

881201

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE ACTUARIA

Con Estudios Incorporados a la
Universidad Nacional Autónoma de México

13
23



VINCE IN BONO MALUM

"RETENCION DE RIESGOS EN EL RAMO
DE AUTOMOVILES"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE,
A C T U A R I O
P R E S E N T A :

AGUSTIN REYES RODRIGUEZ DE LA GALA

MEXICO, D. F.,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1988



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.

I N D I C E

INTRODUCCION	1
I. LA ADMINISTRACION DE RIESGOS	
I.1 PRESENTACION	4
I.2 METODOLOGIA	5
II. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	
II.1 PLANTEAMIENTO	11
II.2 EL SEGURO DE AUTOMOVILES EN MEXICO DURANTE LOS ULTIMOS AÑOS	12
III. EL MODELO DE TOMA DE DECISIONES	
III.1 NECESIDAD DEL ENFOQUE PROBABILISTICO	19
III.2 DESCRIPCION DEL MODELO	20
III.3 ANALISIS	21
III.3.1 ESTIMACION DE LA FRECUENCIA	22
III.3.2 ESTIMACION DE LA SEVERIDAD	26
III.3.3 DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD DE X	28
III.3.3.1 VALOR ESPERADO	32
III.3.3.2 DESVIACION ESTANDAR	33
III.3.3.3 SESGO	34
IV. DOS CASOS PRACTICOS	
IV.1 CASO 1	
IV.1.1 PRESENTACION	35
IV.1.2 APLICACION DEL MODELO	38
IV.2 CASO 2	
IV.2.1 PRESENTACION	53
IV.2.2 APLICACION DEL MODELO	55
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
V.1 CONCLUSIONES	62
V.2 RECOMENDACIONES	64

I N T R O D U C C I O N

"El riesgo, definido como la incertidumbre ante la ocurrencia de una pérdida, es universal en tanto que las personas deben enfrentarlo en prácticamente cualquier actividad." ¹

Al hacer una apuesta, por ejemplo, se corre el riesgo de perder lo apostado, en caso de que el resultado no sea el previsto.

Asimismo, en el transcurso de las operaciones normales de una empresa, existe una gran cantidad de eventos que pueden ocasionarle pérdidas, y que no se pueden prever con certeza, como son: un incendio, un falla en la maquinaria de producción, la explosión de una caldera, los accidentes que sufran los vehículos de su propiedad, el lanzamiento al mercado de nuevos productos, una gran campaña de publicidad, la apertura de una nueva planta, etc.

¹Mark R. Greene, Risk and Insurance, pag. 1

En un paso más de análisis, los diversos riesgos pueden clasificarse en dos grupos.

El primero comprende aquéllos en los que existen posibilidades de ganar o de perder, y son llamados "riesgos especulativos". Tal es el caso de los relacionados con las apuestas, de la campaña de publicidad de la empresa, así como sus nuevos productos o la nueva planta.

En el segundo se encuentran aquéllos en los que sólo hay posibilidades de perder (dado que el evento asociado se produzca), y se les conoce como "riesgos puros". En este grupo se encuentran los relacionados con los accidentes y fallas que pueden ocurrir en las empresas. ²

El presente trabajo se ocupa únicamente de estos últimos, y de manera particular se enfoca sobre aquéllos a los que está expuesto el conjunto de automóviles que integran la flotilla de una empresa, presentando un modelo matemático auxiliar en la toma de decisiones sobre retención de riesgos en este ramo.

²Mark R. Greene, op.cit., pags 10 y sigs.

El objetivo de esta tesis es mostrar cómo el análisis probabilístico de la experiencia particular de cada empresa, puede proporcionarle un elemento de decisión que le permita tomar el camino más conveniente para afrontar los riesgos asociados con su flotilla de automóviles, brindándole así la oportunidad de conseguir una reducción de costos.

En el capítulo I se presenta una descripción general del campo de estudio en el que se origina este trabajo: "La Administración de Riesgos".

En el capítulo II se plantea el problema que motivó la tesis, describiendo el panorama del seguro de automóviles en México durante los últimos años.

El modelo matemático que se utilizará para el análisis es expuesto en el capítulo III.

En el IV se aplica dicho modelo a dos casos prácticos y se analizan los resultados obtenidos.

Finalmente, en el V aparecen las conclusiones y comentarios sobre todo lo desarrollado.

CAPITULO I

LA ADMINISTRACION DE RIESGOS

I.1 PRESENTACION

Como se ha visto, las empresas se encuentran expuestas a una gran cantidad de eventos que pueden causar daños severos ya sea a sus instalaciones, a sus empleados, o a terceras personas en sus bienes o en su integridad física.

Es posible también que originen la disminución o la paralización total de las operaciones, con la consiguiente pérdida de utilidades y de mercado; y si el siniestro es muy grave, podría conducirla incluso a la quiebra.

En vista de ello, se ha hecho necesario buscar la forma de disminuir el impacto financiero que traería consigo la presentación de dichos eventos, así como reducir (en la medida de lo posible) la probabilidad de que ocurran.

Esta búsqueda se ha venido realizando cada vez con fundamentos más sólidos, con una visión más amplia de las posibles soluciones, y con herramientas teóricas más adecuadas, hasta llegar a constituir un campo de estudio bien definido que recibe el nombre de "Administración de "Riesgos".

I.2 METODOLOGIA

El proceso de la Administración de Riesgos puede ser dividido en cinco etapas que son las siguientes:

IDENTIFICACION

CLASIFICACION

TRATAMIENTO

RECLASIFICACION

TRANSFERENCIA Y/O RETENCION ³

³"Programa de Administración de Riesgos para la Empresa Moderna", Asesores en Previsión de Riesgos, S.A.

El primer paso es la IDENTIFICACION de los riesgos relacionados con el caso particular del que se trate; pues resulta claro que los peligros a los que está expuesta una fábrica de artículos eléctricos son muy diferentes de los que corre un barco que transporta petróleo en alta mar, o un automóvil que transita por la ciudad.

Este primer paso es de suma importancia, ya que la efectividad de todo el proceso dependerá en gran medida de que hayan sido bien identificados los riesgos que se están corriendo. Si esto no se realiza de una manera adecuada, puede suceder que se hagan gastos importantes para atender un peligro inexistente; o lo que sería más grave, que se pase por alto un riesgo que pueda causar pérdidas severas a la empresa, sin que esté prevenida contra ellas.

Una vez que se ha completado la identificación, es preciso CLASIFICAR los riesgos encontrados, de acuerdo con su gravedad.

Para ello, debe tenerse en cuenta que la gravedad es una función de la probabilidad de ocurrencia de los siniestros, así como de la magnitud de las pérdidas que ocasionarían.

Esta clasificación dependerá de las características particulares de cada empresa, pero como norma general pueden definirse tres categorías de riesgos: los leves serán aquéllos que no trastornen la operación normal de la compañía; los medianos serán los que en caso de realizarse causarían un desequilibrio económico perceptible pero no muy importante; en tanto que todos aquellos peligros que amenacen la supervivencia de la institución deberán ser señalados como graves.

El tercer paso es el **TRATAMIENTO** de los riesgos encontrados, con objeto de reducirlos, o eliminarlos si es posible.

La reducción de los riesgos se logra por medio de acciones que tiendan a disminuir la probabilidad de que los eventos asociados con ellos se realicen, así como a minimizar las pérdidas una vez que el siniestro ha ocurrido.

En este grupo entran todos los procedimientos y sistemas de prevención de accidentes, así como los de auxilio y control post-siniestro.

Posteriormente es necesario elaborar una RECLASIFICACION de los riesgos que aún persistan, y finalmente elegir el método mas adecuado para enfrentar dichos riesgos: ya sea la TRANSFERENCIA o la RETENCION.

La TRANSFERENCIA incluye todos los medios para hacer que otro cargue con los costos de la recuperación (o de una parte de ella) después del siniestro.

La forma más común de transferencia es el seguro; en el que, a cambio de una pequeña pérdida cierta (i.e. la prima que se paga al asegurador) se transfiere el riesgo de una pérdida mayor, como sucedería al ocurrir un daño al bien cubierto por la póliza del seguro.

El trato con las compañías de seguros representa un beneficio adicional para las empresas, por los servicios de administración de riesgos que pueden recibir a través de ellas, tales como la asistencia en las actividades de análisis y reducción de riesgos.

La RETENCION de los riesgos es la segunda posibilidad y en ella las pérdidas son soportadas por la propia compañía, cargando a sus resultados los gastos que fuere necesario efectuar a consecuencia de los siniestros.

En este caso se requiere de mucho cuidado al determinar cuál es la capacidad financiera que se tiene para afrontar las pérdidas que puedan presentarse.

Para ello, sera necesario tomar en consideración el valor neto de la empresa, su estado de efectivo (liquidez), así como sus objetivos de conservación de ingresos.

Debe tenerse en cuenta que estas dos posibilidades no son mutuamente excluyentes sino complementarias, y es así como debe considerárselas. En la mayoría de los casos, ambas soluciones son empleadas en combinación para obtener los mejores resultados.

Aunque pudiera pensarse que la creciente aceptación de la administración de riesgos quizá dañaría el mercado de los seguros, el empleo de esta técnica debe producir beneficios tanto para el usuario del seguro como para el asegurador, pues no obstante que al racionalizar el uso de este instrumento ciertamente debe haber algunas reducciones en la cartera de las

aseguradoras, éstas se verán compensadas al descubrirse muchos riesgos que habían pasado inadvertidos y que necesitan ser cubiertos por el seguro.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

II.1 PLANTEAMIENTO

En México hace poco tiempo que se han comenzado a utilizar las técnicas de la administración de riesgos.

No obstante, día con día aumenta el número de empresas que están aplicando esta disciplina y que desarrollan amplios programas de administración de sus riesgos sobre plantas, equipos, recursos humanos, etc.

El ramo de automóviles, sin embargo, ha recibido poca atención en este aspecto, y el problema se sigue resolviendo en la mayoría de los casos mediante la contratación de pólizas de seguro (i.e. recurriendo a la transferencia) sin analizar a fondo la conveniencia de dicha acción; ya que es posible que una empresa cuente con una flotilla suficientemente grande como para hacer inferencias estadísticas confiables, y que además presente una buena experiencia en cuanto a siniestralidad (es decir, que sea menor que la del mercado).

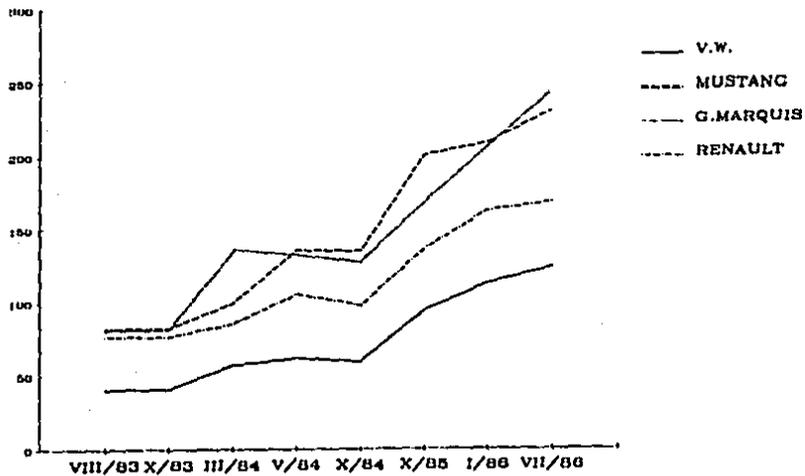
En tal caso, la implantación de un programa de retención parcial o total puede resultarle benéfica, haciendo disminuir los gastos que su flotilla le ocasiona.

II.2 EL SEGURO DE AUTOMOVILES EN MEXICO DURANTE LOS ULTIMOS AÑOS

En fechas recientes las primas del seguro de automóviles en México han sufrido aumentos muy considerables, como puede apreciarse en las siguientes 2 gráficas, en las que se ha tomado el costo de la prima anual por los riesgos de daños materiales y robo, para cuatro marcas de autos, durante el periodo comprendido entre 1983 y 1986.

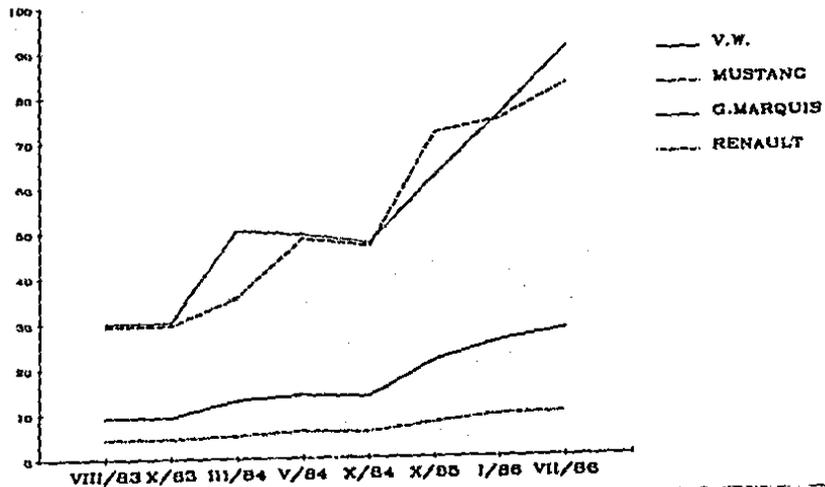
DAÑOS MATERIALES

(cifras en miles)



ROBO

(cifras en miles)



Estos aumentos se originan como una reacción por la alta siniestralidad que han venido sufriendo las compañías de seguros en fechas recientes.

Haciendo un análisis histórico de la situación, pueden encontrarse dos causas fundamentales de los incrementos en la siniestralidad, y consecuentemente de los aumentos en las primas del seguro.

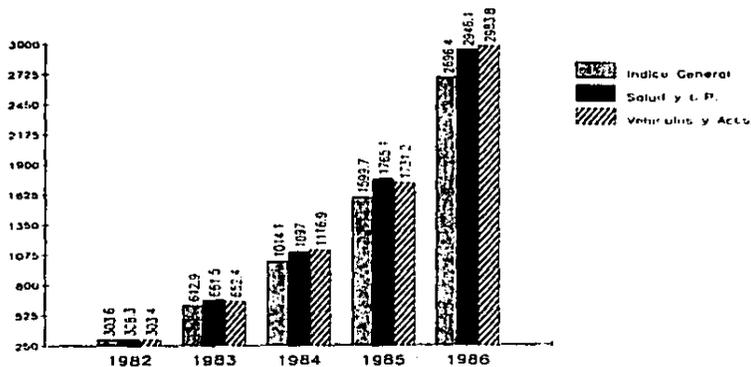
Por una parte, la inflación extraordinaria que se ha vivido en nuestro país a partir de 1979 ha hecho que aumenten los precios de los automóviles y sus refacciones, así como el costo de los servicios médicos, los salarios en general, todo lo cual ocasiona que las aseguradoras tengan que hacer pagos mayores a los que habían estimado.

Esto influye también en el costo del seguro, pues la tarifa es dinámica y las primas de las coberturas de "Daños Materiales" y "Robo" son ajustadas de acuerdo con los precios de los automóviles y sus refacciones.

Asimismo, para la cobertura de "Responsabilidad civil por daños a terceros en sus bienes" se considera el índice de "Vehículos y Accesorios" que publica el Banco de México; en tanto que el índice de "salud y cuidado personal" se utiliza para las de "Responsabilidad civil por daños a terceros en sus personas" y "Gastos médicos para ocupantes".

En la gráfica que sigue se observa claramente el comportamiento ascendente de los índices en estos rubros, mismos que llegan a ser superiores al índice general de precios al consumidor, lo que denota que se trata de factores con incrementos especialmente altos.

INDICES DE PRECIOS 1982-1986



FUENTE: Indicadores del B. de M.

La segunda causa de las tribulaciones de las compañías de seguros, es el incremento en la frecuencia de los siniestros dentro de algunas de las coberturas, siendo la principal la de "Robo".

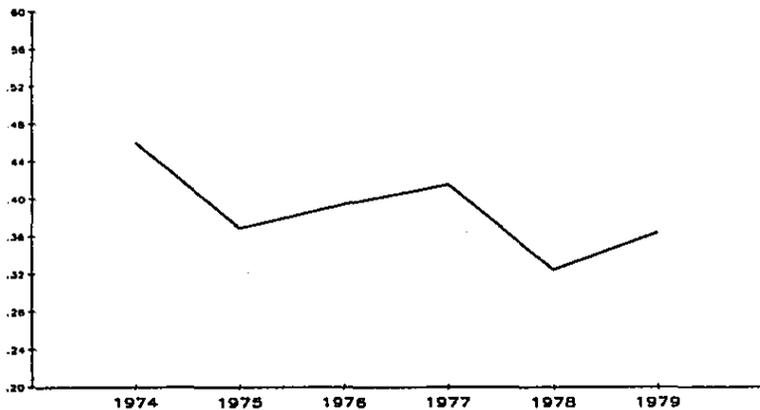
Esto se debe a la difícil situación económica en que hemos vivido en los últimos años y que ha ocasionado aumentos importantes en las tasas de desempleo, propiciando con ello una mayor incidencia de robos y vandalismo.

Las cifras de una de las más grandes aseguradoras de nuestro país muestran un aumento en la proporción de robos con respecto a los demás siniestros, según se aprecia en la tabla que sigue:

AÑO	NUMERO DE SINIESTROS	
	ROBO	OTROS
1984	1,368	32,290
1985	1,601	32,050
1986*	1,864	31,876

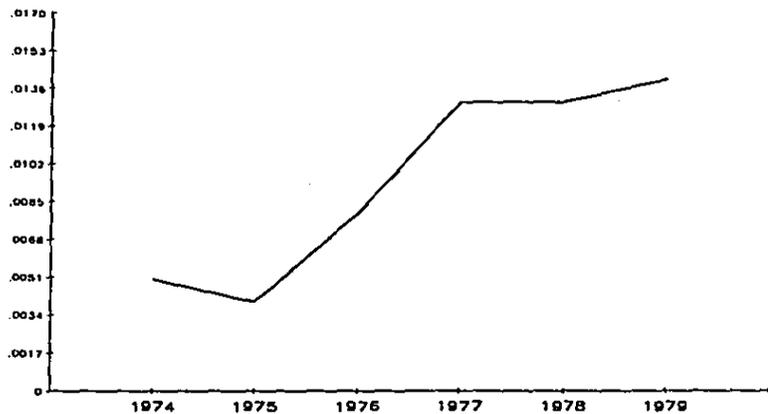
* datos a octubre

D. MATERIALES FRECUENCIA



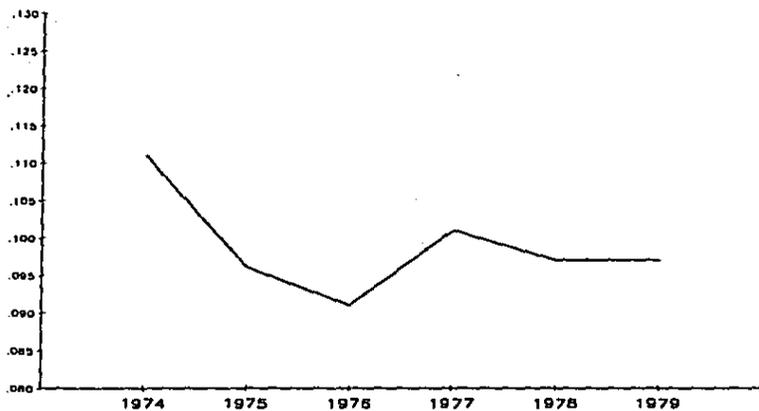
FUENTE: A.M.I.S.

ROBO FRECUENCIA



FUENTE: A.M.I.S.

RESP. CIVIL FRECUENCIA

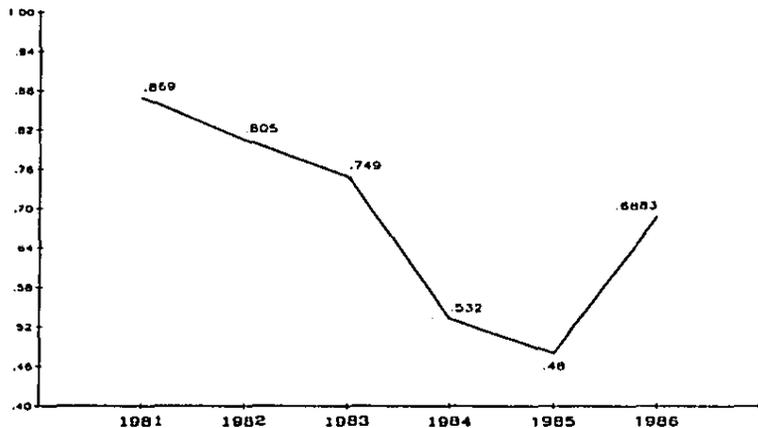


FUENTE: A.M.I.S

Las estadísticas de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (A.M.I.S.) muestran que la siniestralidad en las pólizas de automóviles particulares alcanzó niveles extremos hacia 1981, aumentando de 77.2% en 1979, a 94.1% en 1980 y 97.9% en 1981.

Asimismo, los datos de la aseguradora anteriormente citada reflejan el siguiente comportamiento en los índices de siniestralidad (gráfica siguiente):

SINIESTROS / PRIMAS



La gravedad de esta situación es aún más clara si se toma en cuenta que del total de las primas cobradas por las compañías de seguros sólo el 70% debería destinarse al pago de siniestros, pues del resto un 15% es para cubrir los gastos de administración, un 10% más es para pago de comisiones, y el 5% restante debería ser su utilidad.

Todo lo anterior ha ocasionado que las aseguradoras sufrieran pérdidas técnicas al operar este ramo, y hayan tenido que aumentar en forma considerable sus primas.

Una consecuencia más de esto ha sido que el número de vehículos asegurados prácticamente no creciera entre 1985 y 1986, puesto que muchas personas no pueden disponer del dinero suficiente para pagar la prima anual del seguro (que debe pagarse de contado) sin que ello afecte su economía.

Mucha gente pues, con la esperanza de no sufrir siniestros graves, prefiere "ahorrarse" ese dinero y hacerse a la idea de pagar de su bolsillo los que lleguen a ocurrir.

Este último párrafo bien podría ser una redefinición del objetivo de la presente tesis; sin embargo una persona sólo puede tener "la esperanza" (subjetiva) de no sufrir siniestros graves, en tanto que si se trata de una empresa con una flotilla numerosa, puede medirse esa esperanza y hacer inferencias estadísticas, lo que hace posible la construcción de modelos teóricos que produzcan resultados confiables, con base en los cuales se pueda tomar decisiones sobre los mejores cursos de acción.

CAPITULO III

EL MODELO DE TOMA DE DECISIONES

III.1 NECESIDAD DEL ENFOQUE PROBABILISTICO

Se ha discutido mucho sobre el beneficio práctico que puede reportar el saber que la probabilidad de sufrir un accidente grave es de 1 entre mil, en vez de 1 entre diez millones.

Los que niegan la importancia de las cifras de probabilidad arguyen que "una pérdida es una pérdida" y que todo lo que importa, cuando ocurre un accidente, es el resultado.

Si se tomaran medidas preventivas contra todos los riesgos que enfrenta una empresa, independientemente del costo que esto implicara, posiblemente no habría que lamentar efectos post-siniestro porque las actividades previas habrían agotado los recursos monetarios antes de que el siniestro ocurriera.

¿Es lógico actuar de la misma forma ante un riesgo que tiene una probabilidad de realización de 1 en un millón, que ante otro cuya probabilidad de realización es de 1 en mil?

A menos que la respuesta sea "sí", el más elemental razonamiento indica que el factor probabilidad debe ser considerado en el proceso de toma de decisiones.

III.2 DESCRIPCION DEL MODELO

Sea X el monto total esperado de los gastos originados por los siniestros que sufran los automóviles de una empresa en el curso de un año.

Si X es menor que la prima que habría que pagar por un seguro para la flotilla, lo más conveniente será mantener el autoseguro y financiar directamente los pagos por siniestros.

Por otra parte, si X es mayor o igual que la prima del seguro, resulta preferible tomar la cobertura con una compañía aseguradora, dejando que sea ésta la que corra el riesgo.

Esta es, a grandes rasgos, la descripción general del modelo de toma de decisiones que se desarrollará en esta tesis.

Desde luego, hasta aquí la presentación ha sido hecha con demasiada sencillez, pues no se ha mencionado nada sobre la naturaleza de la variable X , ni de los factores que la componen.

No obstante, una vez que se ha obtenido un valor para X , la decisión sobre el curso de acción más conveniente (transferencia o retención) es prácticamente inmediata.

III.3 ANALISIS

El monto anual de los pagos por siniestros está determinado por el número de eventos que ocurren en el año (FRECUENCIA), así como por el costo de cada uno de ellos (SEVERIDAD), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$X = \sum_{i=1}^N Z_i$$

en donde N es el número de siniestros ocurridos en el año, y Z_i representa el costo del i -ésimo siniestro.

Es claro que los valores de estas variables para el año próximo no pueden ser conocidos con certeza, pues para ello sería necesario poder adivinar el futuro.

Considerados en este momento, los parámetros N y 2 son variables aleatorias, y en consecuencia, el monto anual de los pagos por siniestros es una suma aleatoria de variables aleatorias, sobre la que debe tratarse en terminos probabilísticos.

III.3.1 ESTIMACION DE LA FRECUENCIA

Al considerar el comportamiento de la flotilla como un proceso en el que los siniestros que ocurren se registran únicamente como puntos en el tiempo, sin reparar en qué automóviles específicamente fueron los afectados, la secuencia de dichos eventos constituye un proceso aleatorio.

Adicionalmente, el proceso así definido puede caracterizarse como un Proceso de Poisson, ya que satisface los siguientes supuestos:

- 1.- Independencia de Incrementos
- 2.- Estacionariedad de Incrementos
- 3.- Exclusión de Eventos Múltiples

El primer supuesto requiere que los eventos que ocurran en intervalos de tiempo disjuntos sean independientes entre sí (i.e. que no haya reacciones en cadena) lo cual es aceptado sin problemas al considerar los siniestros que puedan sufrir los automóviles de la empresa, ya que la ocurrencia de un choque el día de hoy no modifica significativamente la probabilidad de que haya otro mañana.

La estacionariedad de incrementos se refiere a que el número de eventos en un intervalo $[t_1, t_2]$ debe depender sólo de la longitud del mismo, y no del punto t_1 . Es decir, que no haya cambios en la distribución de la frecuencia al pasar el tiempo.

La validez de esto en el caso que nos ocupa podría cuestionarse con base en lo expuesto en el capítulo II, en el que se muestran las variaciones habidas en la siniestralidad de las compañías de seguros durante los últimos años.

No obstante se puede salvar este problema considerando que en un periodo de un año es posible suponer que tal variación no es significativa, sin que por ello se vean afectados de manera considerable los resultados obtenidos.

Finalmente, el tercer supuesto se cumple si la probabilidad de que ocurra más de un evento al mismo tiempo, así como la probabilidad de que se sucedan infinitos eventos en un intervalo finito, son ambas iguales a cero.

Es claro que esta última condición también se satisface, pues aunque en la realidad puede llegar a ocurrir una colisión entre dos vehículos de la flotilla (lo cual significaría "dos eventos al mismo tiempo"), puede considerarse para efectos del análisis como uno solo, cuyo monto sería la suma de las pérdidas sufridas por ambas unidades. Esta hipótesis no afecta prácticamente los resultados, en virtud de que la probabilidad de ocurrencia de tales eventos es sumamente pequeña.

Así pues, la distribución de la frecuencia de los siniestros puede ser descrita mediante la llamada Función de Poisson:

$$P(k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

que representa la probabilidad de que ocurran exactamente k eventos en un periodo determinado.

sólo hace falta obtener un valor estimado para el parámetro lambda; lo que puede hacerse registrando el número de siniestros ocurridos durante "y" periodos de igual longitud (con el mismo número de unidades de exposición) y utilizando la media aritmética de estos valores como estimador del parámetro buscado.

Esto es:
$$n = \frac{1}{y} \sum_{i=1}^y N_i$$

El estimador así definido tiene la ventaja de ser INSEGADO y de VARIANZA MINIMA.

De este modo la Función de Poisson queda totalmente determinada y podrá utilizarse en los cálculos posteriores.

III.3.2 ESTIMACION DE LA SEVERIDAD

La segunda variable que determina el monto anual de los pagos por siniestros es, como se ha visto, el costo individual de cada uno de ellos, y será referida como la variable Z.

Al igual que como se hizo para la frecuencia, es preciso obtener una descripción probabilística para la severidad.

Sin embargo, a diferencia de aquella, que en general puede ser descrita como un proceso de Poisson sin importar el caso particular de la flotilla que se esté analizando, la distribución de la severidad varía dependiendo de la composición específica de cada flotilla.

Lo anterior dificulta la descripción de la severidad mediante una curva conocida, ya que sería necesario analizar la muestra para elegir alguna posible distribución, estimar luego los parámetros correspondientes, y elaborar una prueba de bondad de ajuste para comprobar si la muestra proviene realmente de dicha distribución.

Este procedimiento podría tener que repetirse varias veces hasta dar con la distribución y los parámetros correctos, lo que constituye una tarea ardua y difícil.

Una posibilidad alternativa de solución consiste en construir una distribución de probabilidades empírica, con los datos del periodo de observación, y calcular con ella los valores que se requieran posteriormente.

Para esto es necesario contar con un buen número de observaciones, pues la confiabilidad de la distribución obtenida disminuirá si se tienen pocos datos.

El procedimiento para construir la distribución empírica es el siguiente:

- 1.- Se divide en intervalos el rango que forman las observaciones mínima y máxima.
- 2.- Se determina el número de observaciones que caen dentro de cada intervalo y se calcula su frecuencia relativa.

Este último valor es definido como la probabilidad - $dS(z)$ - correspondiente al punto medio del intervalo que representa.

Con esto se obtiene una distribución discreta semejante a la distribución real, y que facilita los cálculos subsecuentes.

III.3.3 DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD DE X

Sean Z_1 y Z_2 variables aleatorias independientes, con distribuciones $S_1(z)$ y $S_2(z)$. Entonces:

$$S_{Z_1+Z_2}(z) = S_1(z) * S_2(z)$$

Esto es, que la distribución de la suma de las variables es igual a la convolución de las distribuciones originales (que se denota con $S_1 * S_2$).

Para el caso de k variables se tiene que:

$$S_{Z_1+Z_2+\dots+Z_k}(z) = S_1(z) * S_2(z) * \dots * S_k(z)$$

Ahora bien, en vista de que en la flotilla todos los siniestros tienen la misma distribución (i.e. la distribución empírica que se obtuvo en la sección anterior y que fue llamada $S(z)$) se sigue que:

$$S_{z_1, z_2, \dots, z_n}(z) = S^{k_n}(z)$$

Y con base en esto se llega a:

$$P(X=x | N=k) = S^{k_n}(x)$$

y como la frecuencia tiene distribución de Poisson, entonces:

$$P(X \leq x \wedge N=k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} S^{k_n}(x)$$

de donde se sigue que:

$$P(X \leq x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} S^{k_n}(x)$$

lo que es posible gracias a la independencia de las variables N, Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Finalmente se deduce que:

$$F(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} S^{k*}(x)$$

que es la DISTRIBUCION DE POISSON COMPUESTA (o GENERALIZADA).

Esta es una de las funciones básicas de la Teoría del Riesgo. Desafortunadamente su utilización directa para cálculos numéricos sólo es conveniente cuando pueden hacerse ciertas hipótesis especiales sobre la forma de $S(z)$, así como cuando el valor de n es pequeño.

La principal dificultad que enfrenta la teoría es encontrar aproximaciones o métodos de cálculo que puedan ser utilizados en las aplicaciones prácticas.

La aproximación clásica para $F(x)$ consiste en aplicar el Teorema de Limite Central de la teoría de probabilidades, que garantiza que la distribución de $F(x)$ tiende a ser Normal cuando n tiende a infinito.

Aunque de esta manera se pueden simplificar considerablemente los cálculos, la precisión que se obtiene no siempre es muy buena, especialmente en los casos en que la distribución real de X es sesgada, así como cuando el número esperado de siniestros es pequeño. En vista de ello, en este trabajo se utiliza una solución alternativa que se conoce con el nombre de "Normal Power Method" y que, basada en una Serie de Edgeworth, tiene la ventaja de considerar el sesgo de la distribución:

$$F(x) \cong \sqrt{\frac{9}{\gamma_2^2} + 1 + \frac{6(x - E[X])}{\gamma_2 \sigma_2}} - \frac{3}{\gamma_2}$$

Las experiencias con este método, realizadas principalmente por algunos estudiosos finlandeses (Kauppi y Ojantakanen, 1966) han demostrado que casi siempre se obtienen resultados bastante buenos.¹

¹ Un análisis comparativo entre varios métodos de aproximación puede encontrarse en los números de sept. '82 a mar. '83 de la revista Risk Management.

El siguiente paso consiste en determinar los valores de las variables involucradas, y que son el VALOR ESPERADO, la DESVIACION ESTANDAR y el SESGO de X.

III.3.3.1 VALOR ESPERADO DE X

El VALOR ESPERADO de X puede obtenerse fácilmente considerando que el valor esperado de $S^{(k)}(x)$ es igual a km , donde:

$$m = \int_{-\infty}^{\infty} z dS(z)$$

Entonces, la esperanza de X puede calcularse como:

$$\begin{aligned} E[X] &= \int_{-\infty}^{\infty} x dF(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-n} n^k}{k!} \int_{-\infty}^{\infty} x dS^{(k)}(x) \\ &= \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-n} n^k}{k!} km = nm \end{aligned}$$

III.3.3.2 DESVIACION ESTANDAR DE X

Sea m_2 el segundo momento de $S(x)$:

$$m_2 = \int x^2 dS(x)$$

Entonces la varianza de S está dada por la fórmula:

$$\sigma_s^2 = m_2 - m^2$$

y ya que los montos de los siniestros son independiente entre sí, la fórmula para el segundo momento de $S^{(k)}(x)$ se sigue inmediatamente de las propiedades de la suma de k variables aleatorias independientes:

$$\int x^2 dS^{(k)}(x) = km_2 - km^2 + k^2 m^2 = km_2 + k(k-1)m^2$$

De lo anterior se desprende que:

$$\int x^2 dF(x) = e^{-n} \left[m_2 \sum_{k=0}^{\infty} \frac{k n^k}{k!} + m^2 \sum_{k=0}^{\infty} \frac{k(k-1)n^k}{k!} \right] = n m_2 + n^2 m^2$$

y finalmente, la DESVIACION ESTANDAR de X será:

$$\sigma_x = \sqrt{nm_2}$$

III.3.3.3 SESGO DE X

El SESGO de X puede calcularse con la fórmula:

$$\gamma_x = \frac{1}{\sigma_x^3} E[(X - E(X))^3]$$

Que después de hacer las sustituciones correspondientes se puede expresar como:

$$\gamma_x = \frac{m_3}{n^{3/2} m_2^{3/2}}$$

Con ello quedan determinados todos los factores necesarios para aplicar el método Normal Power.

CAPITULO IV

DOS CASOS PRACTICOS

IV.1 CASO 1IV.1.1 PRESENTACION

Se trata de una empresa cuya flotilla está integrada por 2,000 automóviles aproximadamente.

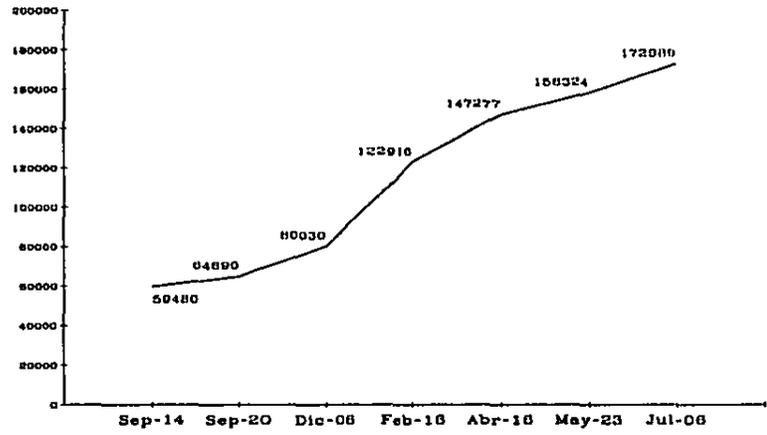
Durante el periodo comprendido entre septiembre de 1984 y septiembre de 1985, los vehículos estuvieron cubiertos con una póliza de seguro en la que el monto de la prima dependía únicamente del paquete de cobertura que se eligiera (amplia o limitada) y no de la marca o el modelo particular de que se tratara en cada caso.

Se tenía el acuerdo de ajustar esta tarifa especial cada vez que se modificara la tarifa normal de la aseguradora, por lo que fue revisada en varias ocasiones, y en el año-póliza aumentó de \$59,480 a \$172,989 en la cobertura amplia, y de \$10,272 a \$62,664 en la limitada.

**COBERTURA AMPLIA
AUMENTO EN LA PRIMA**

EMPRESA "A"

Sep '84 a Sep '85

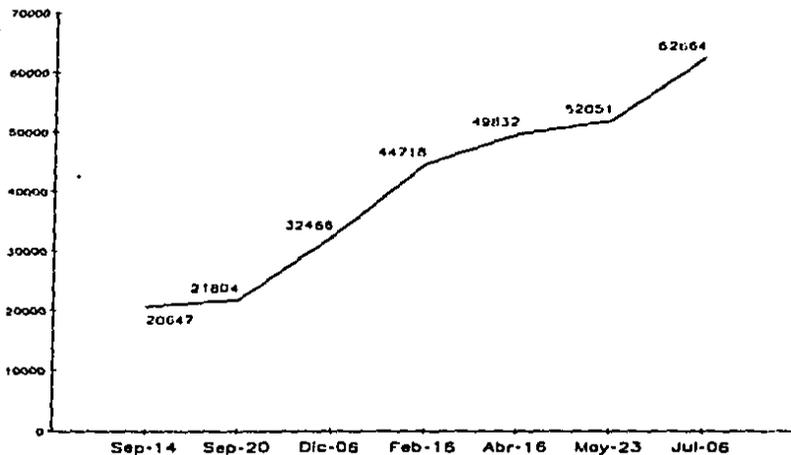


COBERTURA LIMITADA

EMPRESA "A"

AUMENTO EN LA PRIMA

Sep '84 a Sep '85



Por lo demás, las condiciones de la póliza eran las normales en el mercado, con \$5'000,000 de suma asegurada en "Responsabilidad Civil Catastrófica"; y con deducibles de 2% y 5% para "Daños Materiales" y "Robo Total" respectivamente.

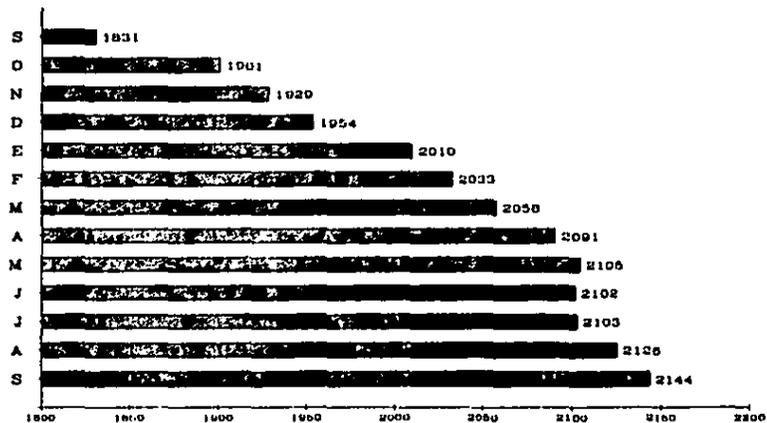
En septiembre de 1984 había 1831 automóviles cubiertos, en tanto que para el mismo mes de 1985 se llegaba a 2144, como puede observarse en la gráfica que sigue y que ha sido construida con base en los reportes mensuales de altas y bajas que hacía la empresa a la compañía de seguros.

El número total de unidades de exposición devengadas puede calcularse aproximadamente mediante el método trapezoidal, lo que lleva a un resultado de 2041 autos-año.

Por otra parte, la prima total pagada a la aseguradora fue de \$124'982,495; mientras que ésta debió pagar 514 siniestros con un monto total de \$86'036,771.

VEHICULOS ASEGURADOS
Sep '84 a Sep '85

EMPRESA "A"



A partir de las cifras anteriores se obtiene una siniestralidad del 68.84% , resultado que parece indicar que la empresa "A" es poseedora de una flotilla con una siniestralidad bastante buena, y que un estudio de retención de riesgos podría serle útil para reducir sus gastos por este concepto.

En la página 52 se encuentra un resumen de los resultados que se irán obteniendo al aplicar el modelo, a manera de referencia rápida.

IV.1.2 APLICACION DEL MODELO

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo I, el primer paso que debe dar el Administrador de Riesgos es identificar los peligros a los que está expuesta la flotilla.

En este caso, y en vista de que se trata de una flotilla que puede ser considerada como "normal" (en tanto que está integrada por automóviles particulares de diversas marcas y modelos, y que circulan principalmente en la Ciudad de México) puede aceptarse sin problemas el hecho de que los riesgos a los que se encuentra expuesta son los mismos que ampara la póliza del seguro de automóviles que se ofrece en el mercado, y que son:

- a) Daños materiales sufridos como consecuencia de:
 - Colisiones y vuelcos
 - Incendio, rayo y explosión
 - Fenómenos meteorológicos
 - Huelgas y alborotos populares

- b) Robo total de la unidad.
- c) Robo de equipo y accesorios.
- d) Responsabilidad civil por daños a terceros.
- e) Gastos que deban efectuar los ocupantes del vehículo, por atención médica en caso de accidente.

Existen además otras coberturas que habitualmente otorgan las compañías de seguros, como son: el pago de parte de la suma asegurada si como consecuencia de un accidente el conductor sufre pérdidas orgánicas, así como el pago de la renta del auto que el propietario hubiera de alquilar durante el tiempo que el suyo se encuentre en reparación después de un accidente.

Desafortunadamente, la información que se tiene sobre los siniestros ocurridos a los vehículos de la empresa "A" durante el año-póliza no es tan detallada como pudiera desearse, y resulta imposible clasificarlos por tipo de riesgo (daños materiales, robo, etc.), por lo que serán manejados conjuntamente.

El siguiente paso en el proceso es la clasificación del riesgo encontrado; tarea que debe ser llevada a cabo por el administrador de riesgos de la empresa.

En esta evaluación se deben considerar, entre otros factores, el tamaño de la empresa, su liquidez, su capacidad de endeudamiento, así como las consecuencias que traería consigo la realización de los eventos previamente identificados.

En el caso de la empresa "A", una de las más grandes y sólidas de México, el riesgo que la flotilla le representa quedaría clasificado como mediano, pues se considera (a priori) muy remota la probabilidad de que se tuviera una siniestralidad lo suficientemente fuerte como para causarle un desequilibrio económico severo.

Después de la clasificación, el proceso sigue con el tratamiento de los riesgos.

Para el caso del ramo de automóviles podría considerarse una serie de actividades tendientes a reducir la probabilidad de que haya percances, como pueden ser:

- La instalación de seguros y/o alarmas contra robo en los automóviles.
- El uso de extinguidores portátiles, y juegos de señales de emergencia.
- La proyección de películas hechas para crear conciencia en los empleados, acerca de los errores que se cometen al conducir.

- El establecimiento de un sistema para controlar que los empleados den el mantenimiento adecuado (revisiones periódicas de todos los sistemas) a los automóviles que la empresa les ha entregado para su uso.

La empresa "A" ya había puesto en práctica algunas de estas medidas y la mayoría de los vehículos contaba con extinguidor portátil y alarma contra robo.

De este modo se llega al momento de aplicar el modelo probabilístico de cálculo para determinar el mejor curso de acción.

De acuerdo con la descripción del modelo presentada en el capítulo anterior, es preciso comparar los costos anuales que corresponden a los posibles cursos de acción (i.e., ceder o retener el riesgo).

Una manera de hacer esto es considerar los valores presentes de dichos costos y elegir el menor:

En el caso de que la empresa decida asegurar su flotilla, deberá efectuar 12 pagos mensuales iguales por concepto de primas (pues el recargo de 20.6% por pago fraccionado resulta muy conveniente).

Puede suponerse que se trata de un grupo en el que los autos que sean robados o que sufran accidentes que los destruyan, son reemplazados por otros de iguales características para efectos de la prima que por ellos se paga; y si bien es cierto que tal proceso no se cumple rigurosamente en la realidad, la diferencia que esto pudiera ocasionar en el monto de las primas es lo suficientemente pequeña como para poder omitirla en el análisis sin que haya problema alguno.

Asimismo, el hecho de no considerar el ingreso de nuevos vehículos a la flotilla no afecta la decisión que con base en el modelo ha de tomarse, pues se espera que el número de ingresos sea comparativamente pequeño frente al total de autos que la integran, y por consiguiente que los parámetros de las distribuciones de probabilidad no sufran cambios significativos.

Por otra parte, al finalizar el año la empresa puede esperar recibir de la compañía de seguros una bonificación por buena siniestralidad que, considerando el número de unidades aseguradas, sería igual a:

$$B = 0.71(0.7P - 1.15)$$

en donde B = Bonificación

P = Prima total pagada en el año

S = Siniestros ocurridos

Así pues, si F representa la prima mensual que habría que pagar por la flotilla, y r la tasa anual efectiva de retorno de la empresa; el valor presente del costo para el año en cuestión está dado por la fórmula:

$$C_1 = \left\{ \sum_{j=1}^{12} \frac{F}{\left(1 + \frac{r^{(12)}}{12}\right)^j} \right\} - \frac{B}{1+r}$$

en donde la tasa mensual efectiva de retorno $\frac{r^{(12)}}{12}$ se obtiene de la conocida relación financiera:

$$1+i = \left[1 + \frac{i^{(m)}}{m} \right]^m$$

Por supuesto, la tasa anual deberá ser estimada a partir de los valores de los estados financieros de la empresa, en tanto que B dependerá de la siniestralidad esperada.

Para el segundo caso, en el que se decide retener el riesgo, es posible suponer que los siniestros se distribuirán uniformemente a lo largo del año, y entonces efectuar el cálculo como si se concentraran exactamente a la mitad.

Además de esto, es necesario considerar que el control de la flotilla y de los siniestros que ocurran, ocasionará gastos administrativos que la empresa no tenía hasta ahora; pues deberá asignar personal para tramitar la reparación de los vehículos y llevar controles y estadísticas sobre la flotilla, habrá más gastos de papelería, se incurrirá algunas veces en procesos legales que habrá que pagar, etc.

El costo aproximado que esto representaría para la empresa puede calcularse como un porcentaje del monto total esperado de siniestros, de la misma forma como lo hacen las compañías de seguros (recuérdese que de la prima total, un 70% es para pago de siniestros y un 15% para gastos de administración).

Así pues, es posible estimar los gastos de administración como un 21.4% de los siniestros totales.

Otro punto que debe considerarse es que aunque la empresa retenga el riesgo, posiblemente deba contratar con una compañía de seguros el servicio de ajuste de los siniestros, pues es de suponerse que en la propia empresa no se cuente con suficiente personal capacitado en esta tarea como para atender el gran número de siniestros esperados.

Para esto puede considerarse como guía el costo por "Gastos de Ajuste" que cargan las aseguradoras a su tarifa, y que en septiembre de 1985 era de unos \$2,000 por auto.

De esta manera, si K representa el costo anual obtenido con el modelo probabilístico, y la tasa de inflación prevista en el mercado para el siguiente año se representa con q , entonces el costo correspondiente a la retención estará dado por la ecuación

$$C_2 = \frac{K \left(1 + \frac{q^{(x)}}{2}\right)}{\left(1 + \frac{r^{(x)}}{2}\right)}$$

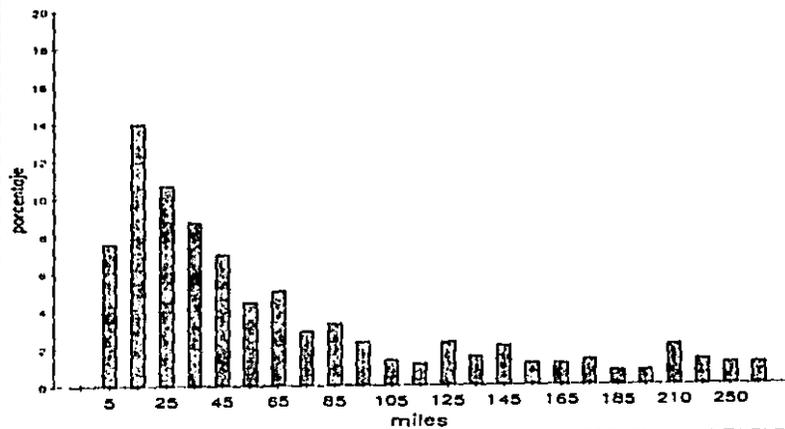
Una vez hecho lo anterior, bastará con comparar entre sí los valores de C_1 y C_2 .

Ahora bien, para aplicar el modelo matemático a la presente flotilla es preciso tomar en consideración que la distribución empírica de probabilidades para la severidad sólo puede obtenerse si los datos sobre los montos de los siniestros son ajustados de tal suerte que se eliminen las diferencias ocasionadas por la inflación entre fechas distintas; es decir que deben ser referidos a un mismo momento en el tiempo.

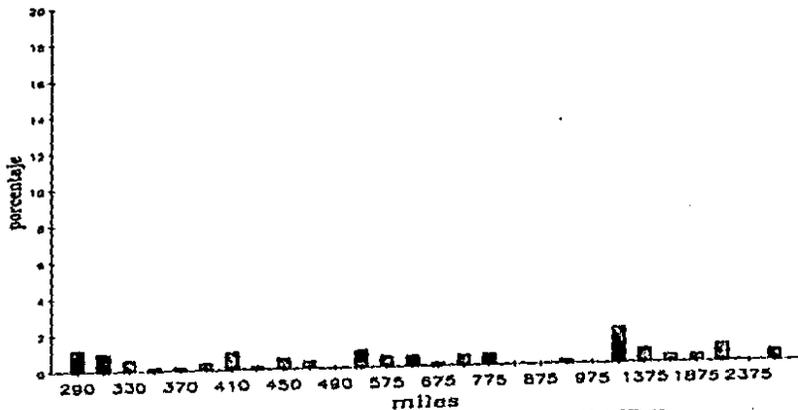
En este caso todos los siniestros fueron valuados a septiembre de 1985, fecha en que la empresa "A" debía tomar una decisión en cuanto al seguro de su flotilla.

Una vez hecho esto es posible agrupar los siniestros de acuerdo con sus montos y construir la distribución empírica, misma que aparece en la siguiente gráfica.

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



DISTRIBUCION
DE
PROBABILIDADES
(continuacion)



A partir de estos datos se pueden obtener los valores de los parámetros que requiere el modelo para la distribución de severidad, y que son los siguientes:

$$\begin{aligned}m_1 &= 184,318 \\m_2 &= 1.8 \times 10^{-11} \\m_3 &= 3.0 \times 10^{-17}\end{aligned}$$

Por otra parte, el valor de n (la esperanza de la distribución de la frecuencia) no puede más que ser estimada utilizando el único dato disponible, a saber 515, que es el número de siniestros pagados a la empresa por la compañía de seguros en el periodo de septiembre de 1984 al mismo mes de 1985.

Una vez hecho lo anterior, ya se está en posibilidad de estimar la esperanza, la desviación estándar y el sesgo de la distribución de Poisson Compuesta:

$$\begin{aligned}\text{Valor esperado} &= 99'923,869 \\ \text{Desviación estándar} &= 9'578,773 \\ \text{Sesgo} &= 0.177698\end{aligned}$$

Resulta halagador que el sesgo sea menor que 2, pues esto permite tener mayor confianza en el resultado de la aproximación que se esta empleando (según lo anotado en el capitulo III).

Acto seguido deben calcularse los valores de α tales que $F(x) \approx \Phi(\alpha)$, de acuerdo con la Función Potencia, para proceder enseguida a obtener los siguientes valores:

x	α	$\Phi(\alpha)$
111'170,000	1.6464	0.95
118'450,000	2.3255	0.99

En esta tabla se observa que, con un 95% de confiabilidad, el monto total de los siniestros no excederá de \$111'170,000 ; y con un 99%, no superará los \$118'450,000 (redondeando las cifras).

Expresado en otros términos, esto quiere decir que la empresa "A" espera que en sólo uno de cada 20 años tendrá siniestros por más de \$111'170,000 ; y que hay sólo una posibilidad entre cien de que los siniestros rebasen los \$118'450,000 (suponiendo desde luego que no haya inflación en ese periodo).

Ahora bien, tomando para el periodo sep.'85 - sep.'86 una inflación estimada del 80%, y suponiendo que la tasa interna de retorno de la empresa "A" sea del 100%, es posible calcular los costos C_1 y C_2 para una siniestralidad máxima esperada de \$111'170,000 (en virtud de que a los directivos de la compañía les pareció adecuada una confiabilidad del 95%) quedando entonces las fórmulas de la siguiente manera:

$$C_1 = \text{Prima mens} \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1 + \frac{r^{(12t)}}{12}} \right)^{12} \right) \cdot \frac{1}{\frac{r^{(12t)}}{12}} - \frac{\text{Beneficcion}}{1+r}$$

$$C_2 = \left((\text{Limite N.P.} \cdot 1.21629) + 4'286,000 \right) \cdot \left(1 + \frac{r^{(2t)}}{2} \right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{r^{(2t)}}{2}}$$

De lo anterior se desprende que C_1 será igual a C_2 sólo si la prima mensual que cobre la aseguradora por aceptar la flotilla es igual a \$16'377,600; esto es, \$7,639 de prima mensual por automóvil (en promedio), considerando que en septiembre de 1985 la flotilla estaba integrada por 2144 vehículos.

Así pues, la empresa "A" debería inclinarse por retener el riesgo si la prima promedio por auto que le ofrezca la aseguradora es superior a dicha cantidad; en tanto que si es inferior resultará conveniente contratar la cobertura para la flotilla, recordando que la confiabilidad de esta decisión es del 95%.

Ahora bien, lo que sucedió en septiembre de 1985 fue que la empresa "A" renovó la póliza del seguro, pagando en promedio \$9,175 mensuales de prima por automóvil, lo que representa un gasto mensual de \$19'671,200 por las 2144 unidades.

Por otra parte, el monto acumulado de los siniestros ocurridos durante los primeros diez meses era de \$125'800,000 aproximadamente. Si se considera la parte correspondiente a 2144 autos (pues en julio de '86 había ya 2371) se obtiene un monto de \$119'500,000; y si se acepta el supuesto de que la siniestralidad no cambiara en los últimos dos meses, es de suponerse que el monto total anual de los siniestros sea de \$143'412,000 y que la empresa "A" puede esperar una bonificación de \$5'324,000.

Con todos estos datos pueden calcularse los valores reales de C_1 y C_2 (valuados a septiembre de 1985) y compararlos para ver que habría sucedido si se hubiera optado por la retención del riesgo, que era lo recomendable de acuerdo con el resultado de las estimaciones.

Puede esperarse entonces que la empresa hubiera tenido un costo C_2 de unos 129 millones de pesos si hubiera optado por retener el riesgo, en tanto que el costo C_2 del plan del seguro habría sido de aproximadamente 162 millones, de donde resulta que hubiera sido más conveniente para la compañía "A" retener el riesgo en vez de contratar el seguro.

RESUMEN DE RESULTADOS

EMPRESA "A"

ANTECEDENTES

Periodo: 85/86

Unidades de exposición devengadas: 2041 autos/año

Prima anual pagada: \$ 124'928,495

Número de siniestros en el año: 515

Monto total de los siniestros: \$ 86'036,771

Siniestralidad: 68.84%

APLICACION DEL MODELO

Frecuencia: n = 515

Severidad: $m_1 = 184,318$
 $m_2 = 1.8 \times 10^{-11}$
 $m_3 = 3.0 \times 10^{-17}$

DISTRIBUCION DE POISSON COMPUESTA

Valor esperado: 99'923,869

Desviación estándar: 9'578,773

Sesgo: 0.177698

FUNCION NORMAL POWER

95% \$ 111'170,000

99% \$ 118'450,000

COMPARATIVO DE COSTOS $C_2 = \$ 105'462,927$ $C_1 = C_2$ sólo si la prima mensual por vehículo es \$ 7,639

IV.2 CASO 2

IV.2.1 PRESENTACION

Para el segundo ejemplo de aplicación del modelo se tiene una flotilla menor a la anterior, pero se cuenta con datos estadísticos de los últimos dos años.

Desde julio de 1984 la flotilla ha estado asegurada en condiciones normales; esto es, con deducibles de 2% y 5% para las coberturas de "Daños Materiales" y "Robo Total" respectivamente, y con un límite de \$ 5'000,000 en "Responsabilidad Civil Catastrófica".

Por otra parte, las primas se determinan utilizando la tarifa general de la aseguradora, cotizando cada vehículo individualmente.

En el periodo jul. '84 - jul. '85, la empresa "B" pagó \$43'845,000 de primas por el seguro de la flotilla y recibió \$27'890,000 en pagos de la compañía de seguros, lo que representa una siniestralidad del 63.6%.

Para el siguiente año las primas pagadas ascendieron a \$62'595,000 en tanto que el monto recuperado por pago de siniestros fue de \$37'940,000, descendiendo así la siniestralidad en 3 puntos porcentuales, para quedar en 60.6%.

El punto delicado en la flotilla de la empresa había sido un índice de robos un tanto elevado, como puede observarse en la siguiente tabla, en la que se compara con la estadística de una de las mayores aseguradoras del país:

FRECUENCIA DE SINIESTROS (ROBO)		
AÑO	EMPRESA "B"	ASEGURADORA
1984	0.0164	0.0138
1985	0.0169	0.0108

En vista de lo anterior, la aplicación del modelo se hará considerando por separado este riesgo, pues afortunadamente los datos sobre los siniestros de la empresa "B" permiten hacer esta división.

Al igual que para el caso anterior, en la página 61 aparece un resumen de los principales resultados.

IV.2.2 APLICACION DEL MODELO

Al igual que en el caso 1, el proceso de identificación de riesgos revela que la flotilla de la empresa "B" no se encuentra expuesta a ningún peligro extraordinario que la haga merecedora de un tratamiento especial al elaborar el estudio de retención de riesgos.

Todos sus automóviles circulan principalmente en zonas urbanas, aunque en dos entidades federativas distintas (Guadalajara y el Distrito Federal).

Asimismo, el riesgo asociado a la flotilla podría considerarse como mediano, pues no hay concentración de vehículos en situaciones excepcionalmente peligrosas, lo cual prácticamente elimina el riesgo de un evento catastrófico.

Ademas de esto, la situación financiera de la compañía es bastante buena, por lo que no se vería amenazada aun con una siniestralidad razonablemente alta.

El proceso de tratamiento del riesgo comenzó a mediados de 1985, con la instalación de los seguros contra robo, después de que fueron robadas varias unidades de los directores de la empresa.

La compañía de seguros ha llevado estadísticas bastante detalladas sobre la flotilla de la empresa "B", lo que hace posible efectuar el estudio separando el riesgo de robo de los demás.

Ahora bien, al igual que en el primer caso, la decisión sobre el mejor curso de acción estará basada en la comparación de los valores presentes (C_1 y C_2) para cada posibilidad, según las formulas ya concidas, con la salvedad de que por el número de automóviles considerados, la bonificación por buena siniestralidad estará dada por la fórmula:

$$B = 0.61(0.7P - 115)$$

Como ya se mencionó, se tiene un registro de siniestros desde julio de 1984, por lo que los montos correspondientes deben ajustarse para considerar el efecto de la inflación.

Al tomar como fecha de ajuste el mes de julio de '86 puede construirse la distribución empírica de severidad para cada uno

de los grupos de riesgos por estudiar.

A partir de ellas es posible obtener los parámetros de la distribución de severidad, mismos que aparecen en el siguiente cuadro:

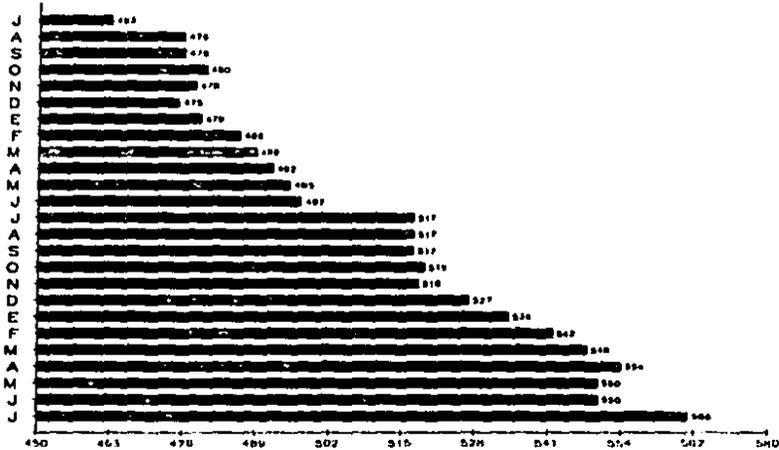
	ROBO	OTROS
$m_1 =$	1'573,529	190,065
$m_2 =$	2.9×10^{-12}	1.8×10^{-11}
$m_3 =$	6.4×10^{-18}	3.3×10^{-17}

Por otra parte, los reportes mensuales de altas y bajas que se han venido enviando a la compañía de seguros (ver gráfica siguiente) permiten calcular el número de unidades de exposición devengadas (utilizando el método trapezoidal) para poder estimar los valores de n_1 según lo expuesto en el capítulo III.

VEHICULOS ASEGURADOS

EMPRESA "B"

Jul '84 a Jul '86



Los resultados obtenidos aparecen en el cuadro que se muestra a continuación:

	ROBO	OTROS
n =	9	155

Con ello quedan determinados todos los parámetros requeridos para el cálculo de la esperanza, la desviación estándar y el sesgo de la Distribución de Poisson Compuesta:

	ROBO TOTAL	OTROS
Valor esperado =	13'375,000	29'518,014
Desviación estándar =	5'034,009	5'294,878
Sesgo =	0.4268	0.3455

Como puede observarse, en ambos casos el sesgo de la distribución de probabilidades es bastante pequeño, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados que se obtengan con el modelo.

De la misma manera que como se hizo en el caso uno, se procederá a estimar el costo que se tendría si se opta por la retención para cada uno de los 2 riesgos que se están considerando.

En este caso no podrán compararse con los costos de renovación de la póliza (en julio de 1985) pues no se dispone de dichos datos.

Esto no representa un problema serio, ya que puede suponerse que el estudio se ha hecho antes de la renovación de la póliza, y que servirá para diseñar una estrategia de negociación con la compañía aseguradora para el siguiente periodo.

Los costos C_2 para ambos riesgos se han calculado con la misma fórmula que se utilizó en el caso 1, considerando en ellos los gastos de administración en que incurriría la empresa al retener el riesgo, así como el costo de la contratación de un servicio de ajuste de los siniestros.

Al aplicar el modelo se llega a que, con un 95% de confiabilidad, el valor presente del monto de los robos que sufra la empresa "B" no excederá de \$22'140,000; en tanto que el valor correspondiente para el resto de los riesgos es de \$38'748,000.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

De lo anterior se concluye que la prima máxima que debe aceptar la compañía para sus vehículos por el riesgo de "Robo Total" es de \$5,463; en tanto que la prima máxima para el resto de los riesgos será de \$9,885.

En estos resultados se aprecia, como se había anotado anteriormente, un índice de robos ciertamente elevado.

Es muy posible, dadas las cifras obtenidas, que la prima promedio por vehículo que ofrezca la aseguradora a la empresa "B" sea superior a los \$9,885 por los demás riesgos, pero también es de esperarse que la prima por robo no llegue a \$5,463. En todo caso la empresa "B" debe tratar de obtener de la compañía de seguros el desglose de las primas para que, si resulta ser como aquí se piensa, intente contratar la cobertura por robo únicamente y retenga el resto de los riesgos.

Desde luego, ésta no es práctica común en el mercado de seguros en México, y es posible que la decisión deba tomarse comparando la prima promedio por todos los riesgos contra un monto de \$15,348 por automóvil.

RESUMEN DE RESULTADOS
EMPRESA "B"

ANTECEDENTES

	Periodo:	84/85	85/86
Prima anual pagada:	\$	43'845,000	62'595,000
Monto total de los siniestros:	\$	27'890,000	37'940,000
Siniestralidad:		63.6%	60.6%

APLICACION DEL MODELO

	ROBO	OTROS
Frecuencia:	n = 9	155
Severidad:	$m_1 = 1'573,529$ $m_2 = 2.9 \times 10^{-12}$ $m_3 = 6.4 \times 10^{-18}$	$190,065$ 1.8×10^{-11} 3.3×10^{-17}

DISTRIBUCION DE POISSON COMPUESTA

	ROBO	OTROS
Valor esperado:	13'375,000	29'518,014
Desviación estándar:	5'034,009	5'294,878
Sesgo:	0.4268	0.3455

FUNCION NORMAL POWER

	ROBO	OTROS
95%	\$ 22'140,000	\$ 38'748,000

COMPARATIVO DE COSTOS

	ROBO	OTROS
Prima máxima por aceptar: (mensual por vehículo)	\$ 5,463	\$ 9,885

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1 CONCLUSIONES

El modelo de toma de decisiones desarrollado en esta tesis tiene la ventaja de poder ser aplicado con relativa facilidad aún por aquellas personas que no tengan conocimientos profundos de probabilidades y estadística.

Pensando en que éste puede ser el común denominador de quienes se enfrentan a situaciones de incertidumbre al evaluar la conveniencia de la contratación de un seguro de flotilla, se ha evitado deliberadamente el uso de los métodos de ajuste de curvas de probabilidad, que requieren en general de un conocimiento teórico más amplio, y consiguientemente de mayor esfuerzo para llevarlos a la práctica.

Otra ventaja del método aquí presentado es que puede ser desarrollado muy rápidamente utilizando una microcomputadora.

Estas máquinas están teniendo cada vez mayor aceptación por su gran capacidad, flexibilidad y sencillez de uso, lo que permite obtener resultados sorprendentes aún sin saber programar (en el sentido tradicional del término).

Todos los cálculos necesarios para el desarrollo de este trabajo fueron hechos utilizando Lotus 123, que es uno de los paquetes más populares y poderosos para trabajos de análisis y simulación.

Así pues, se ha pretendido presentar un modelo valioso y sólidamente fundamentado, al mismo tiempo que no requiera para su uso de profundos conocimientos teóricos, y que pueda ser comprendido y aplicado fácilmente por quienes en una empresa deban tomar decisiones ante una situación de incertidumbre, ayudados por las herramientas que ofrece la tecnología moderna.

V.2 RECOMENDACIONES

Al aplicar el modelo expuesto en este trabajo, la empresa debe tener presente que la retención del riesgo implica para ella una serie de tareas que posiblemente le resulten nuevas, y por las que prácticamente no tiene que preocuparse si cuenta con una póliza de seguro, pues la aseguradora se hace cargo de ellas.

Así pues, será preciso determinar cómo solucionar el problema del ajuste de los siniestros, la reparación de los vehículos accidentados, y la administración general de la flotilla; pues aunque en el modelo teórico se toman en consideración los costos asociados con estas tareas, hay una serie de decisiones prácticas que deben tomarse sobre la forma concreta de realizarlas.

Para resolver el problema del ajuste de los siniestros podría contratarse a una o más personas con los conocimientos necesarios, y formar entonces un departamento interno para este fin.

El número de ajustadores deberá estar en función de la cantidad esperada de siniestros, de la concentración o dispersión de los vehículos, etc.

Otra solución posible consiste en contratar el servicio de ajuste con una compañía de seguros, de tal manera que sea el personal de la aseguradora quien lleve a cabo esta tarea como si se hubiera contratado una póliza normal, pero cuya labor se limite a realizar el ajuste, dejando el resto a cargo de la empresa.

En el primer caso se puede determinar con exactitud el costo que representa para la empresa el servicio de ajuste, puesto que será igual (en términos generales) al sueldo anual de las personas encargadas.

Por otra parte, en el segundo caso el costo puede ser estimado a partir del número de siniestros esperados, pues posiblemente la aseguradora cobrará un monto fijo por cada siniestro que deba atender.

Por lo que respecta a los pagos e indemnizaciones por los accidentes, es recomendable constituir un fondo especial y hacer los cargos requeridos conforme se vayan presentando los siniestros, así como los abonos periódicos necesarios para garantizar la suficiencia del mismo.

Esto permite a la empresa llevar un control inmediato y total del costo que por este concepto está teniendo, al mismo tiempo que se consigue un sistema de pago ágil y eficiente (una vez que el ajustador ha determinado los montos a pagar o que se conoce el importe de las reparaciones efectuadas).

Además de esto puede pensarse en la suscripción de convenios con talleres mecánicos, con el fin de obtener un buen servicio y precios convenientes por la reparación de los vehículos.

Finalmente, se debe considerar que hay una serie de labores administrativas asociadas con la flotilla, como son la supervisión de las reparaciones, la administración del fondo, los trámites legales que puedan requerirse, el control de siniestralidad, etc., mismas que deben ser vistas con claridad para decidir qué áreas de la empresa pueden hacerse cargo de ellas, o si es necesaria la creación de un nuevo departamento.

Todo lo anterior permitirá a la empresa administrar eficientemente la flotilla de automóviles y mantener controles precisos y efectivos en caso de que haya optado por retener el riesgo que sus autos representan.

B I B L I O G R A F I A

Beard, Robert Eric, Risk Theory: The Stochastic Basis of Insurance, Chapman & Hall, 1977.

Greene, Mark R., Risk and Insurance, South-Western Publishing Co., 1977.

Mood, Alexander M., Introduction to the Theory of Statistics, McGraw-Hill, 1974.

Kreyszig, Erwin., Introducción al la Estadística Matemática. Principios y Métodos, Limusa, 1982.

Apuntes de la materia "Cálculo Actuarial III" impartida por el C.P. Enrique Partida Bush (enero-junio de 1983), cuyo tema central fue "Teoría del Riesgo".

Información estadística y técnica de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (A.M.I.S.); La Nacional, Cía. de Seguros; y Seguros América.