguamiento de la estructura

h es la altura de entrepiso de la edificación que depende del tipo de sistema estructural, de la ubicación geográfica del inmueble y de la fecha de construcción.

El valor esperado del daño en una estructura dada la distorsión máxima de entrepiso, $E(\beta | \gamma_i)$, es función, principalmente, de la intensidad sísmica (S_a), del sistema estructural, de la fecha de construcción y de otros parámetros estructurales. En las presentes bases técnicas, $E(\beta | \gamma_i)$ se calcula de la siguiente manera:

$$E(\beta | \gamma_i) = 1 - 0.5^\theta \quad (5)$$

donde:

$$\theta = \left(\frac{\gamma_i}{\bar{\gamma}} \right)^\rho \quad (6)$$

en esta ecuación, $\bar{\gamma}$ y ρ son parámetros de vulnerabilidad estructural que dependen del sistema estructural y de la fecha de construcción.

En las presentes bases técnicas se considera que las relaciones de vulnerabilidad no son deterministas, por lo que se supone que, dada una intensidad, el daño bruto β es una variable aleatoria cuyo valor esperado está dado por la ecuación anterior. La densidad de probabilidades del daño en la estructura se considera de tipo Beta y está dada por la siguiente ecuación:

$$p_{\beta | \gamma_i}(\beta) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \beta^{a-1} (1-\beta)^{b-1} \quad (7)$$

donde:

$\Gamma(\cdot)$ es la función de distribución Gamma

$$a = \frac{1 - E(\beta | \gamma_i) - E(\beta | \gamma_i) C^2(\beta)}{C^2(\beta)} \quad (8)$$

$$b = a \left[\frac{1 - E(\beta | \gamma_i)}{E(\beta | \gamma_i)} \right] \quad (9)$$

$$C^2(\beta) = \frac{\sigma_{\beta}^2(\beta : \gamma_i)}{E(\beta : \gamma_i)} \quad (10)$$

donde $\sigma_{\beta}^2(\beta : \gamma_i)$ es la varianza de la pérdida.

Evaluación de la Pérdidas por Sismos para Fines de Seguros

Anteriormente se describió cómo calcular el valor esperado de la pérdida bruta β , sin embargo, estimar la pérdida neta β_N , es aquella que resulta de aplicar coaseguro, deducible y límite de primer riesgo. Para estimar la pérdida neta se consideran las variables C, D y L, el coaseguro, el deducible y el límite respectivamente, expresados como una fracción del valor expuesto. La pérdida neta se define de la siguiente manera:

$$\beta_N = \begin{cases} 0 & \text{si } \beta < D \\ \beta - D & \text{si } D < \beta < L \\ L - D & \text{si } \beta > L \end{cases} \quad (11)$$

No se incluye explícitamente el efecto del coaseguro, puesto que se trata de una constante proporcional que afecta a la pérdida después de haber sido aplicado el deducible.

Procede entonces calcular $E(\beta_N | \gamma)$, $\sigma^2(\beta_N | \gamma)$ y la distribución de probabilidades de $\beta_N | \gamma$. Para ello, como se indicó, se asigna a la pérdida bruta β una distribución de probabilidades Beta con los parámetros a y b antes descritos. $E(\beta_N | \gamma)$ y $\sigma^2(\beta_N | \gamma)$ se obtienen integrando la ecuación anterior con respecto a ésta densidad de probabilidades. En estas condiciones, la distribución de probabilidad de $\beta_N | \gamma$ adopta la siguiente forma:

$$\Pr(\beta_N = 0) = Ba(D, a, b) \quad (12)$$

$$\Pr(\beta_N = \beta_N) = Ba(\beta_N + D, a, b) \quad (13)$$

$$\Pr(\beta_N = L - D) = 1 - Ba(L, a, b) \quad (14)$$

siendo $Ba(x, a, b)$ la función Beta Acumulada. El valor esperado y la varianza de la pérdida neta resultan dados por las siguientes expresiones:

$$E(\beta_N | \gamma) = T_1 - T_2 + T_3 \quad (15)$$

donde

$$T_1 = \frac{a}{a+b} (Ba(L, a+1, b) - Ba(D, a+1, b)) \quad (16)$$

$$T_2 = D(Ba(L, a, b) - Ba(D, a+1, b)) \quad (17)$$

$$T_3 = (L - D) (1 - Ba(L, a, b)) \quad (18)$$

Adicionalmente,

$$E(\beta_N^2 | \gamma) = u_1 - u_2 + u_3 + u_4 \quad (19)$$

donde:

$$u_1 = \frac{a(a+1)}{(a+b)(a+b+1)} (Ba(L, a+2, b) - Ba(D, a+2, b)) \quad (20)$$

$$u_2 = \frac{2Da}{a+b} (Ba(L, a+1, b) - Ba(D, a+1, b)) \quad (21)$$

$$u_3 = D^2 (Ba(L, a, b) - Ba(D, a, b)) \quad (22)$$

$$u_4 = (L - D)^2 (1 - Ba(L, a, b)) \quad (23)$$

para finalmente obtener

$$\sigma^2(\beta_N | \gamma) = E(\beta_N^2 | \gamma) - E^2(\beta_N | \gamma) \quad (24)$$

En estas bases técnicas se contempla la posibilidad de que los deducibles, límites y coaseguros de edificio, contenidos y pérdidas consecuenciales sean diferentes unos de otros. Para poder aplicar las consideraciones anteriores cuando esto sucede, se procede de la siguiente manera. Sea P la pérdida monetaria bruta que se tiene en una ubicación. P se calcula de la siguiente manera:

$$P = \beta_E M_E + \beta_C M_C + \beta_S M_S \quad (25)$$

donde β_E , β_C y β_S son las pérdidas brutas (relativas) en edificio, contenidos y consecuenciales, respectivamente, mientras que M_E , M_C y M_S son los valores correspondientes. Supondremos que las tres pérdidas están perfectamente correlacionadas. Si dividimos P entre $M = M_E + M_C + M_S$, obtenemos una nueva variable aleatoria, β , que está entre 0 y 1 y cuya esperanza y desviación estándar están dadas por:

$$E(\beta) = \frac{M_E E(\beta_E) + M_C E(\beta_C) + M_S E(\beta_S)}{M} \quad (26)$$

$$\sigma(\beta) = \frac{M_E \sigma(\beta_E) + M_C \sigma(\beta_C) + M_S \sigma(\beta_S)}{M} \quad (27)$$

Esta nueva variable (la pérdida bruta agregada del edificio, contenidos y pérdidas consecuenciales) tiene también distribución Beta, con parámetros a y b que pueden calcularse a partir de las dos ecuaciones anteriores.

Finalmente, la pérdida neta se obtendrá de aplicar las ecuaciones 12-24 a una distribución de pérdida con los parámetros que se dan en las ecuaciones 26 y 27.

Pérdida Anual Esperada (β_{AE}) o Prima Pura de Riesgo para una Edificación

La pérdida anual esperada se define como la esperanza de la pérdida que se tendría en un año cualquiera, suponiendo que el proceso de ocurrencia de sismos es estacionario y que a las estructuras dañadas se les restituye su resistencia inmediatamente después de un sismo. La pérdida anual esperada es también conocida como "prima técnica" o "prima pura de riesgo", puesto que de cobrarse tal valor de prima en un sistema simple de seguro, se tendría, a largo plazo, un equilibrio entre primas recibidas y siniestros pagados. Matemáticamente, β_{AE} se define de la siguiente manera:

$$\beta_{AE} = \int_0^{\infty} -\frac{d\nu(a)}{da} E(\mathcal{A}_N : a) da \quad (28)$$

donde a es, en general, la intensidad sísmica relevante, $\nu(a)$ es la tasa de excedencia de esta intensidad.

Puede observarse que para determinar la prima pura de riesgo es necesario saber el peligro sísmico y la vulnerabilidad de la estructura en cuestión. El primer factor depende de la sismicidad y la localización del inmueble, mientras que la vulnerabilidad depende de las características estructurales y, en alguna medida, también de la localización.

Por otro lado, puesto que la prima pura de riesgo es la pérdida esperada anual, la prima de riesgo es simplemente la suma de las primas puras de las edificaciones que la conforman.

Pérdida Máxima Probable (PML) para una Edificación

La pérdida máxima probable (PML) es un estimador del tamaño de las pérdidas máximas que sería razonable esperar en una edificación sometida a un proceso estacionario de ocurrencias sísmicas.

Para efectos de cálculo, existen varias maneras de definir la PML (algunas implican cálculos muy complejos y lentos); en este trabajo se define la PML como el valor de pérdida que se excedería con una probabilidad baja, P_0 , durante la ocurrencia de un sismo poco frecuente. No existen estándares universalmente aceptados sobre qué significa "probabilidad baja" ni sismo "poco frecuente". Sin embargo, un valor típico de PML sería el asociado a 10% de probabilidad de excedencia ($p_0 = 0.10$) durante un sismo con período de retorno de 200 años.

En estas condiciones, la PML se determina considerando únicamente el valor máximo del daño que se excedería con 10% de probabilidad, tomando en cuenta todos los sismos que tienen el período de retorno que se ha fijado. El cálculo se realiza de la siguiente forma:

1. Se elige el período de retorno de los sismos potencialmente asociados con la PML.
2. Se determina, para cada fuente sísmica, la magnitud del sismo que tiene ese período de retorno.
3. Se determina, para cada inmueble de la cartera, la intensidad sísmica (mediana) que se presentaría si, en la fuente correspondiente, que se localiza a cierta distancia del inmueble, hubiese ocurrido el sismo con la magnitud anteriormente determinada.
4. A partir de la colección de intensidades en cada inmueble, se calcula la distribución de probabilidades de la pérdida en la cartera completa.
5. Se determina la PML para la fuente, como la pérdida que es excedida con probabilidad 10%.
6. De entre las PML calculadas para cada fuente, se elige la mayor.

A continuación se indica la manera de determinar la distribución de probabilidad de la pérdida en una cartera de ubicaciones:

La pérdida total en la cartera es la suma de las pérdidas en múltiples ubicaciones. Se presentan dos casos en los que la pérdida depende de las características de la póliza:

1. A cada póliza corresponde una sola ubicación, por lo que el proceso de ajuste de las pérdidas se lleva a cabo para cada inmueble. Llamaremos este caso *Pólizas individuales*.
2. Una póliza con deducible único cubre a un grupo de ubicaciones, probablemente numeroso y disperso geográficamente. El límite a primer riesgo¹⁴ se especifica, también, de manera agregada. Este caso se denominará *Pólizas Agrupadas*.

Se analizará cada caso por separado:

a) Pólizas individuales

Sean $E(\beta_{Ni})$ y $\text{Var}(\beta_{Ni})$ el valor esperado y la varianza del daño neto, de la i -ésima ubicación respectivamente (incluyendo contenidos y consecuenciales) sometido al sismo que se origina en una cierta fuente sísmica. La pérdida monetaria neta de toda la cartera, P_N , tendrá las siguientes propiedades:

$$E(P_N) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i E(\beta_{Ni}) \quad (29)$$

$$\text{Var}(P_N) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i^2 \text{Var}(\beta_{Ni}) + 2 \sum_{i=1}^{Nu} \sum_{j=1, j < i}^{Nu} M_i M_j \rho_{ij} \sqrt{\text{Var}(\beta_{Ni}) \times \text{Var}(\beta_{Nj})} \quad (30)$$

donde ρ_{ij} es el coeficiente de correlación entre las pérdidas i y j , Nu es el número de ubicaciones y M_i es el valor (retenido) de la ubicación i . La distribución de probabilidades de P_N es sumamente difícil de calcular rigurosamente, aunque, si Nu es grande, tiende a ser normal.

Se supone que la cantidad $\beta_N = P_N / M$, siendo M la suma de los montos de todas las ubicaciones, tiene también distribución Beta con los siguientes momentos estadísticos:

$$E(\beta_N) = \frac{E(P_N)}{M} \quad (31)$$

¹⁴ Es el límite hasta el cual la aseguradora paga al asegurado en caso de siniestro, el cual es generalmente menor al valor real del objeto asegurado.

$$\text{Var}(\beta_N) = \frac{\text{Var}(P_N)}{M^2} \quad (32)$$

Una vez que se han calculado los parámetros de la distribución del daño de la cartera para cada fuente sísmica, se escoge el que tiene un valor esperado mayor y, a partir de su distribución de probabilidad, se calcula el valor correspondiente a un 10% de probabilidad de excedencia. Esta pérdida es la PML de la cartera.

b) *Pólizas Agrupadas*

El cálculo de la pérdida en las llamadas pólizas colectivas es similar al que se realiza para pólizas individuales, aunque difiere el orden en el que se aplican deducible y límite. Inicialmente se calculan los momentos estadísticos de la distribución de la pérdida bruta (a diferencia de lo que se hacía en el punto anterior, en que los momentos correspondían a la pérdida neta). Una vez obtenidos estos parámetros, y suponiendo que se trata de una distribución Beta nuevamente, se aplica el efecto de deducible y límite.

Puede observarse que la diferencia entre pólizas individuales y pólizas colectivas es que, en las primeras, deducible y límite se aplican ubicación por ubicación, mientras que en las segundas deducible y límite se aplican a la pérdida bruta total, construida como la suma de pérdidas en cada ubicación.

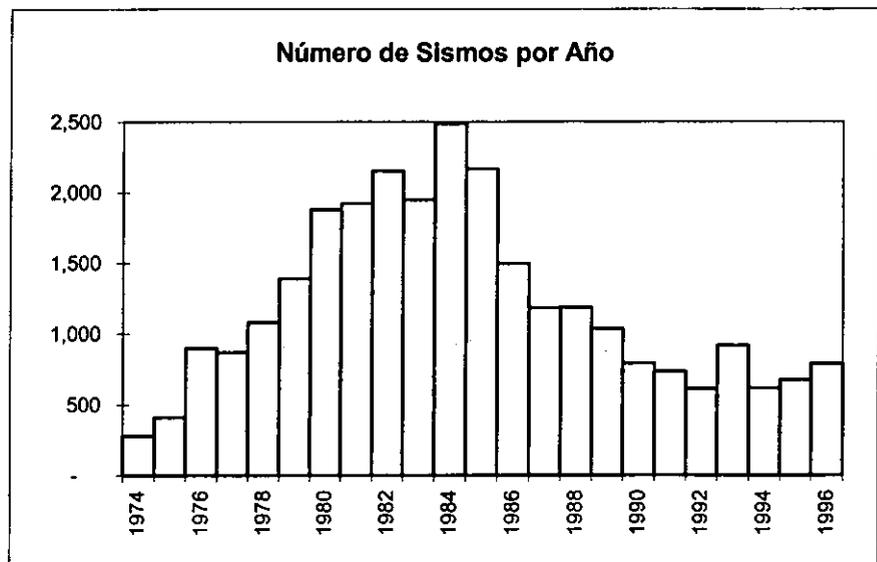
APÉNDICE II

Estadísticas sobre Catástrofes

1. Estadísticas sobre la Sismicidad en México (1974-1996)

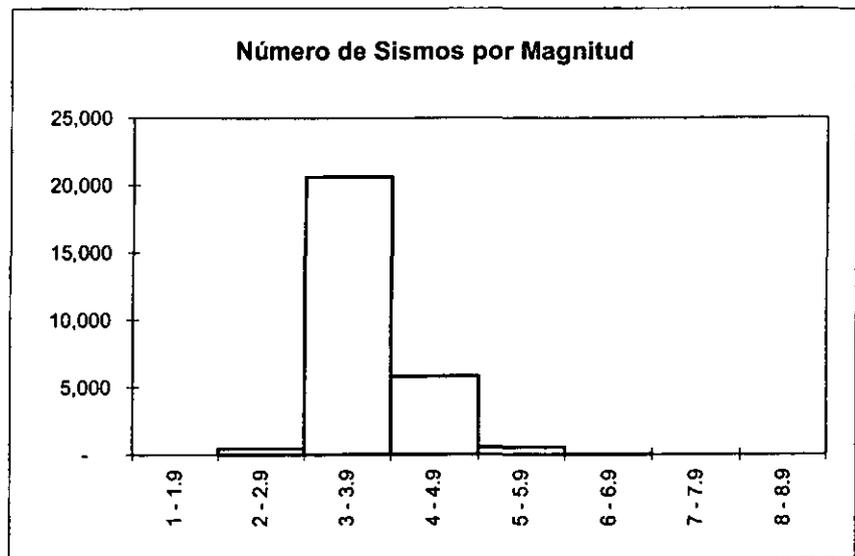
1. 1. Número de Sismos por Año

Año	Sismos
1974	281
1975	412
1976	898
1977	868
1978	1,082
1979	1,390
1980	1,880
1981	1,923
1982	2,152
1983	1,948
1984	2,489
1985	2,169
1986	1,497
1987	1,183
1988	1,186
1989	1,037
1990	792
1991	732
1992	613
1993	917
1994	618
1995	675
1996	790



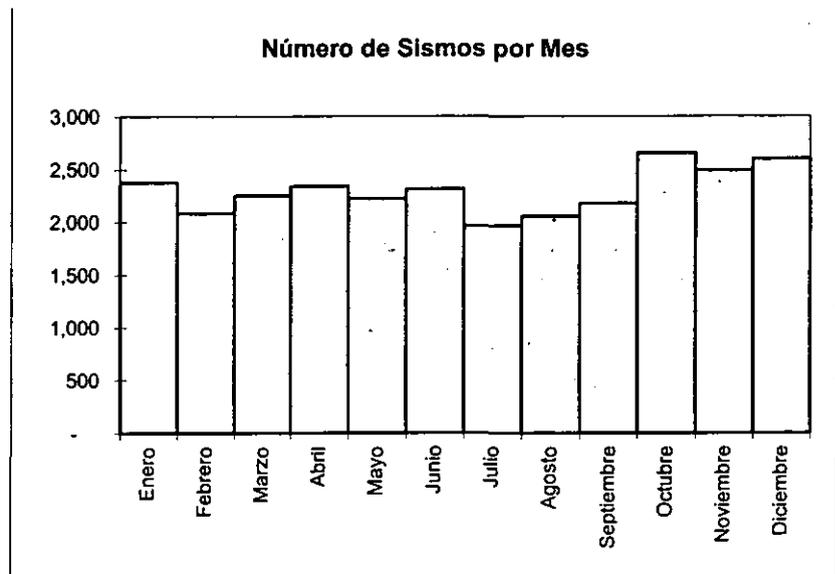
1. 2. Número de Sismos por Magnitud

Magnitud	Sismos
1 - 1.9	11
2 - 2.9	457
3 - 3.9	20,584
4 - 4.9	5,843
5 - 5.9	572
6 - 6.9	51
7 - 7.9	10
8 - 8.9	1



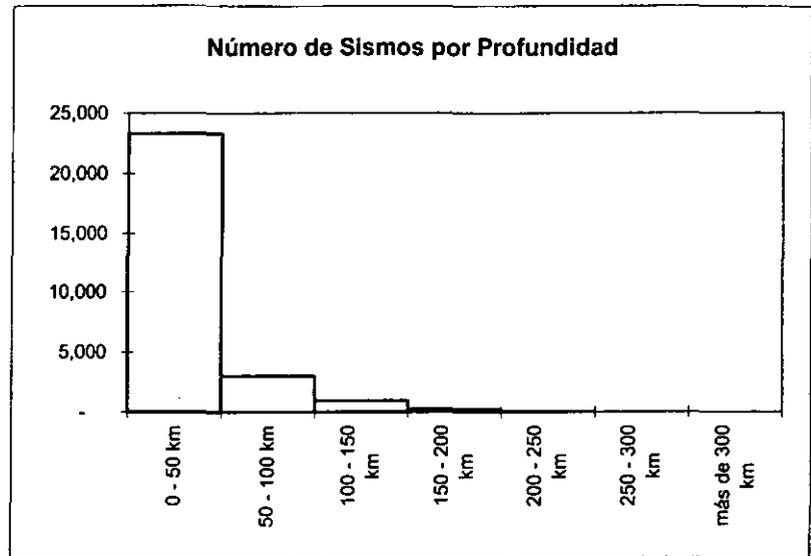
1. 3. Número de Sismos por Mes

Mes	Sismos
Enero	2,380
Febrero	2,084
Marzo	2,249
Abril	2,342
Mayo	2,222
Junio	2,312
Julio	1,962
Agosto	2,055
Septiembre	2,175
Octubre	2,658
Noviembre	2,492
Diciembre	2,601



1. 4. Número de Sismos por Profundidad

Profundidad	Sismos
0 - 50 km	23,310
50 - 100 km	2,992
100 - 150 km	944
150 - 200 km	232
200 - 250 km	30
250 - 300 km	16
más de 300 km	8



2. Estadísticas sobre las Principales Catástrofes Naturales a nivel Mundial

Según *Munich Re*, el reasegurador número uno a nivel mundial, entre la década de los cincuenta y la década de los noventa, en número de catástrofes naturales mayores se multiplicó por 4, y el monto de las pérdidas se multiplicó por 14. El costo de las pérdidas aseguradas se multiplicó aproximadamente por 30, debido al crecimiento de la población, al aumento del valor de los bienes asegurados, al desarrollo económico de las zonas expuestas a riesgos catastróficos y, también, a los cambios climáticos. A continuación se presenta una tabla (*fuentes: Munich Re, SCOR, Swiss Re*) que ilustra lo dicho anteriormente.

Las Principales Catástrofes del Siglo en el Mundo					
Fecha	País	Evento	Nº de muertos	Monto de los Costos (en millones de dólares)	
				Pérdidas Totales	Pérdidas Aseg
Diciembre 1908	Italia	Terremoto	86,000	116	-
Diciembre 1920	China	Terremoto	235,000	25	-
Septiembre 1923	Japón	Terremoto	143,000	2,800	-
Julio-Agosto 1931	China	Inundaciones	140,000	-	-
Enero 1939	Chile	Terremoto	28,000	100	-
Diciembre 1939	Turquía	Terremoto	33,000	20	-
Octubre 1942	Bangladesh	Ciclón	61,000	-	-
Agosto 1954	China	Inundaciones	40,000	-	-
Septiembre 1965	Estados Unidos	Huracán	75	1,420	715
Febrero 1960	Marruecos	Terremoto	12,000	-	-
Noviembre 1970	Bangladesh	Ciclón	300,000	63	-
Mayo 1970	Perú	Terremoto	67,000	550	14
Enero 1976	Europa	Tempestad	82	1,300	508
Febrero 1976	Guatemala	Terremoto	22,000	1,100	55
Julio 1976	China	Terremoto	290,000	5,600	-
Septiembre 1985	México	Terremoto	10,000	4,000	275
Noviembre 1985	Colombia	Erupción Volcánica	25,000	230	-
Septiembre 1988	Estados Unidos, Centroamérica	Huracán	355	3,000	800
Diciembre 1988	América	Terremoto	25,000	14,000	-
Octubre 1989	Estados Unidos	Terremoto	68	6,000	950
Enero-Febrero 1990	Europa	Tempestad	230	14,800	10,200
Abril 1991	Bangladesh	Ciclón	139,000	3,000	100
Septiembre 1991	Japón	Tifón	62	6,000	5,200
Agosto 1992	Estados Unidos	Huracán	62	30,000	17,000
Enero 1994	Estados Unidos	Terremoto	61	44,000	15,300
Enero 1995	Japón	Terremoto	6,348	100,000	3,000
Mayo-Septiembre 1998	China	Inundaciones	3,650	30,000	1,000
Octubre-Noviembre 1998	Honduras, Nicaragua	Huracán	9,200	5,500	150
Agosto 1999	Turquía	Terremoto	20,000	20,000	2,000
Septiembre 1999	Estados Unidos	Huracán	2,200	7,000	-
Septiembre 1999	Taiwán	Terremoto	2,400	14,000	> 1,000
Septiembre 1999	Japón	Tifón	-	3,300	2,500
Octubre 1999	India	Ciclón	> 10,000	> 2,500	-
Noviembre 1999	Francia	Inundaciones	30	500	500
Diciembre 1999	Venezuela	Inundaciones	> 30,000	> 15,000	200
Diciembre 1999	Europa	Tempestad	70	-	-

APÉNDICE III

Lista de Transacciones de Instrumentos Financieros sobre Seguros

Transacciones de instrumentos financieros sobre seguros en el mercado de capitales desde 1997 hasta enero de 1999

Emisor	Tipo de Producto	Intermediario	Riesgo Asegurados	Monto (millones de dólares)	Fecha
Reliance National	Bono	Sedgwick Lane Financial	Varios	40	Marzo, 1997
Horace Mann	Capital Contingente	Aon		100	Abril 1997
Winterthur	Bono	CSFB	Granizo, Suiza	CHF 399.5	Abril 1997
USAA (1)	Bono	Merril Lynch; Goldman Sachs; Lehman Brothers	Tormentas, Costa Este de Estados Unidos	477	Junio 1997
La Salle Re	Capital Contingente	Aon Re; European Re; Allianz; CNA	Exposición a eventos catastróficos, Estados Unidos	100	Agosto 1997
Swiss Re	Bono	CSFB; Swiss Re Capital Markets	Terremoto, California	137	Agosto 1997
Tokio Marine & Fire	Bono	Swiss Re Capital Markets; Goldman Sachs	Terremoto, Tokio	100	Diciembre 1997
Reliance National	Pagaré	Sedgwick Lane Financial	Varios	NA	Diciembre 1997

Centre Solutions (1)	Bono	Goldman Sachs; Chase Securities; Donaldson; Lufkin & Jenrette; Zurich Capital Markets	Tormentas, Florida	83.57	Febrero 1998
Mitsui Marine & Fire	Swap	Swiss Re Capital Markets	Terremoto, Tokio	30	Abril 1998
Hannover Re	Bono	Rabobank	Vida	DEM 100	Abil 1998
Reliance National	Pagaré Opcional	Sedgwick Lane Financial	Varios	20-40	Mayo 1998
USAA (2)	Bono	Merril Lynch; Goldman Sachs; Lehman Brothers	Tormentas, Costa Este de Estados Unidos	450	Junio 1998
CNA	Bono/Swap	Hedge Financial	Tormentas, Costa Noreste de Estados Unidos	90	Junio 1998
Yasuda Fire & Marine	Bono	Aon Capital Markets; Munich Re	Tormentas, Japón	80	Julio 1998
US F&G Re (1)	Bono/Swap	Goldman Sachs; EW Blanche Capital Markets	Viento y Terremoto, Estados Unidos	45	Julio 1998
US client	Opción	Axa-Paribas ARF	Terremoto, California	21	Julio 1998
XL Mid-Ocean	Swap	Aon; Guy Carpenter; Goldman Sachs; Merrill Lynch; Lehman Brothers	Terremoto, Estados Unidos; tormentas, El Caribe	200	Agosto 1998
Constitution Re	Swap	Swiss Re New Markets	Tormentas, Costa Este de Estados Unidos	10	Agosto 1998
US client	Opción	Axa-Paribas ARF	Terremoto, Estados Unidos	25	Septiembre 1998
Allianz	Opción	Allianz Risk Transfer; Goldman Sachs	Viento y Granizo, Alemania	150	Diciembre 1998
Centre Solutions (2)	Bono	Goldman Sachs; Chase Securities; Donaldson; Lufkin & Jenrette; Zurich Capital Markets	Tormentas, Florida	54	Diciembre 1998
Toyota Motor	Bono	Goldman Sachs		566	1998
Freddie Mac	Bono	Morgan Stanley Dean	Préstamos	243	1998

		Witter	hipotecarios		
National Provident Institution	Bono	SBC Warburg Dillon Read; Goldman Sachs; Dresdner Kleinwort Benson	Vida	GBP 260	1998
US F&G Re (2)	Bono	Goldman Sachs; EW Blanche Capital Markets	Riesgos catastróficos	50	Enero 1999

BIBLIOGRAFÍA

- Bermuda Biological Station for Research, Inc. 1999, "*Tropical Cyclones and Climate Variability: A research Agenda for the Next Century*".
<http://www.bbsr.edu/agcihome/rpi/dccdoc>
- Borden Sara y Ansai Sarkar, 1996, "*Securitizing Property Catastrophe Risk*", Current Issues, Federal Reserve Bank of New York.
http://www.ny.frb.org/rmaghome/curr_iss/ci2-9.html
- Canter Michael S. y Joseph B. Cole, 1997, "*The Foundation and Evolution of the Catastrophe Bond Market*", Global Reinsurance.
<http://www.hedgefin.com/news/global.html>
- Canter Michael S. y Joseph B. Cole, 1996, "*Insurance Derivatives: A New Asset Class for the Capital Markets and a New Hedging Tool for the Insurance Industry*", The Journal of Derivatives.
<http://www.hedgefin.com>
- Chicago Board of Trade, 1998, "*Catastrophe Insurance Options, Contract Specifications*".
<http://www.cbot.com/ourproducts/spec/spect31.htm>
- Cox Samuel H., Joseph R. Fairchild y Hal W. Pedersen, 1999, "*Actuarial and Economic Aspects of Securitization of Risk*", Casualty Actuarial Society, Securitization Call Paper Program.
<http://www.casact.org/pubs/dpp/dpp99/99dpp19.pdf>
- D'Arcy Stephen P., Virginia Grace France y Richard Gorvett, 1999, "*Pricing CAT Risk: Could CAT Futures have coped with Andrew?*", Casualty Actuarial Society, Securitization Call Paper Program.
<http://www.casact.org/pubs/dpp/dpp99/99dpp59.pdf>
- Diario Oficial de la Federación, 25 de Marzo de 1999, Circular S-10.1.5.
- Diario Oficial de la Federación, 31 de Diciembre de 1999, Circular S-10.1.4.1.
- Diario Oficial de la Federación, 08 de Marzo de 1999, Circular S-10.1.4.1.

- Fabozzi Frank J., Franco Modigliani y Michael G. Ferri, 1996, "*Mercados e Instituciones Financieras*", 1ª Edición, Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
- Froot Kenneth, 1998, "*The Evolving Market for Catastrophe Event Risk*".
<http://www.guycarp.com/nav/publicat.html>
- Gitman Lawrnce y Michael D. Joenk, 1997, "*Fundamentos de Inversión*", 5ª Edición, Oxford University Press -HABLA México, S.A. de C.V.
- Gorvett Richard, 1999, "*Insurance Securitization: The Development of a New Asset Class*", Casualty Actuarial Society, Securitization Call Paper Program.
<http://www.casact.org/pubs/dpp/dpp99/99dpp133.pdf>
- Herbert Clough / The General Re Corporation, 1999, "*Catastrophe Exposure Management*".
<http://www.clough.com/CLOUGH.nsf/Doc/catexposuremgt>
- Heyman Timothy, 1998, "*Inversión en la Globalización*", 1ª Edición, Editorial Milenio, S.A. de C.V.
- Hull John C., 1996, "*Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones*", 2ª Edición, Editorial Prentice Hall.
- IndexCo, LLC., 1999, "The Guy Carpenter Catastrophe Index Manual"
- Insurance Information Institute, 1999, "*Catastrophes: Insurance Issues*"
<http://www.iii.org/media/>
- Insurance Services Office, Inc., 1999, "*Financing Catastrophe Risk: Capital Markets Solutions*"
<http://www.iso.com/docs/stud013.html>
- Izquierdo O. Emma e Israel Avilés Torres, 1993, "*Medidas para el Seguro de Terremoto*", Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, Vicepresidencia de Desarrollo, Dirección General de Investigación y Desarrollo, Documento de Trabajo No. 22.
- Jaffee, Dwight M. y Thomas Russell, 1997, "*Catastrophe Insurance, Capital Markets and Uninsurable Risks*", The Journal of Risk and Insurance, Vol. 64, No. 2, 205-264.
- Minzoni Consorti Antonio, 1995, "*REASEGURO*", 1ª Edición, Coordinación de Servicios Editoriales Facultad de Ciencias, UNAM.
- Meyers Glenn y John Kollar, 1999, "*Catastrophe Risk Securitization: Insurer and Investor Perspectives*", Casualty Actuarial Society, Securitization Call Paper Program.

<http://www.casact.org/pubs/dpp/dpp99/99dpp223.pdf>

- Servicio Sismológico Nacional, 2000, "*El SSN y la Sismicidad en México*".

<http://www.ssn.unam.mx>

- Solís Soberón Fernando, 1994, "*La Regulación del Seguro de Terremoto en México*", Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, Vicepresidencia de Desarrollo, Dirección General de Investigación y Desarrollo, Documento de Trabajo No. 35.

- Swiss Re Publishing, 1999, "*Insurance-Linked Securities*"

<http://www.swisre.com/e/publications/integrated1/securities.Paras.0002.File.pdf>

- The Bermuda Commodities Exchange, 1998, News / Press Release, Contract Specifications.

<http://www.bcoe.bm/products1.html>

<http://www.bcoe.bm/products2.html>

<http://www.bcoe.bm/products3.html>

<http://www.bcoe.bm/products4.html>

- Vorn Christensen Claus, 1998, "*The PCS Option, an improvement of the CAT-future*", Institute of Mathematics, University of Aarhus.