



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO
EN EL SECTOR ASEGURADOR**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

A C T U A R I A

P R E S E N T A

LIVIA MARIANA VILLEGAS CASTELLANOS



Tutor:
ACT. JOSÉ FABIÁN GONZÁLEZ FLORES

2011



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.

1. Datos de la alumna
Villegas
Castellanos
Livia Mariana
55445700
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
303323439

2. Datos del Tutor
Actuario
José Fabián
González
Flores

3. Sinodal 1
Maestro en Ingeniería
Juan Carlos
Vargas
Aguilar

4. Sinodal 2
Actuario
Ricardo
Ibarra
Lara

5. Sinodal 3
Actuario
Ricardo
Villegas
Azcorra

6. Sinodal 4
Actuario
Fernando Alonso
Pérez-Tejada
López

7. Datos del trabajo escrito
El cambio climático y su impacto en el sector asegurador.
75 páginas
2011

Agradecimientos

***A mis padres, Moisés y Gaby,
por haber formado al ser humano que soy, y que sin su ayuda y apoyo incondicional este
trabajo no sería posible, por su motivación siempre constante.***

***A mi asesor, Fabián,
por su constancia, paciencia, arduo trabajo, conocimientos, enseñanzas y por su gran amor a
ésta nuestra Universidad Nacional.***

***A mis profesores,
por todos los conocimientos impartidos, porque sin ellos no sería la profesionista que hoy soy.***

***A la Universidad Nacional Autónoma de México,
por darme educación, enseñanzas, aprendizajes, amigos; porque si hoy soy, es gracias a ella.***



Mariana Villegas

“El cambio ya no es sinónimo de progreso sino de repentina extinción”

Octavio Paz

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I. LAS CAUSAS Y EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	9
1.1 Definición.....	10
1.2 Factores.....	11
1.3 Causas.....	13
1.3.1 Contaminación.....	13
1.3.2 Sobreexplotación de recursos.....	15
1.3.3 Sobrepoblación.....	16
1.4 Efectos.....	16
1.4.1 Cronología de eventos.....	18
1.4.1.1 Sismos, temblores o terremotos.....	18
1.4.1.2 Tsunamis, huracanes, inundaciones y desbordamientos.....	19
1.4.1.3 Incendios y sequías.....	24
CAPÍTULO II. EL IMPACTO EN EL SECTOR ASEGURADOR	27
2.1 El sector asegurador.....	28
2.1.1 Seguro de daños para riesgos catastróficos.....	30
2.1.1.1 Coberturas.....	31
2.1.1.2 Primas.....	32
2.1.1.3 Reservas.....	34
2.1.1.4 Margen de solvencia.....	40
2.2 El sector reasegurador.....	40
2.2.1 Primas de reaseguro.....	44
2.2.1.1 Reservas de reaseguro.....	45
2.2.1.2 Margen de solvencia.....	45
CAPÍTULO III. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PROSPECTIVAS	47
3.1 Metodología FODA.....	48
3.2 Diagnóstico situacional.....	51
3.2.1 Estrategias.....	52
3.2.1.1 Administración de riesgos catastróficos.....	52
3.2.1.2 Implementación de coberturas.....	54
3.2.1.3 Participación del Gobierno.....	55
3.2.1.4 Implementación de mecanismos financieros para diversificar el riesgo.....	60
3.2.1.5 Evaluación periódica del margen de solvencia.....	63
3.2.1.6 Análisis de frecuencia y severidad de siniestros catastróficos.....	64
3.2.1.7 Establecimiento y supervisión de límites máximos de retención.....	64
3.2.1.8 Bonos Catastróficos.....	66
BIBLIOGRAFÍA	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Factores que inciden en el cambio climático mundial.....	12
Cuadro 1.2	Principales tipos de contaminación	14
Cuadro 1.3	Principales tipos de sobreexplotación de los recursos	15
Cuadro 1.4	Grandes efectos del cambio climático	17
Cuadro 1.5	Terremotos con mayor severidad durante el último siglo.....	19
Cuadro 1.6	Principales Tsunamis con mayor severidad durante el último siglo.....	20
Cuadro 1.7	Principales huracanes con mayor severidad durante el último siglo	22
Cuadro 1.8	Principales inundaciones y desbordamientos durante el último siglo	24
Cuadro 1.9	Principales incendios con mayor severidad en el último siglo	25
Cuadro 2.1	Ejemplo de PML terremoto.....	35
Cuadro 2.2	Ejemplo de Reserva para Riesgos Catastróficos, 2010	38
Cuadro 2.3	Ejemplo de Límite Máximo de la Reserva Catastrófica.....	39
Cuadro 2.4	Participantes del mercado para la cesión y la aceptación de reaseguros	41
Cuadro 2.5	Formas de Reaseguro No Proporcional	43
Cuadro 2.6	Calificaciones mínimas que aplicarán para la inscripción de reaseguradoras extranjeras....	46
Cuadro 3.1	Matriz FODA.....	49
Cuadro 3.2	Matriz de estrategias para enfrentar el cambio climático en el sector asegurador.....	52

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis es analizar las causas y efectos del cambio climático en el aumento de la frecuencia y severidad de los sismos, terremotos, tsunamis, inundaciones e incendios y evaluar el impacto de éste como variable exógena en la tasación de las primas y su colocación en el sector asegurador y, así, desarrollar un diagnóstico que permita implementar estrategias futuras.

La variabilidad del clima ha sido una constante de la historia, desde los primeros registros que el ser humano dejó plasmados acerca de su relación con el clima. A esta variabilidad natural del clima se ha sumado, en las décadas recientes, la inquietante comprobación de que las actividades del propio ser humano están incidiendo en el cambio de clima con efectos indeseables. Requiriéndose un estudio donde se analicen las principales causas y consecuencias del aumento de severidad y frecuencia de diversos fenómenos catastróficos, estrechamente relacionados con las actividades del ser humano.

El cambio climático es uno de los grandes desafíos del siglo XXI; sin embargo, en la era moderna han aumentado de forma continua las consecuencias a causa de este fenómeno, teniendo como ejemplos: concentraciones de los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera como consecuencia de la actividad humana. El uso creciente de fuentes de energía fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, la deforestación de amplias zonas de la Tierra; así como determinadas actividades agrarias suponen la emisión a la atmósfera de cantidades crecientes de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso.

El calentamiento global tiene importantes consecuencias sobre el clima, modificando la duración de las estaciones, el régimen de precipitaciones y los patrones de viento. Estos cambios se traducen en una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos como las tormentas, las olas de calor o una mayor frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales.

Hoy, el 50 por ciento de la población mundial vive en las ciudades y las previsiones realizadas por diferentes organizaciones muestran que, para el año 2050, el 80 por ciento de la población será urbana.

El 75 por ciento de la energía mundial se consume en los núcleos urbanos, convirtiéndolos en los mayores emisores de bióxido de carbono (CO₂) en el mundo.

Las ciudades son muy vulnerables al cambio climático, al ser grandes concentraciones demográficas que están expuestas al impacto de sus efectos, como las tormentas más frecuentes e intensas, la contaminación, la sequía y las inundaciones; así como la elevación del nivel del mar en las ciudades costeras, debido a que el 50 por ciento de la humanidad vive al lado del mar o de los ríos.

En este contexto, por ser un fenómeno global que afecta a todos los sectores de la población de manera directa, el sector asegurador al encontrarse dentro del mismo entorno se ve afectado por estos fenómenos, siendo necesario evaluar el impacto de estos fenómenos principalmente en la tasación de primas del seguro de daños; así como la colocación de riesgos, generalmente, catastróficos en el sector reasegurador.

La tesis se presenta a *grosso modo* en tres capítulos.

En el capítulo I se describirán las principales causas y efectos del cambio climático; comenzando con una introducción de antecedentes históricos, seguido de la definición, causas tales como: contaminación, sobreexplotación y sobrepoblación. Continuando con los efectos y consecuencias de este fenómeno, cronología de eventos; así como descripción de eventos tales como: sismos, terremotos, tsunamis, inundaciones, desbordamientos, incendios y sequías.

Por su parte, en el capítulo II se desarrollará el impacto del cambio climático en el sector asegurador; iniciando con una descripción del sector asegurador, así como del seguro de daños para riesgos catastróficos, coberturas, primas, reservas, margen de solvencia; añadiendo el sector reasegurador, primas de reaseguro, *burning cost*, reservas y margen de solvencia.

Finalmente, en el capítulo III se expondrán propuestas de estrategias prospectivas; introduciendo una metodología, focalizando fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas y estrategias. Proponiendo estrategias comerciales ante el ablandamiento y endurecimiento del mercado, la administración de riesgos catastróficos; la participación del Gobierno, la implementación de mecanismos financieros para diversificar el riesgo, la evaluación periódica del margen de solvencia, el análisis de frecuencia y severidad de siniestros catastróficos, establecimiento y supervisión de límites máximos de retención, los bonos catastróficos, implementación de nuevas coberturas y las recomendaciones.

Teniendo como objetivo final desarrollar un diagnóstico que permita implementar estrategias y soluciones al sector asegurador aminorando el impacto de variables exógenas como el cambio climático.

CAPÍTULO I. LAS CAUSAS Y EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es un fenómeno continuo y de largo plazo, que afecta a todos los sectores de la población de manera directa, con un elevado nivel de incertidumbre. La variabilidad del clima ha sido una constante de la historia, desde los primeros registros que el ser humano dejó plasmados acerca de su relación con el clima. A esta variabilidad natural del clima se ha sumado, en las décadas recientes, la inquietante comprobación de que las actividades del propio ser humano están incidiendo en el cambio de clima con efectos indeseables.

Durante las últimas dos décadas, la Tierra se ha calentado a un ritmo muy superior al de cualquier otro momento desde hace mil años. Las mayores modificaciones se han producido en las latitudes medias y altas del hemisferio norte aunque algunas áreas concretas, han experimentado enfriamientos. El incremento de las temperaturas en el mundo se ha dado sobre todo durante la noche y los aumentos más fuertes se han producido en los meses de invierno y primavera del hemisferio norte. Los polos han presenciado cambios inesperados y algunas estaciones han registrado subidas de hasta 5 °C. [Godrej, 2002]

Además del calentamiento global hay otros indicadores que insinúan el cambio climático, aunque no cabe duda de que el calentamiento es el motor que impulsa los demás cambios, ya que todos los sistemas climáticos se rigen por la energía solar.

Cada año, la Tierra recibe energía equivalente a 1000 billones de barriles de petróleo en forma de luz solar. Una parte de esta luz, se refleja de vuelta en el espacio mediante las superficies brillantes como la nieve y el hielo. El resto de la luz funciona como una especie de motor que controla las corrientes oceánicas, la evaporación. Los árboles absorben una parte de esta luz solar y desprenden vapor al recircular el agua que han tomado de la tierra. De esta forma, alimentan el movimiento constante del agua, que genera vida en el planeta. [Flannery, 2005]

Los pronósticos más alarmantes se relacionan con lo impredecible: se espera un aumento de los sucesos climáticos extremos, como inundaciones fuertes o sequías cada vez más prolongadas. Sin embargo, no todos los cambios se vinculan con un clima más cálido. Al contrario, el incremento de los flujos de energía puede conllevar nevadas y ventiscas más intensas. De hecho, si aumentan las temperaturas, se evapora más agua tanto del mar como de la tierra y si se evapora el agua del mar aumentan las lluvias, las cuales no compensarían la sequía de las tierras si no que producirían desequilibrios. Las tormentas serían cada vez más frecuentes e intensas generando que las regiones costeras se inunden y los interiores continentales se sequen.

Las teorías sobre el cambio climático son variadas e incluso contradictorias. Científicos pronostican un calentamiento progresivo, basándose en el aumento de las temperaturas, y el efecto invernadero provocado por el aumento del CO₂ y la reducción de la capa de ozono, que podría llevar a la Tierra a una situación atmosférica parecida a la de Venus. Otros, sin embargo, centran sus observaciones en los

cambios en las corrientes submarinas, disminución de las manchas solares y aumentos en las precipitaciones sobre el hemisferio norte.

La climatología es mucho más compleja y los cambios observados en el pasado reciente y presente son realmente interesantes. El clima actual cambiará en los próximos años, a una velocidad mayor por el efecto de la acción del hombre. Lo estamos viendo cada día, hay más fenómenos meteorológicos extremos, más catástrofes de todo tipo: huracanes, tsunamis, terremotos, erupciones volcánicas, tormentas intensas, inundaciones, etcétera. Los científicos hace tiempo que alertan y los gobiernos parece que empiezan a interesarse, en la medida que ven como se altera la economía y como las catástrofes causan cada vez más víctimas humanas.

Sea como sea, el cambio climático es una realidad que se está manifestando con más rapidez y contundencia de lo que se ha previsto hasta ahora y cuyas consecuencias se padecen, especialmente, en los países subdesarrollados.

1.1 Definición

Se llama ***cambio climático*** a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Estos cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera. En teoría, son debidos tanto a causas naturales como antropogénicas [Viñas, 2005]

El término suele usarse de forma poco apropiada, para hacer referencia tan sólo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término ***cambio climático*** sólo para referirse al cambio por causas humanas:

Por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Como se produce constantemente por causas naturales se le denomina también variabilidad natural del clima. En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión cambio climático antropogénico.

El sistema climático está formado por cinco componentes o subsistemas bien diferenciados que interactúan entre sí, intercambiando entre ellos energía y movimiento. Los cinco componentes son la atmósfera, la hidrósfera, criósfera, litósfera y biósfera¹.

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el término cambio climático abarca todas las formas de inconstancia climática, con independencia de su carácter estadístico o sus causas físicas. Los cambios climáticos resultan de factores tales como las variaciones en la radiación solar, los cambios a largo plazo de los elementos de la órbita terrestre (excentricidad, oblicuidad eclíptica, precisión de los equinoccios), los procesos internos naturales del sistema climático o el forzamiento antropogénico (aumento de las concentraciones atmosféricas de bióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero).

1.2 Factores

El clima en el planeta está sometido a influencias internas y externas, que pueden alterar sus condiciones, las cuales se describen a continuación:

- **Influencias externas.** Estas influencias externas reciben el nombre de forzamientos porque actúan de forma sistemática y paulatina sobre el clima, produciendo modificaciones leves, imperceptibles y naturales, como:
 - i variación solar (cantidad de energía que se recibe de Sol en la atmósfera);
 - ii variación orbital (la trayectoria que realiza la Tierra alrededor del Sol); y,
 - iii fenómenos inusuales como el impacto de meteoritos.

- **Influencias internas.** Estas influencias son consideradas caóticas y no sistemáticas porque pueden producir cambios inesperados en el clima en un corto tiempo. Entre ellas están:
 - i La deriva continental: es el movimiento constante de las placas tectónicas (capas más profundas y frías de la Tierra) que a la vez van desplazando la masa de los continentes;
 - ii La composición de la atmósfera: es la capa de gases que rodea a la Tierra, compuesta por nitrógeno (78.1%) y oxígeno (20.94%) con pequeñas cantidades de argón (0.93%), dióxido

¹ La atmósfera es el componente principal del sistema climático y el que presenta escalas de movimiento más rápidas y diferentes, que van desde los segundos en los que puede evolucionar un pequeño remolino turbulento en el aire, hasta las 2 o 3 semanas de vida media de una borrasca típica atlántica.

La hidrósfera incluye toda el agua líquida que hay en la Tierra (océanos, ríos y aguas subterráneas) y en ella los movimientos son mucho más lentos que en la atmósfera.

La criósfera está constituida por todas las masas de hielo y la cubierta de nieve del planeta, e influye decisivamente en el sistema climático, sobre todo a través del albedo.

La litósfera es la parte superior de la parte sólida de la Tierra tanto continental como oceánica, que comprende todas las rocas de la corteza terrestre y la parte fría, del manto superior.

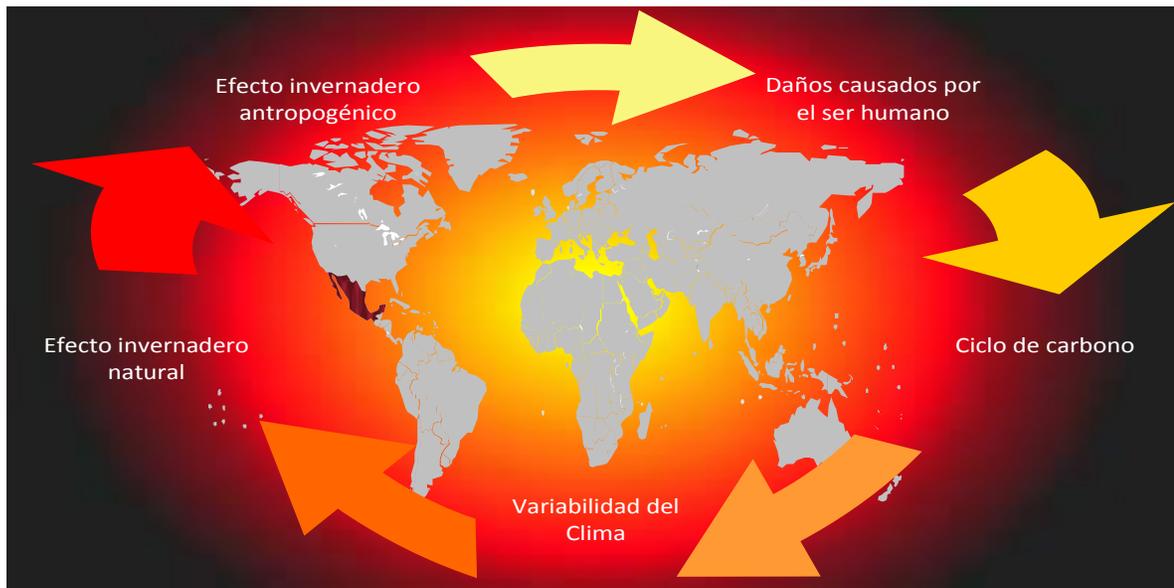
La biósfera de la que formamos parte como seres vivos que somos incluye desde las pequeñas bacterias hasta los grandes animales y plantas de los continentes y mares.

de carbono (variable, pero alrededor de 0.035%), vapor de agua, neón (0.00182%), helio (0.000524%), criptón (0.000114%), hidrógeno (0.00005%) y ozono (0.00116%).

- iii Las corrientes oceánicas: es el volumen de agua y las fuerzas que actúan en ellas como factor regulador del clima;
- iv El campo magnético terrestre: es la fuerza con que se atrae las radiaciones solares;
- v Los efectos antropogénicos: son los producidos por la actividad humana en la Tierra en todos sus ámbitos: vida cotidiana, trabajo, ciudades, industria, comercio.

El cambio climático global en la Tierra depende de qué influencias dominan, si prevalecen las externas, el cambio climático será natural y paulatino, pero si se imponen las internas, aceleradas por la actividad humana, el cambio climático global será caótico, impredecible por los modelos científicos y más acelerado que el natural.

Cuadro 1.1 Factores que inciden en el cambio climático mundial



Fuente: Godrej, Dinyar; *Cambio Climático*. Holanda. 2002

- **Variabilidad natural del clima.** En los últimos dos millones de años se han alternado épocas de clima cálido con glaciares, las cuales han afectado de manera determinante a absolutamente todas las formas de vida en la Tierra. [Godrej, 2002]
- **Efecto invernadero natural.** La energía solar tiende a acumularse en la parte más alta de la atmósfera, ésta se compone de luz visible, radiación infrarroja y radiación ultravioleta. Existe una capa de gases en la atmósfera que actúa como una cubierta aislante y retiene la energía solar, de lo contrario, dicha energía se regresaría al espacio, es decir, sin estos gases de efecto invernadero, la tierra estaría helada, estéril y sin vida. Es importante resaltar que cuando la energía solar llega a la superficie terrestre, gran parte de ésta ha sido absorbida por el vapor de agua, la capa de ozono y otros componentes de la atmósfera, sin contar la propia vegetación en sí misma. Los gases de efecto invernadero absorben una parte de este calor reflejado y lo retienen en la baja atmósfera,

cuando las concentraciones de gas invernadero aumentan, se retiene más calor y, en consecuencia, las temperaturas en la baja atmósfera y en la superficie de la Tierra aumentan, esto afecta tanto al tiempo atmosférico como al clima. [Stern, 2006]

- **Efecto invernadero antropogénico.** Se define como el efecto invernadero que tiene causas humanas, y que sí que es muy perjudicial. Esto es así, porque se tiende a producir un aumento en la atmósfera de los diferentes gases de efecto invernadero, aumentando este efecto y, por ende, produciendo un calentamiento global del planeta.

En las últimas décadas, la concentración de CO₂ (dióxido de carbono) ha aumentado considerablemente, por el uso de combustibles fósiles como fuente de energía, en procesos industriales y para el transporte. Análogamente, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), gases de efecto invernadero, aumentan su concentración en la atmósfera en mayor medida por el tratamiento de residuos en los vertederos, la gestión del estiércol, desechos tóxicos, aerosoles o en la fabricación de lámparas fluorescentes e incandescentes, entre otros. [Attenborough, 2004]

- **Daños causados por el ser humano.** Los daños que el ser humano ejerce sobre el clima tienen como base un elemento primordial para la vida en la Tierra, el carbono. Este elemento es la parte esencial de cualquier ser que respire o crezca, ya sea animal o vegetal. La Tierra está llena de carbono en forma de restos. Pero también envuelve el planeta en forma de gas de dióxido de carbono. Este gas es invisible, pero tiene una propiedad muy importante que comparte con otros gases de efecto invernadero. [ONU, *Riesgo y pobreza en un clima cambiante*, 2009]
- **Ciclo del Carbono.** La industrialización conlleva un mayor uso del carbono. La quema de hidrocarburos (carbón, petróleo y gas natural) para cubrir las necesidades energéticas, de fabricación y la conducción de automóviles, añaden cada año unos 6 mil millones de toneladas de carbono a la atmósfera y se prevé que los niveles de carbono podrían doblarse en el 2030; además, la tala de los bosques prosigue a un ritmo acelerado y, en consecuencia, disminuye la capacidad de la Tierra para absorber el carbono. [Viñas, 2005]

1.3 Causas

1.3.1 Contaminación

La contaminación es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente y, por tanto, se genera como consecuencia de

la actividad humana². Los agentes contaminantes tienen relación con el crecimiento y consumo desmedido de la población. Por su consistencia, los contaminantes se clasifican en sólidos³, líquidos⁴ y gaseosos⁵.

Los tipos de contaminación más importantes son los que afectan a los recursos naturales básicos: el aire, los suelos y el agua. Algunas de las alteraciones medioambientales más graves relacionadas con los fenómenos de contaminación son los escapes radiactivos, el *smog*, el efecto invernadero, la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono, la eutrofización de las aguas o las mareas negras. En el cuadro 1.2 se presentan las causas que propician los diferentes tipos de contaminación.

Cuadro 1.2 Principales tipos de contaminación

Contaminación	Causas
<p>Agua</p>	<p>El agua que procede de fuentes superficiales (ríos, lagos y quebradas), es objeto día a día de una severa contaminación, producto de las actividades del hombre debido a que éste agrega al agua sustancias ajenas a su composición, modificando su calidad. Se dice que el agua está contaminada cuando no puede utilizarse como, generalmente, se hace.</p> <p>Las fuentes de contaminación son resultados indirectos de las actividades domésticas, industriales o agrícolas. Los principales contaminantes del agua son: i) microorganismos patógenos; ii) detergentes sintéticos y fertilizantes ricos en fosfatos; iii) pesticidas orgánicos; iv) productos químicos inorgánicos; y, v) petróleo y sus derivados.</p>
<p>Atmosférica</p>	<p>Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles, que generan dióxido de carbono y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa. La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta.</p> <p>Por su parte, la lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida.</p>

² Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio. Esta cantidad relativa puede expresarse como la masa de la sustancia introducida en relación con la masa o el volumen del medio receptor de la misma. Este cociente recibe el nombre de concentración.

³ Los agentes sólidos están constituidos por la basura en sus diversas presentaciones. Provocan contaminación del suelo, del aire y del agua. Del suelo porque produce microorganismos y animales dañinos; del aire porque produce mal olor y gases tóxicos, y del agua porque la ensucia y no puede utilizarse.

⁴ Los agentes líquidos incluyen las aguas negras, los desechos industriales, los derrames de combustibles derivados del petróleo, los cuales dañan básicamente el agua de ríos, lagos, mares y océanos, y con ello provocan la muerte de diversas especies.

⁵ Los agentes gaseosos incluyen la combustión del petróleo (óxido de nitrógeno y azufre) y la quema de combustibles como la gasolina (que libera monóxido de carbono), la basura y los desechos de plantas y animales.

Suelo	<p>Es la presencia de compuestos químicos hechos por el hombre u otra alteración al ambiente natural del suelo. Generalmente aparece al producirse una ruptura de tanques de almacenamiento subterráneo, aplicación de pesticidas, filtraciones de rellenos sanitarios o de acumulación directa de productos industriales.</p> <p>Los químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados. Este fenómeno está estrechamente relacionado con el grado de industrialización e intensidad del uso de químicos.</p>
Radioactiva	<p>Es la presencia no deseada de sustancias radiactivas en el entorno. Esta contaminación puede proceder de radioisótopos naturales o artificiales. La primera de ellas se da cuando aquellos isótopos radiactivos que existen en la corteza terrestre desde la formación de la Tierra o de los que se generan continuamente en la atmósfera por la acción de los rayos cósmicos. En el segundo caso, los radioisótopos no existen de forma natural en la corteza terrestre, sino que se han generado en alguna actividad del hombre. Esta contaminación puede ser solo superficial o haber penetrado en profundidad afectando a personas, alimentos y suelos.</p>

Fuente: Elaboración propia

1.3.2 Sobreexplotación de recursos

La sobreexplotación de los recursos naturales se produce cuando se extraen los organismos o se explota los ecosistemas a un ritmo mayor que el de su regeneración natural. Por lo tanto, son varias las actividades que ocasionan este problema. El mayor impacto de la sobreexplotación es la pérdida de biodiversidad, es decir, la extinción del recurso, lo cual tiene otras consecuencias, tanto ambientales como socioeconómicas, pues se pierde un fuente importante de ingresos y se deteriora la seguridad alimentaria, entre otras secuelas [Llebot, 1998]. En el cuadro 1.3 se describen los principales tipos de sobreexplotación de recursos.

Cuadro 1.3 Principales tipos de sobreexplotación de los recursos

Sobreexplotación	Causas
Deforestación	<p>La deforestación avanza a un ritmo de unas 17 millones de hectáreas al año (el equivalente a una superficie que supera a la de Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte juntas). Hace 8.000 años había 6.000 millones de hectáreas. Desde entonces se ha destruido más de la mitad de la cubierta forestal de la Tierra. De las 3.000 millones de hectáreas que quedan en la actualidad sólo el 40% son bosques primarios lo suficientemente grandes para albergar la flora y la fauna originales sin soportar el peligro de la pérdida de la biodiversidad. Tres países -Rusia, Canadá y Brasil- albergan el 70% de la superficie de este tipo de bosques.</p> <p>La deforestación produce la erosión del suelo y la desestabilización de las capas freáticas, esto favorece las inundaciones o sequías; así mismo, reduce la biodiversidad, principalmente en los bosques tropicales, que albergan buena parte de la biodiversidad del mundo.</p> <p>Entre las causas de la destrucción se encuentran la explotación forestal industrial, la minería, la transformación de los bosques en terrenos agrícolas, los incendios, las inundaciones, la urbanización, la construcción de infraestructuras, el excesivo acopio de leña y el abuso en el aprovechamiento de la madera.</p>

Sobreexplotación	Causas
Extinción de especies	<p>La sobreexplotación que hace el hombre del medio ambiente adquiere, día a día, una mayor envergadura. La velocidad con la que consume los recursos naturales supera en la mayoría de los casos la velocidad con que el recurso se regenera, ocasionando un deterioro creciente. En el mundo se pierden cientos de miles de especies, muchas de ellas aún antes de ser descubiertas por la ciencia. De ese modo, no sólo se pierde la variabilidad biológica, sino además la diversidad genética, fuente de sustento para las generaciones futuras. Una especie en peligro de extinción es la que puede extinguirse en un futuro próximo.</p> <p>Los desastres ecológicos, la deforestación y otras consecuencias de la acción humana provocan daños en la cadena trófica. En el mundo actual la extinción de especies animales no está tan directamente relacionada con la escasez de alimentos o la contaminación, como con acciones violentas directas (la caza no reglamentada y el comercio ilegal de especies salvajes) o indirectas (la introducción de especies exóticas, en determinados ambientes, que compiten por uno o más recursos con individuos nativos o ya adaptados al lugar).</p> <p>La extinción de las especies, pone en peligro el equilibrio necesario en todo ecosistema. La acelerada destrucción del hábitat condena a la extinción a una biodiversidad en cuyas potencialidades se basa la vida del futuro.</p>

Fuente: Enric Llebot, Josep; *El Cambio Climático*; 1998.

1.3.3 Sobrepoblación

La sobrepoblación es una condición en que la densidad de la población se amplía a un límite que provoca un empeoramiento del entorno, una disminución en la calidad de vida, o un desplome de la población. Generalmente, este término se refiere a la relación entre la población humana y el medio ambiente.

La sobrepoblación no solo depende del tamaño o densidad de la misma, pero sí de la relación de ésta con los recursos del entorno. También depende de la capacidad para usar y distribuir estos recursos por toda la población. Esta puede resultar del incremento de nacimientos, una disminución de la mortalidad debido a los avances médicos, un aumento de la inmigración o por un bioma insostenible y agotamiento de recursos. Es posible que en áreas de escasa densidad de población se dé la sobrepoblación, porque el área en cuestión no puede sostener la vida humana. Actualmente, somos más de 6.000 millones de habitantes en el planeta. [ONU, *Riesgo y pobreza en un clima cambiante*, 2009]

1.4 Efectos

Como se mencionó en apartados anteriores, el clima ha cambiado en los últimos 150 años como consecuencia de las actividades humanas. La temperatura global ha aumentado entre 0.3 y 0.6 °C desde 1860; las temperaturas nocturnas mínimas han aumentado más que las máximas diurnas; se han detectado cambios regionales y el nivel del mar ha aumentado entre 10 y 25 cm. [Galindo, 2009]

Los modelos climáticos detectan cambios del clima durante el siglo XXI que dependen en distribución e intensidad de los ritmos de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. En el cuadro 1.4 se muestran los grandes efectos que el cambio del clima está teniendo en la naturaleza y la humanidad.

Cuadro 1.4 Grandes efectos del cambio climático

Recursos natural	Efectos
Vulnerabilidad al cambio climático	Los sistemas naturales, los sistemas socioeconómicos y la salud humana son sensibles a los cambios del clima. El cambio del clima de origen antropogénico añade un estrés adicional que puede generar problemas en sistemas más frágiles y con inferior capacidad de adaptación.
Bosques	Se encuentran cambios sustentables en la capacidad de crecimiento y en la composición de los bosques; se calcula que un 33% de la masa forestal se ve afectada por los cambios del clima. Los bosques tropicales se ven más afectados a causa de la degradación del suelo por efectos de cambios del clima. Los bosques templados soportan periodos con menor cantidad de agua disponible debido a la mayor cantidad de bióxido de carbono atmosférico. En estos bosques aumentan la frecuencia de incendios y la incidencia de enfermedades disminuyendo la edad media de las poblaciones vegetales.
Agricultura	El cambio climático afecta aumentando la pérdida de materia orgánica, la salinización y la erosión de los suelos, afectando el rendimiento agrícola.
Desierto y las zonas áridas	El cambio climático incrementa la aparición de zonas áridas y desérticas en todo el planeta debido a la degradación de los suelos.
Hielo y la nieve	Durante los próximos 150 años se prevé que entre un tercio y la mitad de la actual cubierta de nieve y de hielo de los glaciares y montañas desaparezca reduciendo la extensión y grosor de las capas de hielo en el mar.
Lagos, los ríos y las zonas húmedas	El aumento de la temperatura produce mayor incidencia de inundaciones y sequías en las latitudes medias, empobreciendo la calidad de las aguas, la desaparición de hábitat y la reducción de la productividad biológica.
Océanos y sistemas costeros	El cambio climático en las zonas costeras se asocia, especialmente, a las consecuencias del aumento del nivel del mar y a la mayor incidencia de temporales. Los impactos consisten en un aumento de la salinidad en los estuarios y en los acuíferos.
Infraestructura	La sensibilidad de los sectores industrial, energético y del transporte al cambio climático es inferior a la de los sistemas naturales y en cambio, la capacidad de adaptación es mayor. El cambio climático puede doblar el sector de población vulnerable a episodios de riesgos naturales.
Salud humana	El efecto más directo es el aumento de la tasa de mortalidad y de enfermedades asociadas a episodios de calor extremo; así como también a aumento de alergias y de enfermedades infecciosas.

Fuente: Enric Llebot, Josep, *El Cambio Climático*, 1998.

1.4.1 Cronología de eventos

1.4.1.1 Sismos, temblores o terremotos

Un sismo, temblor o terremoto es un movimiento vibratorio que se origina en el interior de la Tierra y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas⁶. El origen de éstos se encuentra en la acumulación de energía que se produce cuando los materiales del interior de la Tierra se desplazan, buscando el equilibrio, desde movimientos que son consecuencia de las actividades volcánicas y tectónicas, que se producen principalmente en los bordes de la placa. Éstas actividades, tectónica y volcánica, son las principales causas por las que se generan los sismos, aunque existen otros factores que pueden originarlos como son el desprendimientos de rocas en las laderas de las montañas y el hundimiento de cavernas, las variaciones bruscas en la presión atmosférica por ciclones e incluso la actividad humana. [Chalko, 2008]

Es difícil monitorear la tendencia y detectar cambios en el sistema sísmico. En la actualidad, se presenta el método de monitorizar la actividad sísmica basado en la acumulación de la energía anual de todos los terremotos observados en un periodo determinado. La energía acumulada de todos los sismos en un año puede ser calculada sumando la energía de todos durante ese año. Como resultado, se observa que la energía anual de los sismos se ha incrementado alrededor de 6 veces de los últimos años y su tendencia crecerá en el futuro; así también, se ha demostrado que los pequeños sismos se han convertido en significativos, lo que indica un cambio sistemático al mecanismo fundamental de la actividad sísmica del planeta. El incremento en la energía anual sísmica observada en el periodo 1980-2007 y la creciente tendencia en frecuencia es alarmante e indican que el principal riesgo proviene no de un lento y gradual cambio climático sino de la rapidez en que se incrementa la actividad tectónica del planisferio⁷.

Específicamente, el calor que es generado en el interior del planeta es atrapado y el interior de la temperatura planetaria se eleva. El calentamiento ocurre debido a que la salida del calor radiante del interior del planeta es a través de la superficie, la cual recibe más energía de la que es capaz de irradiar. El calentamiento interior del planeta es también consecuencia del calentamiento global.

⁶ Los sismos son reportados y clasificados usando los datos estadísticos de la escala logarítmica de Richter.

⁷ En el periodo de tiempo en que el cambio climático aumentó un grado centígrado, terremotos y sismos han sido 5 veces más enérgicos.

Cuadro 1.5 Terremotos con mayor severidad durante el último siglo

Año	Lugar	Efectos	Año	Lugar	Efectos
1908	Messina (Sicilia ITALIA)	80 000 víctimas	1976	Guatemala (GUATEMALA)	22 253 muertes
1915	Avezzano (ITALIA)	30 000 muertes	1976	Tangshan (CHINA)	242 419 muertes
1920	Gansu (CHINA)	230 000 muertes	1978	Región Tabass (IRÁN)	25 000 muertes
1923	Yokohama Tokio (JAPÓN)	100 000 muertes	1985	México D.F. (MÉXICO)	4 000 muertes
1927	Nanchang (CHINA)	140 000 muertes	1988	Spitak (ARMENIA)	25 000 muertes
1932	Gansu (CHINA)	70 000 muertes	1990	Provincias Ghilany Zandjan (IRÁN)	40 000 muertes
1934	Bihar (INDIA)	10 700 muertes	1993	Maharastra (INDIA)	7 600 muertes
1935	Quetta (INDIA)	30 000 muertes	1995	Región Kobe-Osaka (JAPÓN)	5 600 muertes
1939	Región Chillán (CHILE)	28 000 muertes	1999	Noroeste (TURQUÍA)	4 000 muertes
1939	Erzincan (TURQUÍA)	30 000 muertes	2001	Gujerat (INDIA)	25 000 muertes
1960	Agadir (MARRUECOS)	Destrucción total de la ciudad, 16 000 muertos	2003	Ciudad Bam (IRÁN)	50 000 muertes
1962	Qazvin (IRÁN)	12 000 muertes	2004	Sumatra (Indonesia)	Tsunami 229 866 muertes
1968	Noreste (IRÁN)	12 000 muertes	2005	PAKISTÁN e INDIA	80 000 muertes
1970	Yunán (CHINA)	10 000 muertes	2006	Java (INDONESIA)	3 000 muertes
1970	Costa (PERÚ)	50 000 muertes	2007	Pisco Ica Chincha y Paracas (PERÚ)	Duración 175 seg, 513 muertes
1972	Managua (NICARAGUA)	10 000 muertes	2008	Provincia Sicuani (suroeste China)	12 000 muertes
1974	Sichuan y Yunán (CHINA)	20 000 muertes	2010	Puerto Príncipe (HAITÍ)	200 000 muertes

Fuente: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews>, Febrero, 2011

1.4.1.2 Tsunamis, huracanes, inundaciones y desbordamientos

- **Tsunamis.** Un Tsunami es una ola o serie de olas que se producen en una masa de agua al ser empujada, violentamente, por una fuerza que la desplaza verticalmente. Terremotos, volcanes, meteoritos, derrumbes costeros o subterráneos e incluso explosiones de gran magnitud pueden

generar un Tsunami. Antiguamente se les llamaba “marejadas”, “maremotos” u “ondas sísmicas marinas”, pero estos términos han ido quedando obsoletos, ya que no describen adecuadamente el fenómeno. Los dos primeros implican movimientos de marea, que es un fenómeno diferente y que tiene que ver con un desbalance oceánico provocado por la atracción gravitacional ejercida por los planetas, el sol y especialmente la luna. Un tsunami, generalmente, no es sentido por las naves en alta mar (las olas en alta mar son pequeñas) ni puede visualizarse desde la altura de un avión volando sobre el mar. [Viñas, 2005]

Los Tsunamis pueden ser ocasionados por terremotos locales o por terremotos ocurridos a distancia. De ambos, los primeros son los que producen daños más devastadores debido a que no se alcanza a contar con tiempo suficiente para evacuar la zona (generalmente se producen entre 10 y 20 minutos después del terremoto) [Lovelock, 2007]. Para que un terremoto origine un Tsunami el fondo marino debe ser movido abruptamente en sentido vertical, de modo que el océano es impulsado fuera de su equilibrio normal. Cuando esta inmensa masa de agua trata de recuperar su equilibrio, se generan las olas. El tamaño del Tsunami estará determinado por la magnitud de la deformación vertical del fondo marino. No todos los terremotos generan Tsunamis, sino sólo aquellos de magnitud considerable, que ocurren bajo el lecho marino y que son capaces de deformarlo.

Un Tsunami se puede experimentar en cualquier océano; sin embargo, es más frecuente que ocurran en el Océano Pacífico (especialmente las costas de Chile y Perú y Japón). Las avalanchas, erupciones volcánicas y explosiones submarinas pueden ocasionar Tsunamis que suelen disiparse rápidamente, sin alcanzar a provocar daños en sus márgenes continentales. [Attenborough, 2004]. En el cuadro 1.6 se muestran los principales Tsunamis a lo largo del siglo XX.

Cuadro 1.6 Principales Tsunamis con mayor severidad durante el último siglo

Año	Lugar	Efectos
1929	Grand Banks, Canada	1 millón de USD en daños
1946	Aleutian Island, Alaska	26 millones de USD en daños
1952	Kamchatka, Rusia	1 millón de USD en daños
1957	Aleutian Island, Alaska	5 millones de USD en daños
1960	Chile	125 millones de USD en daños, 5000 muertes
1964	Prince Williams, Alaska	106 millones de USD en daños
1975	Hawaii	7.2 magnitud
2004	Sumatra	225 000 muertes
2011	Región de Tōhoku, Japón	No se ha determinado aún

Fuente: http://tsun.sccc.ru/On_line_Cat.htm, Diciembre, 2010

- **Huracanes.** El huracán es el más severo de los fenómenos meteorológicos conocidos como ciclones tropicales. Estos son sistemas de baja presión con actividad lluviosa y eléctrica cuyos vientos rotan antihorariamente (en contra de las manecillas del reloj) en el hemisferio Norte. [Viñas, 2005]

Los ciclones tropicales se forman sobre las cálidas aguas del trópico, a partir de disturbios atmosféricos preexistentes tales como sistemas de baja presión y ondas tropicales. Las ondas tropicales se forman cada tres o cuatro días sobre las aguas del océano atlántico, cerca de la línea ecuatorial. Los ciclones tropicales también pueden formarse de frentes fríos y, ocasionalmente, de un centro de baja presión en los niveles altos de la atmósfera.

El proceso por medio del cual una tormenta tropical se forma y, subsecuentemente, se intensifica al grado de huracán depende de, al menos, tres de las condiciones siguientes:

1. Un disturbio atmosférico preexistente (onda tropical) con tormentas embebidas en el mismo.
2. Temperaturas oceánicas cálidas, al menos 26 °C, desde la superficie del mar hasta 15 metros por debajo de ésta.
3. Vientos débiles en los niveles altos de la atmósfera que no cambien mucho en dirección y velocidad.

La energía que el ciclón tropical transforma en energía cinética de rotación y en procesos termodinámicos proviene del contacto entre el ciclón tropical y las aguas cálidas del mar y, por ende, del intercambio de energía entre las aguas del mar y el sistema ciclónico. Los vientos en los niveles bajos de la atmósfera, muy cerca de la superficie marina, circulan hacia el área de baja presión, es decir, confluyen hacia un lugar determinado. Las aguas cálidas le suministran al entorno del disturbio atmosférico la humedad y el calor necesarios para que se desencadenen los procesos de formación de nubes y, generalmente, de lluvia y actividad eléctrica. Se forman las bandas de lluvia y los topes de las nubes que se han formado se elevan muy alto en la atmósfera. Si los vientos en los niveles altos de la atmósfera se mantienen débiles, el ciclón tropical puede continuar intensificándose, alcanzando las subsecuentes categorías hasta llegar a huracán.

Los huracanes se miden con la **escala Saffir-Simpson** que define y clasifica la categoría de un huracán en función de la velocidad de los vientos del mismo. La categoría 1 es la menos intensa (vientos de 119 a 153 km/h); la categoría 5 es la más intensa (vientos mayores que 250 km/h). La categoría de un huracán no está relacionada necesariamente con los daños que ocasiona. Los huracanes categorías 1 ó 2 pueden causar efectos severos dependiendo de los fenómenos atmosféricos que interactúen con ellos, el tipo de región afectada y la velocidad de desplazamiento del huracán. Los huracanes de categoría 3, 4, ó 5 son considerados como severos.

Cuadro 1.7 Principales huracanes con mayor severidad durante el último siglo
(alcanzando la categoría 5)

Fecha	Huracán	Lugar	Efectos
Septiembre 13,1928	Okeechobee	Bahamas & Florida	4 075 muertes
Septiembre 3, 1935	Labor Day	Bahamas	2 000 muertes
Septiembre 19,1938	New England	New York & Connecticut	4.7 millones de USD en daños
Septiembre 16,1947	Fort Lauderdale	Florida , Louisiana	110 millones de USD en daños
Septiembre 28,1955	Janet	México	386 milloes de USD en daños
Septiembre 4, 1960	Donna	Bahamas & Florida, N. Carolina, NY & Connecticut	6.6 mil millones de USD en daños
Septiembre 11,1961	Carla	Texas	2 mil millones de USD en daños
Octubre 30, 1961	Hattie	Belize	432.2 millones de USD en daños
Septiembre 20,1967	Beulah	México & Texas	1 mil millones de USD en daños
Agosto 17, 1969	Camilla	Cuba	1500 millones de USD en daños
Noviembre 13, 1970	Bhola	Bangladesh	300 000 muertes
Septiembre 9, 1971	Edith	Belize, Louisiana	25 millones de USD en daños
Septiembre 2, 1977	Anita	México	10 muertes
Agosto 30, 1979	David	Dominica, Cuba, Bahamas & Georgia, Florida	3 000 muertes 4.6 billones de USD en daños
Agosto 7, 1980	Allen	Texas	2.64 mil millones de USD en daños
Septiembre 14,1988	Gilberto	Jamaica, México	10 mil millones de USD en daños
Septiembre 15,1989	Hugo	Puerto Rico & South Carolina	17.4 mil millones de USD en daños
Agosto 23, 1992	Andrew	Louisiana	29 muertes
Octubre 26, 1998	Mitch	Honduras , México & Florida	11 000 muertes, daños por 562.4 millones de USD
Septiembre 11,2003	Isabel	North Carolina	3 600 millones de USD en daños
Septiembre 9, 2004	Ivan	Alabama	20.7 mil millones de USD en daños
Agosto 28, 2005	Katrina	Florida, Louisiana , Mississippi	1 836 muertes 89.6 mil millones de USD en daños
Septiembre 21,2005	Rita	Louisiana, Texas, Yucatán, Cuba	11 mil millones de USD en daños
Octubre 19, 2005	Wilma	México , Florida	32.1 mil millones de USD en daños
Noviembre 15, 2007	Sidr	Bangladesh	2 996 muertes

Fuente:<http://www.nhc.noaa.gov/pastdeadlyapp1.shtml>, Octubre, 2010

- **Inundaciones.** Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos y lagos, por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por tsunamis. [Viñas, 2005]

Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde

tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura. En las zonas costeras los embates del mar han servido para modelar las costas y crear zonas pantanosas como albuferas y lagunas que, tras su ocupación atópica, se han convertido en zonas vulnerables.

La principal causa de las inundaciones fluviales suelen ser las lluvias intensas, donde la gravedad depende de la región, que se producen en función de diversos factores meteorológicos. [Attenborough, 2004]

En el área mediterránea se da el fenómeno de la gota fría, que es un embolsamiento de aire a muy baja temperatura en las capas medias y altas de la atmósfera que, al chocar con el aire cálido y húmedo que asciende del mar, provoca intensas precipitaciones y la posterior inundación.

En Asia oriental la principal causa de las crecidas fluviales son las lluvias torrenciales causadas por el monzón, asociadas muchas veces con tifones. Se presentan en verano y afectan a amplias zonas entre las que destaca el golfo de Bengala, zona de mayor precipitación media del globo.

Los huracanes son una versión caribeña de los tifones que asolan, temporalmente, la región del golfo de México causando inundaciones por las olas, de hasta ocho metros, asociadas a los fuertes vientos, y por las lluvias intensas motivadas por la misma baja térmica. También las tormentas tropicales suelen causar lluvias muy fuertes.

Subidas bruscas de temperatura pueden provocar crecidas en los ríos por la rápida fusión de las nieves, esto se da sobre todo en primavera, cuando el deshielo es mayor, o tras fuertes nevadas en cotas inusuales, que tras la ola de frío se funden provocando riadas.

Las inundaciones no son ajenas a la ocupación del suelo. El caudal de los ríos es normalmente muy variable a lo largo de los años. En efecto, la hidrología establece para los ríos una gama de caudales máximos asociados al tiempo de retorno. Generalmente las poblaciones locales, cuando hace mucho tiempo que se encuentran asentadas en el lugar tienen conocimiento de las áreas ocupadas por las avenidas del río, y así respetan el espacio de este, evitando las inundaciones de sus centros poblados.

- **Desbordamientos.** El desbordamiento de los ríos y lagos ocurre cuando se excede la capacidad de los canales o estanques para conducir el agua y por lo tanto se desbordan los márgenes. Las inundaciones son fenómenos naturales y puede esperarse que ocurran a intervalos irregulares de tiempo en todos los cursos de agua. El establecimiento humano en un área cercana a planicies de inundación es una de las mayores causas de daños causados por inundaciones.

Cuadro 1.8 Principales inundaciones y desbordamientos durante el último siglo

Fecha	Causa	Lugar	Efectos
1910	Precipitación río Sena	París, Francia	150 000 afectados
1931	Desbordamiento río Amarillo	China	3 700 000 muertes
1949	Deshielo río amarillo	China	57 000 muertes
1954	Desbordamiento del río Yang Tsé Kiang	China	40 000 muertes
1962	Desbordamiento río Llobregat, Besós	Barcelona, España	700 muertes Cuantiosos daños materiales
1985	Deshielo del Nevado del Ruíz	Colombia	25 000 muertes
1993	Desbordamiento Río Mississippi	E.U.A	15 billones de USD en daños
1998	Desbordamiento río Yangtse	China	4 000 muertes
1999	Mes y medio consecutivo de lluvias	Caracas, Venezuela	20 000 muertes 15 000 millones de USD en daños
2000	Lluvias del monzón	Noroeste India, Nepal y Bangladesh	1.2 billones de USD en daños
2000	Lluvias torrenciales por 5 semanas	Mozambique	5 millones de afectados, La peor catástrofe en 50 años
2004	Tsunami	Sumatra	300 000 muertes
2005	Huracán Katrina	Nueva Orleans, E.U.A	1619 muertes
2007	Desbordamiento río Usumacinta y Grijalva	Tabasco, México	80% del territorio tabasqueño afectado, 1 000 000 habitantes afectados
2010	Fuertes lluvias, río Indo	Peshawar, Pakistán	1 500 muertes 43 mil millones de USD

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Inundaci%C3%B3n#Inundaciones_significativas, Septiembre, 2010

1.4.1.3 Incendios y sequías

- **Incendios.** Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse. Puede afectar a estructuras y a seres vivos. La exposición a un incendio puede producir la muerte, generalmente, por inhalación de humo o por desvanecimiento producido por la intoxicación y posteriormente quemaduras graves. Para que se inicie un fuego es necesario que se den conjuntamente estos tres factores: combustible, oxígeno y calor o energía de activación. [Attenborough, 2004]

Un incendio forestal es el fuego que se expande sin control sobre especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, siempre que no sean características del cultivo agrícola o fueren objeto del mismo y que no tengan calificación de terrenos urbanos, afectando esta vegetación que no estaba destinada para la quema.

Si bien las causas inmediatas que dan lugar a los incendios forestales pueden ser muy variadas, en todos ellos se dan los mismos presupuestos, esto es, la existencia de grandes masas de vegetación en concurrencia con periodos más o menos prolongados de sequía.

El calor solar provoca deshidratación en las plantas, que recuperan el agua perdida del sustrato. No obstante, cuando la humedad del terreno desciende a un nivel inferior al 30% las plantas son incapaces de obtener agua del suelo, con lo que se van secando poco a poco. Este proceso provoca la emisión a la atmósfera de etileno, un compuesto químico presente en la vegetación y altamente combustible. Tiene lugar entonces un doble fenómeno: tanto las plantas como el aire que las rodea se vuelven fácilmente inflamables, con lo que el riesgo de incendio se multiplica. Y si a estas condiciones se suma la existencia de períodos de altas temperaturas y vientos fuertes o moderados, la posibilidad de que una simple chispa provoque un incendio se vuelven significativa. [Llebot, 1998]

Cuadro 1.9 Principales incendios con mayor severidad en el último siglo

Fecha	Lugar	Efectos
30 junio 1900	Muelles de Hoboken en Nueva Jersey (EEUU)	326 muertes
30 diciembre 1903	Teatro Iroquois de Chicago (EEUU)	602 muertes
13 enero 1908	Teatro Rhoads de Boyertown, Pensilvania (EEUU)	170 muertes
25 marzo 1911	Fábrica Triangle en Nueva York (EEUU)	145 muertes
12 octubre 1918	Incendio forestal en Cloquet, Minnesota (EEUU)	400 muertes
20 junio 1919	Teatro Mayaguez en San Juan de Puerto Rico	150 muertes
17 mayo 1923	Colegio en Camden, Carolina del Sur (EEUU)	76 muertes
15 mayo 1929	Clínica en Cleveland, Ohio (EEUU)	125 muertes
23 abril 1940	Sala de baile en Natchez, Mississippi (EEUU)	198 muertes
28 noviembre 1942	Club nocturno Coconut Grove de Boston, (EEUU)	491 muertes
Octubre 1944	Incendio en Cleveland, Ohio (EEUU)	200 muertes
7 diciembre 1946	Hotel Winecoff de Atlanta, Georgia (EEUU)	119 muertes
5 abril 1949	Hospital en Effingham, Illinois (EEUU)	77 muertes
16 diciembre 1958	Almacenes Vida, en Bogotá (Colombia)	83 muertes
13 noviembre 1960	Cine de Amounda (Siria)	152 muertes
17 diciembre 1961	Circo de Niteroi, Rio Janeiro (Brasil)	323 muertes
7 diciembre 1966	Cuartel militar en Erzurum (Turquía)	68 muertes
29 de noviembre 1973	Grandes Almacenes en Kumamoto (Japón)	107 muertes
12 de diciembre 1975	Campamento de nómadas (Arabia Saudita)	138 muertes
16 de febrero 1983	Incendio forestal Victoria y Australia Meridional	69 muertes
6 de mayo 1987	Incendio forestal en el Noreste de China	200 muertes
2 noviembre 1994	Incendio en depósitos de petróleo a causa de un rayo (Egipto)	265 muertes
29 noviembre 2004	Plantación de caña de azúcar en Santa Cruz de Marcovia (Honduras).	15 muertes
3 abril 2006	Incendio forestal que devastó el distrito de Sindhuli, en Nepal.	10 muertes

Fuente: <http://www.lasnoticiasmexico.com/31163.html>, Noviembre, 2010

- **Sequías.** Se puede definir como una anomalía transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de los requerimientos estadísticos de un área geográfica dada. El *agua* no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, los animales y los humanos.[Viñas, 2005]

La causa principal de toda sequía es la falta de lluvias o precipitaciones, este fenómeno se denomina sequía meteorológica y si perdura, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua. En casos extremos se puede llegar a la aridez. Cuando persiste la sequía, las condiciones circundantes empeoran gradualmente y su impacto en la población local se incrementa. La gente tiende a definir la sequía en tres formas principales: meteorológica, agrícola e hidrológica

La falta de agua, además, puede llegar a producir cirrosis o tuberculosis, aunque se supone una limitación muy importante que se multiplica seriamente con el tiempo. A nivel medioambiental se pueden citar:

- *Agrícolas.* La falta de agua de manera prolongada provoca la falta de desarrollo de los cultivos. Esto se ha agravado por el tipo de cultivo industrial y cultivo hidropónico con grandes necesidades hídricas, en detrimento de los cultivos tradicionales, los llamados secano, cultivos apropiados a la demanda de agua y escasez estacional de la misma.
- *Forestales.* Estrés hídrico, provocando efectos dañinos en el crecimiento vegetal y enfermedades derivadas del crecimiento anormal de las plantas.
- *Ganadería.* Deshidratación de los animales y pérdida de éstos por falta de alimento y enfermedades que se desarrollan en condiciones con bajo nivel de humedad.
- Falta de garantía en los suministros de agua para los distintos usos.

CAPÍTULO II. EL IMPACTO EN EL SECTOR ASEGURADOR

El Banco Mundial señala que la disminución de los desastres comienza con la actitud de los individuos y las comunidades hacia el riesgo diario. La proactividad o inactividad de los individuos hacia la protección de su patrimonio, su familia o comunidad define, en buena manera, como la sociedad aborda la mitigación del riesgo y la reducción de la vulnerabilidad.

En las grandes aglomeraciones urbanas, las necesidades de la vida diaria y las presiones sociales reducen la toma de conciencia hacia la autoprotección y la participación individual en la preparación en caso de desastre. Esta escasez de sensibilidad frente al riesgo obstaculiza los esfuerzos sociales por tratar de reducir la vulnerabilidad. Por lo tanto, de acuerdo al Banco Mundial, la mitigación del riesgo comienza con el desarrollo de una cultura de la prevención que siembre la idea de protección de la propiedad social como un elemento prioritario en el individuo.

Sin embargo, la definición de una estrategia para influenciar las actitudes culturales plantea desafíos y requiere de un compromiso significativo por parte de la sociedad en su conjunto. Mientras que los programas educativos, ya sea a través de canales formales como las escuelas, o informales, como a través de diversos medios de información, proveen el marco básico para el desarrollo de la cultura de la prevención, resulta también necesario integrar otros aspectos que incluyan la participación comunitaria y programas sociales y de diseminación del riesgo, capacitación profesional; así como el fortalecimiento de las instituciones.

El impacto de los desastres naturales en las ciudades puede devastar las economías nacionales y los mercados industriales de manera global. Esto es, especialmente, crítico en el caso de las economías emergentes donde las áreas urbanas más importantes, generalmente, albergan la mayoría de las actividades económicas y sociales. Por ello, se necesitan procesos, regulaciones (uso de suelo, infraestructura, códigos de construcción), y métodos que reduzcan la exposición a los peligros y que limiten la vulnerabilidad física de los asentamientos densamente poblados.

El cambio climático, visto desde la perspectiva del sector asegurador, se presenta como un fenómeno desafiante, por lo complicado que resulta anticipar la magnitud de su impacto. Contrastando con la certidumbre de que los desórdenes climáticos irán creciendo y que las empresas (no sólo las aseguradoras) tendrán que enfrentar escenarios catastróficos respecto de los cuales, en este momento, no existe mayor conciencia.

El sector asegurador tiene como responsabilidades prioritarias el análisis y la gestión de los riesgos, pero sobre todo la protección frente a los mismos y su distribución. En este sentido, se tiene que observar y medir las tendencias a largo plazo que ocurren en el mundo, tanto respecto a los procesos sociales y tecnológicos como a los naturales. Las tendencias globales que se están dando no sólo impactan la cartera

de riesgos, sino que también afectan a las aseguradoras como inversores y empresas que cotizan en la Bolsa. En sí, todo el sector necesita un entorno estable para llevar a cabo su objeto social.

El riesgo y la oportunidad están en la reputación y el valor intangible de la marca de cada compañía, pero también en la ampliación de sus productos y clientes, y en su aportación a la reducción de riesgos de cambio climático y contaminación.

El "Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático", elaborado por Sir Nicholas Stern en el año 2006, tiene una conclusión central que pocos discuten: **"Nadie puede predecir las consecuencias del cambio climático con absoluta certeza, pero sabemos lo suficiente como para entender los riesgos que supone"**. Es decir, no se puede adelantar en qué medida el sector asegurador y, en general, el sector financiero recibirá los embates de los desordenes climáticos, pero sí se estima que el no implementar medidas adecuadas para enfrentarlos podría ocasionar un retroceso de hasta 20% en la economía mundial. [Stern, 2006]

2.1 El sector asegurador

La función del seguro consiste en proporcionar certidumbre, el seguro trata de reducir las consecuencias inciertas de un peligro conocido, de tal manera que, el costo de las pérdidas, afecte en menor medida a los individuos.

El contrato de seguro es el medio por el cual el asegurador se obliga, mediante el cobro de una prima, a resarcir de un daño o a pagar una suma de dinero al verificarse la eventualidad prevista en el contrato. El contrato de seguro puede tener por objeto toda clase de riesgos si existe interés asegurable, salvo prohibición expresa de la ley.

El contratante o tomador del seguro que puede coincidir o no con el asegurado, por su parte, se obliga a efectuar el pago de esa prima, a cambio de la cobertura otorgada por el asegurador, la cual le evita afrontar un perjuicio económico mayor, en caso de que el siniestro se produzca.

El contrato de seguro es consensual; los derechos y obligaciones recíprocos de asegurador y tomador, empiezan desde que se ha celebrado la convención, aún antes de emitirse la «póliza» o documento que refleja datos y condiciones del contrato de seguro. Al realizar un contrato de seguro, se intenta obtener una protección económica de bienes o personas que pudieran en un futuro sufrir daños.

Como institución comercial, el seguro ha sido definido como un plan por el cual un gran número de personas se asocia entre sí y transfiere, sobre todas ellas, riesgos que corresponden a individuos determinados. Su finalidad es reparar, a un costo moderado, un daño grave para los individuos, concertando un medio por el cual, si cae sobre alguno de ellos una pérdida será indemnizada a expensas de los demás. Todo ello equivale a desviar el peso del riesgo sobre el individuo hacia el de todo un grupo, que está preparado para asumir el riesgo, y que desea asumirlo.

El seguro desempeña un papel fundamental en la economía del país; favorece el desarrollo económico y, a su vez, éste impulsa el desarrollo del sector asegurador. El seguro es una clara expresión de la evolución macroeconómica de un país y con frecuencia la recaudación de primas se utiliza como indicador económico.

En este contexto, el sector asegurador es el conjunto de entidades y organismos que participan en el mercado de los seguros, así como sus prácticas, cuya finalidad última es trasladar los riesgos a que están sometidos los particulares a una empresa con capacidad económica suficiente para soportarlos. La forma en que el sector asegurador aporta sus servicios a la sociedad son las siguientes: i) Fomenta la propensión a la inversión productiva de fondos ajenos; ii) el costo del seguro se capitaliza e invierte, a su vez, en la economía nacional, constituyendo un poderoso instrumento de fomento y captación del ahorro; y, iii) el seguro juega un papel importante en materia crediticia, refuerza la posición del acreedor hipotecario; por ello se suele exigir al deudor que asegure el bien que garantiza el crédito.

El sector asegurador se diferencia de otros sectores debido a que para acometer su actividad, necesita un capital fijo relativamente pequeño y además cobra por adelantado los servicios que presta (seguridad). Por eso, teóricamente, sus necesidades técnicas de financiación son pequeñas. El tiempo juega a favor del asegurador, ya que el costo correspondiente (la siniestralidad) se reparte posponiéndose y dando lugar a un cúmulo de ahorro que forman las reservas técnicas.

Desde un punto de vista financiero, el tomador de una póliza de seguros es un prestamista que proporciona un crédito al asegurador para que fabrique el producto (la seguridad), convirtiéndose el asegurador en un colocador de los fondos que no se consumen periódicamente de entre todos aquellos que le han sido prestados.

La actividad aseguradora, convierte en inversión a largo plazo lo que, en general, no fue considerado ahorro por el contratante del seguro. Sin embargo, desde el punto de vista financiero se trata de un ahorro muy estable y a largo plazo.

Las empresas de seguros pueden definirse como aquellas empresas cuya actividad económica consiste en producir el servicio de seguridad cubriendo determinados riesgos económicos (riesgos asegurables) a las empresas y los particulares.

Las empresas de seguros por su función mediadora en el sistema financiero son unos intermediarios financieros con características muy peculiares que las diferencian de las empresas de otros sectores de la economía e incluso con las restantes empresas financieras. Éstas emiten como activo financiero específico las pólizas o contratos de seguros, obteniendo financiación mediante el cobro del precio o prima del seguro y constituyen las oportunas reservas (operaciones pasivas) a la espera de que se realice el pago de la indemnización o prestación garantizada (suma asegurada), bien porque ha ocurrido el daño o pérdida indemnizable (siniestro) según el contrato suscrito, o bien, porque se estima su posible ocurrencia por métodos y procedimientos actuariales. Estas reservas se denominan reservas técnicas y son invertidas por las empresas de seguros normalmente en activos reales (inmuebles) o en otros activos financieros (títulos

o valores mobiliarios, operaciones activas, entre otros). Así también, deben constituir reservas técnicas para desviaciones en la siniestralidad en los años económicamente favorables o positivos existiendo la posibilidad de distribuir los riesgos asumidos entre otras empresas de seguros y reaseguros, así se consigue reducir los riesgos.

2.1.1 Seguro de daños para riesgos catastróficos

Una de las tareas de la industria de los seguros es la cobertura de las catástrofes naturales⁸. Una definición desde el punto de vista del seguro y con una perspectiva global, que abarque todo tipo de evento del que pueda proceder, caracteriza al riesgo catastrófico como aquél que "tiene su origen en hechos o acontecimientos de carácter extraordinario, tales como fenómenos atmosféricos de elevada gravedad y movimientos sísmicos, cuya propia naturaleza anormal y la elevada intensidad y cuantía de los daños que de ellos pueden derivarse impiden que su cobertura quede garantizada en una póliza de seguro ordinario". [Pfeffer, 1978]

Dentro del ramo de los seguros existe una división habitual que separa los riesgos ordinarios, que tienen un comportamiento estadístico regular, de los extraordinarios, que normalmente son identificados como catastróficos. No es correcto identificar un riesgo extraordinario como un riesgo inasegurable, si bien, determinados riesgos extraordinarios, no son asegurables en determinados mercados.

El riesgo extraordinario tiene una concepción más amplia que las catástrofes provocadas por fenómenos de la naturaleza, ya que incluye también acontecimientos provocados por el hombre, ocasionados violentamente como consecuencia de terrorismo, guerras, tumultos, etc. Una división de riesgos catastróficos más reciente los separa en riesgos originados por fuerzas de la naturaleza, riesgos tecnológicos y riesgos medioambientales.

Los eventos catastróficos naturales se pueden dividir en dos grandes categorías: los fenómenos geológicos (terremoto, erupción volcánica, maremoto, movimiento de tierra) y los fenómenos climatológicos (inundación, avalancha, tempestad y ciclón, sequía, pedrisco, helada e incendios forestales).

Se define una catástrofe desde la óptica de la solvencia de las Entidades Aseguradoras como una acumulación de siniestros individuales, que suponen grandes daños, causados por uno o varios eventos.

Cuando los Aseguradores se refieren a una catástrofe, normalmente se hace referencia a una catástrofe natural o "todo siniestro causado por las fuerzas de la naturaleza, que provoque en general una multitud de siniestros individuales y afecte a un gran número de pólizas".

⁸ Un evento catastrófico puede ser definido como el riesgo que puede generar pérdidas que excedan la absorción de capacidad de los mayores aseguradores o reaseguradores.

A diferencia, de las catástrofes “antropógenas” o “técnicas”, que en este caso se trata de grandes eventos relacionados con las actividades del hombre, habitualmente consiste en un objeto de grandes dimensiones en un lugar de siniestro geográficamente delimitado y que está cubierto por un pequeño número de contratos de seguro -grandes incendios, explosiones, accidentes de la navegación aérea, fluvial o tráfico rodado, minería, derrumbamientos, terrorismo y otros grandes siniestros-.[Minzoni, 2004]

Pueden existir diversos criterios en la definición de un riesgo catastrófico de la naturaleza, un criterio es el que se identifica con el concepto comúnmente aceptado de desencadenamiento de fuerzas imprevisibles e inevitables, de graves consecuencias, y otro criterio, que varía según el país, o según los Aseguradores, es el que recoge el riesgo catastrófico como una expresión de forma cuantitativa.

2.1.1.1 Coberturas

Las coberturas para riesgos catastróficos se dividen: i) Huracán y otros riesgos hidrometeorológicos; y, ii) terremoto y/o erupción volcánica, ambas se encuentran como coberturas adicionales dentro de la póliza de incendio. [AMIS, 2007]

La cobertura de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos se define como aquella que cubre mediante una misma póliza de seguro, los daños producidos a edificios u otras construcciones, a los contenidos, las pérdidas consecuenciales y los bienes asegurados bajo convenio expreso, por alguno o todos los riesgos que se definen a continuación:

- a) Avalanchas de lodo: Deslizamiento de lodo provocado por inundaciones o lluvias.
- b) Granizo: Precipitación atmosférica de agua que cae con fuerza en forma de cristales de hielo duro y compacto. Bajo este concepto además se cubren los daños causados por la obstrucción en los registros de la red hidro-sanitaria y en los sistemas de drenaje localizados dentro de los predios asegurados y en las bajadas de aguas pluviales a consecuencia del granizo acumulado en las mismas.
- c) Helada: Fenómeno climático consistente en el descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles iguales o inferiores al punto de congelación del agua en el lugar de ocurrencia.
- d) Huracán: Flujo de agua y aire de gran magnitud, moviéndose en trayectoria circular alrededor de un centro de baja presión, sobre la superficie marina o terrestre con velocidad periférica de vientos de impacto directo igual o mayor a 118 kilómetros por hora, que haya sido identificado como tal por el Servicio Meteorológico Nacional.
- e) Inundación: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua, a consecuencia de desviación, desbordamiento o rotura de los muros de contención de ríos, canales, lagos, presas, estanques y demás depósitos o corrientes de agua, naturales o artificiales.
- f) Inundación por lluvia: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua de lluvia a consecuencia de la inusual y rápida acumulación o desplazamiento de agua originado por lluvias extraordinarias que cumplan con cualquiera de los siguientes hechos: que las lluvias alcancen por lo menos el 85% del promedio de los máximos de la zona de ocurrencia en los últimos diez años, eliminando el máximo y el mínimo observado, medido en la estación meteorológica más cercana,

o que los bienes asegurados se encuentren dentro de una zona inundada que haya cubierto por lo menos una hectárea.

- g) Marejada: Alteración del mar que se manifiesta con una sobre elevación de su nivel debida a una depresión o perturbación meteorológica que combina una disminución de la presión atmosférica y una fuerza cortante sobre la superficie del mar producida por los vientos.
- h) Golpe de mar o tsunami: La agitación violenta de las aguas del mar a consecuencia de una sacudida del fondo que eleva su nivel y se propaga hasta las costas dando lugar a inundaciones.
- i) Nevada: Precipitación de cristales de hielo en forma de copos.
- j) Vientos tempestuosos: Vientos que alcanzan por lo menos la categoría de depresión tropical, tornado o grado 8 según la escala de Beaufort (62 kilómetros por hora), de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional o registros reconocidos por éste.

La cobertura de terremoto y/o erupción volcánica se define como aquella que cubre mediante una misma póliza de seguro, los daños producidos a edificios u otras construcciones, a los contenidos, las pérdidas consecuenciales y los bienes asegurados bajo convenio expreso, por alguno o todos los riesgos que se definen a continuación:

- a) Terremoto o sismo: movimiento de la Tierra que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre.
- b) Erupción volcánica: emisión violenta en la superficie terrestre, de materias procedentes del interior del volcán cuya materia, en gran parte orgánica, proviene de yacimientos de hidrocarburos relativamente cercanos a la superficie.

2.1.1.2 Primas

Su tarificación supone, en muchos casos, la carencia de bases estadísticas fiables, al ignorarse su frecuencia y no poder establecerse el coste del siniestro potencialmente más elevado. Para las catástrofes de mayor intensidad, como los terremotos, una estimación basada en 10 o 20 años resultaría imprecisa. Por otro lado, las estimaciones basadas en una serie temporal mayor pueden utilizar datos desfasados, debido a los adelantos en las técnicas de construcción y los cambios demográficos en la población.

Por catástrofe natural se entiende, en el ámbito de la industria del seguro y del reaseguro, un evento producido por las fuerzas de la naturaleza, que por regla general causa multitud de daños individuales, afecta a muchas pólizas de seguro y con frecuencia a varios ramos. La magnitud de los daños no la determina únicamente el puro evento, sino también otros factores por lo menos tan importantes como los tipos de construcción, la eficacia de los sistemas locales de protección contra catástrofes y otros elementos circunstanciales como momento del día, que por ejemplo en el caso de un terremoto puede ser de eminente importancia en cuanto al número de víctimas.

Los procedimientos clásicos de tarificación no funcionan en el caso de los riesgos de la naturaleza debido a la frecuencia relativamente exigua de los eventos siniestrales. Sin embargo, para lograr tasas de primas

que se ajusten realmente al riesgo se debe procurar compensar la experiencia de siniestros deficiente con simulaciones matemáticas. Para ello son necesarios tres pasos:

- i. Determinación de la frecuencia de eventos: ésta se lleva a cabo tomando como base datos instrumentales o descripciones de la observación histórica. En este proceso, los eventos importantes, sobre los que se dispone con frecuencia de amplio material con datos históricos, posibilitan la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de eventos de menor magnitud. Pero también puede resultar interesante desde el punto de vista científico el enfoque opuesto. Así, por ejemplo, en sismología se deduce la probabilidad de que se produzcan terremotos intensos tomando la frecuencia de terremotos de poca magnitud. Sin embargo, la frecuencia de eventos no permite efectuar previsiones sobre la frecuencia de daños, ya que requiere conocer además la distribución geográfica de los riesgos a asegurar así como su sensibilidad a los daños.
- ii. Evaluación de la localización y nivel de exposición del riesgo: la situación geográfica de un objeto influye sensiblemente en la tasa de primas técnicas necesarias. En la cobertura de terremotos resulta determinante del precio técnico, sobre todo, la cercanía a la perturbación sísmica (falla) más próxima y las condiciones locales del subsuelo. En el caso de vientos huracanados, es decisiva la situación local, y en el caso de las inundaciones, la diferencia de alturas entre el lugar de riesgo y las aguas cercana.

Con el desarrollo de sistemas de información geográfica (SIG), el asegurador dispone de modernos sistemas de análisis, que le permiten una evaluación detallada de la localización del riesgo, relacionando los datos sobre la frecuencia de eventos con los factores de riesgo locales específicos. Adicionalmente, la distribución geográfica de los riesgos también puede considerarse adecuada desde el punto de vista técnico asegurador para la cobertura de carteras enteras.

- iii. Determinación de la frecuencia de siniestros: el paso a la frecuencia de siniestros se lleva a cabo en un tercer paso, estableciendo una relación entre la intensidad probable del evento y la siniestralidad específica del riesgo. Son precisamente las grandes catástrofes de la naturaleza ocurridas desde mediados de los años ochenta (los terremotos de Chile y México en 1985, de Northridge en 1994 y de Kobe en 1995, los temporales de invierno en Europa en 1990 y 1999, el tifón Mireille en 1991, el huracán Andrew en 1992, etc.) las que han permitido ampliar considerablemente la base de datos, y han conducido a la corrección de numerosas estimaciones de riesgos.

La siniestralidad varía fuertemente en función del tipo de edificio (viviendas, edificios comerciales, industrias) así como en función de parámetros característicos, tales como la antigüedad del edificio, su altura y el tipo de construcción. Otro criterio importante es el estándar de construcción general en la región considerada (normas de construcción, calidad y supervisión de las obras). A partir de la relación entre las informaciones sobre el riesgo ya mencionadas (frecuencia de eventos, lugar del riesgo y susceptibilidad a daños) puede determinarse el precio ajustado al riesgo para cubrir el riesgo de la naturaleza en cuestión.

Si sólo se conocen unos pocos datos orientativos para determinar la prima técnica o si no se dispone de ningún modelo de cálculo adecuado, con frecuencia puede efectuarse una estimación a través de procedimientos de aproximación. Si tomamos como ejemplo los terremotos: la prima de riesgo P (requerimiento neto en % de la suma asegurada) puede expresarse de forma simplificada, como la suma de siniestralidades L de cada clase de intensidad (intensidad de Mercalli), dividida por el periodo de recurrencia N_j (en años) de la intensidad correspondiente. [López, 2007]

2.1.1.3 Reservas

- **Reserva de Riesgos en Curso.** La reserva de riesgos en curso está constituida por una determinada porción de las primas de riesgo de las pólizas en vigor con las que cuenta la institución. Debido a la naturaleza de los riesgos derivados de catástrofes naturales, su reserva lleva un cálculo complejo, es por ello que existen dos métodos para calcularla: i) La prima de riesgo no devengada obtenida por medio del sistema PML-ERN/RH-MEX (para aquellas pólizas que pueden ser valuadas por dichos sistemas); o ii) 35% de la prima emitida para aquellas pólizas que por sus características no pueden ser valuadas por dichos sistemas. Por ejemplo: emisiones anticipadas, equipo electrónico, no valuables, cesión 100%, errores en los sistemas.
- **Sistema PML-ERN/RH-MEX.** El sistema puede realizar los cálculos de Prima Pura de Riesgo y de Pérdida Máxima Probable con un nivel mínimo de información que sobre el inmueble aporte la compañía de seguros. La información mínima necesaria es: ubicación, valor asegurable, valor asegurado (primer riesgo), valor retenido, coaseguro, deducible y número de pisos. [AMIS, 2007]

El sistema otorga incentivos para que las compañías proporcionen mayor información de sus inmuebles asegurados, a través de cálculos de prima de riesgo y PML más precisos (eliminando supuestos conservadores).

La pérdida máxima probable, también conocida como PML, es un estimador del tamaño de las pérdidas máximas que sería razonable esperar en una edificación sometida a un proceso estacionario de ocurrencias. El PML se utiliza como dato fundamental para determinar el tamaño de las reservas que la compañía de seguros debe mantener.

Idealmente, para determinar el PML de una ubicación debería procederse de la siguiente manera: i) determinar las tasas de excedencia de las pérdidas netas, es decir, calcular qué tan frecuentemente se excederían ciertos valores de pérdida; y, ii) seleccionar una probabilidad anual de excedencia que, en un sistema simple de seguro, sería igual a la probabilidad de quiebra (la compañía quebraría si no tuviera en reserva una cantidad superior al PML) y adoptar como PML el valor de pérdida asociado a esa probabilidad anual de excedencia.

Cuadro 2.1 Ejemplo de PML terremoto

Condiciones	Procedimiento
10% de probabilidad de excedencia, durante un sismo con periodo de retorno de 200 años. El 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 periodo de retorno que se ha fijado.	<ol style="list-style-type: none"> 1º. Se elige el periodo de retorno de los sismos potencialmente asociados con el PML. 2º. Se determina, para cada fuente sísmica, la magnitud del sismo que tiene ese periodo de retorno. 3º. 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. 4º. A partir de la colección de intensidades en cada inmueble, se calcula la distribución de probabilidad de la pérdida en la cartera completa. 5º. Se determina el PML para la fuente, como la pérdida que es excedida con probabilidad 10%. 6º. De entre los PML calculados para cada fuente, se elige el mayor.

- **Reserva de Obligaciones Pendientes de Cumplir.** La reserva de obligaciones pendientes de cumplir corresponde a la suma de dos reservas distintas, por una parte, la reserva de siniestros pendientes de pago, y por otra, la reserva por siniestros ocurridos y no reportados; ambas reservas constituyen obligaciones pendientes de cumplir, sin embargo su metodología de constitución es distinta. [AMIS, 2007]
- **Reserva de Siniestros Pendientes de Pago.** La reserva de obligaciones pendientes de cumplir por concepto de siniestros pendientes de pago es, junto con la reserva de riesgos en curso, esencial para asegurar la solvencia de la compañía de seguros. Esta reserva se constituye con los saldos de las obligaciones derivadas de reclamaciones recibidas por la compañía y que por alguna razón no se han liquidado o pagado. En los casos más comunes, se constituye cuando la institución tiene conocimiento de la ocurrencia de un siniestro, pero su valor no ha quedado totalmente definido por el ajustador o no se ha logrado determinar si la reclamación es procedente. Cuando se origina el siniestro, la compañía, por práctica de mercado o por norma regulatoria, debe constituir la reserva provisional correspondiente a la reclamación, hasta en tanto se realice el ajuste respectivo.

La reserva de obligaciones pendientes de cumplir, por su naturaleza, no tiene un procedimiento de cálculo específico, ya que ésta se constituye con los saldos estimados por los ajustadores de siniestros que hayan ocurrido y se tengan que liquidar en el futuro. Asimismo, dentro de esta reserva deben incluirse otros gastos ligados al siniestro, como son gastos de ajuste, intereses por mora, devoluciones de primas, penalizaciones, entre otros. [AMIS, 2007]

- **Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados.** La reserva por siniestros ocurridos y no reportados es una reserva técnica que corresponde al pasivo que se produce cuando los siniestros que ocurren en un determinado año, por diversas causas no son reclamados en el mismo, sino en años posteriores, con la consecuente obligación que debe reconocerse en estados financieros.

Existen variados métodos para la constitución de esta reserva, sin embargo, el criterio general para su valuación esta dado como el valor estimado de la suma de los siniestros ocurridos y no reportados (SONR) que se espera pagar en el futuro, sobre un periodo de tiempo n que se conoce como periodo de desarrollo y que provienen de un determinado año de origen i . [AMIS, 2007]

$$RSONR = \sum_{i=1}^n SONR_i$$

La reserva se debe ajustar anualmente, conforme a los resultados que se obtengan de la valuación actuarial incorporando las nuevas tendencias que la institución tenga en siniestralidad.

Una parte complementaria de la reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados es la reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro que se constituye de la misma forma que la reserva por siniestros ocurridos y no reportados, y tiene como objeto reconocer las obligaciones que se generen por los gastos de ajuste que se derivan de los siniestros ocurridos y no reportados.

Uno de los procedimientos más sencillos para calcular la reserva de siniestros Ocurridos y No Reportados es el llamado método de la razón.

Con base en lo anterior se estimarán los siniestros ocurridos y no reportados provenientes de cada año de origen i y que aún se pagarán en años futuros, de la siguiente forma:

$$SONR_i = SAT_i \cdot SAF_i$$

Finalmente, la Reserva por Siniestros Ocurridos y No Reportados se calculará como la suma de los siniestros ocurridos y no reportados que se pagarán en el futuro, correspondientes a cada año de origen i .

$$RSONR = \sum_{i=1}^n SONR_i$$

- **Reserva para Riesgos Catastróficos.** La reserva de riesgos catastróficos resulta necesaria para seguros de ciertos riesgos cuyo efecto, en caso de siniestro, puede ser de carácter catastrófico y poner en riesgo la situación financiera de la institución. Los riesgos más comunes que pueden tener efectos catastróficos son: terremoto, erupción volcánica, huracán, granizo e inundación. [AMIS, 2007]

Estos riesgos se caracterizan por que su ocurrencia puede afectar de manera simultánea a diversos bienes, trayendo consigo pérdidas económicas de gran importancia para la compañía de seguros, ya que la prima cobrada no resultará suficiente para enfrentar el costo de las reclamaciones. Por lo anterior es indispensable que para este tipo de riesgos exista una reserva técnica especial que ayude a solventar el pago de siniestro en caso de que ocurra un evento de tal naturaleza.

Es evidente que puede ser común una inundación, lo que es poco común es que produzca daños catastróficos, entendiendo como tales, aquellos cuyos efectos puedan causar daños importantes en la región donde ocurren. Lo más natural es que la ocurrencia de tales eventos sea esporádica, y por tanto haya un amplio período de tiempo entre la ocurrencia de un evento y otro; a tal período de tiempo se le llama regularmente período de recurrencia.

Durante el período de recurrencia, la compañía aseguradora estará cobrando primas sin tener casi siniestros, por lo que habrá excedentes de tales primas que deben ser reservados acumulativamente en un fondo para enfrentar un posible evento catastrófico en el futuro. Esta finalidad se cumple con la constitución de una reserva de riesgos catastróficos, la cual se forma con la parte que se va devengando de las primas de riesgo y los productos financieros que se obtengan de la inversión de la reserva. Por lo anterior, la constitución de la reserva de riesgos catastróficos se puede expresar como la suma de las primas de riesgo de retención capitalizadas con sus productos de inversión.

$$PRCAT = \sum_{t=1}^n PR_t + \sum_{t=1}^n PF_t$$

Donde:

n = Período de frecuencia o tiempo estimado que dura en presentarse el evento.

PR = Prima de riesgo cobrada en el año t .

PF = Productos financieros obtenidos en el año t por la inversión del fondo.

Esta reserva es acumulativa durante todos los años hasta el monto máximo que se establezca como límite. El monto máximo que se debe utilizar como límite debe estar asociado a la pérdida máxima probable que se espera en caso de ocurrencia de un evento catastrófico. El empleo de esta reserva debe ser exclusivamente para el pago de siniestros de tipo catastrófico, por lo que no debe ser utilizado para otros fines.

Cuadro 2.2 Ejemplo de Reserva para Riesgos Catastróficos, 2010

Mes Valuación	%	Saldo inicial	Productos Financieros	Liberaciones	Saldo Final
Enero	0.0073340	122,722,023.78	450,021.66	6,985,530.06	130,157,575.50
Febrero	0.0073340	130,157,575.50	477,287.83	6,891,182.13	137,526,045.46
Marzo	0.0072700	137,526,045.46	499,907.18	7,814,108.73	148,422,757.58
Abril	0.0072540	148,422,757.58	538,329.34	7,613,784.55	156,574,871.47
Mayo	0.0073820	156,574,871.47	577,917.85	8,033,292.73	165,186,082.05
Junio	0.0074940	165,186,082.05	618,952.25	7,993,535.91	173,798,570.21
Julio	0.0075100	173,798,570.21	652,613.63	7,654,701.58	182,105,885.42
Agosto	0.0073820	182,105,885.42	672,152.82	7,779,167.69	190,557,205.93
Septiembre	0.0072380	190,557,205.93	689,626.53	7,884,999.26	199,131,831.72
Octubre	0.0065960	199,131,831.72	656,736.78	7,837,427.39	207,625,995.89
Noviembre	0.0065000	207,625,995.89	674,784.49	7,455,765.27	215,756,545.65
Diciembre	0.0070300	215,756,545.65	758,384.26	7,584,637.87	224,099,567.77

- **Límite de la Reserva Catastrófica.** La reserva para riesgos catastróficos cuenta con una metodología para calcular su límite máximo, el cual no deberá ser superior al cierre del ejercicio anual de que se trate, se calcula de la siguiente manera:

- Calcular la Pérdida Máxima Probable (PML_t) correspondiente a la cartera de pólizas en vigor.
- Determinar el Factor de Pérdida Máxima Probable ($F.PML$), como el promedio de los cocientes del (PML_t) entre las sumas aseguradas de pólizas en vigor, de los últimos cinco ejercicios anuales.

$$F.PML = \frac{1}{5} \sum_{t=1}^5 \frac{PML_t}{SA_t}$$

- Determinar el promedio del valor actualizado de las sumas aseguradas (SA) de las pólizas en vigor al 31 de diciembre de los últimos cinco ejercicios empleando para efectos de la actualización, el incremento anual en el Índice Nacional de Precios al Consumidor ($\Delta INPC$):

$$SA = \frac{\sum_{t=1}^5 \prod_{j=t}^5 (1 + \Delta INPC_j) * (SA_t)}{5}$$

- Calcular el factor de retención promedio (FR), como el promedio de los porcentajes que resulten de dividir las sumas aseguradas de retención (SAR_t) respecto de las sumas aseguradas totales (SAT_t) de pólizas en vigor al 31 de diciembre de cinco ejercicios anuales:

$$FR = \frac{1}{5} \sum_{t=1}^5 \frac{SAR_t}{SAT_t}$$

- La Pérdida Máxima Probable Promedio (PML_t) se calculará como el producto del factor ($FPML$) el promedio de las sumas aseguradas (SA), y el factor de retención promedio (FR):

$$PML_t = F.PML * SA * FR$$

- El límite máximo de acumulación será el 90% de la Pérdida Máxima Probable Promedio (PML_t), correspondiente a los últimos cinco ejercicios anuales:

$$LT = 0.9 * (PML_t)$$

Cuadro 2.3 Ejemplo de Límite Máximo de la Reserva Catastrófica

Año	Suma asegurada total	Suma asegurada retenida	Suma asegurada total actual	INPC Acumulado	PML	PML(%)	Ret %
Dic-07	575,517,704,034.12	80,160,291,460.96	662,947,223,677.10	0.1519	1,961,596,052.93	2.45%	13.93%
Dic-08	638,410,467,028.91	95,801,282,166.15	690,328,657,385.89	0.0813	2,394,280,519.58	2.50%	15.01%
Dic-09	619,889,209,410.44	106,912,711,682.62	647,174,160,428.44	0.0440	3,181,169,198.38	2.98%	17.25%
Dic-10	980,838,313,605.66	118,134,702,365.03	980,838,313,605.66	1	3,338,709,441.78	2.83%	12.04%

Resultados	
Promedio Suma Asegurada Total Actualizada	745,322,088,774.27
Factor de PML Promedio	0.0269
Factor de Retención Promedio	0.1456
F. PML	2,915,192,346.80
90%*F.PML	2,623,673,112.12

- **Casos en los que se puede disponer de la Reserva Catastrófica.** La reserva catastrófica únicamente podrá afectarse de forma automática para: i) La parte retenida no cubierta de los contratos de exceso de pérdida; y ii) Compensar la pérdida técnica del ejercicio.

La reserva catastrófica podrá afectarse previa autorización de la CNSF para: i) Compensar pérdida técnica en cualquier momento; ii) Falta de pago del reasegurador; iii) Pago del costo de reinstalación de las coberturas de reaseguro de exceso de pérdida; y, iv) Compensar el pago de coberturas de reaseguro de exceso de pérdida. [CNSF, 2010]

2.1.1.4 Margen de solvencia

Cuando una institución de seguros cuenta con un nivel de recursos (CRMC) por lo menos mayor al nivel mínimo requerido (RMC), se considera que mantiene un margen de solvencia. Si los recursos de la aseguradora caen por debajo del nivel requerido de capital, la autoridad supervisora podrá contar con el tiempo suficiente para determinar las medidas necesarias que recuperen la estabilidad de la situación financiera de la institución, y si las medidas correctivas no resultan exitosas, podrá tomar otras medidas para proteger en la mayor medida posible los intereses de los asegurados. [CNSF, 2010]

Debido a que el RMC es el nivel de recursos que la institución debe mantener para enfrentar el riesgo inherente de su actividad, y la CRMC es el monto de recursos con los que la institución realmente cuenta para cubrir dicho riesgo, el MS es el monto que resulta después de deducir a la CRMC el RMC:

$$MS = CRMC - RMC, \text{ sólo si es } > 0$$

Asimismo, el MS puede ser expresado como "índice de solvencia", interpretando el número de veces que la CRMC es mayor al RMC:

$$IS = RMC * CRMC, \text{ sólo si es } > 1$$

Por el contrario, cuando el margen de solvencia adopta valores negativos, o el índice es menor a la unidad, se entiende que existe un faltante en la CRMC y, en consecuencia, deben tomarse las acciones necesarias para requerir su adecuación, fijándose los plazos y condiciones para ello.

Finalmente, es importante señalar que no obstante que una institución presente un margen de solvencia igual a cero o un índice igual a uno, la autoridad deberá adoptar un nivel de solvencia adicional para enfrentar las desviaciones de corto plazo.

2.2 El sector reasegurador

El reaseguro es un instrumento técnico del que se vale una entidad aseguradora para conseguir una compensación y homogeneización de los riesgos asegurados, mediante la cesión de parte de ellos a otros aseguradores. El reaseguro sirve para distribuir entre otros aseguradores los excesos de riesgos de más volumen, permitiendo al asegurador directo operar sobre una masa de riesgos aproximadamente iguales.

Los reaseguros son contratos bilaterales entre reasegurado y reasegurador, sujetos a las reglas generales del contrato. Muchas veces estos contratos están firmados por entidades domiciliadas en dos países diferentes; si asumen participación reaseguradores de varios países, normalmente, sus apoderados, en el sitio principal, aceptan y firman en su nombre.

El mercado del reaseguro ha tenido enorme expansión a nivel mundial, desde hace más de 100 años, demostrando de esta forma que es un sistema persistente, importante e indispensable, que protege a

todas las compañías de seguros y aún a las organizaciones profesionales que se han establecido con el fin de negociar exclusivamente en reaseguros y retrocesiones, sin contacto con el asegurado.

Ahora, es un negocio completamente universal; y un mercado estable y fuerte de reaseguro es la base para mucho seguro directo actualmente. Algunos seguros pueden expedirse, solamente porque existe el reaseguro para cubrir los sobrantes de retenciones.

Cuadro 2.4 Participantes del mercado para la cesión y la aceptación de reaseguros

Empresa especialista	Descripción
Compañías aseguradoras nacionales y extranjeras.	Además de sus propios negocios directos, aceptan reaseguros ocasionalmente o en sección permanente especializada, o por conducto de subsidiarias dedicadas al reaseguro de toda clase.
Reaseguradoras de capital particular.	Normalmente, son compañías cuyo único fin es el de reasegurar, retroceder y aceptar por retrocesión. Se denomina comúnmente "profesionales" ó "reaseguradoras especializadas " y solo se entienden con las cedentes y corredores. Hay alrededor de 200 en el mundo.
Compañías aseguradoras y reaseguradoras extranjeras.	Particulares y estatales que tienen oficinas en Londres y en otras ciudades grandes, cuyo fin principal, si no exclusivo, es el de aceptar reaseguros sobre riesgos provenientes desde cualquier parte del mundo.
Lloyd's de Londres.	Este es un sector muy importante del mercado mundial que consiste en algo más de 340 grupos o "sindicatos" que comprenden más de 10.000 suscriptores, cada uno de los cuales recibe su participación fija.
Pools.	Llamadas también asociaciones o consorcios de compañías aseguradoras manejados por administradores, apoderados, con repartición de los reaseguros aceptados, según lo convenido.
Reaseguros por la operación de la ley.	En algunos países, la cesión de excedentes se crea por operación de la Ley, porque ésta dispone la obligación de los aseguradores autorizados a trabajar en seguros, de ceder determinadas porciones de sus seguros a una organización estatal u otra entidad favorecida o creada por la legislación.

Fuente: Alcántara Grados, Francisco. *El seguro de riesgos catastróficos: reaseguro tradicional y transferencia alternativa de riesgos*, Fundación Mapfre, 2005

En el esquema tradicional de reaseguro, existen dos modalidades: i) los Contratos Proporcionales; y, ii) los Contratos No Proporcionales.

- **Contratos Proporcionales** En la modalidad Cuota Parte, el reasegurador toma a su cargo, sobre todos los riesgos de la cartera, una proporción constante. A cambio de este servicio, es remunerado por la misma proporción de primas.

De esta forma, se constata que el perfil de la cartera conservado por el asegurador es semejante a la cartera inicial, y a la cartera aceptada por el reasegurador, ya que el asegurador cede la misma participación sobre los riesgos débiles y sobre los riesgos más importantes. Solamente el nivel de compromiso se ve modificado.

Por su parte, en el excedente del Pleno El reasegurador toma a su cargo la parte de riesgos que sobrepasan un nivel de capital llamado "pleno de retención"; en compensación por este servicio recibe, sobre cada riesgo en consideración, la proporción de prima correspondiente a la misma proporción del capital asegurado que ha sobrepasado dicho pleno de conservación.

- **Contratos No Proporcionales.** En un contrato de reaseguro no proporcional, el reasegurador se compromete a pagar al asegurador ciertos montos a condición de que un evento, en el sentido probabilístico (un acontecimiento, un siniestro, una pérdida) se realice. En contrapartida, el reasegurador recibe una prima para compensar el riesgo que toma. Destacan dos elementos esenciales en el contrato: i) el compromiso del reasegurador; y, ii) la prima de reaseguro. Puede presentarse bajo una forma bastante simple, pero generalmente se someten a una serie de cláusulas que precisan uno u otro o a condiciones anexas. [Alcántara, 2005]

El compromiso del reasegurador para un evento dado puede, por tanto, definirse por tres términos: la prioridad, el compromiso y el límite. Cada uno de ellos depende de los otros dos, y solamente dos de entre ellos son suficientes para definir el compromiso.

En el caso de que una cedente requiera equilibrar una suscripción para unas pólizas con un límite del compromiso difícil de estimar, utilizará las formas no proporcionales. La notación significa que en el momento en que el evento pase el nivel indicado por la prioridad, el reasegurador toma a su cargo lo que sobrepase ese nivel. Pero su compromiso sobre este evento no puede ser superior al límite.

Frecuentemente la necesidad de cobertura es demasiado importante para hacerla objeto de un solo contrato, la cobertura es entonces recortada en varios tramos, para facilitar su colocación. Cada tramo da lugar a un contrato distinto, y en el caso de producirse el evento, los reaseguradores de los diferentes contratos pagan sus partes respectivas en función del valor del evento y de los diferentes límites. En ciertos casos el compromiso puede ser ilimitado.

Las ventajas e inconvenientes del Reaseguro No Proporcional se derivan, principalmente, en que el asegurador se protege contra los siniestros importantes que afectan considerablemente a su resultado. El reasegurador no participa en los siniestros pequeños que pueden ser perfectamente retenidos por la compañía. De esta forma, no se cede al reasegurador la parte de prima correspondiente a riesgos que son asumidos íntegramente; se equilibra el resultado sin transferir demasiadas primas.

La carga administrativa es más débil que en los contratos proporcionales, ya que las pólizas no forman el objeto de la sesión. Sin embargo, los avisos de siniestro deben ser mucho más detallados.

Cuadro 2.5 Formas de Reaseguro No Proporcional

Reaseguro No Proporcional	Descripción
XL por riesgo (<i>working excess loss</i>)	En la práctica reaseguradora un “XL por riesgo” se denomina al evento que dará lugar a la intervención del reasegurador, surge cuando un expuesto al riesgo asegurado sufre un siniestro. El siniestro puede estar constituido por múltiples elementos y variar según el ramo que cubra el contrato. El reasegurador se compromete a pagar una suma inferior o igual al límite cada vez que una póliza es siniestrada por una suma superior a la prioridad, durante un período determinado (generalmente un año).
XL por evento o XL catastrófico (<i>catastrophe excess loss</i>)	<p>Puede afectar a varias pólizas siniestradas por una misma causa, la cual puede ser: tempestad, terremoto, inundación, incendio forestal, huelgas, motines, etc. Para que no se incorporen a este evento más pólizas siniestradas por otra causa distinta, aunque de naturaleza análoga y relativamente próxima en el tiempo y en el espacio, se adjuntan una serie de cláusulas limitativas en la definición del evento.</p> <p>La necesidad del XL por evento surge, al igual que en los XL por riesgo, ante el problema del límite del total del siniestro. En este caso, no se trata de la suma máxima de garantía acordado por cada póliza que es difícil de estimar, sino el número de pólizas que puedan ser siniestradas por una misma causa.</p> <p>La necesidad de esta forma de reaseguro se hace sentir en las pólizas que cubren catástrofes naturales.</p>
XL por riesgo y/o evento	<p>No es una cobertura por riesgo, ni una cobertura catastrófica, sino que combina las características de ambos tipos de reaseguro no proporcional. Por tanto, puede funcionar tanto por riesgo como por evento.</p> <p>En el caso de un siniestro del ramo de incendio; por ejemplo, donde sólo un riesgo es tocado, el funcionamiento será el de un XL por riesgo, es decir, se aplica simplemente la prioridad prevista del contrato, el exceso será soportado por el reasegurador. Por el contrario, en el caso de un evento que afecte a varios riesgos, se hace funcionar la cobertura como un XL Cat, es decir, se acumulan todos los siniestros y se aplica a este cúmulo la misma prioridad que en el caso precedente. Esta fórmula se utiliza sobre todo en los ramos donde el riesgo no puede ser claramente limitado o definido; por ejemplo, Responsabilidad Civil.</p>
Excedente de pérdida o siniestralidad anual (<i>Stop-Loss</i>)	<p>El Stop-Loss (o excedente de pérdida) interviene cuando el Asegurador toma precauciones contra malos resultados, no tanto contra las propias sumas de los siniestros, sino sobre todo contra los propios resultados. Aquí, el evento se constituye por el conjunto de pólizas siniestradas durante el período de referencia del contrato.</p> <p>El reasegurador se compromete a dar una cobertura, hasta un montante máximo, a partir del momento en que la siniestralidad global sobrepase un total considerado como punto crítico de equilibrio o punto de intervención (<i>excess point</i>). Si la siniestralidad global está por encima, el asegurador está en pérdida.</p>

Fuente: Alcántara Grados, Francisco. *El seguro de riesgos catastróficos: reaseguro tradicional y transferencia alternativa de riesgos*, Fundación Mapfre, 2005

2.2.1 Primas de reaseguro

La prima de reaseguro es el monto pagado por la compañía cedente al reasegurador, como compensación monetaria por la responsabilidad asumida.

El reaseguro no se concibe jurídicamente, ni económicamente sin la retribución en dinero que es la prima, en el reaseguro se recibe una prima que se expresa en un porcentaje de la prima producida en el negocio cubierto por el asegurador, a veces por un importe fijo.

Los factores que se tienen en cuenta para el cálculo de la prima, son:

- i Una prima de riesgo que toma en cuenta la experiencia siniestral de la cedente en los últimos años; las experiencias del mercado en el ramo; la evolución futura del mismo; y, las desviaciones extraordinarias de siniestralidad.
- ii Recargo por gastos de administración del reasegurador.
- iii La prima de reaseguro generalmente se expresa como un porcentaje (tasa) sobre una variable convenida (estimación de primas del contrato).

La estimación de primas puede variar según se trate de primas adquiridas o emitidas netas de anulaciones, de primas netas de anulaciones y reaseguro o capitales asegurados netos de anulaciones. Es necesario precisar correctamente sobre qué variable recae la estimación.

En el caso bastante frecuente de un XL que interviene después del reaseguro proporcional es importante saber si el porcentaje va a expresarse sobre la parte de primas netas de reaseguro o sobre las primas globales del conjunto de pólizas en la base.

- **Burning cost.** Expresión inglesa que se utiliza para designar al sistema que sirve para calcular y determinar con aproximación el tipo de prima que un asegurador directo debe pagar a su reasegurador en virtud de un contrato de exceso de pérdida (*excess of loss*), consistente en comparar las primas recaudadas durante varios años precedentes por la aseguradora directa en el ramo al que vaya a aplicarse la cobertura de reaseguro con el importe de los siniestros declarados durante esos mismos años a cargo del reasegurador, caso de haber existido en tales ejercicios una cobertura de reaseguro análoga a la que se pretende aplicar.

Burning Cost tiene como base la valuación de la siniestralidad en años anteriores de la cartera cubierta, simulando su comportamiento bajo los mismos términos del nuevo contrato y así establecer un costo razonable. Para el cálculo es necesario disponer de la siguiente información:

- i La distribución de riesgos de un cierto ramo, para aplicarse al reaseguro, durante el ciclo operativo de la cedente.
- ii La distribución de los siniestros que hayan afectado a los riesgos.

- iii El total de las primas que se van a proteger.
- iv El factor de ajuste (margen de gastos de administración sobre los gastos del período).

Por lo general, para este procedimiento se considera un total de primas protegidas (total de primas en retención) y se fija una prima mínima, la cual tiene la función de proteger a la reaseguradora en caso de que la siniestralidad sea muy baja, y una prima máxima, la que protegerá a la cedente en caso de que se tengan desviaciones en la siniestralidad.

Después se analiza la distribución de los siniestros y se establece el total de estos que hayan afectado al reasegurador. Se compara el monto de los siniestros que afectaron con el total de las primas que se requiere proteger (primas sujetas) y así se logra el porcentaje del *Burning Cost*. [Alcántara, 2005]

2.2.1.1 Reservas de reaseguro

La legislación mexicana obliga a las entidades aseguradoras a diversificar las responsabilidades que asuman al realizar operaciones de seguro, mediante el establecimiento de límites de retención de riesgos en una sola operación. Dichos límites se establecen en porcentaje del patrimonio propio de la entidad, y para el caso general de los seguros de daños el porcentaje varía en función del número de ramos en que opera la compañía, siendo igual a 5% si solo opera en un ramo; 4% si opera en dos ramos; y 3% si opera en tres o más.

La normativa establece que las instituciones y sociedades mutualistas podrán utilizar para el diseño del programa de reaseguro de exceso de pérdida catastrófica hasta el 50 por cien de la reserva para riesgos catastróficos, sin que la prioridad prevista en el programa exceda del 20 por cien sobre el saldo de dicha reserva. En la actualidad, la reglamentación para la constitución y afectación de las reservas para riesgos catastróficos permite que las entidades utilicen hasta el 50 por cien de los saldos de las reservas para riesgos catastróficos y las reservas especiales para riesgos catastróficos en el diseño de sus programas de reaseguro. De esta manera, la reserva especial permite a las entidades aumentar su prioridad en los programas de reaseguro de exceso de pérdidas y disminuir además el coste de sus coberturas. [CNSF, 2010]

2.2.1.2 Margen de solvencia

Las compañías de reaseguros, en todo momento, deben contar con un margen de solvencia adecuado en relación con el conjunto de sus actividades y, como mínimo, igual a lo establecido por la Comisión u Organismo dedicado a la vigilancia de las instituciones pertenecientes al ramo asegurador dependiendo del país donde se encuentre operando.

La Directiva establece que el margen de solvencia obligatorio para las actividades de reaseguro en los ramos de vida y no de vida se calcule, éste puede ser a partir del importe anual de las primas o cuotas, o bien, a partir de la siniestralidad media en los tres últimos ejercicios.

Para el caso mexicano, las agencias calificadoras internacionales que podrán respaldar la evaluación de solvencia y estabilidad de las entidades del exterior, que deseen solicitar su inscripción en el registro de reaseguradoras extranjeras, serán: A.M. Best; Fitch; Moody's; y , Standard & Poor's. [CNSF, 2010]

En este contexto, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas establece en las "Reglas sobre el Registro General de Reaseguradoras Extranjeras para tomar Reaseguro y Reafianzamiento del País", que la entidad del exterior deberá acreditar la calificación de una agencia calificadora internacional que muestre que dicha entidad cuenta con la capacidad necesaria para hacer frente a sus obligaciones y que su condición financiera no es vulnerable a cambios desfavorables en la suscripción o en las condiciones económicas[CNSF, 2010]. En el Cuadro 2.6 se presentan las calificaciones que se considerarán como adecuadas para cumplir con ese requisito.

Cuadro 2.6 Calificaciones mínimas que aplicarán para la inscripción de reaseguradoras extranjeras

Agencia Calificadora	Superior	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Adecuado
A.M. Best	A++, A+	A+, A-	B++, B+		
Fitch	AAA	AA+, AA, AA-		A+, A, A-	BBB+, BBB, BBB-
Moody's	Aaa	Aa1, Aa2, Aa3		A1, A2, A3	Baa1, Baa2, Baa3
Standard & Poor's	AAA	AA+, AA, AA-		A+, A, A-	BBB+, BBB, BBB-

CAPÍTULO III. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PROSPECTIVAS

Como se estudió en los capítulos anteriores, el cambio climático tiene efectos muy importantes en todos los ámbitos. Todos los sectores de la actividad económica se ven de uno u otro modo afectados por éste. En particular, el sector asegurador, cada vez más importante en una economía globalizada, precisamente por sus características, y ante una situación de incremento de la variabilidad climática, puede aportar soluciones que mitiguen las consecuencias económicas del cambio climático. La actuación del sector asegurador es lo suficientemente ágil y, por lo tanto, el riesgo constituye una oportunidad impresionante de negocio éticamente justificable.

En este sentido, el cambio climático representa una fuente de riesgo, ante el cual la adaptación es la respuesta para minimizar los impactos o explotar las oportunidades. La evaluación de este riesgo es una tarea compleja con muchas incertidumbres asociadas que requiere una aproximación multidisciplinaria, científica, social y económica.

El seguro no cubre el cambio climático sino una serie de peligros y causas probables cuyos efectos se suelen medir en términos de pérdidas económicas. En los países desarrollados el grado de aseguramiento de estas pérdidas es considerablemente mayor, comparativamente, con los países en vías de desarrollo.

Los aseguradores enfrentan dos tipos de retos con respecto a la asegurabilidad; por un lado, deben hacer asegurables los riesgos nuevos y, por otro lado, comprender en qué forma los cambios en el entorno de los riesgos ya cubiertos afectan a su valoración.

Los criterios tradicionales de asegurabilidad, junto con nuevas técnicas de modelización que permiten una mejor descripción de los fenómenos climáticos y sus consecuencias, constituyen la base metodológica para una rigurosa selección de riesgos y diseño de nuevos tipos de cobertura.

A fin de consolidar las acciones que el sector asegurador, como expertos en la cuantificación y gestión del riesgo, pueden ayudar a estructurar, dirigir y acelerar los procedimientos de mitigación y adaptación, los cuales están obligados a implementar si desean reducir las pérdidas esperadas; es imprescindible realizar un diagnóstico situacional y proponer estrategias que permitan enfrentar la aparición de nuevos riesgos, en este caso, el cambio climático y el calentamiento global antropogénico. Para ello, se hará uso de la herramienta conocida como Análisis FODA, en la cual en base a las estrategias implementadas en diferentes países alrededor del mundo, se analizan a fin de encontrar la que mejor se adapte dependiendo de las condiciones y fenómenos a los que se enfrente según la región geográfica.

3.1 Metodología FODA

El análisis FODA⁹ es una de las herramientas esenciales que provee de los insumos necesarios al proceso de planeación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implantación de acciones y medidas correctivas y la generación de nuevos proyectos de mejora, ya que permite examinar la interacción entre las características particulares de una organización y el entorno en el cual ésta compete.

Este análisis permite conformar un cuadro de la situación actual, permitiendo, de esta manera, obtener un diagnóstico preciso que permita, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

El análisis consta de cuatro pasos: análisis externo, análisis interno, confección de la matriz y determinación de la estrategia a emplear.

1. **Análisis externo.** La organización no existe ni puede existir fuera de un ambiente; así que el análisis externo permite fijar las oportunidades y amenazas que el contexto puede presentarle a una organización.

Las oportunidades son aquellas situaciones positivas, que se generan en el entorno en el que actúa la empresa y que, una vez identificadas, pueden ser aprovechadas para obtener ventajas competitivas.

Las amenazas son situaciones negativas, externas al programa o proyecto, que pueden llegar a atender incluso contra la permanencia de éste.

El proceso para determinar esas oportunidades o amenazas se puede realizar de la siguiente manera:

- i Estableciendo los principales hechos o eventos del ambiente que tienen o podrían tener alguna relación con la organización. Estos pueden ser de carácter político, legal, social o tecnológico.
 - ii Determinando cuáles de esos factores podrían tener influencia sobre la organización en términos de facilitar o restringir el logro de objetivos.
2. **Análisis interno.** El análisis interno permite fijar las fortalezas y debilidades de la organización, realizando un estudio que permite conocer la cantidad y calidad de los recursos y procesos con que cuenta el ente.

⁹ El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (en inglés SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

Su objetivo es identificar dentro de la organización qué atributos le permiten contar con una posición privilegiada frente a la competencia.

Las fortalezas son todos aquellos elementos internos positivos que diferencian al programa o proyecto de otros de igual clase. Son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen y actividades que se desarrollan positivamente.

Las debilidades se refieren, por el contrario, a todos aquellos elementos, recursos, habilidades y actitudes que la empresa ya tiene y que constituyen barreras para lograr la buena marcha de la organización. Son problemas internos que, una vez identificados y después de desarrollar una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

- 3. Confección de la matriz.** Una vez filtrados los datos de acuerdo a la relevancia que tienen en el cumplimiento de los objetivos de la organización, el siguiente paso es clasificarlos. Para ello, se construye la matriz expuesta en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Matriz FODA

Factores Internos Factores Externos	Fortaleza	Debilidades
Oportunidades	FO (Maxi-maxi). Estrategia para maximizar tanto las fortalezas como las oportunidades	DO (Mini-Maxi). Estrategia para minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades
Amenazas	FA (Maxi-Mini). Estrategia para maximizar las fortalezas y minimizar las amenazas	DA (Mini –Mini). Estrategia para minimizar tanto las amenazas como las debilidades

Fuente: Metodología para el Análisis FODA, IPN.

Para poder clasificar los factores que afectan a la empresa es necesario tener en cuenta, no la disposición física de los factores, sino el control que se tiene sobre ellos. Lo que afecta a la empresa y está bajo su control, es interno al sistema, mientras que lo que afecta a la empresa pero está fuera de su control, es ambiente (externo).

- 4. Determinación de estrategias.** Como puede apreciarse, el análisis FODA propone cuatro estrategias alternativas conceptualmente distintas. En la práctica, algunas de las estrategias se traslapan o pueden ser llevadas a cabo de manera concurrente y de manera concertada. Para propósitos de discusión, el enfoque estará sobre las interacciones de los cuatro conjuntos de variables, esto es relacionar cada variable de un sector (interno o externo) con las otras dos y de este hecho resultan las estrategias: DA (Debilidades contra Amenazas), DO

(Debilidades contra Oportunidades), FA (Fortalezas contra Amenazas) y, por último, FO (Fortalezas contra Oportunidades).

- **Estrategia DA.** En general, el objetivo de esta estrategia, es el de minimizar tanto las debilidades como las amenazas. Una institución que estuviera enfrentada con muchas amenazas externas y, además con debilidades internas, se encontraría en una situación completamente precaria. De hecho, tal institución tendría que luchar por su supervivencia o llegar hasta su liquidación. Pero existen otras alternativas; por ejemplo, esa institución podría reducir sus operaciones buscando ya sea sobreponerse a sus debilidades o para esperar tiempos mejores, cuando desaparezcan esas amenazas (a menudo esas son falsas esperanzas). Sin embargo, cualquiera que sea la estrategia seleccionada, la posición DA se deberá siempre tratar de evitar.
- **Estrategia DO.** El objetivo de esta segunda estrategia, es el intentar minimizar las debilidades y maximizar así las oportunidades. Una institución podría identificar oportunidades en el medio ambiente externo pero tener debilidades organizacionales que le eviten aprovechar todas las oportunidades del mercado.
- **Estrategia FA.** Esta estrategia se basa en las fortalezas de la institución que pueden copar con las amenazas del medio ambiente externo. Su objetivo es maximizar las primeras mientras se minimizan las segundas. Esto, sin embargo, no significa necesariamente que una institución fuerte tenga que dedicarse a buscar amenazas en el medio ambiente externo para enfrentarlas. Por el contrario, las fortalezas de una institución deben ser aprovechadas al máximo con mucho cuidado y discreción.
- **Estrategia FO.** El panorama ideal es el que brinda esta última estrategia, a cualquier institución le agradaría estar siempre en la situación donde pudiera maximizar tanto sus fortalezas como sus oportunidades, es decir aplicar siempre la estrategia FO. Tales instituciones podrían echar mano de sus fortalezas, utilizando recursos para aprovechar la oportunidad del mercado para sus productos y servicios. Las instituciones exitosas, aún si ellas han tenido que usar de manera temporal alguna de las tres estrategias antes mencionadas, siempre hará lo posible por llegar a la situación donde pueda trabajar a partir de las fortalezas para aprovechar las oportunidades. Si tienen debilidades, esas instituciones lucharán para sobreponerlas y convertirlas en fortalezas. Si encaran amenazas, ellas las coparán para poder enfocarse en las oportunidades.

De la combinación de fortalezas con oportunidades surgen las potencialidades, las cuales señalan las líneas de acción más prometedoras para la organización.

Las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, colocan una seria advertencia en cuanto a los puntos que la organización debe corregir.

Mientras que los riesgos (combinación de fortalezas y amenazas) y los desafíos (combinación de debilidades y oportunidades), deben ser correctamente evaluados antes de marcar el rumbo que la organización deberá asumir hacia el futuro deseable.

3.2 Diagnóstico situacional

El sector asegurador juega un papel clave como indicador avanzado de la evolución de los riesgos con los que trabaja, a pesar de tener que ajustar sus primas a las frecuencias pasadas. Desde el momento en que emite constantes informes acerca de la futura evolución de los riesgos, es necesario que el sector vigile constantemente el comportamiento de los riesgos.

El público en general, las empresas y los gobiernos en particular, encuentran en el sector asegurador un difusor objetivo, a la par que interesado en la reducción de las consecuencias del cambio climático, pues sobre éste recae una buena parte del impacto financiero de este fenómeno mundial.

Sin duda el aumento de pérdidas en infraestructura física, muertes y enfermedades impactan el sector asegurador por aumento en el reclamo de siniestros. Sin embargo, los riesgos generados por el cambio climático no deben ser una amenaza sino una oportunidad de nuevos negocios. La población mundial es cada vez más consciente de los riesgos climáticos a los que está expuesta; por lo tanto aumenta la demanda de mecanismos de manejo de riesgo, entre ellos se encuentran los seguros de daños, salud y vida.

El sector asegurador enfrenta el desafío de diseñar productos que se acomoden ante los riesgos climáticos. Los estudios sobre el tema advierten que características como la alta concentración poblacional en zonas urbanas y la pobreza hacen que el impacto de eventos climáticos sea más traumático en los países no desarrollados.

Si bien el seguro funciona como herramienta para cubrir los costos de eventos climáticos, también puede actuar como instrumento de prevención. El seguro es una de las opciones que tienen los mercados para corregir externalidades generadas por actividades económicas que contribuyen al calentamiento global, específicamente las que aumentan la concentración de CO₂ en el aire.

Los seguros que cubren eventos climáticos pueden generar incentivos por medio del valor de la prima para la adopción de tecnologías que disminuyan la emisión de gases o para la reforestación. Los incentivos entrarían en un mecanismo de premio o castigo para las industrias y gobiernos que inviertan en prácticas de preservación ambiental, pudiendo obtener un descuento en la prima, mientras que, los que no tengan un sobre costo.

Si se tiene en cuenta que el negocio asegurador es de largo plazo, y la disminución de emisiones de gases con efecto invernadero hoy previene catástrofes a futuro, este mecanismo no sólo internaliza el costo de la contaminación ambiental en los precios de mercado sino, también, se disminuye la probabilidad en la

ocurrencia de siniestros a futuro. El Cuadro 3.3 presenta el diagnóstico situacional del sector asegurados ante el vertiginoso impacto del cambio climático.

Cuadro 3.2 Matriz de estrategias para enfrentar el cambio climático en el sector asegurador

Factores Internos Factores Externos	Fortalezas	Debilidades
	F 1. Está bien posicionado en el mercado de gestión de riesgos. F 2. En términos generales, está bien gestionado y es muy solvente. F 3. La diversificación de riesgos que efectúan los aseguradores profesionales tiende a ser óptima.	D 1. Es un sector quizá excesivamente atomizado, aunque ciertamente, cada vez menos, D 2. La capacidad de absorción de riesgos del mercado de seguros y reaseguros es actualmente relativamente limitada, aunque suficiente para los niveles de riesgo actuales, D 3. Rigidez en la fijación de la prima, pues la parte técnica sólo puede recoger la historia pasada y en ningún caso incorporar tendencias previstas no contrastadas empíricamente
Oportunidades	FO (Maxi-Maxi)	DO (Mini-Maxi)
O 1. Se incrementará la oferta de productos ligados a las nuevas tecnologías y a los nuevos riesgos, O 2. Se potenciará la transferencia de riesgos a los mercados de capitales O 3. Aumentará la demanda de la consultoría en la gestión de riesgos O 4. Se incrementará la base de clientes al requerir más personas protección.	Estrategia FO (Fortalezas y Oportunidades): 1. Administración de riesgos catastróficos. 2. Implementación de coberturas	Estrategia DO (Debilidades y Oportunidades): 1. Participación del Gobierno 2. Establecimiento y Supervisión de Límites Máximos de Retención.
Amenazas	FA (Maxi-Mini)	DA (Mini-Mini)
A 1. Se prevé aumento en la siniestralidad, A 2. Se incrementarán las exposiciones al riesgo, A 3. Se incrementarán las reclamaciones, A 4. Solicitarán cobertura los más proclives a tener siniestros (selección adversa), A 5. Se incrementará la presión de los agentes sociales sobre la industria aseguradora.	Estrategia FA (Fortalezas y Amenazas): 1. Implementación de mecanismos financieros para diversificar el riesgo. 2. Bonos Catastróficos	Estrategia DA (Debilidades y Amenazas): 1. Evaluación periódica del margen de solvencia 2. Análisis de frecuencia y severidad de siniestros catastróficos

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Estrategias

3.2.1.1 Administración de riesgos catastróficos

La administración de riesgos es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen evaluación de riesgo,

estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo utilizando recursos gerenciales. Las estrategias incluyen transferir el riesgo a otra parte, evadir el riesgo, reducir los efectos negativos del riesgo y aceptar algunas o todas las consecuencias de un riesgo particular.

El impacto económico que han representado los desastres naturales para el país, impulso la estrategia integral para la administración de dichos riesgos. Para ello, el Gobierno de México creó en 1996 el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN). Éste es un instrumento presupuestal para apoyar a la población damnificada; así como a la reconstrucción de la infraestructura federal y local que haya sido dañada por la ocurrencia de un desastre natural. Entre los principales objetivos del FONDEN se encuentran: i) brindar recursos para la atención de los daños causados por un fenómeno natural imprevisible, cuya magnitud supere la capacidad de respuesta de las autoridades; y, ii) establecer mecanismos que permitan tener en la medida de lo posible un sistema preventivo y no un sistema reactivo en caso de desastre. [Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, 2007]

La estrategia contempla el manejo de riesgos desde los niveles catastróficos hasta los mínimos de retención y se desarrolla en tres ejes principales:

- 1º. Transferencia de una parte de los riesgos catastróficos del FONDEN al mercado de capitales o de reaseguro, para potenciar los recursos con que cuenta dicho Fondo. Asimismo, se busca extender los beneficios de la estrategia a las entidades federativas, mediante incentivos para el diseño de esquemas de aseguramiento para la infraestructura pública a su cargo.
- 2º. Determinación de los niveles de riesgo por transferir al mercado asegurador con base en nueva información y análisis de riesgo.
- 3º. Establecimiento de los niveles de retención del Gobierno Federal con base en dicha información.

Para su óptimo funcionamiento, el FONDEN suscribe el instrumento financiero con la EFR subsidiaria de Swiss Re, la cual transfiere el 100% del riesgo a Swiss Re en Zurich a través de un contrato de reaseguro. Posteriormente, Swiss Re suscribe un contrato financiero con CAT-Mex Ltd., quién emite instrumentos de deuda con pago de principal y tasas contingentes -*Catastrophe Bonds*- en el mercado de capitales para cubrir su obligación con Swiss Re. Así, existe una cuenta de pago separada establecida con BNY proveyendo al FONDEN de la posibilidad de recibir el pago de las pérdidas directamente de parte de CAT-Mex Ltd., condicionado a los términos y condiciones del contrato de seguro. [Galindo, 2009]

En mayo 2006, el FONDEN decidió transferir los riesgos a través del uso de los mercados financieros. La primera transferencia de riesgo catastrófico de E/Q se realizó con la emisión del Cat-Mex Ltd bond mediante un Bono por 160 millones de Dólares con un *spread* de colocación sensible al riesgo de 235 p.b. sobre Libor con una calificación crediticia de S&P de BB+. Así, México implementó la estrategia financiera de transferencia de riesgos, a fin de contar con los recursos necesarios para atender graves consecuencias por un terremoto de gran magnitud. Este bono catastrófico mexicano es una mezcla de un seguro paramétrico tradicional y de un Cat-bond paramétrico que cubre terremotos en tres zonas específicas del territorio mexicano. [Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, 2007]

El 15 de octubre de 2009, se llevó a cabo la colocación del Multi Cat México, con vigencia de tres años. Multi Cat presenta mejoras significativas en las coberturas para sismos, originalmente implementada en el Cat-Mex. Los beneficios de Multi Cat son proveer de protección al país contra sismo por 140 millones de dólares, en tres de las cuatro zonas de mayor riesgo; para el riesgo de huracán, se otorga protección por 150 millones de dólares contra huracanes en dos de las zonas de mayor riesgo de la costa del Pacífico y en la zona de más riesgo de la costa del Atlántico y, específicamente, se ampliaron las zonas cubiertas con el fin de incrementar el número de población protegida. [Galindo, 2009]

Para extender los beneficios de la estrategia integral a las entidades federativas, las reglas del FONDEN incluyen un esquema de incentivos. Este esquema persigue fomentar el aseguramiento de la infraestructura pública bajo la responsabilidad de esas entidades y consiste en brindar apoyos técnicos y económicos para implementar un esquema de aseguramiento basado en el desarrollo de dos acciones básicas, la primera consistente en la creación de un inventario de la infraestructura pública estatal y municipal que contenga información sobre su valor económico de reconstrucción, ubicación geográfica, características del bien, historia de siniestralidad, entre otras; la segunda, a partir de la identificación de los riesgos a los que está expuesta la infraestructura, con el fin de estimar su grado de vulnerabilidad y el posible impacto económico causado por la ocurrencia de éstos. [Galindo, 2009]

Finalmente, el gobierno contribuye en el desarrollo de proyectos relacionados con la gestión de riesgos catastróficos, a fin de proteger el FONDEN y el presupuesto federal contra las catástrofes naturales. Algunos de los principales proyectos son:

1. Un esquema de transferencia de riesgos catastróficos para las carreteras y puentes Federales.
2. Instrumentación de un esquema paramétrico para proteger las viviendas de personas de bajos ingresos.
3. Finalizar el desarrollo de modelos de inundación, que permitan diseñar planes de prevención y mitigación para las regiones con mayor probabilidad de ser afectadas por este riesgo, y a su vez definir los esquemas de transferencia respectivos.
4. Instrumentar una cobertura de protección para el FONDEN basada en un esquema de exceso de pérdidas.

3.2.1.2 Implementación de coberturas

La industria aseguradora y el mercado de capitales están claramente convergiendo, trabajando para obtener mayor apertura en el mercado, aumentando sus carteras teniendo la certeza que el cambio climático representa oportunidad de negocio, afectando tanto a la disponibilidad de financiación de los riesgos como a sus canales de distribución.

Aseguradores y Reaseguradores evalúan técnicas que combinan elementos de ambos mercados con el objetivo de aumentar la disponibilidad de su capacidad. Apareciendo un nuevo término “Transferencia Alternativa de Riesgos” o soluciones ART (del término inglés “*Alternative Risk Transfer*”) [Alcántara, 2002],

donde los nuevos productos mezclan las soluciones aseguradoras y reaseguradoras con las estrictamente financieras. Esta alianza está otorgando mayor capacidad para exposiciones cada vez más complejas.

En la frontera entre el reaseguro tradicional y el reaseguro no tradicional se encuentran las denominadas "*Blended Covers*", coberturas plurianuales y para varios ramos, donde pueden integrarse una amplia variedad de riesgos; por ejemplo: una cobertura que integra un reaseguro *finite-risk* con un reaseguro XL catastrófico para responsabilidad civil general, catástrofes naturales y riesgos políticos. La cedente se beneficia de una cobertura estable a medio plazo que protege su balance de forma más eficaz que las coberturas tradicionales utilizadas aisladamente.

Los programas de seguro y reaseguro tradicionalmente han sido suscritos para ramos individuales y con una duración anual. Actualmente, los grandes clientes están acudiendo hacia acuerdos "multirramo-plurianuales", donde las necesidades de cobertura aseguradora se analizan de manera íntegra para el cliente, es decir, integrando varios ramos, y para varios ejercicios.

El beneficio más evidente de estos contratos es la reducción de los gastos de administración, unido a una mayor diversificación del riesgo de la cartera y el empleo de nuevas técnicas de financiación alternativa de riesgos, es posible que el cliente obtenga mayor transparencia, mayor control y precios más eficientes que los obtenidos a través de un programa de cobertura tradicional para un ramo y duración anual. Este concepto de protecciones "*multiline - multiyear*" es aún muy poco conocido, pero forman parte del nuevo mercado asegurador - reasegurador basado en la transferencia alternativa de riesgos.

Algunos de estos productos no son totalmente nuevos, aunque sí se les considera alternativos, dado que conforman la base para coberturas de mayor alcance.

A esta categoría de soluciones alternativas pertenecen igualmente aquellas coberturas que se activan sólo en el caso de que, en un margen de tiempo determinado, se dé una confluencia de un siniestro asegurado conjuntamente con otro tipo de pérdida (productos "*multi-trigger*"), así como, la contratación de capital tras la ocurrencia de un siniestro bajo condiciones previamente definidas (capital de contingencia).

3.2.1.3 Participación del Gobierno

La diversidad de formas que puede revestir la actuación de los poderes públicos ante el fenómeno de las catástrofes naturales es amplísima. No obstante, desde una perspectiva general, se deducen tres vertientes donde pueden hacerse presentes las administraciones públicas, y que hacen referencia a: i) ámbito de la reducción o mitigación de daños; ii) ámbito fiscal y presupuestario; y, iii) ámbito del seguro. [Consortio de Compensación de Seguros, 2008.]

- i) **Reducción o mitigación de daños.** Para esta estrategia, que es quizás donde menos arraigada parece encontrarse la presencia del Gobierno, la clave es la prevención, a la cual cada vez se va poniendo mayor atención, derivado del incremento de los daños catastróficos que tienen sus

principales causas en la localización descontrolada y concentración de unidades de habitación, de centros tecnológicos o de producción industrial en zonas de alto riesgo, respecto de determinados fenómenos naturales. Debe existir la corresponsabilidad entre los individuos, los grupos, las estructuras organizativas de carácter privado, y la responsabilidad de las autoridades públicas que permiten el orden de actuación de éstos. En ese sentido, su cometido se concreta en tres aspectos fundamentales: i) realización de estudios de los riesgos y sus potenciales riesgos por zonas, con todo lo que ello conlleva de aplicación de modelos matemáticos, cálculos estadísticos, diseño de mapas, etcétera; ii) establecimiento de medidas legales que impongan los códigos de construcción que se estimen apropiados, que impidan la edificación en zonas de alto riesgo, e incluso que habiliten planes de emergencia y evacuación; y , iii) realizando las obras que se requieran, como construcción de diques, muros de contención, canales de desagüe, limpieza de cauces, etcétera. Todo se completaría con campañas y programas que incidiesen en una mayor participación de las víctimas potenciales en la protección preventiva de sus vidas y sus bienes.

El problema se plantea cuando los individuos, o sus organizaciones privadas, por desconocimiento o por conveniencia, no asumen la parte de responsabilidad que les corresponde frente a la amenaza catastrófica de un evento natural, no tomando precauciones ni en el aspecto preventivo, ni recurriendo a un seguro con el que poder hacer frente a las potenciales pérdidas. Esta actitud pasiva, que en determinadas zonas en vías de desarrollo puede ser justificable por una diversidad de motivos que tienen que ver con la desinformación o con deficiencias de las estructuras aseguradoras, con su propia concepción del universo o con su nula disposición de medios, no lo es tanto en el mundo desarrollado, en el que descartado el recurso de la divinidad, y salvada una mayor o menor dosis de desconocimiento, e incluso fatalismo, no pocas veces (en ocasiones por hábitos fomentados desde los propios poderes públicos) se piensa en el Estado como tabla de salvación, atribuyéndole una responsabilidad ilimitada ante todo evento catastrófico.

- ii) **Ámbito fiscal y presupuestario.** En este eje estratégico de la participación del Gobierno, se enmarca el segundo concepto clave a destacar: las ayudas a los damnificados en catástrofes naturales.

Estas ayudas se pueden adoptar en dos formas, la primera como una pura donación directa, o bien, como la concesión de créditos subvencionados. En ambos casos, con la finalidad de reconstruir o reparar el bien dañado, y en buena medida con la vista puesta en la pronta recuperación de la actividad productiva.

No sería razonable rechazar en todos los casos la idea de que el Estado acuda en ayuda de damnificados por catástrofes naturales haciendo uso del presupuesto público, al menos en cuanto no sustituya la parte de responsabilidad que, por implicación activa en los daños o por omisión en las precauciones, atañe a los afectados. Mucho dependerá, no obstante, del desarrollo oficial de programas preventivos y de las posibilidades de cobertura (públicas o privadas) puestas al alcance de los ciudadanos. Con referencia al papel protector que para todo y por todo se

atribuye a veces al Estado, se ha escrito que “hubo un tiempo en que el hombre miraba a Dios para ordenar el mundo. Después miró al mercado. Ahora mira al Gobierno”.

Ámbito del seguro. En este tercer ámbito, donde el tomador del seguro demuestra una participación activa, se deba molestar a las instancias sobrenaturales. Así, el mercado y el Estado, en un ambiente de colaboración, encuentran el mecanismo más apropiado, primero para ofrecer cobertura contra los riesgos catastróficos de la naturaleza, y después para proteger con la suficiente garantía el derecho nacido de la contratación de la cobertura (con contrapartida en el pago de una prima), y garantizar la indemnización de pérdidas por catástrofes, y atendiendo a las circunstancias particulares que cada caso presenta, según países, riesgos, recursos disponibles, marcos legales en vigor, cultura aseguradora, coyuntura económica, entre otros aspectos. En este contexto, es importante resaltar la importancia de la actividad reguladora del Estado en cuanto a la posibilidad de construir (en el marco del sistema que se haya adoptado para cobertura de catástrofes) reservas para fluctuaciones de siniestralidad y puedan éstas beneficiarse de exenciones fiscales.

Parece demostrado que no siempre y en cualquier circunstancia el mercado privado es capaz de responder con eficacia y suficientes garantías a las necesidades que hoy originan determinadas catástrofes naturales, principalmente, por los factores de agravamiento de la exposición al riesgo. Una catástrofe puede alcanzar una magnitud que sobrepase los medios de las compañías de seguros y puede afectar severamente y de forma duradera el funcionamiento normal de la sociedad, hasta el punto de que el poder público deba intervenir.

La eventualidad de que los poderes públicos tengan que hacerse presentes en la cobertura de las catástrofes naturales, en la forma que se estime conveniente y en función de las particulares circunstancias que concurren en cada caso, es algo que se contempla sin duda en los ámbitos especializados del seguro y reaseguro. Como muestra, una de las aproximaciones al tema señala que “allí donde un mercado asegurador nacional, incluida la capacidad de reaseguro a nivel mundial (que por supuesto está disponible solamente en caso de operar tasas de prima suficientes y condiciones adecuadas), no estuviera en condiciones de amparar un riesgo extremo de catástrofes por exceder éste sus facilidades y recursos, habrá que recurrir, en caso necesario, a una participación estatal en la cobertura de catástrofes, por lo menos si se sobrepasa una magnitud determinada; otra alternativa se ofrecería en el sentido de que el Estado se haga cargo enteramente de las indemnizaciones garantizadas, como ya es el caso en algunos países con respecto al riesgo de inundación”.

La realidad es que el planteamiento teórico de participación pública en este ámbito ha venido siendo desbordado desde hace bastante tiempo por la propia práctica, sobre todo en países desarrollados, pero también en muchos países en vías de desarrollo. En el caso de los primeros, en muchos modelos de garantía contra catástrofes naturales (Estados Unidos, Francia, España) la presencia del Estado supera el mero carácter de esporádica, coyuntural o testimonial, regulándose clara y específica, y de forma estable y permanente la coparticipación pública ante

eventos de esa índole, mediante un sistema de compensación de pérdidas, o bien mediante esquemas de reaseguro, con objeto de evitar grandes descalabros en las rentas de los ciudadanos de las zonas afectadas, y recuperar cuanto antes, no sólo la actividad productiva, sino también, y como consecuencia, el pulso vital de cuantos experimentaron de alguna forma la catástrofe. En este sentido, el Estado no intervendría aquí como protector paternalista y caritativo, sino como gestor de la solidaridad mutual que utiliza la contribución financiera -en forma de recargos y primas-, de una generalidad -todos los asegurados en determinados ramos-, y en auxilio de los afectados -los asegurados que sufrieron la catástrofe-.

La variedad de modelos posibles de garantía en este ámbito es amplísima. De momento, cada país ha ido respondiendo a las catástrofes naturales con un sistema de seguro propio, más o menos reglamentado, y en función de los riesgos a los que más comúnmente se enfrenta, de las estructuras, implantación y capacidad financiera del mercado privado, y del diferente tipo de participación de los poderes públicos, que puede ir desde la nula presencia estatal a un protagonismo de actuación en exclusiva. Aunque hay semejanzas evidentes en algunos aspectos, el paisaje que ofrecen estos sistemas es bastante variado, cada cual con sus ventajas y sus inconvenientes.

Por lo que respecta a la mayor o menor -o nula- participación del Estado. Bourthoumieux establece tres formas en las que cabe manifestarse la intervención del Estado:

- a) Limitando absolutamente los compromisos de las compañías de los seguros -sistemas de California en terremoto, y de Japón en riesgo de terremoto para edificios de vivienda-.
- b) Imponiendo a las compañías de seguros obligaciones de aseguramiento -*Coastal Pools* en EE.UU. para inundaciones, y sistema francés-.
- c) Sustituyendo, complementando o protegiendo, en mayor o menor medida, “a las compañías de seguros cuando los riesgos, a causa de su carácter aleatorio y de su posible amplitud, no pueden ser normalmente asumidos por los mecanismos clásicos del seguro” -Consorcio de Compensación de Seguros en España, para riesgos extraordinarios, y sistema francés para catástrofes de la naturaleza-.

Para Tribouillois, por lo que atañe a la cobertura de catástrofes naturales, en el mercado extranjero coexisten con una gama variada entre dos extremos: [Consorcio de Compensación de Seguros, 2008]

- a) Sistemas más liberales, donde el asegurador debe recibir una prima actuarial, con las dificultades prácticas y comerciales que ello impone.
- b) Sistemas más estatalizados, donde el asegurador no gestiona una mutualidad de siniestros potenciales, sino una solidaridad más o menos voluntaria y apreciada de siniestros potenciales y de asegurados que jamás serán víctimas de siniestros.

En ese mismo contexto, se distingue entre el “seguro voluntario”; por ejemplo, la cobertura de inundaciones en Estados Unidos, y el “seguro generalizado”, que como su propio nombre lo indica, “consistirá en generalizar, por un medio u otro, el seguro de catástrofes naturales, o de alguna de ellas, a la práctica totalidad de quienes tienen una póliza de incendio o multirriesgo. Este seguro opera en Noruega, Suiza, Gran Bretaña, Francia y España.

Desde otra perspectiva, Béraud establece su propia clasificación, basada en tres ideas centrales, según su correspondiente objetivo:

- a) Suscitar una mutualidad más o menos amplia mezclando a asegurados altamente expuestos con asegurados que lo están menos o nada.
- b) Reagrupar en una misma garantía el mayor número posible de fenómenos, con objeto de crear una compensación entre los riesgos.
- c) Reducir el carácter catastrófico limitando el importe total de las indemnizaciones o haciendo intervenir al Estado.

La presencia del Estado en la cobertura de los riesgos catastróficos de origen natural puede revestir varias formas, bien delimitadas desde el punto de vista teórico, pero que, en la práctica, a la hora de reflejarse en los distintos sistemas, no se dan evidentemente en estado puro, sino que tales sistemas contienen mezcla de rasgos de característica diversa. Dicho esto, el Estado puede ejercer básicamente dos tipos de participación: una se denomina “pasiva”, en cuanto que se limita únicamente a ejercer sus prerrogativas de ordenación legal del seguro, sin intervenir directamente en la cobertura; y otra que se puede considerar “activa”, en cuanto se hace presente de alguna forma -con mayor o menor implicación directa- en tal cobertura, con variado grado de relación con el mercado privado.

El tipo de intervención activa puede reducirse a establecer una imposición legal, por la que se implante una obligatoriedad de cobertura (para aseguradoras y/o tomadores de determinados seguros, e incluso para propietarios de determinados bienes), o por la que se limite el alcance de los compromisos de cobertura de las entidades de seguro, marcando unos márgenes de seguridad. Pero también puede subir un peldaño más en su implicación participando directamente en el seguro directo, cabiendo aquí un amplio abanico de posibilidades, incluida la actuación con carácter monopolístico. Otras veces, sin embargo, el seguro directo queda a cargo de los agentes del mercado, haciéndose presente el Estado en los esquemas de reaseguro, también en una amplia gama de variantes, cuyo máximo exponente estaría en la garantía estatal ilimitada.

3.2.1.4 Implementación de mecanismos financieros para diversificar el riesgo

Ante la incertidumbre de la severidad y frecuencia de las catástrofes naturales, es necesaria la innovación en mecanismos financieros que permitan una adecuada diversificación de riesgos para que las personas y los países tengan acceso inmediato a recursos monetarios ante eventos catastróficos. Como se mencionó en el punto 3.2.1.3, dentro de las medidas que los diferentes gobiernos y sectores de la población existe el “Consortio de Compensación de Seguros” como una estrategia financiera que se ha adoptado, con el fin de mitigar el riesgo por eventos catastróficos, por lo que se describirá, en particular, el Consortio de Compensación de Seguros de España y *California Earthquake Authority* (CEA) de Estados Unidos.

- **Consortio de Compensación de Seguros (España).** Es un instrumento al servicio del sector asegurador español, plenamente integrado en el mismo, y que cuenta con una dilatada experiencia en el ámbito de las actividades que desarrolla. Jurídicamente, es una entidad pública empresarial, adscrita al Ministerio de Economía y Hacienda, a través de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, con personalidad jurídica propia y plena capacidad de obrar. En su actividad la entidad está sujeta al ordenamiento jurídico privado, lo que significa que el Consortio se somete, al igual que el resto de las entidades de seguros privadas, a la Ley de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, y a la Ley de Contrato de Seguro. [Consortio de Compensación de Seguros, 2008].

El Consortio de Compensación de Seguros tiene un patrimonio propio y distinto al del Estado. Las actividades del Consortio se enmarcan en las funciones aseguradoras y no aseguradoras que tiene legalmente encomendadas. Sus ingresos lo constituyen sus primas, sus recargos y el producto de sus inversiones, y, como cualquier otra entidad aseguradora, constituye las correspondientes provisiones técnicas y mantiene un margen de solvencia. Las funciones del Consortio, son:

- a) *Aseguramiento directo*: se trata de cubrir como asegurador directo una serie de riesgos que el mercado no cubre. Aunque formalmente se haya contratado una póliza con una compañía privada, la cobertura que da el Consortio en determinados ramos de seguros a los daños causados por determinados supuestos de la naturaleza (inundaciones, terremotos, ciclones, etcétera) o derivados de acontecimientos político-sociales (terrorismo, responsabilidad civil de Fuerzas Armadas, etcétera) y que no son asumidos por la aseguradora privada.
- b) *Coaseguro y Reaseguro*: además de como asegurador directo, el Consortio de Compensación ejerce labores de coaseguro y reaseguro en materias agrícolas y laborales y de medio ambiente, destacando específicamente en este caso los supuestos de accidente nuclear. De alguna manera, se trata de reforzar a las compañías privadas para que asuman determinados riesgos, que por su naturaleza pueden resultar desestabilizadoras, difíciles de asumir en solitario. Así, la iniciativa pública no sustituye a la privada pero la complementa y coordina.

- c) *Aseguramiento subsidiario*: Aquellos riesgos que no son admitidos por el mercado privado, pueden contratar su póliza de seguro directamente con el Consorcio.
- d) *Entidad liquidadora*: El Consorcio se encarga de dirigir y administrar a las aseguradoras que entran en concurso o liquidación. El legislador entiende que las aseguradoras, por su naturaleza, necesitan un órgano específico que las gestione en dichas crisis empresariales.
- e) *Prevención*: El Consorcio tiene encomendada la realización de planes de prevención y reducción de siniestros.
- f) *Administración de fondos*: El Consorcio es el encargado de administrar los fondos del Seguro de Crédito a la Exportación.

El Consorcio cuenta entre sus activos con un importante patrimonio inmobiliario, integrado, en su mayor parte, por edificios de Madrid y Barcelona destinados a uso de oficinas. La estrategia inversora de la entidad se orienta a la adquisición de inmuebles de la máxima calidad y representatividad en zonas de primer orden, y a su arrendamiento a grandes clientes institucionales públicos y privados.

Una experiencia acumulada de muchos años de actividad ha permitido al Consorcio de Compensación de Seguros disponer en la actualidad de una tecnología de procedimientos y métodos operativos que constituyen un activo de gran valor, por lo que puede hacer frente, con las máximas garantías de eficacia, a la especial problemática que plantea el desempeño de cada una de las funciones que tiene encomendadas. Su objetivo de máxima calidad en el servicio está íntimamente unido a otro, como es su plena integración en el sector asegurador al que pertenece.

Aunque la organización práctica de su actividad es compleja, sus principios básicos son fundamentalmente dos: una alta capacidad financiera y una gestión muy especializada que tiene en cuenta las particularidades propias de los campos en los que actúa.

Aun tratándose de un organismo vinculado al sector público, la especial naturaleza jurídica del Consorcio le permite seguir en su administración y en su gestión financiera los mismos criterios de eficacia operativa de cualquier organización privada que se desenvuelva en el sector asegurador, con un elevado grado de mecanización y de integración de todos sus procesos, y con unos costes de gestión muy reducidos, que se sitúan en torno al 4% de sus ingresos por primas.

El Consorcio se propone contribuir activamente a la consolidación de un sistema asegurador español más completo y universal, más responsable socialmente, más estable y más eficiente y, por lo tanto, más barato para el consumidor español.

En resumen, el Consorcio de Compensación de Seguros desarrolla todo un ramillete de funciones, cuyo común denominador es generar confianza y estabilidad en el sistema y no dejar

desatendidos determinados intereses. El Consorcio de Compensación no es el Fondo de garantía de las Aseguradoras aunque funcione en casos muy específicos como tal.

- **California Earthquake Authority (CEA).** En enero de 1994, un terremoto de 6.7 grados de magnitud sacudió San Fernando Valley, California. Fue el terremoto más costoso en la historia de EE.UU. y ocurrió en una falla previamente documentada. [CEA, 2010]

Antes de Northridge, las autoridades y compañías de seguros habían subestimado drásticamente las pérdidas potenciales que se podrían causar incluso por sismos moderados. Los aseguradores y grupos de consumidores se dieron cuenta rápidamente que las aseguradoras residenciales fueron sobreexpuestas y que rápidamente agotarían sus recursos de pago de reclamaciones si otro terremoto importante ocurriera. [CEA, 2010]

En 1995, la Legislatura de California creó una póliza de seguro de terremoto de baja cobertura para proteger la vivienda de un asegurado, excluyendo la cobertura de costosos elementos no esenciales, tales como piscinas, patios y estructuras separadas. Esta reducción del nivel de cobertura de la catástrofe que se conoció como la "*mini-policy*", permitió que las compañías de seguros pudieran cumplir con sus obligaciones en caso de terremoto, ofreciendo con este bajo costo, la cobertura básica destinada a restablecer la habitabilidad de la estructura. La intención era permitir que los aseguradores no se vieran sobre-expuestos a pérdidas catastróficas derivadas de un terremoto, y también retener más asegurados en el nivel básico de cobertura, en lugar de menos a un nivel superior.

En 1996, la Legislatura de California estableció a la CEA como de gestión pública, privada. Las compañías que venden seguros de propiedad residencial en California pueden optar por crear sus propios fondos para terremoto, producto del seguro privado o pueden convertirse en una compañía de seguros de la CEA. Sólo participan las compañías de seguros que pueden ofrecer pólizas de seguro contra terremoto. [CEA, 2010]

Hasta la fecha, las aseguradoras que venden más de dos tercios de los seguros de propiedades residenciales en el estado han optado por convertirse en empresas CEA participantes, lo que lo convierte en uno de los mayores proveedores de seguro contra terremotos residencial en el mundo. El CEA es financieramente sólida, constantemente recibe una excelente calificación financiera, y es un modelo internacional para el seguro de catástrofe. El CEA sigue dedicada a la mejora continua y la innovación, para proporcionar a los californianos opciones de cobertura que mejor se adapten a sus necesidades.

Desde su creación en 1998, el CEA ha acumulado casi 4.2 mil millones de dólares en capital. En la actualidad, acumula alrededor de 600 millones de dólares en primas brutas cada año. La capacidad de pago de reclamaciones del CEA supera los 9 mil millones de dólares.

Por ley, no más de 3% anual de las primas emitidas se pueden gastar en gastos de operación del CEA.

El CEA tiene más de 9 mil millones de dólares de capacidad de pago de reclamaciones. Los fondos para pagar las reclamaciones proceden de las primas de seguros de terremoto, las contribuciones, las cuotas de las empresas de seguros, fondos tomados en préstamo, el reaseguro, y el retorno de los fondos invertidos. El CEA no paga impuestos sobre la renta federal, la situación fiscal le permite maximizar el crecimiento de sus reservas y no recibe dinero a través del presupuesto del Estado. En la actualidad, es un organismo público, de financiación privada que proporciona seguro catastrófico contra terremotos residenciales y alienta a los californianos a reducir el riesgo de pérdida de terremoto.

3.2.1.5 Evaluación periódica del margen de solvencia

Un factor esencial, para que las compañías aseguradoras cumplan con su misión, es la solvencia. Sin solvencia, no sería posible la existencia de las aseguradoras, lo que dañaría terriblemente la economía nacional. Por esta razón, en México se han establecido normas y pruebas para su medición, las cuales puede resultar afectadas por: fluctuación de siniestros, errores de suscripción (ya sea en las tarifas, la aceptación o la dispersión del riesgo), sistema de reaseguro inadecuado, insolvencia del reasegurador, reservas subestimadas, activos mal dimensionados, fluctuación en el valor de los activos, rendimientos financieros inoportunos, gestión ineficiente y ciertos riesgos (políticos, macroeconómicos y de mercado) [Lanzguerrero, 2010].

Desde hace más de un lustro se iniciaron en México una serie de análisis sobre la medición para garantizar la capacidad de las aseguradoras en cuanto a su potencial respuesta ante los niveles de riesgo asumidos o margen de solvencia.

Por su parte como se mencionó en el capítulo 2, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas establece las bases para el cálculo del margen de solvencia, que dentro de los 20 días naturales posteriores al cierre de marzo, junio y septiembre y, dentro de los 30 días naturales posteriores al cierre diciembre, se debe presentar, informar y comprobar en la forma y términos que la Comisión establece la cobertura del CMG, MS conteniendo al menos, los cálculos y las inversiones del trimestre correspondiente.

Por lo que se sugiere que un profesional independiente, ajeno a la compañía de seguros, audite periódicamente el margen de solvencia, siendo su responsabilidad reportar a la aseguradora y a la comisión el estado del margen de solvencia, manteniendo monitoreo constante; obteniendo información para poder establecer mejores mecanismos de cálculo.

3.2.1.6 Análisis de frecuencia y severidad de siniestros catastróficos

Ante la necesidad de evaluar los riesgos dados, se han desarrollado instituciones especializadas en meteorología y geofísica. Algunas compañías mediante simulaciones predicen la probabilidad y severidad de las catástrofes. Otras sin recursos de modelaje ajustan datos históricos, tales como *Property Claim of Service* (PCS) o *The Insurance Service Office* (ISO) en Estados Unidos que usan modelos paramétricos y dan estimaciones de los valores esperados de las pérdidas dado que la pérdida excede cierto umbral.

Dada la necesidad de determinar bases técnicas, se requieren conocimientos profesionales, sobre todo en relación con el estudio de los riesgos de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, así como terremoto y erupción volcánica, por lo que la Junta de Gobierno de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, acordó que se contratara al Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México para su asesoría en el desarrollo de sistemas y bases técnicas para adecuar la regulación y supervisión del seguro de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, y terremoto y erupción volcánica, en virtud de ser la institución que cuenta con los conocimientos mejor calificados en relación con el estudio de la ocurrencia y efectos de huracanes en territorio mexicano. [Ramírez y Toledano, 2004] La Comisión emite disposiciones, mediante las cuales se dan a conocer las bases técnicas con las que esas instituciones deberán calcular la Pérdida Máxima Probable de los seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, y terremoto y erupción volcánica. Asimismo, se dejan a reserva los derechos que tenga el citado Instituto sobre parámetros, estadísticas y procedimientos que correspondan a estudios e investigaciones originales realizadas por el mismo.

El Instituto de Ingeniería tiene como propósitos fundamentales apoyar la labor de investigación, docencia, difusión y divulgación científica de su personal académico, así como promover la superación académica del mismo y difundir los resultados de su trabajo, contribuir a la formación de recursos humanos de excelencia, y llevar los conocimientos científicos a capas amplias de la población, para ayudar a elevar su nivel cultural y a mejorar sus condiciones de vida. En particular, proporcionar información confiable y oportuna, para la toma de decisiones sobre fenómenos geofísicos y ambientales estudiados por sus diferentes departamentos, que impliquen riesgos para la sociedad.

Es un hecho que la implementación de un instituto o compañía al servicio de los órganos reguladores de seguros, así como compañías aseguradoras es una excelente opción para realizar periódicamente análisis y estudios de los riesgos a los que se encuentran expuestos.

3.2.1.7 Establecimiento y supervisión de límites máximos de retención

El límite máximo de retención será la cantidad máxima que las Instituciones podrán retener en cada uno de los riesgos asegurados en las pólizas en vigor, una vez deducida la parte cedida en los diversos contratos de reaseguro en que participen, considerando como parte de dicho límite: los deducibles, franquicias, corredores o cualquier otro elemento que los contratos de reaseguro establezcan y que puedan resultar en responsabilidad que la Institución que cede el riesgo, deba asumir.

Los límites máximos de retención por cada operación, ramo, subramo o tipo de seguro que practiquen las Instituciones y que apruebe su Consejo de Administración, deberán fijarse mediante la aplicación de un método técnico que tome en cuenta lo siguiente:

1. El volumen que represente en el ejercicio de su actividad la operación, ramo, subramo o tipo de seguro que corresponda;
2. La calidad y el monto de sus recursos;
3. El monto de las sumas en riesgo;
4. Las características de los riesgos que asuma;
5. La composición de su cartera;
6. La experiencia obtenida respecto al comportamiento de la siniestralidad
7. Sus políticas de reaseguro.

El método técnico para fijar los límites máximos de retención, deberá permitir que la Institución conozca con un alto grado de confiabilidad, que el límite de retención adoptado es un valor tal que en escenarios adversos probables de ocurrencia de siniestros, no pone en riesgo su solvencia. Se entenderá como escenarios adversos probables, aquellos en los que se considere la ocurrencia simultánea de siniestros de las pólizas con las mayores sumas aseguradas contenidas en el portafolio de pólizas en vigor de la Institución.

La fijación del límite máximo de retención deberá realizarse con la información de pólizas en vigor de la Institución, pudiendo incorporar al cálculo carteras hipotéticas de pólizas que correspondan a los planes de negocio del año de que se trate o negocios en donde la Institución conozca su futura realización.

Si el límite máximo de retención obtenido conforme a la aplicación del método técnico mencionado, resulta superior, por cada riesgo asegurado, al 5% de los activos computables al capital mínimo de garantía de acuerdo a los límites de inversión establecidos en las Reglas para el Capital Mínimo de Garantía de las Instituciones de Seguros (AcCMG), más los activos computables al capital mínimo de garantía en exceso a los límites de inversión previstos en las citadas Reglas, la Institución deberá presentar ante la CNSF, la opinión de un actuario independiente certificado para el registro de notas técnicas de la operación de que se trate, el cual deberá pronunciarse sobre la viabilidad de dicho límite de retención y del modelo actuarial con que fue calculado. En el caso de sociedades mutualistas de seguros, el límite máximo de retención obtenido conforme a la aplicación del método técnico mencionado, deberá corresponder, por cada riesgo asegurado a una cantidad que no sea superior al 5% de su patrimonio.

El periodo de presentación del trámite es anual cuando resulte superior al porcentaje establecido en las Reglas para fijar los límites máximos de retención de las Instituciones y sociedades mutualistas de seguros en las operaciones de seguro y reaseguro.

Como parte de la revisión continua y mejoramiento del marco normativo se determinó que las reglas de límites de retención debían modificarse para cumplir de mejor forma con las necesidades de la industria del seguro y del organismo supervisor, en los siguientes puntos:

- Eliminar la obligación de presentar en una fecha fija, los límites de retención.
- Eliminar la rigidez de registrar sólo una vez al año los límites de retención.
- Eliminar el “injustificado” procedimiento de determinar el límite de retención como el 5% de los recursos de capital, en los seguros de daños.
- Posibilitar que un límite de retención puede ser determinado mediante perfiles de riesgos de carteras hipotéticas, en el caso de falta de información.
- Posibilitar que un límite de retención puede ser cambiado en cualquier momento que cambie el perfil de riesgos de una institución.
- Establecer principios técnicos que deben cumplir los modelos de límites de retención.
- Establecer modelos que deben ser revisados y avalados por un actuario certificado.

En la fijación de los límites máximos de retención, las Instituciones deberán procurar el aprovechamiento de su capacidad de retención, el desarrollo de políticas adecuadas para la cesión y aceptación, según corresponda, de reaseguro interno o externo, así como la dispersión de aquellos riesgos que por su naturaleza puedan afectar su solvencia y estabilidad.

3.2.1.8 Bonos Catastróficos

Los bonos catastróficos son instrumentos para la prevención de riesgos, parecidos al reaseguro porque protegen contra un exceso de pérdida del asegurador primario. Son bonos que pueden pagar cupones y hasta posiblemente el principal de manera contingente dependiendo de la ocurrencia de un evento catastrófico. Los inversionistas tienen parte de su principal en riesgo pero a cambio se les ofrece una tasa de cupones o de intereses más alta que la usual. La mayoría de los bonos catastróficos están ligados a un índice de pérdidas ocurridas; por ejemplo: pérdidas totalmente aseguradas de un terremoto en California, o a un índice de severidad de desastres; por ejemplo, pagar cantidades por daños de terremotos basados en la escala de Richter en localidades específicas en Japón. Es decir, los pagos del bono se hacen a partir de un cierto valor en el índice; por ejemplo, un terremoto con una magnitud registrada en la escala Richter. Los índices negociados y de cambio ofrecen pagos en caso de ocurrencia del evento. [López, 2004]

Un índice de pérdidas debe ser estandarizado y uniforme, con una fórmula de índice bien entendida y verificable, los datos del índice deben ser competitivamente determinados y no sujetos a manipulación, además de que el mercado debe percibir que el índice refleja el verdadero valor de la pérdida. Los individuos no influyen en la determinación de los pagos del bono, lo cual implica que su precio, su riesgo moral, sus costos de transacciones y el tiempo de las reclamaciones disminuya; así uno espera que haya más transparencia en el precio y aumente la liquidez.

Las opciones para riesgos catastróficos PCS que se negocian en el Banco de Comercio de Chicago (CBOT) son los primeros índices negociados. Hay nueve índices en Estados Unidos de América (uno nacional, 5 regionales y 3 estatales) de catástrofes definidas para ciertas regiones. El periodo de pérdida, generalmente, es por trimestres. En caso de que exista una pérdida que exceda el umbral del nivel de pérdida durante el trimestre, la opción de compra funciona como un reaseguro. [López, 2004]

Dado que los inversionistas en bonos catastróficos pretenden obtener grandes y suficientes rendimientos en su inversión, en forma de grandes tasas de interés cuando el evento no ocurra para justificar el riesgo de perder su principal o recibir una tasa de interés más baja si ocurre el desastre.

En la actualidad, el LIBOR (*London Interbank Offered Rate*) es usado como un índice que cuenta las ganancias potenciales. Un bono catastrófico puede estar tantos puntos arriba de la tasa LIBOR, es decir, las ganancias están tantos puntos arriba de las tasas de interés básicas pagadas en los mejores bancos Europeos y Americanos usados para calcular el LIBOR. [López, 2004]

Los bonos catastróficos son los instrumentos de deuda más comunes de seguridad, son como los bonos de gobierno, son opciones pero en donde el subyacente en lugar de ser acciones son desastres naturales, como la lluvia, sequía, terremoto, inundación, etcétera, pueden proveer de capital cuando ocurre un evento catastrófico provocado y no tienen riesgo de crédito. En el instante que surge un evento catastrófico, el bono catastrófico se comporta como un bono tradicional, el cual no está correlacionado con el mercado de subyacentes financieros como niveles de tasas de interés o el consumo agregado.

Los bonos catastróficos no sólo son instrumentos que ofrecen oportunidades de compensación, sino más bien, instrumentos de diversificación de portafolios por su baja correlación con las acciones históricas y rendimientos de bonos tradicionales. La creación de los bonos catastróficos se debió a la necesidad de cubrir grandes propiedades aseguradas, acción que no podía hacer el reasegurador típico. Estos nuevos instrumentos nacen como un mecanismo de compensación contra desastres naturales, un riesgo que no está correlacionado con el mercado de capital.

Los daños causados por los huracanes Andrew (1992), Opal (1995), Fran (1996) y terremotos como el de Kobe en los noventas, han logrado llamar la atención tanto de reaseguradores, aseguradoras y gobierno, y provocó que el mercado estadounidense desarrollara nuevos instrumentos. El costo total de los daños fue aproximadamente en exceso de 50 billones de dólares.

El primer bono catastrófico fue un bono por 50 millones de dólares emitido en 1998. El principal del bono se pagaba a la compañía de seguros en caso de un temblor de 7 grados o más en la escala de Richter en ciertas regiones de Japón. En los Estados Unidos, los bonos más conocidos fueron los bonos "*Act of God*", emitidos por Merrill Lynch & Co y usados por USAA (la cuarta compañía de seguros más grande de Estados Unidos en 1996) cubriendo el evento de huracán en Florida. El costo a USAA fue cerca de 1 billón de dólares y la probabilidad del evento fue de 1%. En este caso, existieron dos formas de vender el bono: la primera pagada a una tasa de interés LIBOR más 273 puntos bases - los inversionistas perderían los

intereses ganados si USAA sufría pérdidas por huracanes durante un periodo de 15 meses las cuales excedieran 1 billón de dólares-. Esta forma del bono estaba dirigido principalmente a bancos y aseguradoras de vida quienes tenían riesgo de capital. La otra forma ofrecía una prima mucho mayor (576 puntos bases) sobre LIBOR pero el principal de los inversionistas estaba en riesgo en caso de pérdidas severas por causa de huracán. [López, 2004]

Esta forma del bono estaba dirigida a inversionistas agresivos como fondos mutualistas, fondos compensatorios o reaseguradores que tenían información ventajosa en estimación de riesgos. La demanda por los primeros bonos catastróficos fue pequeña pero se ha incrementado cada año. El *California Earthquake Authority* (CEA) en 1996 emitió un billón de bonos catastróficos para terremotos, siendo el primer bono catastrófico emitido por el gobierno de los Estados Unidos.

El precio de un bono catastrófico puede definirse como la cantidad de dinero que el inversionista debería aportar por participar en una apuesta justa. Dicha apuesta se basa en dos posibles resultados:

- a) El evento catastrófico ocurre durante la vigencia del bono y el emisor del bono tendrá el derecho de adjudicarse cierta parte o el total de la inversión especificada en el contrato del bono catastrófico. Los beneficios a pagar a los inversionistas pueden ser diferidos;
- b) El evento catastrófico no ocurre durante la vigencia del bono y el inversionista se hace acreedor a ciertos beneficios superiores a los que otorga un bono ordinario con las mismas condiciones y calculado con la tasa de interés libre de riesgo del mercado.

De esta forma, la apuesta resulta atractiva tanto para el inversionista como para el emisor:

- a) El inversionista puede obtener, con una alta probabilidad, debido a que los eventos catastróficos ocurren con una frecuencia muy baja, rendimientos superiores a la tasa de interés libre de riesgo.
- b) El emisor obtiene un seguro contra el evento catastrófico.

Para obtener el precio de esta apuesta se emplea un enfoque actuarial en el que se supone que en promedio el valor presente de los beneficios es igual al valor presente de las pérdidas del emisor del bono. Las características del Bono, se definen como:

- a) Valor nominal N_0 , en base al cual se definen los beneficios.
- b) Vigencia del bono R , medido en años.
- c) Beneficios a pagar en caso no ocurrencia del siniestro, B_{NE} . Se pagan beneficios a una fuerza de interés δ_{NE} al final de la vigencia del bono $B_{NE} = N_0 e^{\delta_{NE} R}$
- d) Beneficios a pagar en caso de ocurrencia del siniestro, B_T
- e) Se pagan beneficios un tiempo S después del siniestro a una fuerza de interés δ_{E0} antes de la catástrofe y a una fuerza de interés δ_{E1} después de la catástrofe. $B_T = (1 - \gamma E) N_0 e^{\delta_{E0} T + \delta_{E1} S}$

f) Se considera el cálculo actuarial del precio de emisión del bono catastrófico en las siguientes dos situaciones:

i Período de diferimiento con duración fija:

$S = \text{constante};$

B_T se paga al tiempo $T + S$;

ii Período de diferimiento aleatorio:

$S = R - T;$

B_T se paga al tiempo R

CONCLUSIONES

El cambio climático es un fenómeno que afecta a todos los sectores de la sociedad, originado por la evolución propia del planeta, por el paso del hombre sobre éste y por la sobreexplotación de los recursos naturales, teniendo como resultado mayor severidad y frecuencia de fenómenos naturales causando daños irreversibles.

Los cambios observados en el pasado reciente y presente son realmente interesantes. El clima actual se pronostica que cambiará en los próximos años, a una velocidad mayor por el efecto de la acción del hombre. Se vive a cada día, hay más fenómenos meteorológicos extremos, más catástrofes de todo tipo: huracanes, tsunamis, terremotos, erupciones volcánicas, tormentas intensas, inundaciones, etcétera. Los científicos alertan y los gobiernos se interesan en la medida en que se altera la economía y como las catástrofes causan cada vez más víctimas humanas.

El cambio climático es una realidad que se está manifestando con más rapidez y contundencia de lo que se ha previsto hasta ahora y cuyas consecuencias se padecen, especialmente, en los países subdesarrollados. Este fenómeno es continuo y, de largo plazo, con un elevado nivel de incertidumbre, que contiene un nivel de riesgo elevado que debe administrarse, apropiadamente, para aminorar el impacto de este fenómeno en el sector asegurador. Así, el cambio climático representa una fuente de riesgo, ante el cual la adaptación es la respuesta para minimizar los impactos o explotar las oportunidades. La evaluación de este riesgo es una tarea compleja con muchas incertidumbres asociadas que requiere una aproximación multidisciplinaria: científica, social y económica.

El seguro no cubre el cambio climático sino una serie de peligros y causas probables cuyos efectos se suelen medir en términos de pérdidas económicas. En los países desarrollados el grado de aseguramiento de estas pérdidas es considerablemente mayor al de los países en vías de desarrollo.

Los aseguradores enfrentan dos tipos de retos con respecto a la asegurabilidad: deben hacer asegurables los riesgos nuevos y comprender en qué forma los cambios en el entorno de los riesgos ya cubiertos afectan a su valoración.

Los criterios tradicionales de asegurabilidad, algunos todavía eficaces, junto con nuevas técnicas de modelación que permiten una mejor descripción de los fenómenos climáticos y sus consecuencias, constituyen la base metodológica para una rigurosa selección de riesgos y diseño de nuevos tipos de cobertura.

La transferencia de riesgos a los mercados de capital se lleva a cabo desde hace apenas una década, pero se prevé una implantación cada vez mayor contribuyendo a ampliar la capacidad del sector asegurador y fomentar la diversificación del riesgo.

Los aseguradores, como expertos en la cuantificación y gestión del riesgo, son de ayuda para estructurar, dirigir y acelerar los procedimientos de mitigación y adaptación a los que se está obligado a implementar con el fin de reducir las pérdidas esperadas.

La participación del gobierno es de vital importancia, ya que por su naturaleza, cuenta con el poder de implementar programas, mecanismos financieros, leyes y medidas de prevención, tanto para la sociedad en general, como para las instituciones de la industria privada involucradas, tales como las compañías aseguradoras y reaseguradoras. Por esto, contar con la participación activa del gobierno tiene retribuciones favorables tanto para el sector privado como para el mismo gobierno, ya que en caso de ocurrencia de alguna catástrofe, es el primer responsable de actuar para ayudar a la población a resarcir los daños; por esto, es importante que éste cuente con los recursos necesarios.

La implementación de mecanismos financieros para diversificar el riesgo, por medio de los *Pools*, o consorcios de compañías aseguradoras manejados por administradores, apoderados, con repartición de los reaseguros aceptados, es una opción de participación del sector asegurador y reasegurador, que le da mayor apertura de mercado, mediante primas flexibles a la población y coberturas limitadas que no ponen en riesgo la solvencia de las entidades.

Concluyendo que es de vital importancia la participación no sólo del sector asegurador y reasegurador, sino también del sector público, se sugiere un trabajo en conjunto de los sectores público y privado, beneficiando a ambos, teniendo mayor mercado, distribución del riesgo y aminorando el impacto. Ya que el riesgo está latente y no basta con medidas de prevención, es necesario implementar medidas regulatorias lo antes posible.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTARA Grados, Francisco.
El Seguro de Riesgos Catastróficos: Reaseguro Tradicional y Transferencia Alternativa de Riesgos.
España. Fundación Mapfre. 2005. 335p.
- ALCÁNTARA Grados, Francisco.
La Cobertura de Riesgos Catastróficos desde la Óptica de la Solvencia de las Entidades Aseguradoras: La Función del Reaseguro Tradicional y sus Alternativas.
España. 2002. 345p.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS.
Manual del Ramo de Incendio.
México. 2007. 736p.
- ATTENBOROUGH, David.
The State of the Planet.
E.U.A. BBC. 2004.
- BÉRAUD, Paul.
Les Risques Catastrophiques: Une Réponse des Assureurs Européens.
Francia. 1987. 206p.
- BOURTHOUMIEUX, Jean.
Une Dimension Nouvelle.
Francia. 1992. 136p.
- CHALKO, Tom.
Earthquake Energy Rise on Earth.
Australia. 2008. 12p.
- COMISIÓN INTERSECRETARIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.
Estrategia Nacional de Cambio Climático.
México. 2007. 157p.
- COMISIÓN NACIONAL DE SEGUROS Y FIANZAS.
Circular Única de Seguros.
México. 2010
- CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS.
La Cobertura Aseguradora de las Catástrofes Naturales, Diversidad de sistemas.
España. 2008. 219p.
- FLANNERY, Tim.
La Amenaza del Cambio Climático. Historia y Futuro.
España. 2006. 408p.

- GALINDO, Luis Miguel.
La Economía del Cambio Climático en México.
México. SEMARNAT. 2009. 77p.
- GODREJ, Dinyar.
El Cambio Climático.
Holanda. 2002. 142p.
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, Secretaría Técnica.
Metodología para el Análisis FODA.
México. 2002. 48p.
- LANZGUERRERO Obeid, Karen.
Los Estándares Internacionales de la Práctica Actuarial en México: Proyecto de Solvencia II.
México. 2010. 194p.
- LLEBOT, Josep Enric.
El Cambio Climático.
España. 1998. 160p.
- LÓPEZ, Brenda.
Valuación de Bonos Catastróficos para Terremoto en México.
México. 2004. 130p.
- LÓPEZ Zafra, Juan Manuel.
El Sector Asegurador ante el Cambio Climático, Riesgo y Oportunidades.
España. Fundación Mapfre. 2007. 124p.
- LOVELOCK, James.
La Venganza de la Tierra. La Teoría de Gaia y el Futuro de la Humanidad.
España. 2007. 249p.
- MINZONI Consorti, Antonio.
Técnica Actuarial de los Seguros No-Vida.
México. Facultad de Ciencias. 2004. 83p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. O.N.U.
El Protocolo de Kyoto, de la Convención sobre el Cambio Climático.
E.U.A. 2009. 85p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. O.N.U.
Riesgo y Pobreza en un Clima Cambiante.
E.U.A. 2009. 213p.
- PFEFFER, Irving.
Perspectivas del Seguro.
España. Editorial Mapfre. 1978. 715p.

- RAMÍREZ y TOLEDANO.
Bases Técnicas para el Cálculo de la Prima y la Pérdida Máxima Probable en los Seguros de Terremoto en México.
México. UDLAP. 2004. 172p.
- REVISTA FASECOLDA. GONZÁLEZ, Alejandra
El Cambio Climático: Desafíos y Oportunidades para el Sector Asegurador.
Colombia. 2008. 60p.
- STERN, Nicholas.
Stern Review, of the Economics of the Climate Change.
Inglaterra. 2007. 712p
- TRIBOUILLOIS, Pierre.
Quand l'événement Naturel a-t-il un Caractere Catastrophique?.
Francia. 1993. 304p.
- VIÑAS Rubio, José Miguel.
¿Estamos Cambiando el Clima?.
España. 2005. 178p.

Páginas web

- California Earthquake Authority. CEA
<http://www.earthquakeauthority.com>
- Cámara de Diputados. H.Congreso de la Unión
<http://www.diputados.gob.mx>
- Comisión Nacional de Seguros y de Fianzas
<http://www.cnsf.gob.mx>
- Consorcio de Compensación de Seguros
<http://www.conorseguros.es>
- National Hurricane Center
<http://www.nhc.noaa.gov>
- NU Journal of Discovery
<http://nujournal.net/EarthquakeEnergyRise.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<http://www.semarnat.gob.mx>
- Sistema Nacional de Protección Civil
<http://www.proteccioncivil.org>

- Tsunami Laboratory of Novosibirsk
<http://tsun.sccc.ru>
- U.S. Geological Survey Earthquake Hazards Program
<http://earthquake.usgs.gov>
- Wikipedia, La Enciclopedia Libre
<http://es.wikipedia.org>