



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**EL CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO EN EL  
SEGURO DE AUTOMÓVILES A PARTIR DE LA  
TEORÍA DE LA CREDIBILIDAD**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**

**A C T U A R I A**

**BLANCA LIRIO DOSTA GARCÍA**



**FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM**

**TUTOR  
ACT. JOSÉ FABIÁN GONZÁLES FLORES**

**2006**



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:  
Dosta  
García  
Blanca Lirio  
57 15 81 87  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Actuaría  
098323373
2. Datos del tutor  
Actuario  
José Fabián  
González  
Flores
3. Sinodal 1  
Actuario  
Ricardo  
Villegas  
Azcorra
4. Sinodal 2  
Doctor  
Vicente Ángel  
Soriano  
Ramírez
5. Sinodal 3  
Actuaria  
Adriana  
Ramírez  
Velásquez
6. Sinodal 4  
Actuario  
David  
Gómez  
Téllez
7. Tesis  
El Cálculo de la Prima de Riesgo en el Seguro de Automóviles a Partir de la  
Teoría de la Credibilidad  
93 p  
2006

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente quiero agradecer a mis padres, Mario y Guadalupe, porque gracias a sus palabras de aliento, su apoyo incondicional y su lucha constante por hacer que sus hijos salgamos adelante, y por su incansable amor, es que ahora me encuentro en esta etapa de mi vida. A mis hermanos, Valentín y Nadia, por que al igual que mis padres, ellos han estado conmigo día tras día, apoyándome, comprendiéndome, pero sobre todo, siendo mis cómplices en algunas locuras y unas que otras travesuras que nos han llenado de risas.

También quiero agradecer a los familiares que siempre se han preocupado por mí y que me han dado su apoyo desinteresado.

A mis amigos, que me dieron momentos de alegría, relajo, y que en muchísimas ocasiones me ayudaron en la escuela no solo a estudiar, sino a disfrutar de esa etapa tan maravillosa que nunca voy a olvidar con sus ocurrencias y su lealtad.

Agradezco la participación, asesoría, conocimientos, tolerancia y por toda la ayuda brindada del Actuario José Fabián González Flores.

También agradezco la lectura minuciosa y los comentarios brindados por cada uno de los sinodales, pues gracias a ellos pude darle mejor sentido a este trabajo.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
<b>CAPÍTULO 1 EL SEGURO DE AUTOMÓVILES Y LA METODOLOGÍA TRADICIONAL PARA EL CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO.....</b>	<b>8</b>
1.1 Definición e Importancia del Seguro de Automóviles.....	8
1.2 Evolución y Crecimiento del Seguro de Automóviles en México.....	12
1.3 Marco Legal del Seguro de Automóviles .....	14
1.3.1 Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros .....	14
1.3.2 Ley Sobre el Contrato de Seguro .....	15
1.3.3 Mecanismo de Operación del Ramo de Automóviles.....	15
1.4 Coberturas del Seguro de Automóviles .....	17
1.4.1 Coberturas Básicas.....	17
1.4.2 Coberturas Adicionales.....	19
1.4.3 Seguro de Flotillas de Automóviles.....	21
1.5 Exclusiones del Seguro de Automóviles.....	22
1.5.1 Exclusiones para la Cobertura de Daños Materiales.....	22
1.5.2 Exclusiones para la Cobertura de Robo Total.....	22
1.5.3 Exclusiones para la Cobertura de Responsabilidad Civil .....	23
1.6 Deducibles.....	23
1.7 Cálculo de la Prima de Riesgo en el Seguro de Automóviles.....	24
1.7.1 La Prima de Riesgo .....	24
<b>CAPÍTULO 2 LA TEORÍA DE LA CREDIBILIDAD Y LOS FUNDAMENTOS BAYESIANOS DEL MODELO DE TARIFICACIÓN .....</b>	<b>32</b>
2.1 Introducción a la Teoría de la Credibilidad .....	32
2.2 Fundamentos Bayesianos de la Teoría de la Credibilidad .....	34
2.3 Teorema de Bayes .....	35
2.4 Modelo de Tarificación.....	36
2.5 Función de Densidad Predictiva .....	39
2.6 Prima de Credibilidad Bayesiana y Credibilidad Completa. ....	39
2.7 Teoría de la Credibilidad.....	39

2.8	Credibilidad Completa y Parcial.....	40
2.9	Modelo Clásico de Bühlmann.....	43
2.10	Credibilidad Exacta.....	47
	<b>CAPÍTULO 3 CÁLULO DE LA PRIMA DE RIESGO DEL SEGURO DE AUTOMOVILES A PARTIR DEL MODELO DE TARIFICACION BASADO EN LA TEORIA DE LA CREDIBILIDAD.....</b>	<b>52</b>
3.1	Estadísticas de Siniestralidad de 5 años.....	52
3.2	El Análisis FODA en el Modelo de Credibilidad y la Metodología Tradicional	54
3.3	Cálculo de la Prima de Credibilidad.....	57
3.3	Cálculo de los Estimadores.....	65
3.4	Resultados del Cálculo de la Prima de Credibilidad.....	67
3.5	Análisis Comparativo entre la Prima de Riesgo Tradicional vs la Prima de Credibilidad.....	69
3.6	La Toma de Decisiones para el Cálculo de la Prima de Riesgo.....	72
	CONCLUSIONES.....	74
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	81
	ANEXOS.....	84

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis es aplicar la Teoría de la Credibilidad, basada en el Teorema de Bayes, para el cálculo de la prima de riesgo en una cartera de pólizas que pertenecen al Sistema Estadístico del Sector Asegurador (SESA), para el ramo de Automóviles con siniestralidad registrada por el periodo comprendido entre el año 2000 y 2004, de tal manera que las primas obtenidas, representen una adecuada predicción y brinden solvencia y rentabilidad a una compañía de seguros, para que ésta pueda hacer frente a sus futuras obligaciones.

Actualmente, las compañías de seguros mexicanas utilizan técnicas tradicionales para el cálculo de primas, en particular en el seguro de automóviles. Esta técnica lo que hace es multiplicar la frecuencia por el monto promedio de los siniestros. En ocasiones para conservar la cartera de los clientes, las compañías de seguros recurren al mencionado cálculo tradicional para así brindar una prima de riesgo más baja que la competencia (entre las distintas compañías, principalmente con el sector extranjero), pero desafortunadamente no es posible asegurar que dicha prima sea lo suficientemente solvente dentro de sus recursos económicos.

Por lo anterior es que, el sector asegurador mexicano se encuentra incorporando a los estándares de práctica actuarial, en donde se establecen los criterios y obligaciones que se deben seguir en el cálculo actuarial, obligaciones que deben ser cumplidas por todos los actuarios que lleven a cabo su desempeño laboral en México; así como certificarse por periodos de dos años para mantener actualizados sus conocimientos actuariales.

Los modelos de credibilidad calculan la prima de riesgo, a fin de introducir un factor denominado, credibilidad, en el cual se combina información inicial o *a priori*, que suele ser la experiencia particular de un automóvil, con información estadística actual disponible en la cartera de siniestralidad.

Se optó por desarrollar el presente trabajo en el seguro de automóviles debido a la gran afluencia de vehículos en México, que en los últimos años ha crecido rápidamente. Como consecuencia de lo anterior, la participación del seguro de automóviles en el

mercado ha estado en constante aumento, pues los siniestros ocurridos por accidentes automovilísticos mantienen una relación directa con la incorporación de vehículos al parque vehicular.

Por otra parte, la participación del seguro de automóviles constituye la segunda más importante, después de la de vida en el sector asegurador. El número de siniestros generados en el ramo de automóviles es el más alto en el sector asegurador mexicano.

Es por lo anterior, que el cálculo de la prima de riesgo debe ser lo más preciso posible, pues al contar con la mayor participación de siniestros, se deben cubrir y financiar todos los futuros siniestros en una compañía aseguradora.

La Teoría de la Credibilidad que se desarrollará en el presente trabajo, permitirá calcular una prima de riesgo basada en los Estándares de Práctica Actuarial, con la finalidad de que dicha prima permita hacer frente a pagos de siniestros, así como tener solvencia para cubrir los gastos administrativos generados por la naturaleza de la operación del seguro.

La tesis se presenta a *grosso modo* en los siguientes capítulos:

En el capítulo I se explicará la evolución del seguro de automóviles en México, así como sus características, coberturas y la importancia que éste tiene en el sector asegurador mexicano, además del cálculo tradicional de la prima de riesgo.

En el capítulo II, se explicarán las bases de la estadística bayesiana en la Teoría de la Credibilidad, así como el cálculo de la prima de riesgo bajo los lineamientos del modelo de tarificación.

En el capítulo III, se aplicarán los fundamentos de la Teoría de la Credibilidad basada en el Teorema de Bayes en una cartera real para el ramo de automóviles con siniestralidad histórica de 5 años para calcular la prima de riesgo, y hacer una comparación con la prima generada por el cálculo tradicional, para comprobar que la metodología más acorde se va a encontrar mediante la utilización de las técnicas estadísticas establecidas en dicha teoría.



Aunado a lo anterior, se complementará el último capítulo con un análisis para la toma de decisiones, con la finalidad de determinar qué método es el más conveniente de acuerdo a los beneficios de la compañía aseguradora.

# **CAPÍTULO 1 EL SEGURO DE AUTOMÓVILES Y LA METODOLOGÍA TRADICIONAL PARA EL CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO.**

En este capítulo se dan a conocer los antecedentes del seguro de automóviles, su importancia, situación actual en México, coberturas y bases técnicas para el cálculo de la prima de riesgo.

El seguro de automóviles se comenzó a emitir a principios del siglo pasado debido al crecimiento en el número de vehículos en circulación, al aumento en la ocurrencia de accidentes de tránsito y del robo de unidades o de sus partes, provocando pérdidas materiales que afectan principalmente al propietario del vehículo.

Actualmente el seguro de automóviles, además de convertirse en una necesidad básica, es obligatorio en muchos países del mundo, ya que el uso cada vez mayor de este vehículo ha originado que existan mecanismos de protección, orientados principalmente a responsabilidad civil.

En lo que respecta al cálculo de la prima, se expondrá la metodología que actualmente emplean las compañías de seguros, utilizando una tarificación con información inicial o *a priori* e información según experiencia de la cartera *a posteriori*.

## **1.1 Definición e Importancia del Seguro de Automóviles.**

El seguro como un sistema de reducción de incertidumbre es tan antiguo como la civilización misma. Los antecedentes del seguro se pueden encontrar en las culturas griega y romana y entre los aztecas, quienes concedían a los ancianos notables algo semejante a una pensión<sup>1</sup>.

Los antecedentes formales del seguro en nuestro país se remontan a 1870 cuando se regula el Contrato del Seguros y más tarde en 1892 cuando se crea la Ley que rige a las compañías de seguros.

---

<sup>1</sup> Fuente: AMIS. Historia de los Seguros y Fianzas. [www.amis.com.mx](http://www.amis.com.mx)

Es un acto preventivo que tiene por objeto proteger el automóvil<sup>2</sup> propiedad del asegurado contra riesgos como choques, robo total, lesiones a ocupantes y daños a terceros en sus personas o en sus bienes en caso de accidentes vehiculares, así como resarcir las pérdidas económicas derivadas de la ocurrencia del riesgo. De esta manera se reduce la incertidumbre del contratante del seguro o asegurado, por medio de la transferencia del riesgo a una parte llamada compañía aseguradora, la cual ofrece una reposición de las pérdidas económicas generadas por el siniestro a la parte asegurada.

Debido al crecimiento del número de vehículos en circulación, y con ello el incremento de accidentes automovilísticos, los conductores se han visto preocupados por resguardar sus bienes y con ello, a contratar seguros que les brinden protección; es por lo anterior que la adquisición de seguros de automóviles está en constante aumento.

En México, del total del parque vehicular en el 2004, sólo el 42%<sup>3</sup> de los vehículos estaba asegurado. Esto indica que gran parte de la población que se encuentra expuesta a la ocurrencia de un siniestro está desamparada ante los posibles daños que pueda sufrir el vehículo durante su circulación.

El seguro de automóviles y en general todos los seguros de daños, juegan un papel muy importante en el universo de los seguros. A diferencia de los seguros de vida, éstos pueden tener más de una reclamación y el número de siniestros es una variable aleatoria; los problemas estadísticos asociados con la estimación de parámetros de siniestralidad son más complejos, y debido a los rápidos cambios en las condiciones económicas, existe la necesidad de adecuar las primas de tarifa periódicamente a las condiciones existentes, además de que la vigencia de las pólizas generalmente es de un año para éstos seguros, lo que hace difícil generar reservas que ayuden a solventar los gastos que no se tengan previstos por la compañía aseguradora.

Para visualizar la importancia que tiene el seguro de automóviles dentro del total de los seguros operados, se muestra a continuación la participación de la prima por ramo del

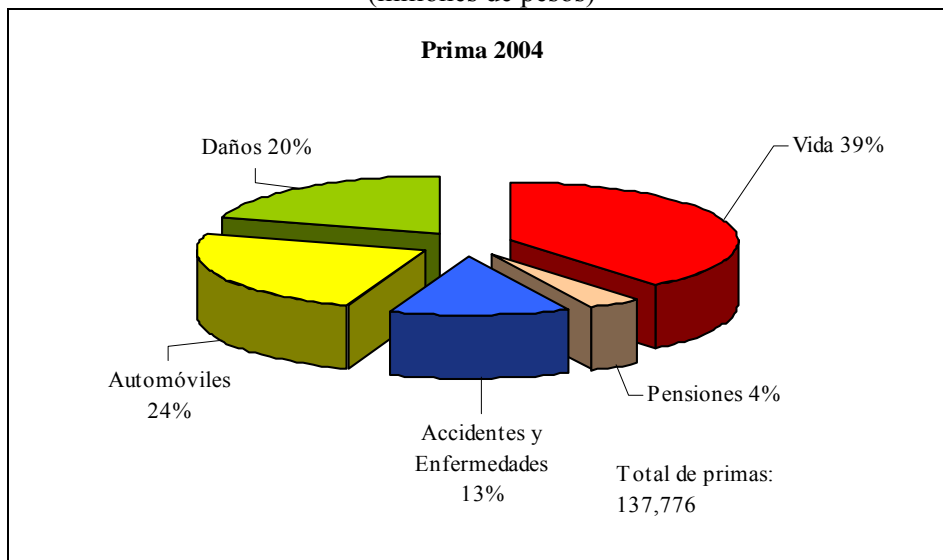
---

<sup>2</sup> Para efectos del presente trabajo, se consideran solamente los automóviles destinados al transporte de personas o carga sin fines de lucro. Excluyendo del análisis aquellos vehículos clasificados como camiones, incluyendo remolques, semirremolques, tractocamiones; vehículos de transporte público o de uso comercial como autobuses, combis, microbuses, taxis y motocicletas.

<sup>3</sup> Fuente: Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS). Comportamiento del Seguro Mexicano Agosto 2004.

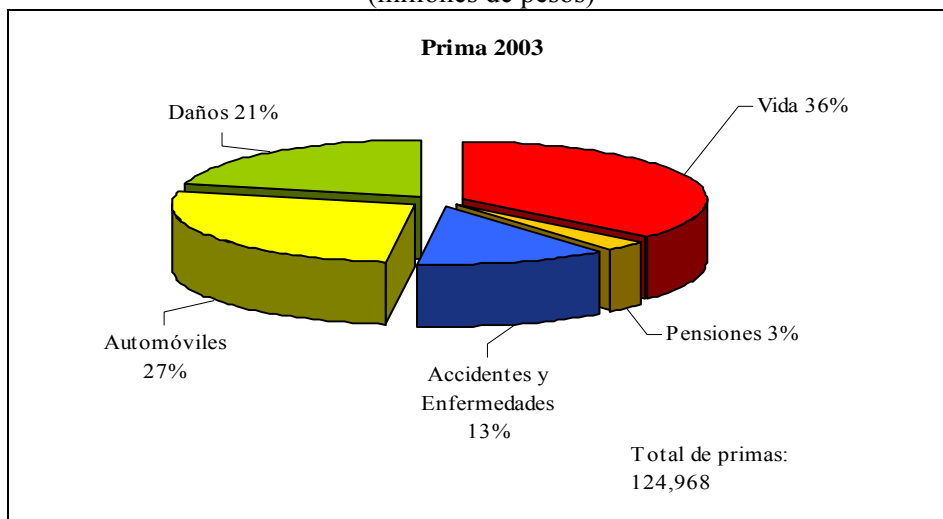
sector asegurador en las compañías de seguros del mercado mexicano. (Gráficas 1.1.A y Gráfica 1.1.B).

**Gráfica 1.1.A**  
**Participación por Ramo en el Sector Asegurador Mexicano 2004**  
(millones de pesos)



Fuente: Elaboración propia a partir de los Indicadores AMIS El Seguro Mexicano Mayo 2004.

**Gráfica 1.1.B**  
**Participación por Ramo en el Sector Asegurador Mexicano 2003**  
(millones de pesos)

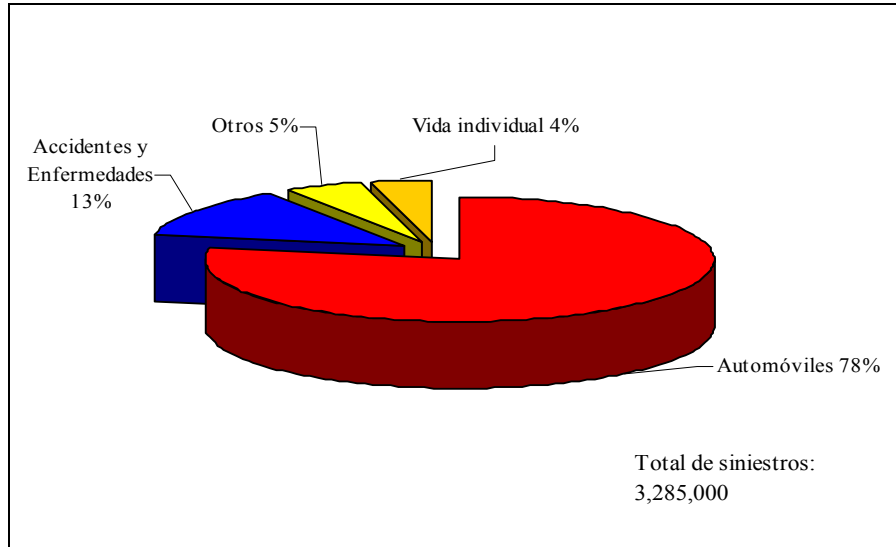


Fuente: Elaboración propia a partir de los Indicadores AMIS El Seguro Mexicano Mayo 2004.

Se observa en las gráficas anteriores, que la participación de la prima del seguro de automóviles representaba en 2004 el 24% y en 2003 el 27% del total del mercado y constituye el segundo más importante en el monto de primas. Por lo que se puede notar que la tarificación correcta de los riesgos de automóviles tendrá un impacto importante en los resultados del sector asegurador.

La distribución de acuerdo al número de siniestros registrados en el ejercicio de 2004 se puede apreciar en la Gráfica 1.1.C.

**Gráfica 1.1.C**  
**Distribución de Número de Siniestros 2004**



Fuente: Elaboración propia a partir de los Indicadores AMIS El Seguro Mexicano Mayo 2004.

Es fácil observar la alta participación en el número de siniestros en el mercado pues en el ejercicio de 2004 el sector atendió un total de 3 285 000 siniestros, de los cuales el 78% corresponden únicamente al ramo de automóviles.

En el mismo ejercicio 2004, la participación del mercado del seguro de automóviles por compañía se encuentra agrupada en casi el 49% del total del mercado, en las tres principales compañías aseguradoras. (Cuadro 1.1.A).

**Cuadro 1.1.A**  
**Participación de las Principales Compañías de Seguros en el Ramo de Automóviles**

Compañía	Importe (miles de pesos)	Participación en el Mercado
G.N.P.	6,733,312	20%
ING Comercial América	6,153,837	18%
Qualitas	3,773,993	11%
Aba/Seguros	2,618,563	8%
Inbursa	2,065,759	6%
Mapfre Tepeyac	2,010,306	6%
BBVA Bancomer	1,672,242	5%
Zurich	1,652,022	5%
Banorte Generali	1,343,211	4%
Metropolitana	702,460	2%
Resto del Mercado	4,917,143	15%
Total	33,642,848	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los Indicadores AMIS El Seguro Mexicano Mayo 2004.

## **1.2 Evolución y Crecimiento del Seguro de Automóviles en México<sup>4</sup>**

En México, el seguro de automóviles ha sufrido diversas modificaciones desde que comenzó a operar como tal. A continuación se enuncian algunos de los cambios que se han llevado a cabo.

En 1935 las coberturas que ofrecía este seguro eran: choques o colisiones, vuelcos accidentales, incendio, auto-ignición<sup>5</sup> y rayo, robo, conmoción civil y huelgas, daños a propiedad ajena y atropello a personas. La tarificación se realizaba de acuerdo al valor del vehículo, la cual estaba entre el 60% y 80% del valor real.

En 1942 son cubiertos riesgos llamados adicionales, entre los cuales se encuentran rotura de cristales, equipo especial, ciclón, huracán, erupción volcánica y derrumbe.

En el periodo comprendido entre 1958 y 1968 se clasificaron los 228 tipos de automóviles existentes y aparece el concepto de límite máximo de responsabilidad de la aseguradora, el cual sigue vigente hasta la actualidad.

Durante los siguientes 7 años, se agregaron las coberturas de riesgos de motines populares, daños por personas mal intencionadas, daños ocasionados por medidas de

<sup>4</sup> Fuente: Moreno Muñoz M.T./Ramos Burgoa L. Aplicación de Modelos de Credibilidad para el Cálculo de Primas en el Seguro de Automóviles. Trabajo de investigación 2003.

<sup>5</sup> Es la inflamación de algunas sustancias por la acción del calor, sin necesidad de que existan chispas o llamas. [www.proteccioncivil.org](http://www.proteccioncivil.org)

represión de las autoridades y daños por disturbios de carácter obrero; se anexan las coberturas de responsabilidad civil a ocupantes y riesgos profesionales a ocupantes. La prima estaba en función del tipo de vehículo, las coberturas y el deducible lo escogía el asegurado entre montos como \$500, \$1 000 y \$2 000.

La prima del seguro se tarificaba de acuerdo al valor del vehículo, la frecuencia y severidad de los siniestros, los índices económicos publicados por el Banco de México y los salarios mínimos vigentes.

El seguro de automóviles se simplifica a partir de 1988, quedando cuatro coberturas básicas (daños materiales, robo total, responsabilidad civil, gastos médicos a ocupantes) y una adicional (equipo especial).

Actualmente existen dos formas de contratar este seguro: cobertura limitada y cobertura amplia. La primera incluye robo total, responsabilidad civil y gastos médicos a ocupantes, y la segunda además incluye daños materiales al vehículo.

El sector asegurador es parte importante en el desarrollo de los países, debido al impacto socioeconómico derivado de su operación. En México, la participación del seguro al Producto Interno Bruto en 2004 fue del 1.8%<sup>6</sup>, que equivalen a \$119,665 millones de un total de \$6, 648,064<sup>7</sup> millones para ese año; y en particular la aportación del seguro de automóviles fue de 0.44% equivalente a \$52,653 millones de pesos. La importancia del sector en el mercado mexicano, está sustentada por los siguientes aspectos:

- Promueve el ahorro interno: La capacitación e inversión de sus recursos a largo plazo son la esencia de su actividad.
- Las aseguradoras ofrecen protección con más de 37 millones de pólizas y certificados en vigor, que representan sumas aseguradas por más de 5 billones de pesos.
- Redistribuye las aportaciones de monto pequeño realizadas por sus asegurados. Por cada peso captado por concepto de primas, el Seguro Mexicano retorna a los

---

<sup>6</sup> Fuente: Finanzas. Indicadores AMIS El Seguro Mexicano Mayo 2004

<sup>7</sup> Fuente: Banco de México

asegurados 70 centavos por concepto de pago de siniestros para todo tipo de coberturas.

- Ofrece protección al patrimonio familiar, garantiza la liquidación de créditos, en caso de ocurrir fallecimiento o incapacidad permanente del deudor asegurado, o la destrucción del bien asegurado.
- Es fuente de empleo e ingresos para más de 60 mil familias a través de más de 19 mil empleos directos, cerca de 30 mil agentes de seguros y una gran cantidad de empleos indirectos en las actividades de sus proveedores de servicios<sup>8</sup>.

### **1.3 Marco Legal del Seguro de Automóviles**

En 1935 se promulgan dos leyes: La Ley Sobre el Contrato de Seguro (LSCS) y la Ley General de Instituciones de Seguros, que posteriormente fue modificada la anterior denominación para quedar como Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros (LGISMS). Al amparo de dicho marco se conformaron los organismos gubernamentales de supervisión.

#### **1.3.1 Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros**

Esta Ley está encargada de la regularización de todo lo relacionado con la operación de las compañías de seguros.

La LGISMS, en su artículo 1º enuncia: “La presente Ley es de interés público y tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de las instituciones y sociedades mutualistas de seguros; las actividades y operaciones que las mismas podrán realizar; así como las de los agentes de seguros y demás personas relacionadas con la actividad aseguradora, en protección de los intereses del público usuario de los servicios correspondientes”.

“Las instituciones nacionales de seguros se regirán por sus leyes especiales y, a falta de éstas o cuanto en ellas no esté previsto, por lo que estatuye la presente”.

---

<sup>8</sup> Fuente: AMIS. Misión de la Institución del Seguro. [www.amis.com.mx](http://www.amis.com.mx)



### **1.3.2 Ley Sobre el Contrato de Seguro**

Esta Ley, en su título primero, enuncia las disposiciones generales, en donde se encuentra la definición de la celebración del contrato de seguro, la póliza, la prima, el riesgo y la realización del siniestro.

Es importante mencionar que dicha Ley en su título segundo, artículo 150bis hace referencia a la existencia de seguros obligatorios de responsabilidad civil: “Los seguros de responsabilidad que por disposición legal tengan el carácter de obligatorios, no podrán cesar en sus efectos, rescindirse, ni darse por terminados con anterioridad a la fecha de terminación de su vigencia. Cuando la empresa pague por cuenta del asegurado la indemnización que éste deba a un tercero a causa de un daño previsto en el contrato y compruebe que el contratante incurrió en omisiones o inexactas declaraciones de los hechos a que se refieren los artículos 8°, 9°, 10° y 70° de la presente ley, o en agravación esencial del riesgo en los términos de los artículos 52 y 53 de la misma, estará facultada para exigir directamente al contratante el reembolso de lo pagado”. Lo anterior se estableció con la finalidad de que aquellas personas, que no tengan la capacidad económica de adquirir coberturas amplias, al menos se aseguren de cubrir los daños que ocasionen sus vehículos a terceras personas, lo cual es importantísimo, debido a que del total de vehículos en circulación ni siquiera el 50% se encuentra asegurado.

### **1.3.3 Mecanismo de Operación del Ramo de Automóviles**

La elaboración de una prima de riesgo para cualquier seguro, se basa en un conjunto de principios técnicos. Dicha prima debe tomar en cuenta, que entre los objetivos primordiales de la empresa aseguradora está la solvencia de recursos económicos a corto y largo plazo.

La tarifa del seguro de automóviles trabaja con información estadística nacional, de la cual es posible distinguir dos tipos generales de sistemas de tarificación:

- a) La tarificación *a priori* o por clases de riesgo, y
- b) La tarificación *a posteriori* o según experiencia conocida.

- *Tarificación a Priori o por clases de riesgo.* En México, la tarificación a *priori* considera un conjunto de factores de riesgo básicos, como son la marca, submarca o tipo y modelo. Otros factores que se toman en cuenta son: las características del vehículo; potencia, plazas, valor del mismo, etcétera; así como el uso que se le da al vehículo y características del conductor como son la edad, sexo, antigüedad de la licencia de manejo, entre otras.

Se consideran los anteriores factores debido a que éstos pueden justificar, en cierta medida, la ocurrencia del siniestro así como las consecuencias económicas que se generen. Lo que resulta que dentro de este sistema de tarificación se deba contar con una valoración previa de la influencia que tienen dichos factores sobre la siniestralidad de acuerdo con la información que se tenga disponible.

El problema básico de la tarificación a *priori* es establecer clases de riesgo homogéneas desde el punto de vista de la exposición al riesgo.

- *Tarificación a Posteriori o según experiencia conocida.* En la tarificación a *posteriori*, la prima de riesgo para cada unidad de la cartera depende de la experiencia individual de siniestralidad de tal riesgo. La justificación de este sistema se encuentra, en el hecho de que dentro de cada clase de riesgo existen ciertos factores adicionales no considerados, los cuales se manifiestan en el transcurso del tiempo.

En México, el sistema de tarificación que se considera, es el sistema a priori. En este estudio se va a comparar el método tradicional para el cálculo de la prima de riesgo y la correspondiente al aplicar métodos de tarificación a posteriori, mediante la aplicación de los modelos de credibilidad que se contemplarán en el siguiente capítulo. Así mismo, la comparación entre estos métodos se mostrará en el tercer capítulo del presente trabajo.

Para la elaboración de las primas de riesgo se cuenta con información del SESA para un periodo de 5 años, de donde tomaremos los datos referentes al número de unidades expuestas al riesgo y el número de siniestros ocurridos, para determinar la frecuencia de los siniestros. La severidad promedio del siniestro lo determinaremos con los datos del número de vehículos asegurados y los montos netos de los siniestros.

## **1.4 Coberturas del Seguro de Automóviles**

Uno de los objetos de las coberturas contempladas en el ramo de automóviles, es otorgar la protección necesaria contra las posibles pérdidas económicas que se derivan por el uso del automóvil, mediante la indemnización de los daños ocasionados a las unidades aseguradas, así como a los daños causados a terceros en sus bienes o en sus personas<sup>9</sup>.

### **1.4.1 Coberturas Básicas**

Las coberturas principales y más comunes que se utilizan en el seguro de automóviles son las siguientes:

#### **1.4.1.1 Daños Materiales**

Esta cobertura tiene como finalidad la reparación de los daños o pérdidas materiales que sufra el vehículo, a consecuencia de los siguientes riesgos:

- 1 Colisiones y vuelcos,
- 2 Rotura de cristales (en general, cristales con que el fabricante equipa el vehículo), parabrisas, aletas y medallón,
- 3 Incendio, rayo y explosión,
- 4 Ciclón, huracán, granizo, terremoto, erupción volcánica, alud, derrumbe de tierra o piedras, caída o derrumbe de construcciones, edificaciones, estructuras u otros objetos, caída de árboles o sus ramas e inundaciones, tornado y hundimiento de la tierra,
- 5 Actos de personas que tomen parte en paros, huelgas, disturbios de carácter obrero, mítines o alborotos populares, o de personas mal intencionadas durante la realización de tales actos, o bien tomadas por las medidas de presión tomadas por las autoridades en dichos actos, y
- 6 Transportación, varadura, incendio, explosión, colisión o vuelco, descarrilamiento o caída del medio de transporte.

---

<sup>9</sup> Para efectos del presente trabajo, se considera solamente a los automóviles residentes, dejando fuera del concepto de automóvil a los camiones de carga, automóviles de transporte público y los automóviles turistas.

#### **1.4.1.2 Robo Total**

A través de esta cobertura, se ampara la pérdida total del vehículo por robo o asalto, así como los daños materiales y pérdidas a consecuencia de dicho evento. En adición, cuando no se contrate la cobertura de daños materiales, quedarán amparados los daños ocasionados por los riesgos que se mencionaron anteriormente para esta cobertura. La protección de esta cobertura operará aún cuando los hechos que den lugar al siniestro constituyan el delito de abuso de confianza, excepto cuando dicho delito sea cometido por algún familiar del asegurado.

La cobertura de robo total se contrata con la aplicación invariable en cada siniestro de una cantidad a cargo del asegurado, denominada deducible. En caso de que se haya recuperado el vehículo después de perpetrado el robo, solamente se aplicará el deducible cuando la compañía realice algún pago por pérdidas o daños sufridos al vehículo asegurado.

#### **1.4.1.3 Responsabilidad Civil**

Esta cobertura ampara la responsabilidad civil en que pueda incurrir el asegurado o cualquier persona que con su autorización, expreso o tácito, use el vehículo y que a consecuencia de dicho uso, cause daños materiales en sus bienes y/o cause lesiones corporales o la muerte a terceros, incluyendo la indemnización por daño moral que en su caso legalmente corresponda.

Cuando se causen lesiones corporales a terceros, la póliza ampara los daños que se determinan en el código civil correspondiente.

En adición y hasta por una cantidad igual al límite máximo de responsabilidad civil establecida en la carátula de la póliza, esta cobertura se extiende a cubrir los gastos y costos a que fuere condenado el asegurado o el usuario del vehículo, en caso de juicio civil seguido en su contra con motivo de su responsabilidad civil.

#### **1.4.1.4 Gastos Médicos Ocupantes**

Esta cobertura cubre los gastos médicos por concepto de hospitalización, medicinas, atención médica, enfermeros, servicios de ambulancia, todos ellos cuando sean

indispensables, y gastos funerarios originados por lesiones corporales que sufra el asegurado o cualquier persona ocupante del vehículo.

Los conceptos de gastos médicos a ocupantes cubiertos por la póliza, ampara lo siguiente:

- a) Hospitalización. Alimentos y cuarto en el hospital, fisioterapia, gastos inherentes a la hospitalización y en general, medicinas que sean prescritas por un médico legalmente autorizado.
- b) Atención médica. Los servicios médicos, cirujanos osteópatas o fisioterapeutas legalmente autorizados para ejercer sus respectivas profesiones.
- c) Aparatos y/o prótesis. Los gastos que resulten de aparatos de prótesis dentales necesarios a consecuencia de accidente, ojos o miembros artificiales, y los aparatos artificiales ortopédicos que se requieran a causa del accidente, serán cubiertos por la compañía hasta el límite indicado en la póliza. Los aparatos antes indicados que formen parte integral del cuerpo del asegurado u ocupante y sufran deterioro al momento del accidente, quedarán incluidos en los límites especificados con anterioridad.
- d) Servicio de ambulancia. Los gastos erogados por el servicio de ambulancia, cuando sea indispensable.
- e) Gastos funerarios. Los gastos funerarios por persona, se consideran hasta por un máximo del 50% del límite de responsabilidad de la cobertura. En caso de que al ocurrir el siniestro el número de ocupantes exceda el máximo de personas autorizadas, conforme a la capacidad del vehículo, el límite de responsabilidad por persona se reducirá en forma proporcional.

#### **1.4.2 Coberturas Adicionales**

Las siguientes coberturas se excluirán en posteriores capítulos, debido a que, el cálculo de la prima de riesgo se realizará únicamente para las coberturas básicas del seguro de automóviles y con mayor detalle para los seguros de robo total y daños materiales, sin embargo, se enuncian para tener conocimiento de éstas.

Las coberturas adicionales se pueden obtener a partir de las coberturas básicas por un costo extra, las cuales son:

- *Extensión de Cobertura en Responsabilidad Civil.* Consiste en la extensión de la cobertura de Responsabilidad Civil por Daños a Terceros para el titular de la póliza al conducir otro automóvil diferente al amparado en la póliza, con la excepción de vehículos de renta o de uso diferente al particular.
  
- *Equipo Especial.* Se considera equipo especial cualquier parte, accesorios, adaptaciones, conversiones y rótulos instalados al vehículo, en adición a las partes o accesorios con los que el fabricante adapta originalmente a cada modelo y tipo específico que se presenta en el mercado. Los riesgos amparados por esta cobertura se dividen en las siguientes secciones:
  - Los daños materiales que sufra el equipo especial, instalado en el vehículo a consecuencia de los riesgos descritos en la cobertura de daños materiales.
  - El robo, daño o pérdida del vehículo especial a consecuencia del robo total del vehículo y de los daños o pérdidas materiales amparadas en la cobertura de robo total.
  
- *Convenio Expreso.* Es posible amparar los daños que sufra o cause el vehículo como consecuencia de:
  - Destinarlo a un uso o servicio diferente al indicado en la póliza que implique una agravación del riesgo.
  - Arrastrar remolques y en caso de tractocamiones, el sistema de arrastre para el segundo remolque.
  - Utilizarlo para fines de enseñanza o de instrucciones de su manejo o funcionamiento.
  - Participar directa o indirectamente con el vehículo, en carreras o pruebas de seguridad, resistencia o velocidad.

- *Fuerza y Asistencia Legal.* Esta cobertura proporciona cobertura sobre los gastos de abogado y/o fianza en México. Se proporciona asesoría jurídica para amparar al asegurado por la responsabilidad penal en que pudiera incurrir como consecuencia de un accidente automovilístico para facilitar la libertad del conductor y la liberación del vehículo asegurado cuando legalmente proceda en caso de accidente, derivada de la responsabilidad penal en que pueda incurrir el conductor del vehículo al ocasionar daños a terceros en sus bienes y en sus personas, así como las vías generales de comunicación, interponiendo todos los recursos que al efecto la ley le concede y otorgando las cauciones en efectivo que en su caso se requieran, para obtener la libertad del conductor. La territorialidad de esta cobertura será dentro de los límites geográficos de la República Mexicana.
- *Asistencia en Viaje.* Esta cobertura adicional incluye beneficios, como asistencia médica, legal y auxilio vial en caso de emergencia. Los beneficiarios son el titular de la póliza y su familia, quienes tendrán derecho a este servicio en caso de enfermedad o accidente cuando se encuentren de viaje en México o el extranjero. Estos beneficios pueden variar de una compañía a otra.

### **1.4.3 Seguro de Flotillas de Automóviles**

El presente trabajo está enfocado a los vehículos cuyas pólizas son individuales, sin embargo es conveniente citar, que dentro del contrato del seguro de automóviles existe la contratación de pólizas de flotillas, las cuales previa solicitud firmada por el asegurado y presentada en la compañía de seguros, se pueden establecer mediante una tarifa especial de incendio y de robo para flotillas de automóviles del mismo dueño, utilizadas con propósitos comerciales. Para poder conseguir una tarifa especial de flotillas debe haber en la flotilla cinco automóviles o más. Mientras esté vigente la póliza, se podrán incluir vehículos nuevos o se pueden eliminar de ella otros vehículos.

## **1.5 Exclusiones del Seguro de Automóviles**

En las condiciones generales de la póliza se enlistan las exclusiones del Seguro de Automóviles; entre esta lista es importante destacar que la póliza no ampara los daños sufridos o causados cuando el conductor carezca de licencia o permiso para conducir, o éste se encuentre en estado de ebriedad o bajo la influencia de drogas.

### **1.5.1 Exclusiones para la Cobertura de Daños Materiales**

- a) La rotura, descompostura mecánica o la falta de resistencia de cualquier pieza del vehículo como consecuencia de su uso.
- b) Las pérdidas o daños debidos al desgaste natural del vehículo o de sus partes.
- c) Las pérdidas o daños causados por la acción normal de la marea, aún cuando provoque inundación.
- d) Las pérdidas o daños causados a las partes bajas del vehículo al transitar fuera de caminos o cuando éstos se encuentren en condiciones intransitables.
- e) El daño que sufra el vehículo, cuando sea conducido por personas que en ese momento se encuentren en estado de ebriedad, a menos que no pueda ser imputada al conductor culpa alguna, impericia o negligencia graves en la realización del siniestro o bajo la influencia de las drogas. Esta exclusión opera únicamente para vehículos de tipo comercial, tales como: camionetas pick up, panel, campers, trailers, tractocamiones o autobuses de pasajeros y en general todo tipo de vehículos destinados al transporte de mercancías.

### **1.5.2 Exclusiones para la Cobertura de Robo Total**

- a) La rotura, descompostura mecánica o la falta de resistencia de cualquier pieza del vehículo como consecuencia de su uso.
- b) Las pérdidas o daños debidos al desgaste natural del vehículo o de sus partes
- c) Las pérdidas o daños causados por la acción normal de la marea, aún cuando provoquen inundación.



### 1.5.3 Exclusiones para la Cobertura de Responsabilidad Civil

- a) La responsabilidad civil del asegurado por daños materiales a:
- Bienes que se encuentran bajo su custodia o responsabilidad.
  - Bienes que sean propiedad de personas que dependan civilmente del asegurado.
  - Bienes que sean propiedad de empleados, agentes o representantes del asegurado, mientras se encuentren dentro de los predios de este último.
  - Bienes que se encuentren dentro del vehículo del asegurado.

### 1.6 Deducibles

El deducible es la participación que invariablemente queda a cargo del asegurado cuando ocurre un siniestro y se expresa como un porcentaje de la suma asegurada. Su importe se determina aplicando los porcentajes, montos o días de Salario Mínimo General Vigente en el Distrito Federal (SMGVDF), que se especifican en la carátula de la póliza, bajo los términos y condiciones descritos para cada cobertura. Los deducibles que generalmente aplican las aseguradoras son los siguientes (Cuadro 1.6.A):

**Cuadro 1.6.A**  
**Porcentaje Generalmente Elegido por el Asegurado<sup>10</sup>**

<b>Cobertura</b>	<b>Deducible</b>
Daños Materiales	5.0% y en rotura de cristales 20% de su valor.
Robo Total	10%
Responsabilidad Civil	Generalmente no aplica
Gastos Médicos Ocupantes	Generalmente no aplica

Fuente: Elaboración propia a partir de la Información General del Seguro de Autos. AMIS.

<sup>10</sup> En caso de que se haya recuperado el vehículo después de perpetrado el robo, solamente se aplicará el deducible cuando la compañía realice algún pago por pérdidas o daños sufridos al vehículo asegurado.

## **1.7 Cálculo de la Prima de Riesgo en el Seguro de Automóviles<sup>11</sup>**

La prima de riesgo es una cantidad numérica que se determina para considerar únicamente la cobertura del riesgo. La prima debe ser pagada de acuerdo a la ley en los treinta días a partir de que se contrata el seguro. El periodo de vigencia del contrato del seguro se especifica en la carátula de la póliza. Cada una de las compañías de seguros ofrece diversos plazos para el pago de las pólizas, por lo que el asegurado puede escoger el pago que mejor le convenga, aunque regularmente los tipos de plazo son anuales, semestrales, trimestrales o mensuales. En caso de elegir una forma de pago diferente a la anual, la aseguradora incluye dentro del precio del seguro la aplicación de una tasa de financiamiento que se pacta entre el asegurado y la compañía al momento de la contratación del seguro.

Cuando un siniestro implique pérdida total, la compañía deducirá de la indemnización correspondiente al asegurado o contratante, el total de la prima pendiente de pago del riesgo afectado o por las fracciones de ésta, no liquidadas del riesgo afectado, hasta completar la prima correspondiente al periodo de seguro contratado.

### **1.7.1 La Prima de Riesgo**

El sistema de tarificación del ramo de automóviles en México se basa en un procedimiento cuyos componentes principales son la frecuencia, severidad o costo medio del siniestro. Estos elementos permiten calcular la prima de riesgo, cantidad necesaria para cubrir el importe total de los siniestros.

Este cálculo se debe realizar a nivel marca del vehículo, en especial en las coberturas de daños materiales y robo total, en donde la ocurrencia del siniestro afecta directamente al bien asegurado, por lo que el monto a pagar por el siniestro depende del valor y de las características del vehículo.

---

<sup>11</sup> Es importante recordar que para efectos del presente trabajo, el cálculo de la prima de riesgo se efectuará únicamente para las pólizas individuales.

### 1.7.1.1 Metodologías y Cálculo Tradicional

Como se mencionó anteriormente, para la elaboración del cálculo de la prima de riesgo  $\Pi$ , se consideran los conceptos de frecuencia y la severidad. Los cuales respectivamente son el número de repeticiones del siniestro por año y costo promedio que se produjo debido a la ocurrencia de los siniestros.

Una vez obtenida la frecuencia y el siniestro medio, se muestra a continuación la expresión empleada para el cálculo de la prima de riesgo:

$$\Pi = f * \bar{S}$$

donde:

$\Pi$  = Prima de riesgo

$f$  = Frecuencia del siniestro

$\bar{S}$  = Siniestro medio

El sistema de tarificación para las coberturas básicas del seguro de automóviles residentes, lo podemos clasificar para daños materiales y robo total; responsabilidad civil y gastos médicos a ocupantes.

#### 1.7.1.1.1 Prima de Riesgo para Daños Materiales y Robo Total

Para el caso de daños materiales y robo total, la estadística se recopila a nivel marca-tipo, sin embargo, cuando se dispone de información desglosada por clases y modelo, se puede conocer para cada tipo de automóvil el número de unidades expuestas (que incluso puede ser cero), el número de siniestros y el monto de estos últimos.

Se denota:

$i$  = i-ésima marca-tipo,  $i = 1, 2, \dots, n$

$k$  = k-ésima clase,  $k = 1, 2, \dots, k_i$

$j$  = j-ésimo modelo,  $j = 2005, 2004, \dots, 1987$

Mediante estos subtotales se realiza el cálculo de la frecuencia de siniestros y el costo medio para cada marca-tipo, utilizando tres tipos de variables:

$n_i$  = Unidades expuestas

$m_i$  = Número de siniestros

$M_i$  = Monto de siniestros

La frecuencia de siniestro que mide la probabilidad de ocurrencia de un siniestro, se calcula como sigue:

$$f_i = \frac{m_i}{n_i}$$

Por otro lado, el costo medio que representa el gasto promedio que realiza la empresa por cada siniestro es igual a:

$$\bar{S}_i = \frac{M_i}{m_i}$$

La prima de riesgo para cada marca-tipo es la siguiente:

$$\Pi_i = f_i * \bar{S}_i$$

#### **1.7.1.1.2 Prima de Riesgo para Responsabilidad Civil y Gastos Médicos Ocupantes**

Una vez obtenida la frecuencia, el siniestro medio, se calcula la prima de riesgo  $\Pi_i$  de igual forma que para las coberturas de Daños Materiales y Robo Total. De manera similar, la estadística se puede recopilar como se hace en los anteriores seguros, es decir, a nivel marca-tipo, por clases y/o modelo. Sin embargo, la información que se obtuvo de la SESA's, en lo que respecta al seguro de responsabilidad civil, se encuentra desplegada por rango de suma asegurada, y en el caso del seguro de gastos médicos, se encuentra de acuerdo al rango de los siniestros. La información generalmente se expresa

en términos de la marca-tipo de vehículo, por lo cual, la notación para el cálculo de la prima de riesgo para estos casos se puede entender como sigue:

Se denota:

$i = i$ -ésima marca-tipo,  $i = 1, 2, \dots, n$

$k = k$ -ésima clase,  $k = 1, 2, \dots, k_i$

$j = j$ -ésimo modelo,  $j = 2005, 2004, \dots, 1987$

$l = l$ -ésimo rango de suma asegurada,  $l = 0-100,000, 100,001-200,000, \dots$ , más de 1, 000,000

$m = m$ -ésimo rango de siniestros,  $m = 0-500, 501-1,000, \dots$ , más de 300,000

Mediante estos subtotales se realiza el cálculo de la frecuencia de siniestros y el costo medio para cada marca-tipo, utilizando tres tipos de variables:

$n_i =$  Unidades expuestas

$m_i =$  Número de siniestros

$M_i =$  Monto de siniestros

La frecuencia de siniestro que mide la probabilidad de ocurrencia de un siniestro, se calcula como sigue:

$$f_i = \frac{m_i}{n_i}$$

Por otro lado, el costo medio que representa el gasto promedio que realiza la empresa por cada siniestro es igual a:

$$\bar{S}_i = \frac{M_i}{m_i}$$

La prima de riesgo para cada marca-tipo es la siguiente:

$$\Pi_i = f_i * \bar{S}_i$$

La prima de riesgo representa la cantidad necesaria y suficiente para cubrir un vehículo asegurado correspondiente a la marca-tipo con un valor determinado; sin embargo, dado que esta es una cantidad monetaria que puede verse afectada por los efectos de inflación, es necesario, convertir dicha prima en una cuota de riesgo, la cual puede irse adecuando, conforme los efectos de la inflación actúan sobre los costos de los vehículos.

### **1.7.1.2 Prima de Tarifa o Prima Neta**

La prima neta de tarifa es considerada como la prima de riesgo más los recargos por concepto de gastos de administración y adquisición, que se deriven de la actividad propia de la compañía aseguradora más el margen de utilidad que la compañía considere.

Para obtener la Prima de Tarifa o Prima Neta se utiliza un factor llamado de recargo  $\eta\%$ , en el cual se involucran factores de gastos y de utilidad de la siguiente manera:

- a) El factor de gastos de administración  $\gamma\%$  tiene un valor base del 15%.
- b) El factor de gastos de adquisición  $\beta\%$  tiene un valor base del 10% para automóviles residentes.
- c) El factor de utilidad  $\alpha\%$  tiene un valor base del 5%.

El factor de recargo es el siguiente:

$$\eta\% = 1 - \gamma\% - \beta\% - \alpha\%.$$

La obtención de la prima de tarifa se determina de la siguiente manera:

$$P = \frac{\Pi}{\eta\%}$$

En lo que respecta al presente trabajo, solamente se trabajará con base en la prima de riesgo, ya que la prima de tarifa incluye conceptos administrativos propios de cada compañía y no requieren de un análisis tan profundo como el citado en esta sección.

### 1.7.1.3 Frecuencia de Siniestros

La frecuencia, es la proporción entre el número de siniestros ocurridos con respecto al número de unidades expuestas al riesgo. En el cuadro 1.7.1.3.A se muestra el comportamiento de la frecuencia de siniestros por cobertura para pólizas individuales, tomando en consideración un periodo de cinco años.

**Cuadro 1.7.1.3.A**  
**Frecuencia de Siniestros por Cobertura**

	2000	2001	2002	2003	2004
Daños Materiales	22.9%	24.0%	23.5%	24.4%	23.7%
Robo Total	1.6%	2.0%	1.0%	0.9%	0.7%
Gastos Médicos Ocupantes	1.6%	1.9%	1.9%	2.3%	2.2%
Responsabilidad Civil	1.0%	1.2%	1.1%	1.2%	1.2%

Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Estadístico del Sector Asegurador, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas

Se puede observar que la frecuencia de siniestros para la cobertura de Daños Materiales, en el 2004 tuvo una disminución de 0.7% respecto al ejercicio del año anterior. En cuanto a la frecuencia para la cobertura de Robo Total, esta se ve disminuida en un 0.2% al pasar de 0.9% a 0.7% en el 2004.

La disminución entonces es importante pues la incidencia de robo de autos en México es uno de los factores que ha hecho encarecer los seguros, y se ha ido agravando con los años y la situación económica del país.

Para la cobertura de Gastos Médicos a Ocupantes, en el 2004 se observa una mínima disminución de 0.1% respecto al año anterior, pero un aumento de 0.3% en relación al ejercicio del 2002.

La cobertura de Responsabilidad Civil se ha mantenido un comportamiento muy similar, desde el año 2000 hasta el año 2004, con una frecuencia promedio de siniestros del 1.14%.

Por otra parte en 2004 se registraron en la República Mexicana 44 959 automóviles robados, cifra menor a la registrada en el ejercicio del año anterior al tener 46 873

automóviles robados. Las entidades en donde el robo de autos tiene mayores números en 2004 son el Distrito Federal con 17 435, seguido del Estado de México con 11 238 unidades robadas. (Cuadro 1.7.1.3.B)

**Cuadro 1.7.1.3.B**  
**Número de Automóviles Robados**

	2000	2001	2002	2003	2004
Nivel nacional	46,433	44,778	44,939	46,873	44,959
Distrito Federal	23,938	22,096	20,838	19,092	17,435
México	8,295	8,322	9,321	11,229	11,238
Jalisco	5,145	4,720	4,722	4,714	3,654
Resto del país	9,055	9,640	10,058	11,838	12,632

Fuente: Elaboración propia a partir del Comportamiento del Seguro Mexicano AMIS 2004

#### 1.7.1.4 Severidad o Costo Medio de los Siniestros

A continuación se muestra el comportamiento del costo medio de siniestros por cobertura para pólizas individuales, tomando en consideración un periodo de cinco años. Los importes que se muestran están reportados en pesos (unidades).

**Cuadro 1.7.1.4.A**  
**Costo Medio de Siniestros por Cobertura**

	2000	2001	2002	2003	2004
Daños Materiales	8,235	9,177	10,070	10,272	9,737
Robo Total	71,151	53,143	75,137	68,932	70,651
Gastos Médicos Ocupantes	7,775	7,699	8,843	8,281	7,855
Responsabilidad Civil	12,796	12,923	13,467	14,901	14,656

Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Estadístico del Sector Asegurador, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas

El costo medio es la proporción entre el monto neto de los siniestros y el número de siniestros ocurridos.

El costo medio para la cobertura de Daños Materiales presenta un comportamiento similar al comportamiento de la frecuencia al pasar de \$10,272 en 2003 a \$9,737 en 2004, lo que representa una disminución de 535 unidades.



Para el caso de la cobertura de robo total, se observa un comportamiento contrario a Daños Materiales, pues respecto al 2003 se puede ver un aumento de 1,719 unidades al pasar de \$ 68,932 a \$70,651.

Para la cobertura de Gastos Médicos Ocupantes, se observa una disminución de 426 unidades al pasar de \$8,281 en 2003 a \$7 855 en 2004.

En lo que se refiere a la cobertura de Responsabilidad Civil, se observa un costo medio de \$14,656 en 2004 que resulta ser menor en 245 unidades respecto al ejercicio del 2003.

## **CAPÍTULO 2 LA TEORÍA DE LA CREDIBILIDAD Y LOS FUNDAMENTOS BAYESIANOS DEL MODELO DE TARIFICACIÓN**

En este capítulo se presentarán la teoría de la credibilidad a fin de fundamentar la tarificación de primas de riesgo del seguro de automóviles. Así como los conceptos e importancia de las bases bayesianas aplicadas a la teoría mencionada.

La teoría de la credibilidad se muestra como un conjunto de ideas y técnicas destinadas al ajuste sistemático de las primas de los seguros, en particular, para este ramo de seguro, en función de la experiencia de siniestralidad de los mismos, así como la necesidad e importancia de la utilización de éstos métodos.

El modelo de tarificación fundamentado en el Teorema de Bayes, se utilizará para tarificar una cartera de pólizas que pertenecen al SESA para el ramo de Automóviles con siniestros reportados en el periodo comprendido de 2000 a 2004, mediante la ponderación de la prima propia, correspondiente a los riesgos del colectivo y la prima teórica o prima de la cartera analizada basada en los datos provenientes de riesgos similares pero no necesariamente idénticos a los riesgos del colectivo analizado.

En muchas ocasiones los datos correspondientes a los grupos de pólizas a tarificar son escasos y por ende, resultan inadecuados para proceder a estimar la prima de riesgo. Por lo tanto la teoría de la credibilidad combina los datos provenientes de la experiencia de la cartera, objeto de la tarificación y correspondientes a un determinado periodo, con los datos de la experiencia individual correspondientes al mismo periodo o periodos anteriores, lo que permite que se apliquen tarifas más justas de acuerdo a cada riesgo, dependiendo de las características particulares de la cartera. El presente capítulo presenta una opción viable para tarificar pólizas al incorporar información y metodología adicional al cálculo tradicional empleado actualmente, el cual aplica las mismas tarifas a todos los riesgos.

### **2.1 Introducción a la Teoría de la Credibilidad**

La credibilidad es una medida de creencia, que se atribuye a una posible experiencia con la finalidad de determinar las primas de riesgo. Desde el punto de vista etimológico,

creer viene del latín *credere* que proviene de *cor-dare*, es decir dar el corazón, dar lo más íntimo, es decir, confiar o entregar lo más profundo de uno.

A principios del siglo XX, y como consecuencia de que las técnicas estadísticas en uso no permitían resolver los problemas actuariales, los actuarios desarrollaron sus propios métodos de forma aislada a la corriente de su época, caracterizada porque todo conocimiento *a priori* carecía de valor estadístico. Hasta entonces, existían únicamente situaciones que demandaban la utilización de información procedente de observaciones empíricas para realizar algún análisis.

El actuario, al elaborar sistemas de tarificación, tiene por objetivo garantizar la solvencia económica de la entidad aseguradora y al mismo tiempo, asegurar que las tarifas sean lo más justas posibles para los asegurados. Los sistemas de tarificación *a posteriori*, se caracterizan porque la prima de riesgo individual depende de la evolución de la siniestralidad, de ese mismo riesgo individual, lo que produce heterogeneidad en la cartera. Una solución a este problema viene dada por los modelos de credibilidad, los cuales hacen frente a los problemas de heterogeneidad de una clase o cartera de riesgos a la hora de tarificar, combinando y equilibrando la información de la experiencia particular del asegurado con la experiencia de la cartera. De esta manera el actuario puede asegurar que se cobre lo justo para cada cliente de acuerdo al riesgo que este represente.

La idea central de la teoría de la credibilidad, es determinar cómo se debe equilibrar la información que se tiene de un asegurado, y la información que se posee de todo un grupo de asegurados. En otras palabras, la teoría de la credibilidad consiste en agrupar las pólizas referentes a un mismo riesgo con un conjunto de características comunes en un grupo de asegurados. A su vez, cada póliza tiene un conjunto de características que deben ser tomadas en cuenta a la hora de calcular las primas de riesgo individuales. Esta teoría tuvo sus orígenes primero con Whitney (1918), posteriormente por Bailey (1950), Bühlmann (1967), Goovaerts and Hoogstad (1987), Klugman (1992), entre otros.

## 2.2 Fundamentos Bayesianos de la Teoría de la Credibilidad

La teoría de la credibilidad fue uno de los primeros frutos en la investigación actuarial, y permanece siendo uno de los temas más productivos en el campo del trabajo actuarial.

A principios del siglo XX, los actuarios de esa época, introdujeron un factor denominado factor de credibilidad, o simplemente credibilidad, para ponderar su conocimiento a priori (B), con los datos estadísticos actuales (A) que se encontraban disponibles, dando lugar con ello a la prima de credibilidad (C).

$$C = ZA + (1 - Z)B$$

Sin embargo, en sus comienzos este factor fue intuitivo debido a que las técnicas estadísticas de la época no consideraban el uso de información inicial en la inferencia estadística, en otras palabras no se contemplaban situaciones en las que se requería la utilización de información de naturaleza diferente a la procedente de observaciones puramente empíricas para ser incorporada a los análisis estadísticos. Posteriormente se desarrolla la estadística bayesiana, en la que se contempla una visión más amplia, que enriqueció la metodología actuarial, proporcionando un fundamento para la tarificación *a posteriori* mediante la teoría de credibilidad, al demostrar la relación entre el Teorema de Bayes y la credibilidad, siendo Arthur Bailey quien demostró que la fórmula de credibilidad puede ser obtenida desde el teorema de Bayes en determinados casos.

La teoría de la credibilidad se ha desarrollado desde los primeros modelos de credibilidad clásica hasta la convergencia con el análisis bayesiano y ha continuado en avance con trabajos recientes en el tema, probando el poder de las fórmulas de credibilidad en ramas de los productos del sector asegurador.

### 2.3 Teorema de Bayes<sup>1</sup>

El Teorema de Bayes, desarrollado por Thomas Bayes, en la teoría de la probabilidad, es el resultado que da la distribución de probabilidad condicional de una variable aleatoria  $B$  dada en términos de la distribución de probabilidad condicional de la variable  $E$  dada  $B$  y la distribución de probabilidad marginal de sólo  $B$ .

**Teorema 1: Teorema de Bayes.** Sea  $B_1, B_2, \dots, B_n$  una partición de un

espacio muestral de un experimento aleatorio tal que  $\bigcup_{i=1}^n B_i = \Omega$  y

$\bigcap_{i=1}^n B_i = \phi$ . Sea  $E$  un evento cualquiera tal que  $P(E) \geq 0$  y del que se conocen

las probabilidades condicionales  $P(E/B_i)$ , entonces la probabilidad  $P(B_i/E)$

viene dada por la expresión:

$$P(B_i/E) = \frac{P(E/B_i)P(B_i)}{\sum_{i=1}^n P(E/B_i)P(B_i)} \quad (2.3.1)$$

En otras palabras, podemos interpretar a las  $B_i$ 's como las posibles causas y a  $E$  como un subconjunto del espacio muestral  $\Omega$ , con una probabilidad de ocurrencia mayor o igual a cero, es decir,  $E \subset \Omega$ ,  $0 \leq P(E) \leq 1$ .

Ahora, dado que conocemos un efecto determinado  $E$ , deseamos conocer la probabilidad de que dicho efecto venga de la causa específica  $B_i$ , entonces tenemos que para cualquier partición  $\{B_i\}$  y para un evento  $E \neq \phi$  se tiene la ecuación anterior (2.3.1).

---

<sup>1</sup> Thomas Bayes (Londres, Inglaterra, 1702 - Tunbridge Wells, 1761), matemático que estudió el problema de la determinación de la probabilidad de las causas a través de los efectos observados. El teorema que lleva su nombre se refiere a la probabilidad de un suceso condicionado por la ocurrencia de otro suceso. Bayes fue uno de los primeros en utilizar la probabilidad inductivamente y establecer una base matemática para la inferencia probabilística.

El Teorema de Bayes fusiona la información inicial, expresada mediante una distribución inicial o *a priori*, con las observaciones estadísticas, para producir una distribución final o *posteriori*, la cual sintetiza ambas fuentes de información y es la base para extraer conclusiones y tomar decisiones.

El Teorema de Bayes requiere, para poder ser aplicado, especificar la distribución *a priori* del parámetro, por lo que su uso como procedimiento inferencial implica la condición de la variable aleatoria para el parámetro a estimar, y una visión del concepto de probabilidad en términos de grados de creencia, personales o subjetivos, e inevitablemente condicionados a la información de la que se dispone.

- *Distribución a priori y a posteriori.* La distribución a posteriori constituye la solución bayesiana al problema de inferencia y ofrece una descripción completa en términos de probabilidad sobre lo que es conocido en relación con el verdadero valor del parámetro a lo largo del espacio paramétrico.

Por otro lado, la distribución *a priori* indica lo que se sabe acerca del parámetro de la distribución antes de tomar la muestra, esta información puede consistir en el conocimiento de algún especialista en la materia o en información pasada acerca de la característica de interés que se desea estudiar. Es importante señalar que usar este tipo de distribuciones es extremadamente útil también para aquellos casos en los que no existen datos disponibles o confiables.

## **2.4 Modelo de Tarificación**

En el modelo del seguro de automóviles, cada uno de los miembros de un colectivo heterogéneo está caracterizado por un parámetro de riesgo  $\theta$ , que es desconocido y fijo dentro de un cierto espacio paramétrico  $\Theta$ , que supondremos continuo. Dado  $\theta$ , la siniestralidad o riesgo del contrato en un periodo cualquiera  $i = 1, 2, 3, \dots$  es una variable aleatoria condicional (discreta o continua), con realizaciones observables regidas por una función de probabilidad  $f(x_i/\theta)$ .

Sea  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  una muestra aleatoria continua independiente dado  $\theta$ , e idénticamente distribuidas de la función de densidad de probabilidad  $f(x_i/\theta)$ , con  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , la función de densidad conjunta de las variables aleatorias  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  es:

$$f(\underline{x}/\theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i/\theta) \quad (2.3.2)$$

Dado que el parámetro  $\theta$  es fijo y desconocido, además el conocimiento sobre el parámetro que tiene el investigador se puede modelar como una variable aleatoria, por lo que se habla de una función de densidad para  $\theta$  y  $f(\theta)$  considerándose una función de densidad conjunta para ambas, por lo que se define:

$$f(\underline{x}, \theta) = f(\underline{x}/\theta)f(\theta) \quad (2.3.3)$$

la densidad marginal de las  $x$  es:

$$f(\underline{x}) = \int_{\Theta} f(\underline{x}, \theta) d\theta \quad (2.3.4)$$

por (2.3.1) tenemos lo siguiente:  $f(\theta/\underline{x}) = \frac{f(\underline{x}/\theta)f(\theta)}{f(\underline{x})}$  que puede ser escrita como:

$$f(\theta/\underline{x}) = \frac{L(\theta/\underline{x})f(\theta)}{f(\underline{x})} \quad (2.3.5)$$

en donde  $f(\underline{x})$  no depende de  $\theta$  y  $L(\theta/\underline{x})$  es la función de verosimilitud, de la cual se obtiene la información del parámetro que se tiene de la muestra;  $f(\theta)$  es la distribución inicial o *a priori* del parámetro, e indica lo que se sabe acerca del parámetro de la distribución antes de tomar la muestra;  $f(\theta/\underline{x})$  es la distribución final o *a posteriori* del parámetro  $\theta$  dada la muestra  $\underline{x}$ , y determina lo que se sabe del parámetro de la distribución dada la muestra. Se tiene que

$$f(\theta/\underline{x}) = k * L(\theta/\underline{x})f(\theta) \quad (2.3.6)$$

o

$$f(\theta/\underline{x}) \propto L(\theta/\underline{x})f(\theta) \quad (2.3.7)$$

con  $k = \frac{1}{f(\underline{x})}$

Se supone una distribución de probabilidad que genera la muestra aleatoria, de igual manera que en estadística clásica, pero ahora se incorpora la información acerca de los parámetros involucrados a través de  $f(\theta)$ .

La selección de la distribución *a priori* es responsabilidad de quien realice el estudio. Cuando no se tiene ningún tipo de información previa o confiable, se utiliza lo que se llama una distribución previa no informativa, difusa o mínima informativa, existe entre otros métodos para calcular este tipo de funciones, el criterio de Jeffreys.

**- Criterio de Jeffreys<sup>2</sup>.** Como se mencionó anteriormente, en ocasiones no se cuenta con ningún tipo de información previa o confiable del parámetro de riesgo por lo que se recurre a utilizar la llamada distribución previa no informativa. Un método para calcular este tipo de distribuciones en el siguiente:

Sea  $X_1, X_2, \dots, X_n$  una sucesión de variables aleatorias tal que  $X_t$  tiene una función de densidad  $f(x/\theta)$ , para  $t = 1, 2, \dots, n$ ; y la información de Fisher  $I_\theta(x) = -E\left(\frac{\partial^2 \log p(x/\theta)}{\partial \theta^2}\right)$ . Entonces, la previa no informativa, difusa o mínima informativa se define como:

$$f(\theta) \propto [I_\theta(x)]^{1/2} \quad (2.3.8)$$

---

<sup>2</sup> Jeffreys (Fatfield, Inglaterra 1891- Cambridge, Inglaterra 1981). Matemático, físico, químico y geólogo, quien en lo que respectivo a su labor como matemático trabajó en probabilidad envolviéndose a lo largo de líneas Bayesianas.



## 2.5 Función de Densidad Predictiva

Si se tiene una muestra aleatoria  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  de la función de densidad  $f(x/\theta)$ , y se quiere pronosticar o predecir el comportamiento de la siguiente realización de la función de densidad  $f(x/\theta), X_{n+1}$  si  $X_{n+1}$  y  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  son independientes dado  $\theta$

$$f(x_{n+1}/\underline{x}) = \int_{R_\theta} f(x_{n+1}/\theta) f(\theta/\underline{x}) d\theta \quad (2.3.9)$$

es decir, que se describe el comportamiento de  $X_{n+1}$  dada la información disponible  $\underline{X}$ , a esta función se le llama función de densidad predictiva.

## 2.6 Prima de Credibilidad Bayesiana y Credibilidad Completa.

Para obtener la prima de credibilidad bayesiana se calcula el valor esperado de la función (2.3.8).

$$\text{Prima de credibilidad Bayesiana} = E(X_{n+1}/\underline{X})$$

$$E(X_{n+1}/\underline{X}) = \int_{\underline{X}} X_{n+1} f(X_{n+1}/\underline{X}) dX_{n+1} \quad (2.3.10)$$

Se dice que existe credibilidad completa cuando la prima de credibilidad desarrollada en la sección 2.7 es igual a la prima de credibilidad bayesiana definida en (2.3.10).

## 2.7 Teoría de la Credibilidad

La Teoría de la Credibilidad siendo una rama de la estadística bayesiana es una colección de ideas y técnicas destinadas al ajuste sistemático de las primas de riesgo en función de la experiencia de siniestralidad que se tiene.

La Teoría de la Credibilidad consiste en combinar la experiencia de la empresa aseguradora con la información individual de cada asegurado en específico. En el caso particular de este trabajo se determinará cómo se debe equilibrar la información que se tiene de una cartera con siniestralidad de 5 años con la información en particular de un asegurado.

En esta teoría se asigna un factor de credibilidad  $Z$ , el cual es un número entre 0 y 1 que usualmente es determinado con la información individual de un asegurado y la información de la experiencia de la empresa.

La credibilidad esta dada por la siguiente fórmula:

$$C = ZA + (1 - Z)B$$

La cual es una aproximación lineal al problema de calcular la prima de credibilidad donde las variables que se involucran son:

- $Z$ : Factor de credibilidad,  $0 \leq Z \leq 1$ .
- $A$ : Prima individual o prima propia, correspondiente al siniestro de un automóvil individual en un periodo determinado
- $B$ : Prima de la cartera o prima teórica.
- $C$ : Balance entre los extremos  $A$  y  $B$  que nos da la prima pura del riesgo individual.

La asignación de un valor para  $Z$  esta en base a:

1. el volumen de la información individual relativa a el volumen de la información de la cartera
2. diferencias entre los datos individuales y los datos de la cartera.

## **2.8 Credibilidad Completa y Parcial**

El objetivo de la fórmula de credibilidad consiste en establecer un balance entre la prima de riesgo individual y la prima de la cartera, por lo tanto es importante analizar la

interpretación que toma dicho factor de acuerdo a la ecuación mostrada en la sección anterior.

Decimos que existe credibilidad total cuando  $Z = 0$  ó  $Z = 1$ . Y si  $0 < Z < 1$  entonces enunciamos que existe credibilidad parcial.

### **Interpretación del factor de credibilidad “Z”.**

*Caso 1:*

$Z = 0$  es decir  $Z \rightarrow 0\%$ ;

Si  $Z = 0 \Rightarrow C = 0A + (1 - 0)B = B$ . Se tiene credibilidad total, es decir, la prima pura en este caso es la prima teórica.  $\therefore C = B$ , se considera la experiencia de la cartera, tal vez por que no se tenga experiencia propia del riesgo o porque la información no sea lo suficientemente confiable.

*Caso 2:*

$Z = 1$  es decir  $Z \rightarrow 100\%$ ;

Si  $Z = 1 \Rightarrow C = 1A + (1 - 1)B = A$ . Se tiene credibilidad total, pero la prima propia es la que se utilizará. Cabe hacer notar que se debe contar con experiencia para que dicha prima sea válida, es decir, que el riesgo cuente con experiencia propia ya que  $C = A$  y se considerará la experiencia individual.

El factor de credibilidad “Z”, expresa el peso que se asigna a la experiencia propia y se encuentra expresado por la siguiente ecuación, misma que se desarrollará más adelante en la sección 2.9.

$$Z = \frac{at}{s^2 + at} = \frac{t}{t + \frac{s^2}{a}} = \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} \quad (2.3.11)$$

donde:

$t$  = Periodos de observación  $t \in \mathbb{N}$  (número de años de experiencia)

$a$  = Grado de heterogeneidad (medición de la dispersión existente entre las primas de riesgo)

$s^2$  = Variabilidad de la siniestralidad

- Se puede notar que si  $t = 0$ , es decir, que el contrato es nuevo, entonces se tendrá  $Z = 0$ , y la prima de credibilidad que se considera es la prima de la experiencia de la cartera. De manera análoga, a medida que se dispone de más datos es decir, mientras que  $n \rightarrow \infty$  obtendremos un factor  $Z = 1$ , por lo que se otorgará mayor peso a la experiencia individual.
- Cuando  $a \rightarrow \infty$  se tiene que  $Z = 1$ , lo que nos indica que se debe tener un peso mayor en la información de la experiencia individual, frente a los datos del colectivo. Cuando  $a = 0$ , es un indicativo de la ausencia de heterogeneidad en la cartera, lo que nos lleva a tener un factor de credibilidad de 0, por lo que la prima estará constituida en base a la información de la cartera.
- Si la siniestralidad de un contrato presenta mucha variabilidad, es decir, cuando  $s^2 \rightarrow \infty$ , da como consecuencia que se tenga  $Z = 0$  por lo que se considera como base la prima de la experiencia de la cartera. Pero si por el contrario, existe poca variabilidad en la siniestralidad, cuando  $s^2 = 0$ , se le da credibilidad a la prima de la experiencia individual.

Por lo tanto, se puede concluir que, mientras el número de años de experiencia en la cartera sea mayor, al igual que conforme el grado de heterogeneidad aumente y la variabilidad de siniestros disminuya, se puede optar por la prima de la experiencia individual; pero si por el contrario, cuando no se cuente con años de experiencia, y a medida que la cartera sea más homogénea o la variabilidad de los siniestros aumente, lo conveniente es considerar la prima de experiencia de la cartera.

## 2.9 Modelo Clásico de Bühlmann<sup>3</sup>

Con el objetivo de obtener la prima de riesgo, se determina un estimador lineal que permita ponderar la experiencia individual con la de toda la cartera. Esta es la idea esencial del modelo original planteado por Bühlmann.

Los automóviles involucrados en el modelo se encuentran expuestos a un riesgo fijo y desconocido  $\Theta = \theta$ , durante el período de  $t$  años. Sean  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_t$  los siniestros en los períodos 1, 2, 3, ...,  $t$  respectivamente y sea  $\theta$  que se distribuye como la función estructural  $U(\theta)$ . Conocido el parámetro de riesgo  $\Theta$ , las reclamaciones son condicionalmente independientes e idénticamente distribuidas con una función de distribución  $F_{x/\theta}(x, \theta)$

A continuación se definen los siguientes conceptos con la finalidad de desarrollar el modelo:

Prima teórica

$$\mu(\theta) = E[X_r / \Theta = \theta] \quad (2.3.11)$$

Esperanza de la Prima teórica

$$m = E[X_r] = E[\mu(\theta)] \quad (2.3.12)$$

Varianza del parámetro

$$a = \text{Var}[E[X_r / \Theta = \theta]] = \text{var}[\mu(\theta)] \quad (2.3.13)$$

Varianza de los siniestros

$$\sigma^2(\theta) = \text{var}[X_r / \Theta = \theta] \quad (2.3.14)$$

---

<sup>3</sup> Hans Bühlmann nació un 30 de enero de 1930 en Chur, Suiza. Dentro de su amplio desarrollo de las matemáticas actuariales ha trabajado en ETH Zürich como profesor de matemáticas, vicepresidente, presidente. Ha participado, entre otras cosas, como miembro honorario del Instituto de Actuarios de Londres, de la Asociación Internacional de Actuarios (IAA), de la Facultad de Actuarios en Edinburgh.

Heterogeneidad promedio en el tiempo de los montos de siniestros

$$s^2 = E[\text{var}[X_r/\Theta]] = E[s^2(\Theta)] \quad (2.3.15)$$

Ahora necesitamos determinar  $\mu(\theta) = E[X_r/\Theta = \theta]$  que es la prima de cobro que se estima según Bühlmann a través de una función  $g(*)$ , que depende de las reclamaciones observadas  $\underline{X} = (X_1, X_2, \dots, X_t)$ , es decir de la experiencia propia de cada vehículo.

Si tenemos una variable aleatoria  $X$ , con función de densidad  $f(x, \theta)$  y si  $T = U(X_1, X_2, \dots, X_t)$  es cualquier estadística, mediante el cálculo del error cuadrático medio de  $T$ , denotado como ECM (T), se encontrará una función  $\mu$  que nos proporcione la mejor estimación del parámetro  $\theta$ ; el estimador incluye dos cantidades mayores a cero, varianza y cuadrado del sesgo.

Puede verificarse que si  $X$  y  $Y$  son dos variables aleatorias, la función  $g(*)$  de  $X/Y$  que minimiza el ECM es:

$$g(X) = E[Y/X] \quad (2.3.15)$$

De aquí concluimos que:

$$g(\underline{X}) = E[\mu(\Theta)/\underline{X}] \quad (2.3.16)$$

En este método, Bühlmann estima la prima restringiendo la función  $g(\underline{X})$  a un conjunto de ecuaciones lineales de tal forma que se tiene:

$$g(\underline{X}) = c_0 + c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_tX_t \quad (2.3.17)$$

Minimizando el ECM, se pretende encontrar la función que estime mejor la prima de riesgo que se desea, por lo tanto debemos minimizar  $E[\{\mu(\Theta) - c_0 - c_1X_1 - c_2X_2 - \dots - c_tX_t\}^2]$  considerando el conjunto de funciones lineales.

El objetivo es encontrar las  $c_i$ 's para obtener la combinación lineal de las  $X_i$ 's.

$$\begin{aligned} \min_{c_0, \dots, c_t} E\left[\{\mu(\Theta) - g(X_1, X_2, \dots, X_t)\}^2\right] &= \min_{c_0, \dots, c_t} E\left[\{\mu(\Theta) - c_0 - c_1 X_1 - c_2 X_2 - \dots - c_t X_t\}^2\right] \\ &= \min_{c_0, \dots, c_t} E\left[\left\{\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right\}^2\right] \end{aligned} \quad (2.3.18)$$

Ahora, el problema será obtener el mínimo en relación a cada uno de los coeficientes de  $X_i$ , usando herramientas de cálculo diferencial e integral y bajo condiciones de regularidad, sabemos que es posible obtener valores mínimos de las variables utilizando las derivadas de las funciones e igualándolas a cero, por lo que derivamos la expresión anterior respecto a  $c_0$  obteniendo lo siguiente:

$$\frac{d}{dc_0} = \min_{c_0, \dots, c_t} E\left[\left\{\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right\}^2\right] = 2E\left[\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right] \quad (2.3.19)$$

Igualando a cero tenemos que:

$$2E\left[\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right] = 0 \Rightarrow E\left[\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right] = 0 \quad (2.3.20)$$

$$\Rightarrow c_0 = E[\mu(\Theta)] - E\left[\sum_{i=1}^t c_i X_i\right] = m - \sum_{i=1}^t c_i m \quad (2.3.21)$$

Sustituyendo  $c_0$ , ahora será necesario minimizar:

$$\min_{c_1, \dots, c_t} E\left[\left\{\mu(\Theta) - m - \sum_{i=1}^t c_i (X_i - m)\right\}^2\right] \quad (2.3.22)$$

Entonces conviene generalizar el proceso derivando respecto a  $c_r$  para alguna  $r=1,2,3,\dots,t$  e igualando a cero se obtiene:

$$E\left[\left\{\mu(\Theta) - m - \sum_{i=0}^t c_i (X_i - m)\right\} \{X_r - m\}\right] = 0 \quad (2.3.23)$$

$$E\left[\left\{(\mu(\Theta) - m)(X_r - m) - \sum_{i=0}^t c_i (X_i - m)(X_r - m)\right\}\right] = 0 \quad (2.3.24)$$

De aquí tenemos que:

$$E[(\mu(\Theta) - m)(X_r - m)] = E\left[\sum_{i=0}^t c_i (X_i - m)(X_r - m)\right] \quad (2.3.25)$$

$$\Rightarrow \text{cov}[\mu(\Theta), X_r] = \sum_{i=0}^t c_i \text{cov}[X_i, X_r] \quad (2.3.26)$$

Sean  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_t$  variables aleatorias condicionalmente independientes. Si el parámetro es conocido  $(\Theta = \theta)$ , con esperanza  $\mu(\theta)$  y varianza  $\sigma^2(\theta)$  condicionales, entonces:

$$a) \text{cov}[X_r, X_{r'}] = a + \delta_{r,r'} s \quad (2.3.27)$$

$r, r' = 1, 2, 3, \dots, t$  donde  $\delta$  es la  $\delta$  de Kronecker

$$b) \text{cov}[\mu(\Theta), X_r] = a \quad (2.3.28)$$

de (2.3.27) se tiene:

$$a = \sum_{i=1}^t c_i \text{cov}[X_i, X_r] = \sum_{i=1}^t c_i (a + \delta_{ir} s^2) \quad (2.3.29)$$

Si  $i=r$  se optimiza

$$a = a \sum_{i=1}^t c_i + c_{r^2} s^2 = c_i t a + s^2 c_i = c_i (at + s^2) \quad (2.3.30)$$



$$\Rightarrow c_i = \frac{a}{at + s^2} = c_0 = c_1 = \dots = c_t \quad (2.3.31)$$

Podemos expresar la función óptima en términos del promedio ponderado de la esperanza del riesgo individual y la esperanza de los siniestros de toda la cartera de la siguiente manera:

$$g(\underline{X}) = c_0 + \sum_{i=0}^t c_i X_i = \left(1 - \frac{at}{at + s^2}\right)m + \left(\frac{at}{at + s^2}\right) \sum_{i=0}^t X_i = \quad (2.3.32)$$

$$= \left(1 - \frac{at}{at + s^2}\right)m + \left(\frac{at}{at + s^2}\right) \sum_{i=1}^t \frac{X_i}{t} = (1 - Z)m + Z\bar{X} \quad (2.3.33)$$

Con la fórmula obtenemos al factor de credibilidad propuesto por Bühlmann, establecido como:

$$Z = \frac{at}{s^2 + at} = \frac{t}{t + \frac{s^2}{a}} = \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} \quad (2.3.34)$$

$$\text{con } \bar{X} = \frac{1}{t} \sum_{i=0}^t X_i \quad (2.3.35)$$

## 2.10 Credibilidad Exacta

La fórmula de credibilidad se puede deducir a partir de la inferencia bayesiana cuando se utilizan familias de distribución conjugadas conocidas como familia exponencial. En estos casos, el estimador de credibilidad de distribución libre resulta ser la fórmula de credibilidad exacta.

Lo que se hace es considerar el par  $\{u(\theta), f(x_i/\theta)\}$ , donde  $\{f(x_i/\theta); x_i \in X\}$  es la familia exponencial uni-paramétrica de verosimilitudes de la forma

$$f(x_i/\theta) = \frac{a(x_i)e^{-\theta x_i}}{q(\theta)}, \text{ con } q(\theta) = \int_X a(x_i)e^{-\theta x_i} dx_i \text{ constante normalizadora de manera}$$

que  $f(x_i/\theta)$  sea una distribución propia.

Del Teorema de Factorización de Neyman se sigue que la media muestral  $\sum_{t=1}^n \frac{x_t}{n}$  es el estadístico suficiente para  $\theta$ .

Su distribución inicial conjugada es de la forma:

$$u(\theta) = \frac{q(\theta)^{n_0} e^{-\theta x_0}}{d(n_0, x_0)} \quad (2.3.35)$$

con  $\theta \in \Theta$  y  $d(n_0, x_0)$  es una constante normalizadora, de modo que  $\int_{\Theta} u(\theta) d\theta = 1$  y  $n_0$  y  $x_0$  son parámetros de  $u(\theta)$ . Lo que nos interesa es obtener la esperanza y varianza del riesgo individual. Para ello, derivando  $q(\theta)$ , tenemos:

$$q'(\theta) = \int_X a(x_t) \frac{d}{d\theta} e^{-\theta x_t} dx_t \quad (2.3.36)$$

$$= \int_X a(x_t) (-x_t) e^{-\theta x_t} dx_t \quad (2.3.37)$$

$$= - \int_X q(\theta) (x_t) \frac{a(x_t) e^{-\theta x_t}}{q(\theta)} dx_t \quad (2.3.38)$$

$$= - q(\theta) \int_X (x_t) f(x_t / \theta) dx_t \quad (2.3.39)$$

$$= - q(\theta) \mu(\theta) \quad (2.3.40)$$

de donde resulta:

$$\mu(\theta) = \frac{q'(\theta)}{q(\theta)} = - \frac{d}{d\theta} \log q(\theta) \quad (2.3.41)$$

derivando nuevamente  $\mu(\theta)$  tenemos lo siguiente:

$$- \mu'(\theta) = \int_X x_t^2 f(x_t/\theta) dx_t - \left[ \int_X x_t f(x_t/\theta) dx_t \right]^2 \quad (2.3.42)$$

Y dado que  $E(x_t/\theta) = \int_X x_t f(x_t/\theta) dx_t$  y  $E(x_t^2/\theta) = \int_X x_t^2 f(x_t/\theta) dx_t$ , tenemos que:

$$- \mu'(\theta) = E(x_t^2/\theta) - E^2(x_t/\theta) = \text{var}(x_t/\theta) = v(\theta) \quad (2.3.43)$$

Por otro lado si derivamos  $u(\theta)$  tenemos que:

$$u(\theta) = \frac{1}{d(n_0, x_0)} \left[ q(\theta)^{-n_0} \frac{d}{d\theta} e^{-\alpha_0} + e^{-\alpha_0} \frac{d}{d\theta} q(\theta)^{-n_0} \right] \quad (2.3.44)$$

$u'(\theta) = u(\theta)[n_0 \mu(\theta) - x_0]$ , integrando este resultado  $\forall \theta \in \Theta$ , se tiene:

$$u(\theta)|_{\Theta} = \int u(\theta)[n_0 \mu(\theta) - x_0] d\theta \quad (2.3.45)$$

$$= n_0 \int_{\Theta} \mu(\theta) u(\theta) d\theta - x_0 \int_{\Theta} u(\theta) d\theta \quad (2.3.46)$$

y dado que  $\int_{\Theta} \mu(\theta) u(\theta) d\theta = E\{\mu(\theta)\}$ , y  $\int_{\Theta} u(\theta) d\theta = 1$ , entonces,

$$u(\theta)|_{\Theta} = u(\theta)_{\Theta} = n_0 E\{\mu(\theta)\} - x_0 = n_0 m - x_0 \quad (2.3.47)$$

Y en el supuesto de que  $u(\theta)$  se anule en los extremos de  $\Theta$ , esto es, que  $u(\theta)|_{\Theta} = 0$ , se puede comprobar que la prima colectiva  $m$ , o estimación a priori de la prima de riesgo individual, es el cociente de los parámetros  $x_0$  y  $n_0$  de la distribución inicial de  $u(\theta)$ .

Por lo tanto podemos escribir dicha prima como:

$$E\{\mu(\theta)\} = m = \frac{x_0}{n_0} \quad (2.3.48)$$

Como  $u(\theta)$  es conjugada de  $f(x_t/\theta)$ , la distribución final  $u(\theta/\underline{x})$ , posterior a la observación de los datos  $\underline{x} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  con  $X_t$  que tiene una función de

densidad  $f(x_t/\theta) \forall t=1,2,3,\dots,n$ , será de la misma familia que la distribución inicial pero con parámetros  $n_0 + n$  y  $x_0 + \sum_{t=1}^n \frac{x_t}{n}$ :

$$u(\theta/\underline{x}) \propto u(\theta) \prod_{t=1}^n f(x_t/\theta) \quad (2.3.49)$$

$$\propto q(\theta)^{-(n_0+n)} e^{-\theta \left( x_0 + \sum_{t=1}^n x_t \right)} \quad (2.3.50)$$

Por lo que la estimación de la prima de riesgo individual con posterioridad a los datos será el cociente de los parámetros  $n_0 + n$  y  $x_0 + \sum_{t=1}^n \frac{x_t}{n}$  de la distribución final  $u(\theta/\underline{x})$ .

$$E\{\mu(\theta)\} = \frac{\sum_{t=1}^n x_t + x_0}{n_0 + n} = \left( \frac{n}{n + n_0} \right) \frac{\sum_{t=1}^n x_t}{n} + \left( \frac{n_0}{n + n_0} \right) \frac{x_0}{n_0} = Z \frac{\sum_{t=1}^n x_t}{n} + (1 - Z)m \quad (2.3.51)$$

Es por lo anterior que se puede decir que la prima de credibilidad exacta para familias de verosimilitudes pertenecientes a la clase exponencial, es lineal.

$$\text{Teniendo } u'(\theta)|_{\ominus} = \int (n_0(\mu(\theta) - m))^2 u(\theta) d\theta - n_0 E\{\text{var}(x_t/\theta)\}$$

$$= n_0 (n_0 \text{var}(E(X_t/\theta)) - E(\text{var}(X_t/\theta))) \quad (2.3.52)$$

y a consecuencia misma de la forma de  $u'(\theta)$ , si  $u(\theta)$  se anula en los extremos del intervalo de integración, también lo hará  $u'(\theta)$ :

$$0 = n_0 (\text{var}(E(X_t/\theta)) - E(\text{var}(X_t/\theta))) \quad (2.3.53)$$

por lo que se tiene

$$n_0 = \frac{E(\text{var}(X_t/\theta))}{\text{var}(E(X_t/\theta))} = \frac{s^2}{a} \quad (2.3.54)$$

Y sustituyendo el factor de credibilidad queda:

$$Z = \frac{n}{n + n_0} = \frac{an}{an + s^2} = \frac{\text{var}(E(X_t/\theta))n}{\text{var}(E(X_t/\theta))n + E(\text{var}(X_t/\theta))} \quad (2.3.55)$$

Con lo que se prueba que en el caso de verosimilitudes pertenecientes a la clase exponencial, las primas de credibilidad de distribución libre coinciden con las primas de credibilidad exactas.

## **CAPÍTULO 3 CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO DEL SEGURO DE AUTOMOVILES A PARTIR DEL MODELO DE TARIFICACION BASADO EN LA TEORIA DE LA CREDIBILIDAD**

En el presente capítulo, se realizará la aplicación del modelo de tarificación basado en la Teoría de la Credibilidad planteado en el capítulo anterior, con información perteneciente a las estadísticas de la SESA, en donde se cuenta con información de los siniestros por marca de los automóviles residentes para las coberturas de daños materiales y robo total, por rango de suma asegurada para responsabilidad civil y rango de siniestros para gastos médicos.

El objetivo central del capítulo es establecer una comparación entre las primas emitidas de acuerdo al cálculo de primas de riesgo tradicional y las obtenidas en función de los modelos de credibilidad, para de esta manera explicar las ventajas que se tienen al utilizar las metodologías de tarificación en base a la teoría de la credibilidad.

Como se ha comentado anteriormente, el cálculo de las primas mediante el método tradicional no permite reconocer la experiencia de siniestros que se han presentado a lo largo de un periodo de tiempo, situación que se compensa utilizando la metodología del cálculo mediante credibilidad ya que ésta sí permite examinar la experiencia que presente la cartera.

Es también importante recordar que la participación de la prima del seguro de automóviles en el total del mercado asegurador representa un porcentaje importante, el segundo después de vida en el monto de primas, por lo que es importante notar que la correcta tarificación de las primas del ramo de automóviles es un factor importante en el impacto de los resultados del sector asegurador, que permitirá mantener carteras rentables que generen utilidades tanto al nivel de cada compañía como al de sector.

### **3.1 Estadísticas de Siniestralidad de 5 años**

La información que se utilizará en el presente capítulo fue tomada de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, de las estadísticas para el ramo del seguro de

automóviles proporcionado por la SESA para el periodo comprendido de 2000 a 2004; en particular se utilizarán la SESA 1: Automóviles Residentes Siniestros por Cobertura y Marca; SESA 4: Automóviles Residentes Responsabilidad Civil Bienes y Personas por Rango de Sumas Aseguradas; y SESA 6: Automóviles Residentes Gastos Médicos Ocupantes por Rango de siniestros.

La información de la SESA 1 se encuentra dividida por la descripción de cada vehículo, es decir, el modelo; tipo de vehículo, individual o flotilla<sup>1</sup>; cobertura, daños materiales o robo total; deducible, que va desde 0 a 50 para la cobertura de daños materiales en automóviles individuales y de 0 a 40 para robo total; así como el número de unidades expuestas, número de vehículos asegurados, monto neto del siniestro, costo medio y frecuencia por siniestro. La información de la SESA 4 se encuentra desglosada por rango de suma asegurada, tipo de vehículo, unidades expuestas, vehículos asegurados, número y monto de los siniestros, costo medio y frecuencia tanto para bienes como para personas. Mientras que la SESA 6 cuenta con información del rango de siniestros, tipo de vehículo, número y monto de siniestros y costo medio.

Como se vio en el capítulo anterior, para obtener la prima de riesgo se necesita ponderar la experiencia de cada automóvil individual con la de la cartera. Para el cálculo que nos interesa, es necesario determinar el factor de credibilidad  $Z$ , y para esto es preciso contar con la experiencia de automóviles por varios años, en particular para este trabajo se cuenta con una experiencia de cinco años.

En el cuadro 3.1.1 se muestra la evolución de las carteras en vigor de vehículos individuales por año, en cuanto al número de unidades expuestas al riesgo y el monto medio de los siniestros para las coberturas de daños materiales y robo total.

---

<sup>1</sup> Como se mencionó con anterioridad en el capítulo I, el análisis del presente trabajo se centrará en los vehículos individuales.

**Cuadro 3.1.1**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales por Cobertura**

Año	Daños Materiales		Robo Total	
	Unidades Expuestas	Monto Promedio	Unidades Expuestas	Monto Promedio
<b>2000</b>	1,330,075	7,020	1,570,723	37,208
<b>2001</b>	1,494,349	8,668	1,694,227	31,786
<b>2002</b>	2,002,949	8,592	2,212,381	41,975
<b>2003</b>	2,167,902	9,490	2,379,486	34,800
<b>2004</b>	2,505,514	9,653	2,728,949	33,279

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

De la tabla anterior se puede notar un incremento en el número de unidades expuestas a lo largo del tiempo. En el año 2001 para la cobertura de daños materiales, por ejemplo, se distingue un aumento del 12% respecto al del año anterior, mientras que para la cobertura de robo total el incremento en ese mismo año fue del 8%. Para el año 2004, el aumento respecto del año preliminar en el primer caso fue del 16% y del segundo caso del 15%.

En lo que concierne al monto promedio para daños materiales, año con año se ha incrementado el monto promedio de los siniestros generados, siendo este incremento del orden del 23% en 2002 y del 10% en 2003; sin embargo en robo total se obtuvo un incremento del 32% en el año 2001, pero a partir de los siguientes años se ha registrado una disminución en el monto promedio de los siniestros ocurridos.

Para observar de manera mas detallada la información de la cual se resumió el cuadro anterior y la información que más adelante se utilice para otros fines, a manera de anexo se desplegará todo el cuadro de las SESA's manejadas para el presente trabajo.

### **3.2 El Análisis FODA en el Modelo de Credibilidad y la Metodología Tradicional**

Para una compañía de seguros es importante tener la visión de en donde se desea estar en el mediano o largo plazo, por lo que necesita conocer y estar consciente de los recursos con los que cuenta y los que le hacen falta para alcanzar sus expectativas, con



esto una compañía precisa sus objetivos, metas y actividades necesarias para alcanzarlos, de esta manera crea resultados esperados de un proceso de planeación, necesario para iniciar cualquier interés deseado.

La compañía debe conocer su situación particular y probablemente tenga un indicativo de cómo se encuentra la situación del mercado y de sus competidores; es por eso que en este trabajo se analiza el cálculo de la prima de riesgo bajo un método alternativo, que favorezca directamente los recursos económicos de una compañía aseguradora respecto al seguro de automóviles. Es por ello, que se necesita describir la situación en la que se encuentra la empresa, en cuanto a los métodos que utiliza para el cálculo de sus primas de riesgo (cálculo tradicional) y se expresa la necesidad de modificar éste. Para lograr lo anterior, es necesario establecer e identificar cuatro factores que puedan ser estudiado y evaluados, a través de una técnica para el análisis y resolución de problemas denominado FODA, es decir, reconocer las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, para el método tradicional y para el modelo de credibilidad descrito en el capítulo anterior, esto es, reconocer cuáles son los recursos con los que se cuenta que permitan llegar a un objetivo, en este caso la solvencia económica de la compañía y la obtención de primas de credibilidad más precisas y acordes al tipo de siniestralidad presentada para cada vehículo individual, y por otra parte tener en cuenta el impacto de las debilidades así como de las amenazas y oportunidades que ambos métodos ofrecen. Es así como el análisis de estos factores nos permitirá definir con claridad la metodología necesaria que se deberá establecer para alcanzar el objetivo planteado.

De acuerdo a lo expresado en el capítulo 1, las compañías aseguradoras calculan sus primas de riesgo mediante una metodología tradicional, que consiste en el producto del monto promedio de los siniestros por la frecuencia de éstos, mismos que se pretenden remplazar mediante el cálculo de las primas en función de la teoría de la credibilidad, por lo que a continuación se muestra un análisis FODA del modelo de tarificación de acuerdo al método tradicional y del modelo propuesto por la metodología de la credibilidad con el objeto de generar carteras rentables.

En el cuadro 3.1.2 se muestra de forma detallada cada uno de los factores del análisis FODA y la interpretación que tiene cada uno de ellos dentro de la administración de una

compañía de seguros, que pretenda como objetivo determinar primas de riesgo con mayor solvencia en sus recursos económicos .

### Cuadro 3.1.2

#### Método Tradicional y Método de Credibilidad en Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

	Modelo Tradicional	Modelo de Credibilidad
<b>Fortalezas</b>	Se requiere escasa información para su aplicación	Requiere de información histórica de siniestralidad de los vehículos en estudio
	La metodología es la comunmente empleada en el sector	La CNSF comenzó a registrar este tipo de modelos de tarificación para la determinación de las primas
	La metodología es de aplicación muy simple	
	No requiere de ningún análisis profundo de la información	Requiere de un análisis del riesgo, por lo que permite incorporar el conocimiento del experto que evalúa las primas
	Para su cálculo, no es necesario contar con conocimientos actuariales en la materia	Permite combinar la información de cada vehículo particular con la experiencia de la cartera
<b>Debilidades</b>	Se obtiene primas de riesgo iguales para automóviles con siniestralidad diferente.	Es de difícil aplicación si no se cuenta con un software que permita analizar las primas obtenidas a partir de la experiencia de la compañía
	No se incorpora el conocimiento del experto que evalúa el riesgo	Para ser aplicada en el sector, debe mostrar la confianza suficiente para que las compañías aseguradoras la comiencen a emplear
	Elimina la posibilidad de combinar la experiencia propia de cada vehículo respecto a la de toda la cartera	Es necesaria la comprensión del modelo por la persona que toma las decisiones
<b>Oportunidades</b>	Considera el cálculo de las primas sin tomar en cuenta la información disponible del riesgo	Permite generar cotizaciones en poco tiempo, una vez automatizado el modelo vía sistemas y de ésta manera permite obtener primas suficientes y acordes a cada riesgo, lo que ocasionaría mayores utilidades para la compañía aseguradora
	No requiere un nivel detallado de la información disponible de los siniestros, por lo que permite generar cotizaciones en poco tiempo	Una vez implementada la automatización del modelo, no se necesita dedicarle mucho tiempo en el cálculo de las primas
		Permite unificar la heterogeneidad de la cartera
<b>Amenazas</b>	Elimina el análisis del riesgo que se tarifica, provocando una alta probabilidad de insuficiencia en primas respecto a los siniestros que presenta la cartera	Una posible incomprensión por parte de los tomadores de decisiones en cuanto a su aplicación y utilidad
	Puede ser eliminada del registro de la CNSF como metodología para sustituirla por métodos que contengan alta probabilidad de suficiencia de primas	Una posible aplicación de una prima más costosa que la generada mediante la metodología tradicional  La confianza de los cálculos dependen de que la información sea lo suficientemente fidedigna

Fuente: Trabajo de Investigación AMIS A.C. 2003

### **3.3 Cálculo de la Prima de Credibilidad**

Para la elaboración de la prima de tarifa mediante el modelo de credibilidad planteado en el capítulo anterior, es importante tener en cuenta el nivel de la información de los siniestros ocurridos con que se cuente, porque de ésta depende la obtención del factor de credibilidad y a su vez de éste depende la prima de credibilidad.

Para la elaboración del factor de credibilidad se considera la experiencia de la cartera para el periodo comprendido entre el año 2000 y 2004, agrupándolos en función de la marca del vehículo, para las coberturas de daños materiales y robo total; al rango de suma asegurada para responsabilidad civil; y por rango de siniestros para gastos médicos, para cada uno de los años antes mencionados.

Una vez clasificada la información, el paso que se debe seguir es la obtención de los estimadores insesgados para la prima global, la heterogeneidad de la cartera y la variación promedio en el tiempo de los montos de siniestros.

Una vez calculados los anteriores estimadores, se obtiene la prima de credibilidad y el factor de credibilidad.

Como se mencionó anteriormente, la información se clasificó por marca del vehículo para cada uno de los años de los cuales se tiene información de la cartera. En los cuadros siguientes se muestra de manera detallada la clasificación de la cartera para cada año, para las coberturas de daños materiales y robo total, de acuerdo al número de unidades aseguradas, al número de siniestros y al monto neto.

**Cuadro 3.1.3.A**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Daños**  
**Materiales Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Siniestros</b>	<b>Monto Neto de los Siniestros</b>
2000	AUDI	4,845	1,364	23,921,088
2001		4,765	1,766	42,659,315
2002		8,643	2,272	51,405,282
2003		24,110	5,417	91,353,576
2004		11,959	2,705	62,191,512
2000	BMW	4,344	1,041	23,008,855
2001		8,291	1,208	48,685,905
2002		13,631	2,204	76,694,282
2003		18,037	2,926	92,409,410
2004		10,963	2,134	48,295,776
2000	BUICK	1,363	214	2,385,974
2001		1,171	195	2,233,954
2002		1,069	183	1,945,848
2003		921	169	1,875,873
2004		718	123	1,210,334
2000	CADILLAC	4,745	638	9,932,482
2001		4,379	613	12,135,968
2002		4,551	589	13,888,323
2003		3,973	599	13,714,315
2004		3,870	562	12,199,779
2000	CHEVROLET	921,924	159,902	1,366,921,314
2001		1,000,811	185,482	1,721,924,193
2002		1,205,612	235,808	2,337,334,603
2003		1,224,304	260,835	2,557,196,376
2004		1,381,534	290,819	2,749,204,175
2000	CHRYSLER	133,828	19,977	168,558,391
2001		119,222	19,748	171,130,650
2002		129,120	22,670	215,703,632
2003		137,680	24,689	238,566,107
2004		176,841	31,793	317,132,986

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.3.B**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Daños**  
**Materiales Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Siniestros</b>	<b>Monto Neto de los Siniestros</b>
<b>2000</b>	<b>DODGE</b>	123,371	18,121	185,098,754
<b>2001</b>		121,801	22,363	222,286,930
<b>2002</b>		138,066	27,446	282,958,074
<b>2003</b>		156,512	31,354	319,754,683
<b>2004</b>		197,907	37,384	377,843,113
<b>2000</b>	<b>FORD</b>	287,616	42,021	421,660,634
<b>2001</b>		349,125	57,507	651,150,761
<b>2002</b>		401,029	77,264	880,676,662
<b>2003</b>		379,013	83,639	922,758,839
<b>2004</b>		396,870	81,318	936,915,683
<b>2000</b>	<b>HONDA</b>	25,649	3,578	53,943,068
<b>2001</b>		37,762	6,497	88,155,356
<b>2002</b>		57,112	10,803	148,460,294
<b>2003</b>		66,857	13,349	183,003,682
<b>2004</b>		83,412	16,745	209,039,270
<b>2000</b>	<b>JAGUAR</b>	266	29	1,955,548
<b>2001</b>		801	52	2,304,471
<b>2002</b>		2,217	263	10,741,781
<b>2003</b>		2,390	391	15,470,177
<b>2004</b>		2,827	442	19,109,540
<b>2000</b>	<b>JEEP</b>	15,258	1,947	26,067,317
<b>2001</b>		16,456	2,605	37,849,508
<b>2002</b>		19,928	3,204	49,354,898
<b>2003</b>		26,379	3,717	50,554,103
<b>2004</b>		35,628	5,739	74,496,554
<b>2000</b>	<b>LAND ROVER</b>	458	75	3,626,620
<b>2001</b>		1,442	133	3,444,321
<b>2002</b>		2,514	272	9,471,320
<b>2003</b>		2,917	403	13,382,085
<b>2004</b>		4,206	767	22,277,936

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.3.C**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Daños**  
**Materiales Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Siniestros</b>	<b>Monto Neto de los Siniestros</b>
2000	LINCOLN	5,031	529	8,570,634
2001		6,051	701	15,037,133
2002		7,162	886	25,958,530
2003		6,817	1,044	26,400,172
2004		8,421	1,213	27,468,730
2000	MERCEDES BENZ	3,930	780	19,367,928
2001		5,633	977	29,173,806
2002		8,118	1,133	35,335,049
2003		10,786	1,654	53,499,363
2004		8,004	1,273	30,513,106
2000	NISSAN	282,698	48,334	304,109,268
2001		308,835	63,650	441,299,703
2002		377,583	81,395	626,643,117
2003		369,320	81,988	632,549,007
2004		403,424	82,101	698,752,386
2000	OLDSMOBILE	98,437	14,141	102,120,033
2001		51,403	12,824	97,729,483
2002		68,108	12,028	121,846,825
2003		77,049	18,020	216,554,008
2004		51,620	24,893	85,748,130
2000	PEUGEOT	5,141	563	13,978,419
2001		10,940	1,816	39,657,764
2002		11,398	2,656	48,110,061
2003		19,959	4,563	79,659,196
2004		30,267	7,466	110,660,930
2000	PONTIAC	24,898	4,718	72,968,176
2001		28,716	5,311	77,231,526
2002		36,608	6,405	103,925,720
2003		33,131	6,459	97,975,538
2004		32,562	6,605	84,728,969

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.3.D**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Daños**  
**Materiales Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Siniestros</b>	<b>Monto Neto de los Siniestros</b>
<b>2000</b>	<b>RENAULT</b>	6,444	689	2,887,901
<b>2001</b>		2,566	260	3,132,258
<b>2002</b>		12,708	2,003	30,204,276
<b>2003</b>		21,785	4,954	82,768,439
<b>2004</b>		34,913	7,095	115,704,717
<b>2000</b>	<b>SEAT</b>	4,140	653	5,127,331
<b>2001</b>		6,881	965	7,667,132
<b>2002</b>		24,990	6,134	73,736,093
<b>2003</b>		40,198	10,408	126,503,113
<b>2004</b>		55,106	13,689	177,501,442
<b>2000</b>	<b>VOLVO</b>	395	38	1,538,510
<b>2001</b>		2,416	360	17,502,899
<b>2002</b>		5,520	870	36,031,053
<b>2003</b>		5,758	1,213	46,089,765
<b>2004</b>		8,305	1,440	44,073,757
<b>2000</b>	<b>VOLKSWAGEN</b>	359,460	65,334	464,070,234
<b>2001</b>		328,222	72,054	590,788,438
<b>2002</b>		455,409	100,452	923,214,095
<b>2003</b>		469,164	108,178	1,014,258,900
<b>2004</b>		523,536	123,955	1,134,797,890
<b>2000</b>	<b>OTROS</b>	1,569	114	2,492,147
<b>2001</b>		3,084	465	6,142,350
<b>2002</b>		5,167	825	10,737,342
<b>2003</b>		5,056	871	9,420,039
<b>2004</b>		10,442	1,530	28,892,071

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.4.A**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Robo**  
**Total Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Siniestros</b>	<b>Monto Neto de los Siniestros</b>
2000	AUDI	5,111	78	11,888,448
2001		4,975	103	17,885,212
2002		8,940	104	27,521,420
2003		25,883	210	34,401,915
2004		12,561	179	38,695,963
2000	BMW	4,604	121	18,896,286
2001		8,771	91	27,052,044
2002		14,590	193	43,335,101
2003		18,818	227	52,951,286
2004		11,385	141	29,718,673
2000	BUICK	1,614	13	881,370
2001		1,374	13	881,087
2002		1,261	8	587,798
2003		1,117	6	297,552
2004		890	3	44,150
2000	CADILLAC	5,512	29	3,129,214
2001		5,041	44	5,884,461
2002		5,295	39	6,234,559
2003		4,613	37	5,530,155
2004		4,450	31	3,558,480
2000	CHEVROLET	1,062,721	8,586	750,182,924
2001		1,123,466	9,698	746,798,565
2002		1,308,842	7,417	634,877,863
2003		1,304,823	7,188	517,006,209
2004		1,418,235	5,847	398,217,821
2000	CHRYSLER	168,571	2,055	152,897,481
2001		149,483	1,997	110,843,671
2002		142,474	1,567	90,060,867
2003		131,682	1,308	65,597,114
2004		135,332	950	50,193,565

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004



**Cuadro 3.1.4.B**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Robo**  
**Total Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Sinistros</b>	<b>Monto Neto de los Sinistros</b>
2000	DODGE	139,042	1,093	95,822,280
2001		135,289	1,365	90,101,665
2002		151,793	956	71,040,721
2003		170,881	976	60,029,816
2004		213,139	890	60,118,762
2000	FORD	334,497	2,656	276,280,095
2001		388,200	3,108	331,015,795
2002		438,097	2,454	271,494,459
2003		413,277	2,330	201,595,885
2004		428,916	1,586	120,276,829
2000	HONDA	26,428	185	17,680,290
2001		39,839	265	26,969,999
2002		59,763	289	29,960,129
2003		70,591	331	30,048,746
2004		88,015	345	34,430,109
2000	JAGUAR	270	8	5,010,946
2001		809	9	3,601,662
2002		2,257	17	6,095,125
2003		2,459	18	5,119,479
2004		2,915	17	5,769,027
2000	JEEP	16,943	227	44,000,367
2001		18,306	271	45,619,471
2002		22,349	224	39,473,626
2003		29,145	280	43,733,049
2004		38,509	363	57,963,301
2000	LAND ROVER	476	7	325,345
2001		1,470	11	3,248,883
2002		2,612	11	2,401,141
2003		3,037	16	4,066,155
2004		4,367	34	9,681,830

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.4.C**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Robo**  
**Total Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Sinistros</b>	<b>Monto Neto de los Sinistros</b>
2000	LINCOLN	6,202	71	16,738,106
2001		6,526	61	14,914,376
2002		7,697	59	16,036,350
2003		7,356	59	17,265,556
2004		9,018	60	14,240,804
2000	MERCEDES BENZ	4,187	38	10,361,364
2001		5,912	115	11,673,484
2002		8,712	63	17,124,834
2003		11,497	88	18,523,042
2004		8,530	54	9,439,205
2000	NISSAN	335,739	4,200	218,121,082
2001		360,155	6,829	248,320,135
2002		433,091	4,179	235,867,855
2003		439,491	4,629	240,801,206
2004		508,392	4,820	283,432,289
2000	OLDSMOBILE	3,501	16	732,087
2001		4,389	130	10,726,814
2002		2,143	16	1,108,476
2003		1,397	13	546,532
2004		1,248	10	450,435
2000	PEUGEOT	6,864	65	2,395,223
2001		13,432	160	7,945,625
2002		11,616	37	3,833,405
2003		20,554	80	6,935,172
2004		31,055	151	12,950,270
2000	PONTIAC	26,674	340	42,965,676
2001		30,597	329	35,825,367
2002		38,609	293	32,197,442
2003		35,030	279	25,258,169
2004		34,497	184	13,633,939

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.4.D**  
**Descripción de las Carteras de Vehículos Individuales para la Cobertura de Robo**  
**Total Clasificados por Marca para cada Año.**

<b>Año</b>	<b>Marca</b>	<b>Vehículos Asegurados</b>	<b>Número de Siniestros</b>	<b>Monto Neto de los Siniestros</b>
2000	RENAULT	8,924	42	1,262,420
2001		3,320	12	614,930
2002		13,238	30	3,113,703
2003		22,389	128	13,428,143
2004		35,663	230	23,480,825
2000	SEAT	5,896	50	2,164,253
2001		8,466	68	2,987,798
2002		25,831	169	12,504,032
2003		41,683	343	29,054,837
2004		57,209	433	38,705,022
2000	VOLVO	274	1	9,518
2001		2,444	11	3,475,556
2002		5,581	26	5,428,404
2003		5,871	38	9,077,033
2004		8,520	49	10,600,454
2000	VOLKSWAGEN	428,087	8,919	518,523,037
2001		394,020	14,573	531,744,196
2002		519,275	7,972	508,679,943
2003		524,710	6,640	387,911,858
2004		584,913	5,448	318,566,576
2000	OTROS	124,560	2,359	138,775,721
2001		61,842	1,628	82,405,429
2002		78,203	1,463	69,392,778
2003		92,081	1,735	86,969,560
2004		68,211	1,324	77,496,032

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

### 3.2 Cálculo de los Estimadores

Una vez clasificada la información de las estadísticas de siniestros, se procedió a obtener los estimadores que posteriormente permiten calcular el factor de credibilidad. A continuación se muestra una tabla en donde se presentan cada uno de los estimadores empleados para el cálculo del factor de credibilidad y con ello la prima de credibilidad para cada una de las coberturas del ramo de automóviles.

**Cuadro 3.1.5**  
**Cálculo de los Estimadores por Cobertura.**

Estimador	Fórmula	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Prima Teórica	$\hat{m} = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j \frac{x_{ij}}{n}$	1,965	13,738	1,190	1,625
Varianza	$\hat{s}^2 = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j \frac{(x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n}$	184,591,938,100	286,528,391,052	44,082,917,456	5,205,212,135
Heterogeneidad	$\hat{a} = \frac{1}{N-1} \sum_i (\bar{x}_i - \hat{m}) \frac{s^2}{i}$	2,193,616,341,102	4,776,717,069,597	245,124,861,736	43,081,559,199

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

Enseguida se muestran los factores de credibilidad calculados una vez se generaron los estimadores anteriores.

**Cuadro 3.1.6**  
**Cálculo del Factor de Credibilidad por Cobertura.**

Factor de Credibilidad	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
$Z = \frac{at}{s^2 + at}$	98.3%	98.8%	96.5%	97.6%

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

Como se puede apreciar, el factor de credibilidad es muy próximo al 100%, lo que indica que la prima propia es la que se debe utilizar, por lo que es importante recordar que en este caso es indispensable contar con experiencia para que dicha prima sea válida.

Además de que, al contar con un número de años considerable de experiencia en la cartera, éste repercute directamente en el grado de heterogeneidad y variabilidad de los siniestros, lo que permite que el factor de credibilidad exprese de en forma más acertada qué prima es más conveniente utilizar.

### **3.3 Resultados del Cálculo de la Prima de Credibilidad**

En el cuadro 3.1.7, se muestran las primas de credibilidad que se obtuvieron para cada marca del vehículo para daños materiales y robo total, por rango de suma asegurada para responsabilidad civil y por rango de siniestros para gastos médicos.

El cálculo de las primas mostradas se realizó de acuerdo a lo visto en el capítulo 2, en la sección 2.9, el cual tiene como idea central la determinación de estimadores que permiten ponderar la experiencia individual con respecto a la de toda la cartera.

Para llevar a cabo este cálculo fue necesario clasificar la información de la cartera para las coberturas de daños materiales y robo total en función de la marca del vehículo ya que en estas coberturas, la ocurrencia del siniestro afecta al bien asegurado, por lo que el monto a pagar depende directamente del valor y las características del vehículo; para los casos de responsabilidad civil va de acuerdo al rango de suma asegurada; y para gastos médicos es mediante la clasificación por rango de siniestros. Lo anterior debido a que la información mostrada en las SESA's de cada uno de los años comprendidos dentro del periodo 2000-2004 no permitían reconocer, en los casos de responsabilidad civil y gastos médicos, el número de vehículos asegurados en función de la marca de cada uno de ellos.

**Cuadro 3.1.7**  
**Prima de Credibilidad para las Coberturas de Daños Materiales y Robo Total.**

Marca	Daños Materiales	Robo Total
AUDI	19,778	191,331
BMW	29,919	219,975
BUICK	10,770	62,024
CADILLAC	20,308	133,765
CHEVROLET	9,350	77,893
CHRYSLER	9,224	59,072
DODGE	10,020	70,739
FORD	11,006	97,940
HONDA	13,203	97,294
JAGUAR	41,461	366,725
JEEP	13,650	167,235
LAND ROVER	31,147	246,866
LINCOLN	23,294	252,603
MERCEDES BENZ	28,417	185,432
NISSAN	7,470	49,317
OLDSMOBILE	7,525	72,614
PEUGEOT	16,865	68,430
PONTIAC	14,596	104,095
RENAULT	15,419	93,836
SEAT	12,092	79,564
VOLVO	36,460	226,179
VOLKSWAGEN	8,669	51,563
OTROS	14,942	53,006

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.8**  
**Prima de Credibilidad para Responsabilidad Civil.**

Rango de Suma Asegurada	Responsabilidad Civil
0 - 100,000	6,061
100,001 - 200,000	6,525
200,001 - 300,000	7,146
300,001 - 400,000	3,754
400,001 - 500,000	5,773
500,001 - 600,000	6,170
600,001 - 700,000	6,029
700,001 - 800,000	6,080
800,001 - 900,000	5,848
900,001 - 1,000,000	5,948
MAS DE 1,000,000	6,930

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.9**  
**Prima de Credibilidad para Gastos Médicos.**

<b>Rango de Siniestros</b>	<b>Gastos Médicos</b>
0 - 500	236
501 - 1,000	831
1,001 - 2,000	1,579
2,001 - 3,000	2,571
3,001 - 4,000	3,460
4,001 - 6,000	4,913
6,001 - 8,000	6,864
8,001 - 10,000	8,942
10,001 - 15,000	11,916
15,001 - 20,000	16,970
20,001 - 25,000	21,766
25,001 - 50,000	33,756
50,001 - 75,000	58,656
75,001 - 100,000	85,843
100,001 - 150,000	117,320
150,001 - 200,000	169,645
200,001 - 300,000	231,415
MAS DE 300,000	385,305

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

### **3.4 Análisis Comparativo entre la Prima de Riesgo Tradicional vs la Prima de Credibilidad**

Como sabemos, la mayoría de las compañías aseguradoras calculan sus primas de riesgo para el ramo de automóviles mediante la metodología tradicional, lo que generalmente ocasiona, por ejemplo, que cuando se tienen pocos vehículos de cierta marca con siniestralidad alta, se le asignen primas más baratas que la que realmente le corresponderían.

Las diferencias entre las primas se deben, precisamente, a la ponderación de la experiencia individual de cada vehículo respecto al de toda la cartera. Y debido a la mencionada compensación de primas es que en algunas ocasiones, la prima de credibilidad resulte ser más alta que la obtenida mediante la metodología tradicional.

En el cuadro 3.1.10 que a continuación se muestra, se expresa de manera más completa, cada una de las diferencias entre las dos primas calculadas para cada uno de las coberturas del seguro de automóviles, considerando la experiencia de la cartera para el periodo de 2000-2004.

**Cuadro 3.1.10**  
**Prima Tradicional vs Prima de Credibilidad para Daños Materiales y Robo Total**

Marca	Daños Materiales		Robo Total	
	Tradicional	Credibilidad	Tradicional	Credibilidad
AUDI	34,012	19,778	15,802	191,331
BMW	33,853	29,919	20,047	219,975
BUICK	10,180	10,770	2,271	62,024
CADILLAC	16,746	20,308	5,638	133,765
CHEVROLET	10,628	9,350	2,989	77,893
CHRYSLER	9,452	9,224	3,771	59,072
DODGE	11,501	10,020	3,125	70,739
FORD	11,924	11,006	3,711	97,940
HONDA	16,011	13,203	3,607	97,294
JAGUAR	39,656	41,461	46,660	366,725
JEEP	14,077	13,650	13,387	167,235
LAND ROVER	32,112	31,147	9,558	246,866
LINCOLN	18,241	23,294	13,885	252,603
MERCEDES BEN:	29,628	28,417	11,624	185,432
NISSAN	8,851	7,470	3,602	49,317
OLDSMOBILE	11,802	7,525	5,369	72,614
PEUGEOT	26,606	16,865	3,095	68,430
PONTIAC	15,505	14,596	5,335	104,095
RENAULT	16,766	15,419	2,591	93,836
SEAT	15,462	12,092	3,393	79,564
VOLVO	44,416	36,460	6,868	226,179
VOLKSWAGEN	11,063	8,669	5,821	51,563
OTROS	14,570	14,942	6,845	53,006

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004



**Cuadro 3.1.11**  
**Prima Tradicional vs Prima de Credibilidad para Responsabilidad Civil**

<b>Rango de Suma Asegurada</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Credibilidad</b>
0 - 100,000	3,236	6,061
100,001 - 200,000	11,584	6,525
200,001 - 300,000	2,068	7,146
300,001 - 400,000	2,888	3,754
400,001 - 500,000	1,893	5,773
500,001 - 600,000	2,566	6,170
600,001 - 700,000	987	6,029
700,001 - 800,000	1,925	6,080
800,001 - 900,000	3,418	5,848
900,001 - 1,000,000	2,056	5,948
MAS DE 1,000,000	1,378	6,930

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

**Cuadro 3.1.12**  
**Prima Tradicional vs Prima de Credibilidad para Gastos Médicos**

<b>Rango de Sinistros</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Credibilidad</b>
0 - 500	16	236
501 - 1,000	165	831
1,001 - 2,000	974	1,579
2,001 - 3,000	7,754	2,571
3,001 - 4,000	1,236	3,460
4,001 - 6,000	11,011	4,913
6,001 - 8,000	293	6,864
8,001 - 10,000	1,514	8,942
10,001 - 15,000	15,069	11,916
15,001 - 20,000	2,504	16,970
20,001 - 25,000	362	21,766
25,001 - 50,000	559	33,756
50,001 - 75,000	3,990	58,656
75,001 - 100,000	58	85,843
100,001 - 150,000	633	117,320
150,001 - 200,000	5,713	169,645
200,001 - 300,000	736	231,415
MAS DE 300,000	22,938	385,305

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística SESA 2000-2004

### **3.5 La Toma de Decisiones para el Cálculo de la Prima de Riesgo**

Es importante reconocer los factores que afectan las decisiones sobre qué método se requiere utilizar para obtener el cálculo de la prima. A partir de 2002 las compañías de seguros comenzaron a aplicar y hacer uso de los estándares de práctica actuarial publicados como *Estándares de Práctica Actuarial*, los cuales son una guía práctica para los Actuarios y de cuyos avances se han editado publicaciones acerca de: Primas Corto Plazo, Reservas Corto Plazo, y los que se encuentran en elaboración: Primas Largo Plazo, Reservas Largo Plazo, Estadística y Auditoría. Por otra parte, la Asociación Mexicana de Actuarios ha establecido como obligatoria la Certificación del Actuario para la elaboración de notas técnicas de productos de seguros, certificación que tiene que estar avalada por varios requisitos entre los cuales se encuentran, la emisión del título profesional, *currículum* profesional y académico, experiencia laboral mínima de tres años en el campo técnico-actuarial, entre otras.

A partir del conocimiento de los estándares actuariales, el profesionista en seguros, puede emplearlos con la finalidad de estimular la aplicación de modelos estadísticos, como los de credibilidad. Con ello, las compañías aseguradoras pueden analizar sus

carteras con el objeto de garantizar suficiencia económica mediante técnicas estadísticas.

Una vez que la certificación del actuario se haga de manera más continua, los profesionistas aplicarán de manera más frecuente el uso de modelos estadísticos para la determinación de las primas de riesgo, lo que brindará mayor importancia y confianza a los modelos de credibilidad y a su aplicación.

Desde el punto de vista de la teoría de la decisión, la justificación de la aplicación de modelos de credibilidad está en función de las siguientes propiedades: transitividad, densidad, ídempotencia, trivialidad, vaciedad, comparabilidad, dirección, simetría, asimetría, no simetría, reflexividad, antisimetría y contradirección.

**Cuadro 3.1.13**  
**Justificación del Modelo de Credibilidad**

Decisión	Nombre de la Propiedad	Justificación
Conocer los modelos de credibilidad y cómo aplicarlos	Transitividad	Para comprender un modelo es necesario entender los modelos antecesores
	Densidad	Para aplicar un modelo es necesario saber aplicar los antecesores
	Trivialidad	Los modelos iniciales de credibilidad son la base para estudiar los más complejos
	Dirección	Los modelos están orientados para la obtención de primas suficientes y evitar subsidios cruzados entre riesgos
Aplicar modelos de credibilidad sobre información de una cartera de automóviles individuales	Idempotencia	Los modelos actuales evitan la aplicación de los iniciales (redundancias)
	Dirección	Los modelos están orientados para aplicarse a un ramo con información real
	No simetría	Cualquier modelo lleva a una solución
	Reflexividad	Esta decisión es consecuencia de la problemática que se presenta en la tarificación de automóviles individuales residentes
Comparar cálculo de primas entre la forma tradicional y los modelos de credibilidad	Densidad	Proceso en el que se escoge la prima más adecuada y suficiente para generar carteras rentables
	Comparabilidad	Se comparan dos métodos diferentes para obtener las primas
	Simetría	Con los dos métodos se obtienen primas, ambos se necesitan para comparar
	Reflexividad	Es consecuencia de buscar métodos alternativos para el cálculo de primas

Fuente: Trabajo de Investigación AMIS A.C. 2003

## CONCLUSIONES

En el transcurso del tiempo, el seguro de automóviles se ha modificado en función de las necesidades de los asegurados. En sus comienzos en 1935, se contaba con coberturas como choques o colisiones, conmoción civil o huelgas, hasta convertirse actualmente en dos formas para contratar el seguro, cobertura limitada y amplia, las cuales incluyen protección contra robo total, responsabilidad civil y gastos médicos a ocupantes y la segunda incluye además, daños materiales al vehículo.

A pesar de ser relativamente reciente la emisión del seguro de automóviles y tener sus inicios a principios del siglo pasado, este seguro se ha convertido en una necesidad básica debido a la constante necesidad de proteger el vehículo propiedad del asegurado, pues el número de accidentes automovilísticos va de la mano con el crecimiento del parque vehicular.

Una situación importante de destacar del seguro de automóviles dentro del mercado asegurador, es que dicho seguro al ser el segundo más importante dentro del sector, provoca que las compañías aseguradoras se vean en la necesidad de elaborar primas de riesgo de tal manera, que su correcta tarificación repercuta en forma positiva tanto para cada uno de sus clientes como para la solidez económica de la propia aseguradora, y al mismo tiempo de ser atractiva y competitiva respecto a otras compañías de seguros.

Actualmente el cálculo de la prima de riesgo para el seguro de automóviles está en función de la frecuencia y el costo promedio del siniestro, es decir se encuentra basado en información a priori, lo cual tiene como desventaja que en muchas ocasiones no se asigne un importe que realmente represente el riesgo que genera cada uno de los contratantes del seguro, pues existe una gran heterogeneidad en el grupo, lo que no permite que se asigne una tarifa justa para cada uno de los asegurados.

Esta fue la razón principal por la que se desarrolló este trabajo, en el cual se presenta la tarificación con fundamento en la Teoría de la Credibilidad para establecer tarifas justas, tales que, equilibren la información con la que se cuenta de una cartera de pólizas con la información de cada asegurado en particular. Dicha metodología es hoy en día

una opción viable, la cual se encuentra como una alternativa para la práctica actuarial respecto al cálculo de la prima de riesgo.

Se desarrollaron los fundamentos con los que se rige la Teoría de la Credibilidad, de la cual se partió para elaborar una prima de riesgo, cuyo objetivo es elaborar primas de riesgo más justas de acuerdo al riesgo que represente cada unidad asegurada. Tales fundamentos se conjuntaron debido a la importancia que dicha teoría tiene en su metodología para el cálculo de la prima de riesgo en el seguro de automóviles.

Debido a la gran participación que tienen las pólizas del seguro de automóviles en la cartera de clientes de una compañía aseguradora, y al gran número de siniestros automovilísticos generados debido a la gran afluencia vehicular, el cálculo de la prima de riesgo debe considerar que la prima resultante sea suficiente para cubrir la ocurrencia de algún siniestro y favorecer el sistema económico de la compañía.

Además, se desarrollaron los elementos que permiten entender la Teoría de la Credibilidad, haciendo énfasis en el concepto denominado factor de credibilidad, al igual que la experiencia con la que se cuenta, la heterogeneidad de la cartera y la variabilidad que se tenga de las reclamaciones.

Por otra parte, se contrastaron las primas de riesgo generadas bajo el método tradicional con las generadas bajo los modelos de credibilidad, y de esta manera se pudo notar que las primas de riesgo que se obtuvieron por medio de los modelos de credibilidad son mucho más acordes al riesgo que presentó cada uno de los vehículos de acuerdo a la siniestralidad expresada en el periodo de 2000-2004 que las generadas bajo la metodología actual.

La aplicación del modelo de credibilidad se dirigió a las pólizas de vehículos individuales, sin embargo esto no quiere decir que no se puedan aplicar a otras áreas del sector asegurador. Por otra parte, mediante la Teoría de la Decisión, las compañías aseguradoras se pueden apoyar para determinar que modelo, ya sea el tradicional o el de credibilidad, desean utilizar, a fin de obtener mejores resultados en cuanto a la suficiencia de la cartera.

Mediante la aplicación del modelo de credibilidad se pueden calcular primas suficientes, así como obtener beneficios administrativos al disminuir el tiempo de tarificación.

Los resultados obtenidos muestran lo siguiente, aplicando el método propuesto en este trabajo, se tiene que la prima resultante es menor que la obtenida utilizando el método tradicional, caso contrario para el seguro de robo total, donde la prima es mayor para el caso de la teoría de la credibilidad. En el seguro de responsabilidad civil, la prima obtenida es mayor utilizando la metodología propuesta que la tradicional, al igual que para el seguro de gastos médicos.

El presente trabajo es una opción viable para la elaboración de las primas de riesgo en el seguro de automóviles, así como referencia para cualquier otro ramo en donde se tenga heterogeneidad dentro de sus estadísticas, esto debido a que la teoría de la credibilidad esta diseñada para abordar este tipo de problemas.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

*Adaptaciones y Conversiones-* Se considera adaptación o conversión, toda modificación o adición en carrocería, estructura, recubrimientos, mecanismos o aparatos requeridos por el vehículo asegurado para el funcionamiento para el cual fue diseñado, así como rótulos instalados en el vehículo, requieren de cobertura específica por lo cual la descripción de los bienes asegurados y la suma asegurada para cada uno de ellos deberá asentarse mediante anexo que se agregue y forme parte de la póliza.

Para efectos de esta póliza el blindaje se considera adaptación cuando no sea instalado por el fabricante como equipo original y de línea para cada versión, modelo y tipo específico de la unidad que presenta al mercado.

*Asegurado-* Es la persona física o moral, que tiene obligaciones y derechos sobre la reclamación de los servicios, pagos o beneficios de esta póliza y la cual deberá aparecer identificada en la carátula de la misma.

*Beneficiario-* Persona física o moral designada en la póliza por el asegurado o contratante como titular de los derechos indemnizados.

*Cartera* - Se le denomina así en términos prácticos, a un grupo de asegurados con diferentes pólizas o en la misma póliza, es decir, conjunto de clientes que tienen uno o varios contratos con una compañía de seguros.

*Credibilidad-* Medida de la creencia que el actuario atribuye a una posible experiencia con la finalidad de tarificar o generar primas.

*Colisión-* Es el impacto en un solo evento del vehículo con uno o más objetos y que como consecuencia cause daños.

*Compañía-* Empresa autorizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que asume mediante la contraprestación del pago de la prima, la indemnización de daños ocasionados por los riesgos amparados en la carátula de la póliza con sujeción a las presentes Condiciones Generales.

*Deducible*- Cantidad que invariablemente queda a cargo del asegurado y se deducirá de la indemnización que corresponda en cada siniestro. Su importe se determina aplicando, los porcentajes, montos o días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal (DSMGVDF), que se especifican en la carátula de la póliza, bajo los términos y condiciones descritos para cada cobertura.

*Contratante*- Persona física o moral cuya solicitud de seguro ha aceptado la compañía, con base en los datos e informes proporcionados por ella, quién por lo tanto suscribe el contrato de seguro y asume las obligaciones que deriven del mismo; salvo aquellas que correspondan expresamente al asegurado ó al Beneficiario.

*Contrato*- Acuerdo de voluntades por virtud de la cual la compañía, se obliga mediante una prima, a resarcir un daño o a pagar una suma de dinero al verificarse la eventualidad prevista en el contrato. La póliza y las versiones de la misma, la solicitud y las condiciones generales forman parte y constituyen prueba del contrato de seguro celebrado entre el contratante y la compañía.

*Factor de credibilidad*- Ponderador entre la experiencia de siniestros de cada automóvil o grupo de una cartera y la experiencia de toda la cartera de una compañía de seguros, este factor se le conoce como Z.

*Heterogeneidad*- Grado de diferencia de los siniestros presentados en una cartera de asegurados clasificados en grupos de riesgo.

*Homogeneidad*- Grado de igualdad de los siniestros presentados en una cartera de asegurados clasificados en grupos de riesgo.

*Impericia*- Es la falta de destreza o habilidad por parte del conductor para evitar un siniestro.

*Inundación*- Es la causa por la que el vehículo sufre daños físicos directos, en carrocería y/o interiores, mediante la penetración de agua del exterior al interior del mismo,



distinta de la necesaria para su operación y funcionamiento y por causas ajenas a la voluntad del asegurado o conductor.

*Pérdida Total-* Se considera pérdida total cuando el importe que se requiere para la reparación del daño causado al vehículo asegurado, incluyendo mano de obra, refacciones y materiales, según avalúo realizado por la compañía, exceda el 75% del valor comercial del vehículo asegurado en la fecha del siniestro.

*Póliza-* Documento que regula las relaciones contractuales convenidas entre la compañía y el contratante. Son parte integrante de la póliza; la solicitud del seguro, la carátula y las Condiciones Generales; así como las condiciones particulares ó endosos que se anexen para modificar o especificar las bases del contrato.

*Prima-* Cantidad numérica que se considera suficiente para que los clientes puedan asegurarse o asegurar sus bienes.

*Prima de riesgo-* Cantidad numérica determinada que considera únicamente la cobertura del riesgo.

*Prima neta o de tarifa-* Representa la cantidad monetaria que se considera suficiente para cobrar a los clientes, pues además de considerar la cobertura del riesgo, se toman en cuenta los gastos de administración y de adquisición que la empresa aseguradora considere.

*Siniestro-* Es la manifestación concreta del riesgo asegurado por causa fortuita, súbita e imprevista que produce daños cubiertos en la póliza hasta el límite de responsabilidad contratada.

*Suma Asegurada-* Es el valor que se define para una cobertura, bien específico o riesgo determinado y que la compañía está obligada a pagar como máximo al momento de una pérdida.

*Uso particular del vehículo asegurado-* es el que se destina al transporte de personas o carga ocasional sin fines de lucro. Aplica exclusivamente para vehículos de hasta 3.5 toneladas de capacidad.

*Uso Comercial del vehículo asegurado-* es el que está destinado al transporte de personas o carga con fines comerciales o de lucro, o bien a brindar servicio de seguridad pública, privada o de emergencia, incluyendo los vehículos con placas de Servicio Publico Federal. Aplica para cualquier tonelaje.

*Vehículo-* Artefacto, como carruaje, automóvil, embarcación o litera, caseta o cabina que sirve para transportar personas o cosas de una parte a otra.

*Vehículo Asegurado-* Comprende la unidad automotriz descrita en la carátula de esta póliza, incluyendo las partes o accesorios que el fabricante adapta originalmente para cada versión, modelo y tipo específico que presenta al mercado, siempre que dicha unidad se encuentre legalmente en el País.

*Vehículos Residentes-* Vehículos fabricados en la República Mexicana, así como los de fabricación extranjera que se encuentren legalmente en el país por importación definitiva.

*Vuelcos-* Es el evento durante el cual, por la pérdida de control, el vehículo gira, voltea o se levanta, todo o en parte, sobre la superficie que transita o circula.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### *Artículos y publicaciones.*

CNSF Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros. México 2006.

CNSF Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. Ley del Contrato de Seguros. México 2006.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. “Historia de los Seguros y Fianzas”. México 2006.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. “Misión de la Institución del Seguro”. México 2006.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. “Información General del Seguro de Autos”. México 2006.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. “Comportamiento del Seguro Mexicano” Agosto 2004.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. Indicadores AMIS “El Seguro Mexicano” Mayo 2004.

CNSF Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. SESA (Sistema Estadístico del Sector Asegurador), Automóviles 2000-2004.

Moreno Muñoz, M.T./Ramos Burgoa, L. Aplicación de Modelos de Credibilidad para el Cálculo de primas en el Seguro de Automóviles. Trabajo de investigación Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. AMIS 2003.

Pineda, Miguel. La importancia de los seguros. Revista Certeza. Economía y negocios

Ibarra Alfaraz, J. et al. Las Bases Bayesianas de la Teoría de la Credibilidad. Trabajo de investigación Fondos de inversiones Banamex S.A. de C.V.

Gómez Déniz Emilio, Los seguros generales desde la perspectiva bayesiana. Trabajo de investigación patrocinado por Cala Insular de Ahorros de Canarias.

***Libros.***

Lemaire, Jean. *Automobile Insurance (Actuarial Models)*, Huebner International Series on Risk, Insurance and Economic Security, 1996.

Bühlmann, Hans. *Mathematical Methods in Risk Theory*, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York.

Daykin, C.D. *Practical Risk Theory for Actuaries*, T. Pentikäinen and M. Peasonen Chapman Hall, 1995

Hossack I.B. et al. *Introductory Statistics with Applications in General Insurance*. Cambridge University Press, 1995

Gut, Allan. *Probability: A Graduate Course*. Editorial Springer, 2005, United States of America.

Vaughan, Emmet, J., Therese, Vaughan. *Fundamentals of Risk and Insure*, Jonh Wiley & Sons, Inc, 1999.

Hossack, I.B., et al. *Introductory Statistics with Applications in General Insurance*, Cambrige, University Press, 1995.

Foundations: of Casualty Actuarial Science Casualty Actuarial Society, 2001.

Taylor Geg. *Loss Reserving an Actuarial Perspective*, Kluwer Academic Publishers, 2000.

Kluman Stuart. *Bayesian Statistics in Actuarial Science: with emphasis on Credibility*, Klumer Academic Publishers, 1992.

***Páginas Web***

AMIS. Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C.  
<http://www.amis.com.mx>.

CNSF. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas <http://www.cnsf.gob.mx>.

CONDUSEF. Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros <http://www.condusef.gob.mx>.

Dirección General de Protección Civil y Emergencias <http://www.proteccioncivil.org>

# **ANEXOS**

**Anexo 1. SESA 6 -2000-2004**

<b>AÑO</b>	<b>RANGO DE SINIESTROS</b>	<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>NUMERO DE SINIESTROS</b>	<b>MONTO DE SINIESTROS</b>	<b>COSTO MEDIO</b>
2000	0 - 500	Individual	2,412	343,204	142
2000	501 - 1,000	Individual	2,245	1,890,167	842
2000	1,001 - 2,000	Individual	5,431	8,404,729	1,548
2000	2,001 - 3,000	Individual	3,506	8,813,501	2,514
2000	3,001 - 4,000	Individual	2,327	8,284,166	3,560
2000	4,001 - 6,000	Individual	3,151	15,721,725	4,989
2000	6,001 - 8,000	Individual	1,768	12,190,614	6,895
2000	8,001 - 10,000	Individual	1,107	10,136,085	9,156
2000	10,001 - 15,000	Individual	1,392	17,548,636	12,607
2000	15,001 - 20,000	Individual	765	13,740,009	17,961
2000	20,001 - 25,000	Individual	391	8,900,429	22,763
2000	25,001 - 50,000	Individual	784	28,496,176	36,347
2000	50,001 - 75,000	Individual	312	19,460,513	62,373
2000	75,001 - 100,000	Individual	242	21,886,152	90,439
2000	100,001 - 150,000	Individual	116	14,144,231	121,933
2000	150,001 - 200,000	Individual	31	5,328,261	171,879
2000	200,001 - 300,000	Individual	20	4,677,097	233,855
2000	MAS DE 300,000	Individual	7	2,234,890	319,270
2001	0 - 500	Individual	5,153	1,048,964	204
2001	501 - 1,000	Individual	1,708	1,371,583	803
2001	1,001 - 2,000	Individual	5,352	8,399,342	1,569
2001	2,001 - 3,000	Individual	4,116	10,640,518	2,585
2001	3,001 - 4,000	Individual	2,995	10,732,178	3,583
2001	4,001 - 6,000	Individual	4,477	22,549,457	5,037
2001	6,001 - 8,000	Individual	2,965	20,840,667	7,029
2001	8,001 - 10,000	Individual	1,713	15,783,237	9,214
2001	10,001 - 15,000	Individual	1,830	22,407,037	12,244
2001	15,001 - 20,000	Individual	962	16,839,702	17,505
2001	20,001 - 25,000	Individual	504	11,262,365	22,346

**Anexo 1. SESA 6 -2000-2004**

<b>AÑO</b>	<b>RANGO DE SINIESTROS</b>	<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>NUMERO DE SINIESTROS</b>	<b>MONTO DE SINIESTROS</b>	<b>COSTO MEDIO</b>
2001	25,001 - 50,000	Individual	1,032	35,727,479	34,620
2001	50,001 - 75,000	Individual	358	21,521,255	60,115
2001	75,001 - 100,000	Individual	304	26,813,970	88,204
2001	100,001 - 150,000	Individual	142	16,776,980	118,148
2001	150,001 - 200,000	Individual	36	6,222,336	172,843
2001	200,001 - 300,000	Individual	24	6,083,556	253,482
2001	MAS DE 300,000	Individual	13	4,309,228	331,479
2002	0 - 500	Individual	2,979	766,058	257
2002	501 - 1,000	Individual	1,724	1,374,404	797
2002	1,001 - 2,000	Individual	6,275	9,946,685	1,585
2002	2,001 - 3,000	Individual	6,143	15,745,407	2,563
2002	3,001 - 4,000	Individual	4,250	15,003,747	3,530
2002	4,001 - 6,000	Individual	6,897	33,914,711	4,917
2002	6,001 - 8,000	Individual	4,475	31,024,902	6,933
2002	8,001 - 10,000	Individual	2,415	21,764,097	9,012
2002	10,001 - 15,000	Individual	2,918	34,934,232	11,972
2002	15,001 - 20,000	Individual	1,357	23,185,205	17,086
2002	20,001 - 25,000	Individual	844	18,754,978	22,222
2002	25,001 - 50,000	Individual	1,723	57,735,014	33,508
2002	50,001 - 75,000	Individual	558	33,069,830	59,265
2002	75,001 - 100,000	Individual	358	31,164,346	87,051
2002	100,001 - 150,000	Individual	257	30,678,845	119,373
2002	150,001 - 200,000	Individual	53	9,228,693	174,126
2002	200,001 - 300,000	Individual	40	9,677,174	241,929
2002	MAS DE 300,000	Individual	11	4,726,993	429,727
2003	0 - 500	Individual	3,078	903,568	294
2003	501 - 1,000	Individual	1,792	1,441,736	805
2003	1,001 - 2,000	Individual	7,974	12,857,029	1,612
2003	2,001 - 3,000	Individual	8,165	21,472,911	2,630
2003	3,001 - 4,000	Individual	5,513	19,235,202	3,489



**Anexo 1. SESA 6 -2000-2004**

<b>AÑO</b>	<b>RANGO DE SINIESTROS</b>	<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>NUMERO DE SINIESTROS</b>	<b>MONTO DE SINIESTROS</b>	<b>COSTO MEDIO</b>
2003	4,001 - 6,000	Individual	8,435	41,901,039	4,968
2003	6,001 - 8,000	Individual	4,819	33,383,216	6,927
2003	8,001 - 10,000	Individual	3,008	27,169,367	9,032
2003	10,001 - 15,000	Individual	3,223	38,445,663	11,929
2003	15,001 - 20,000	Individual	1,544	26,238,354	16,994
2003	20,001 - 25,000	Individual	903	19,833,147	21,964
2003	25,001 - 50,000	Individual	1,744	59,543,476	34,142
2003	50,001 - 75,000	Individual	535	31,700,563	59,253
2003	75,001 - 100,000	Individual	398	34,250,479	86,056
2003	100,001 - 150,000	Individual	269	32,562,287	121,049
2003	150,001 - 200,000	Individual	76	13,166,379	173,242
2003	200,001 - 300,000	Individual	37	8,177,231	221,006
2003	MAS DE 300,000	Individual	12	4,410,217	367,518
2004	0 - 500	Individual	3,240	350,247	108
2004	501 - 1,000	Individual	1,767	1,423,683	806
2004	1,001 - 2,000	Individual	8,481	13,261,739	1,564
2004	2,001 - 3,000	Individual	10,198	26,653,512	2,614
2004	3,001 - 4,000	Individual	8,183	28,288,195	3,457
2004	4,001 - 6,000	Individual	9,894	49,923,102	5,046
2004	6,001 - 8,000	Individual	5,582	39,629,510	7,100
2004	8,001 - 10,000	Individual	3,550	32,684,588	9,207
2004	10,001 - 15,000	Individual	3,365	41,491,013	12,330
2004	15,001 - 20,000	Individual	1,586	27,753,932	17,499
2004	20,001 - 25,000	Individual	933	20,804,329	22,298
2004	25,001 - 50,000	Individual	1,817	63,681,224	35,047
2004	50,001 - 75,000	Individual	605	36,407,962	60,178
2004	75,001 - 100,000	Individual	342	30,356,189	88,761
2004	100,001 - 150,000	Individual	261	31,358,412	120,147
2004	150,001 - 200,000	Individual	73	12,780,914	175,081
2004	200,001 - 300,000	Individual	31	7,404,055	238,840
2004	MAS DE 300,000	Individual	13	6,414,951	493,458

### Anexo 2. SESA 4 -2000-2004

AÑO	RANGO DE SUMA ASEGURADA	UNIDADES EXPUESTAS	VEHICULOS ASEGURADOS	BIENES		PERSONAS		COSTO MEDIO RESPONSABILIDAD CIVIL BIENES	COSTO MEDIO RESPONSABILIDAD CIVIL PERSONAS	FRECUENCIA RESPONSABILIDAD CIVIL BIENES	FRECUENCIA RESPONSABILIDAD CIVIL PERSONAS
				NUMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS	NUMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS				
2000	0 - 100,000	187,184	187,001	2,054	13,971,819	141	1,158,243	6,802	8,214	1%	0%
2001	0 - 100,000	128,165	220,782	4,834	28,212,994	786	5,264,862	5,836	6,698	4%	1%
2002	0 - 100,000	135,155	212,584	20,764	124,220,237	3,983	27,495,755	5,982	6,903	15%	3%
2003	0 - 100,000	94,936	207,907	6,452	39,902,985	1,432	12,079,174	6,185	8,435	7%	2%
2004	0 - 100,000	105,460	127,912	17,125	99,496,286	3,588	29,593,598	5,810	8,248	16%	3%
2000	100,001 - 200,000	33,334	44,914	851	5,132,949	114	675,757	6,032	5,928	3%	0%
2001	100,001 - 200,000	29,999	28,527	1,899	10,805,035	423	2,457,693	5,690	5,810	6%	1%
2002	100,001 - 200,000	13,882	27,944	1,965	11,639,799	504	3,054,661	5,924	6,061	14%	4%
2003	100,001 - 200,000	10,534	23,194	3,326	19,472,496	844	7,606,885	5,855	9,013	32%	8%
2004	100,001 - 200,000	8,662	18,313	6,936	47,927,649	1,661	15,644,995	6,910	9,419	80%	19%
2000	200,001 - 300,000	122,179	174,304	6,272	35,881,007	1,546	12,632,941	5,721	8,171	5%	1%
2001	200,001 - 300,000	108,093	161,860	3,464	21,805,550	920	9,653,759	6,295	10,493	3%	1%
2002	200,001 - 300,000	298,362	360,956	13,570	62,911,286	4,387	54,736,594	4,636	12,477	5%	1%
2003	200,001 - 300,000	270,976	332,811	11,900	75,083,640	4,557	57,938,312	6,310	12,714	4%	2%
2004	200,001 - 300,000	340,119	405,510	15,485	101,503,010	5,695	66,856,631	6,555	11,740	5%	2%
2000	300,001 - 400,000	449,028	516,630	29,374	148,397,684	6,569	56,771,792	5,052	8,642	7%	1%
2001	300,001 - 400,000	209,060	259,576	26,021	68,601,340	7,447	47,594,446	2,636	6,391	12%	4%
2002	300,001 - 400,000	50,325	90,911	24,000	33,859,154	1,032	5,462,317	1,411	5,293	48%	2%
2003	300,001 - 400,000	6,358	6,175	313	1,908,285	58	510,363	6,097	8,799	5%	1%
2004	300,001 - 400,000	5,073	5,294	437	2,933,553	100	684,042	6,713	6,840	9%	2%
2000	400,001 - 500,000	818,252	1,066,193	51,944	241,188,471	9,674	60,045,696	4,643	6,207	6%	1%
2001	400,001 - 500,000	900,362	1,008,821	55,173	308,146,404	10,118	87,437,636	5,585	8,642	6%	1%
2002	400,001 - 500,000	1,222,472	1,265,414	60,710	346,345,049	11,013	87,643,444	5,705	7,958	5%	1%
2003	400,001 - 500,000	1,138,519	1,062,280	58,576	349,255,639	11,689	97,743,617	5,962	8,362	5%	1%
2004	400,001 - 500,000	1,112,450	921,405	49,229	290,254,887	10,902	85,689,196	5,896	7,860	4%	1%
2000	500,001 - 600,000	24,541	48,756	2,878	8,823,253	336	1,668,478	3,066	4,966	12%	1%

### Anexo 2. SESA 4 -2000-2004

AÑO	RANGO DE SUMA ASEGURADA	UNIDADES EXPUESTAS	VEHICULOS ASEGURADOS	BIENES		PERSONAS		COSTO MEDIO RESPONSABILIDAD CIVIL BIENES	COSTO MEDIO RESPONSABILIDAD CIVIL PERSONAS	FRECUENCIA RESPONSABILIDAD CIVIL BIENES	FRECUENCIA RESPONSABILIDAD CIVIL PERSONAS
				NUMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS	NUMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS				
2001	500,001 - 600,000	227,178	223,776	11,568	78,291,068	1,414	16,248,965	6,768	11,491	5%	1%
2002	500,001 - 600,000	97,808	147,772	5,948	36,630,555	1,243	8,919,909	6,158	7,176	6%	1%
2003	500,001 - 600,000	124,508	103,406	8,424	49,299,328	913	9,569,029	5,852	10,481	7%	1%
2004	500,001 - 600,000	58,429	61,587	6,158	36,187,866	1,321	9,611,709	5,877	7,276	11%	2%
2000	600,001 - 700,000	33,209	46,123	1,249	6,222,355	97	661,123	4,982	6,816	4%	0%
2001	600,001 - 700,000	57,157	68,590	1,853	10,089,745	127	1,102,883	5,445	8,684	3%	0%
2002	600,001 - 700,000	97,824	115,698	1,823	12,207,232	184	2,156,665	6,696	11,721	2%	0%
2003	600,001 - 700,000	7,387	5,543	357	2,669,125	33	223,724	7,477	6,780	5%	0%
2004	600,001 - 700,000	36,135	34,978	196	1,252,286	44	401,966	6,389	9,136	1%	0%
2000	700,001 - 800,000	63,873	83,170	3,045	11,482,188	433	3,290,995	3,771	7,600	5%	1%
2001	700,001 - 800,000	85,603	207,042	7,463	35,897,510	1,504	11,157,106	4,810	7,418	9%	2%
2002	700,001 - 800,000	566,285	629,194	21,342	124,020,304	4,979	41,500,533	5,811	8,335	4%	1%
2003	700,001 - 800,000	600,544	681,704	34,761	205,235,821	8,085	66,783,330	5,904	8,260	6%	1%
2004	700,001 - 800,000	679,764	820,083	33,327	206,988,453	8,220	64,117,827	6,211	7,800	5%	1%
2000	800,001 - 900,000	292	486	20	125,656	9	216,456	6,283	24,051	7%	3%
2001	800,001 - 900,000	320	663	18	73,918	12	37,592	4,107	3,133	6%	4%
2002	800,001 - 900,000	2,239	3,782	199	819,256	38	178,215	4,117	4,690	9%	2%
2003	800,001 - 900,000	6,424	11,915	868	4,907,569	164	1,468,545	5,654	8,955	14%	3%
2004	800,001 - 900,000	11,621	8,885	705	4,117,765	161	1,254,072	5,841	7,789	6%	1%
2000	900,001 - 1,000,000	118,963	230,433	16,633	93,238,354	545	10,825,913	5,606	19,864	14%	0%
2001	900,001 - 1,000,000	214,976	202,371	3,262	17,133,706	805	5,299,122	5,253	6,583	2%	0%
2002	900,001 - 1,000,000	146,924	214,492	3,798	23,681,348	928	6,460,301	6,235	6,962	3%	1%
2003	900,001 - 1,000,000	220,377	326,167	13,664	82,156,521	2,864	19,746,816	6,013	6,895	6%	1%
2004	900,001 - 1,000,000	236,973	315,248	11,958	69,253,604	3,652	27,780,760	5,791	7,607	5%	2%
2000	MAS DE 1,000,000	26,719	45,339	1,044	10,810,156	129	5,067,684	10,355	39,284	4%	0%
2001	MAS DE 1,000,000	46,991	120,061	1,166	7,808,087	92	442,428	6,696	4,809	2%	0%
2002	MAS DE 1,000,000	66,516	114,047	3,758	24,584,184	50	290,240	6,542	5,805	6%	0%
2003	MAS DE 1,000,000	30,214	63,949	730	4,017,766	159	977,547	5,504	6,148	2%	1%
2004	MAS DE 1,000,000	283,495	378,921	2,912	17,733,243	267	1,826,830	6,090	6,842	1%	0%

### Anexo 3. SESA 1.A<sup>1</sup>

AÑO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VEHÍCULO	COBERTURA	DEDUCIBLE	UNIDADES EXPUESTAS	VEHÍCULOS ASEGURADOS	NÚMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS	COSTO MEDIO	FRECUENCIA
2000	300 M	Individual	Daños Materiales	0	0.896	9	0	0	0	0.00%
2000	AEROSTAR	Individual	Daños Materiales	0	5.838	14	1	7,568	7,568	17.13%
2000	ALTIMA	Individual	Daños Materiales	0	1.008	54	0	0	0	0.00%
2000	ASTRA	Individual	Daños Materiales	0	0.176	7	0	0	0	0.00%
2000	ATLANTIC	Individual	Daños Materiales	0	1.754	5	2	502	251	114.05%
2000	ATOS	Individual	Daños Materiales	0	0.167	2	0	0	0	0.00%
2000	AUDI A3	Individual	Daños Materiales	0	0.024	3	0	0	0	0.00%
2000	AUDI A4	Individual	Daños Materiales	0	15.456	14	21	269,292	12,823	135.87%
2000	AUDI A6	Individual	Daños Materiales	0	0.070	4	0	0	0	0.00%
2000	AZTEK	Individual	Daños Materiales	0	0.060	6	0	0	0	0.00%
2000	BLAZER	Individual	Daños Materiales	0	6.685	65	3	567	189	44.88%
2000	BMW	Individual	Daños Materiales	0	2.597	35	0	0	0	0.00%
2000	BUICK REGAL	Individual	Daños Materiales	0	2.030	5	0	0	0	0.00%
2000	CADILLAC	Individual	Daños Materiales	0	2.775	40	1	0	0	36.03%
2000	CAMARO	Individual	Daños Materiales	0	1.730	11	0	0	0	0.00%
2000	CARIBE, BRASILIA, SAI	Individual	Daños Materiales	0	1.556	7	8	1,332	167	514.11%
2000	CAVALIER	Individual	Daños Materiales	0	25.259	105	2	1,968	984	7.92%
2000	CAVALIER (nueva gener	Individual	Daños Materiales	0	9.695	90	0	0	0	0.00%
2000	CAVALIER Z24	Individual	Daños Materiales	0	3.197	27	0	0	0	0.00%
2000	CENTURY	Individual	Daños Materiales	0	10.002	44	1	0	0	10.00%
2000	CHEVELLE, NOVA, CAI	Individual	Daños Materiales	0	1.003	12	5	2,438	488	498.65%
2000	CHEVROLET VENTURE	Individual	Daños Materiales	0	4.819	37	1	236	236	20.75%
2000	CHEVY	Individual	Daños Materiales	0	29.148	278	7	2,946	421	24.02%
2000	CHRYSLER 600, MAGN	Individual	Daños Materiales	0	0.198	2	0	0	0	0.00%
2000	CHRYSLER NEW YORK	Individual	Daños Materiales	0	2.038	17	2	656	328	98.12%
2000	CIRUS	Individual	Daños Materiales	0	2.186	46	0	0	0	0.00%
2000	CITATION, CELEBRITY	Individual	Daños Materiales	0	2.942	14	3	908	303	101.96%
2000	COMBI	Individual	Daños Materiales	0	6.540	24	11	7,190	654	168.21%
2000	CONCORDE	Individual	Daños Materiales	0	0.888	13	0	0	0	0.00%
2000	CONTOUR	Individual	Daños Materiales	0	3.003	45	2	0	0	66.61%
2000	CORDOBA, LE BARON	Individual	Daños Materiales	0	1.060	10	1	0	0	94.32%
2000	CORSAR, VARIANT	Individual	Daños Materiales	0	1.307	12	4	536	134	306.09%
2000	CORVETTE	Individual	Daños Materiales	0	1.436	3	1	0	0	69.65%
2000	COUGAR	Individual	Daños Materiales	0	7.783	39	1	0	0	12.85%
2000	CUTLASS	Individual	Daños Materiales	0	38.685	174	3	276	92	7.76%
2000	DART K, VOLARE K	Individual	Daños Materiales	0	3.047	18	5	817	163	164.12%
2000	DATSUN	Individual	Daños Materiales	0	0.923	1	7	6,373	910	758.15%
2000	DATSUN, SAMURAI, SA	Individual	Daños Materiales	0	0.844	6	3	13,644	4,548	355.53%
2000	DERBY Y NUEVO DERI	Individual	Daños Materiales	0	6.978	34	6	25,287	4,215	85.99%
2000	DODGE RAM CHARGEI	Individual	Daños Materiales	0	18.682	67	2	180	90	10.71%
2000	DODGE WAGON	Individual	Daños Materiales	0	2.863	20	0	0	0	0.00%
2000	DURANGO	Individual	Daños Materiales	0	0.940	21	0	0	0	0.00%
2000	ESCAPE	Individual	Daños Materiales	0	0.028	2	0	0	0	0.00%
2000	ESCORT Y NUEVO ESC	Individual	Daños Materiales	0	13.428	148	1	0	0	7.45%
2000	ESCORT ZX2	Individual	Daños Materiales	0	0.455	18	0	0	0	0.00%
2000	EUROVAN	Individual	Daños Materiales	0	3.210	5	0	0	0	0.00%
2000	EXCURSION	Individual	Daños Materiales	0	0.096	1	0	0	0	0.00%
2000	EXPEDITION	Individual	Daños Materiales	0	1.003	19	0	0	0	0.00%

<sup>1</sup> La SESA 1 para el periodo 2000-2004 es muy extensa, razón por la cual no se muestra en su totalidad en el anexo, se despliega en el anexo solo una pequeña parte de dicha información para que el lector tenga un marco de referencia de cual es la fuente de información con la que se trabajo.

### Anexo 3. SESA 1.B<sup>2</sup>

AÑO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VEHÍCULO	COBERTURA	DEDUCIBLE	UNIDADES EXPUESTAS	VEHÍCULOS ASEGURADOS	NÚMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS	COSTO MEDIO	FRECUENCIA
2000	FAIRMONT, TOPAZ	Individual	Daños Materiales	0	32.954	132	15	1,781	119	45.52%
2000	FIESTA	Individual	Daños Materiales	0	1.660	13	1	95,768	95,768	60.23%
2000	FOCUS	Individual	Daños Materiales	0	1.186	25	0	0	0	0.00%
2000	FORD CARRY ALL	Individual	Daños Materiales	0	2.337	5	0	0	0	0.00%
2000	FORD CLUB WAGON, E	Individual	Daños Materiales	0	0.801	9	0	0	0	0.00%
2000	FORD EXPLORER (IMP	Individual	Daños Materiales	0	4.964	43	2	222	111	40.29%
2000	FORD GHIA	Individual	Daños Materiales	0	12.534	48	0	0	0	0.00%
2000	GENERAL MOTORS EX	Individual	Daños Materiales	0	0.014	9	0	0	0	0.00%
2000	GEO TRACKER	Individual	Daños Materiales	0	2.392	26	1	287	287	41.81%
2000	GOLF	Individual	Daños Materiales	0	20.636	86	10	59,978	5,998	48.46%
2000	GOLF GEN. 4	Individual	Daños Materiales	0	1.244	22	3	48,596	16,199	241.18%
2000	GRAN AM	Individual	Daños Materiales	0	0.188	15	0	0	0	0.00%
2000	GRAND MARQUIS, CRC	Individual	Daños Materiales	0	12.904	167	8	1,110	139	62.00%
2000	HIKARI	Individual	Daños Materiales	0	2.688	4	2	432	216	74.41%
2000	HONDA ACCORD	Individual	Daños Materiales	0	1.690	86	1	298	298	59.16%
2000	HONDA CIVIC	Individual	Daños Materiales	0	2.271	65	1	0	0	44.03%
2000	ICHI VAN, CARRY ALL	Individual	Daños Materiales	0	5.866	18	0	0	0	0.00%
2000	IMPALA	Individual	Daños Materiales	0	0.117	10	1	280	280	853.97%
2000	INFINITI Q45	Individual	Daños Materiales	0	1.155	17	0	0	0	0.00%
2000	INTREPID	Individual	Daños Materiales	0	3.381	27	0	0	0	0.00%
2000	JAGUAR	Individual	Daños Materiales	0	0.522	5	0	0	0	0.00%
2000	JEEP GRAND CHEROKI	Individual	Daños Materiales	0	3.633	71	0	0	0	0.00%
2000	JEEP WRANGLER	Individual	Daños Materiales	0	0.016	6	0	0	0	0.00%
2000	JETTA	Individual	Daños Materiales	0	8.107	54	4	2,904	726	49.34%
2000	JETTA GEN. 4	Individual	Daños Materiales	0	2.258	103	4	300,762	75,191	177.19%
2000	LAND ROVER	Individual	Daños Materiales	0	0.715	7	0	0	0	0.00%
2000	LINCOLN	Individual	Daños Materiales	0	2.493	29	0	0	0	0.00%
2000	LINCOLN NAVIGATOR	Individual	Daños Materiales	0	0.093	1	0	0	0	0.00%
2000	LUCINO	Individual	Daños Materiales	0	2.411	16	0	0	0	0.00%
2000	LUMINA	Individual	Daños Materiales	0	1.039	6	0	0	0	0.00%
2000	MERCEDES BENZ	Individual	Daños Materiales	0	1.121	33	0	0	0	0.00%
2000	MERCURY SABLE	Individual	Daños Materiales	0	3.669	30	1	289	289	27.26%
2000	MUSTANG	Individual	Daños Materiales	0	3.148	33	2	215	108	63.53%
2000	MYSTIQUE	Individual	Daños Materiales	0	6.049	72	1	215	215	16.53%
2000	NEON	Individual	Daños Materiales	0	14.863	171	1	0	0	6.73%
2000	NEON R/T	Individual	Daños Materiales	0	1.304	3	0	0	0	0.00%
2000	NEW BEETLE	Individual	Daños Materiales	0	0.236	14	0	0	0	0.00%
2000	NEW YORKER LH	Individual	Daños Materiales	0	1.071	11	0	0	0	0.00%
2000	NISSAN 240 SX	Individual	Daños Materiales	0	0.092	1	0	0	0	0.00%
2000	NISSAN 300 ZX	Individual	Daños Materiales	0	0.150	1	0	0	0	0.00%
2000	NISSAN MAXIMA	Individual	Daños Materiales	0	5.685	40	0	0	0	0.00%
2000	NUEVO GOLF	Individual	Daños Materiales	0	20.764	114	7	31,321	4,474	33.71%
2000	NUEVO JETTA	Individual	Daños Materiales	0	12.553	234	18	200,427	11,135	143.39%
2000	NUEVO MALIBU	Individual	Daños Materiales	0	6.746	90	0	0	0	0.00%
2000	OLDSMOBILE EIGHTY	Individual	Daños Materiales	0	0.693	2	1	709	709	144.26%
2000	OLDSMOBILE SILHOU	Individual	Daños Materiales	0	1.060	9	0	0	0	0.00%
2000	OTROS	Individual	Daños Materiales	0	6.075	28	43	1,092,899	25,416	707.80%
2000	PASSAT Y VARIANT	Individual	Daños Materiales	0	1.648	12	1	10,310	10,310	60.67%
2000	PATHFINDER	Individual	Daños Materiales	0	0.121	29	1	195	195	829.88%
2000	PEUGEOT 306	Individual	Daños Materiales	0	1.260	13	0	0	0	0.00%

<sup>2</sup> La SESA 1 para el periodo 2000-2004 es muy extensa, razón por la cual no se muestra en su totalidad en el anexo, se despliega en el anexo solo una pequeña parte de dicha información para que el lector tenga un marco de referencia de cual es la fuente de información con la que se trabajo.

### Anexo 3. SESA 1.C<sup>3</sup>

AÑO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VEHÍCULO	COBERTURA	DEDUCIBLE	UNIDADES EXPUESTAS	VEHÍCULOS ASEGURADOS	NÚMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS	COSTO MEDIO	FRECUENCIA
2000	PEUGEOT 405	Individual	Daños Materiales	0	0.026	2	0	0	0	0.00%
2000	PHANTOM	Individual	Daños Materiales	0	2.258	9	1	920	920	44.30%
2000	POINTER	Individual	Daños Materiales	0	1.696	84	19	188,020	9,896	1120.35%
2000	PONTIAC BONNEVILLE	Individual	Daños Materiales	0	1.545	9	1	375	375	64.72%
2000	PONTIAC FIREBIRD TR	Individual	Daños Materiales	0	2.170	6	0	0	0	0.00%
2000	PONTIAC GRAN PRIX	Individual	Daños Materiales	0	1.888	15	0	0	0	0.00%
2000	PT CRUISIER	Individual	Daños Materiales	0	0.095	3	0	0	0	0.00%
2000	RENAULT	Individual	Daños Materiales	0	0.803	3	1	216	216	124.58%
2000	SEBRING/ RT	Individual	Daños Materiales	0	0.751	0	0	0	0	0.00%
2000	SENTRA	Individual	Daños Materiales	0	10.068	204	2	534	267	19.86%
2000	SHADOW	Individual	Daños Materiales	0	26.164	94	11	1,921	175	42.04%
2000	SHADOW GTS	Individual	Daños Materiales	0	1.063	2	0	0	0	0.00%
2000	SILVERADO	Individual	Daños Materiales	0	2.241	46	3	1,725	575	133.87%
2000	SONORA	Individual	Daños Materiales	0	0.178	5	0	0	0	0.00%
2000	SPIRIT	Individual	Daños Materiales	0	15.123	99	4	1,314	329	26.45%
2000	SPIRIT R/T	Individual	Daños Materiales	0	3.063	14	0	0	0	0.00%
2000	STRATUS RT	Individual	Daños Materiales	0	0.523	7	0	0	0	0.00%
2000	STRATUS Y BREZZE	Individual	Daños Materiales	0	13.456	154	1	735	735	7.43%
2000	SUBURBAN, CARRY AL	Individual	Daños Materiales	0	12.638	149	7	9,683	1,383	55.39%
2000	SUNFIRE	Individual	Daños Materiales	0	1.364	28	0	0	0	0.00%
2000	TAURUS	Individual	Daños Materiales	0	1.055	8	3	378	126	284.44%
2000	THUNDERBIRD	Individual	Daños Materiales	0	1.953	20	0	0	0	0.00%
2000	TSUBAME	Individual	Daños Materiales	0	6.181	28	0	0	0	0.00%
2000	TSURU	Individual	Daños Materiales	0	82.123	504	34	10,328	304	41.40%
2000	V.A.M.	Individual	Daños Materiales	0	1.773	3	0	0	0	0.00%
2000	V.W. SEDAN	Individual	Daños Materiales	0	47.267	222	40	259,138	6,478	84.63%
2000	VOLARE, SUPER BEE	Individual	Daños Materiales	0	0.000	0	1	44,891	44,891	0.00%
2000	VOLVO	Individual	Daños Materiales	0	0.581	7	0	0	0	0.00%
2000	VOYAGER	Individual	Daños Materiales	0	7.151	149	4	623	156	55.94%
2000	WINDSTAR	Individual	Daños Materiales	0	5.688	74	0	0	0	0.00%
2000	X TERRA	Individual	Daños Materiales	0	0.073	8	0	0	0	0.00%
2000	AUDI A4	Individual	Daños Materiales	1	0.475	0	0	0	0	0.00%
2000	300 M	Individual	Daños Materiales	2	7.063	9	3	18,174	6,058	42.48%
2000	AEROSTAR	Individual	Daños Materiales	2	3.082	3	0	0	0	0.00%
2000	ALTIMA	Individual	Daños Materiales	2	3.627	10	1	3,185	3,185	27.57%
2000	ASTRA	Individual	Daños Materiales	2	0.258	1	0	0	0	0.00%
2000	ATLANTIC	Individual	Daños Materiales	2	2.077	7	0	0	0	0.00%
2000	AUDI A3	Individual	Daños Materiales	2	51.822	104	22	660,927	30,042	42.45%
2000	AUDI A4	Individual	Daños Materiales	2	2589.544	2,219	887	15,359,011	17,316	34.25%
2000	AUDI A4 CABRIOLET	Individual	Daños Materiales	2	38.730	72	14	486,947	34,782	36.15%
2000	AUDI A6	Individual	Daños Materiales	2	31.211	54	12	158,870	13,239	38.45%
2000	AUDI A8	Individual	Daños Materiales	2	2.964	3	0	0	0	0.00%
2000	BLAZER	Individual	Daños Materiales	2	29.784	43	9	42,253	4,695	30.22%
2000	BMW	Individual	Daños Materiales	2	301.796	401	96	1,478,453	15,401	31.81%
2000	BUICK REGAL	Individual	Daños Materiales	2	4.371	6	0	0	0	0.00%
2000	CADILLAC	Individual	Daños Materiales	2	15.379	17	4	98,006	24,502	26.01%
2000	CAMARO	Individual	Daños Materiales	2	5.653	8	1	10,045	10,045	17.69%
2000	CARIBE, BRASILIA, SAI	Individual	Daños Materiales	2	3.762	4	2	12,512	6,256	53.17%
2000	CAVALIER	Individual	Daños Materiales	2	46.716	66	13	84,830	6,525	27.83%
2000	CAVALIER (nueva gener	Individual	Daños Materiales	2	53.455	72	23	176,724	7,684	43.03%

<sup>3</sup> La SESA 1 para el periodo 2000-2004 es muy extensa, razón por la cual no se muestra en su totalidad en el anexo, se despliega en el anexo solo una pequeña parte de dicha información para que el lector tenga un marco de referencia de cual es la fuente de información con la que se trabajo.

### Anexo 3. SESA 1.D<sup>4</sup>

AÑO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VEHÍCULO	COBERTURA	DEDUCIBLE	UNIDADES EXPUERTAS	VEHÍCULOS ASEGURADOS	NÚMERO DE SINIESTROS	MONTO NETO DE SINIESTROS	COSTO MEDIO	FRECUENCIA
2000	CAVALIER Z24	Individual	Daños Materiales	2	19,286	30	5	151,669	30,334	25.93%
2000	CENTURY	Individual	Daños Materiales	2	17,161	25	8	46,771	5,846	46.62%
2000	CHEVROLET VENTURE	Individual	Daños Materiales	2	14,731	25	3	10,942	3,647	20.37%
2000	CHEVY	Individual	Daños Materiales	2	162,237	318	68	485,563	7,141	41.91%
2000	CHRYSLER NEW YORK	Individual	Daños Materiales	2	8,201	10	1	19,238	19,238	12.19%
2000	CIRRUS	Individual	Daños Materiales	2	25,697	33	3	11,923	3,974	11.67%
2000	CITATION, CELEBRITY	Individual	Daños Materiales	2	7,818	9	4	55,174	13,794	51.17%
2000	COMBI	Individual	Daños Materiales	2	11,434	12	1	4,902	4,902	8.75%
2000	CONCORDE	Individual	Daños Materiales	2	7,896	11	1	9,898	9,898	12.67%
2000	CONTOUR	Individual	Daños Materiales	2	35,478	55	9	123,909	13,768	25.37%
2000	CORDOBA, LE BARON	Individual	Daños Materiales	2	6,604	11	1	6,226	6,226	15.14%
2000	CORSAR, VARIANT	Individual	Daños Materiales	2	7,877	9	1	6,668	6,668	12.70%
2000	CORVETTE	Individual	Daños Materiales	2	0,649	1	0	0	0	0.00%
2000	COUGAR	Individual	Daños Materiales	2	15,332	28	6	99,124	16,521	39.13%
2000	CUTLASS	Individual	Daños Materiales	2	60,706	82	20	194,734	9,737	32.95%
2000	DART K, VOLARE K	Individual	Daños Materiales	2	10,099	11	5	29,841	5,968	49.51%
2000	DATSUN, SAMURAI, SA	Individual	Daños Materiales	2	0,622	2	2	3,966	1,983	321.60%
2000	DERBY Y NUEVO DERI	Individual	Daños Materiales	2	25,829	38	19	198,234	10,433	73.56%
2000	DODGE RAM CHARGEI	Individual	Daños Materiales	2	13,849	22	6	11,956	1,993	43.33%
2000	DODGE WAGON	Individual	Daños Materiales	2	7,763	12	0	0	0	0.00%
2000	DURANGO	Individual	Daños Materiales	2	5,902	12	1	218,601	218,601	16.94%
2000	ESCORT Y NUEVO ESC	Individual	Daños Materiales	2	47,715	78	14	75,491	5,392	29.34%
2000	ESCORT ZX2	Individual	Daños Materiales	2	16,907	27	9	86,591	9,621	53.23%
2000	EUROVAN	Individual	Daños Materiales	2	50,744	110	15	37,714	2,514	29.56%
2000	EXCURSION	Individual	Daños Materiales	2	0,184	1	0	0	0	0.00%
2000	EXPEDITION	Individual	Daños Materiales	2	25,205	36	4	277,875	69,469	15.87%
2000	FAIRMONT, TOPAZ	Individual	Daños Materiales	2	99,606	137	25	210,828	8,433	25.10%
2000	FERRARI	Individual	Daños Materiales	2	1,825	2	0	0	0	0.00%
2000	FIESTA	Individual	Daños Materiales	2	7,982	21	1	2,900	2,900	12.53%
2000	FOCUS	Individual	Daños Materiales	2	13,205	26	4	24,900	6,225	30.29%
2000	FORD CLUB WAGON, E	Individual	Daños Materiales	2	0,692	3	0	0	0	0.00%
2000	FORD EXPLORER (IMP)	Individual	Daños Materiales	2	26,436	36	7	68,520	9,789	26.48%
2000	FORD GHIA	Individual	Daños Materiales	2	21,700	33	9	86,793	9,644	41.48%
2000	GENERAL MOTORS EX	Individual	Daños Materiales	2	1,367	4	3	9,100	3,033	219.46%
2000	GEO TRACKER	Individual	Daños Materiales	2	5,846	14	1	1,436	1,436	17.11%
2000	GOLF	Individual	Daños Materiales	2	49,835	73	14	79,541	5,682	28.09%
2000	GOLF GEN. 4	Individual	Daños Materiales	2	1,176	2	0	0	0	0.00%
2000	GRAN AM	Individual	Daños Materiales	2	4,181	7	2	9,423	4,712	47.84%
2000	GRAND MARQUIS, CRC	Individual	Daños Materiales	2	53,223	65	13	213,679	16,437	24.43%
2000	HIKARI	Individual	Daños Materiales	2	3,159	4	2	26,535	13,268	63.31%
2000	HONDA ACCORD	Individual	Daños Materiales	2	57,129	104	30	492,864	16,429	52.51%
2000	HONDA CIVIC	Individual	Daños Materiales	2	19,884	56	5	111,040	22,208	25.15%
2000	ICHI VAN, CARRY ALL	Individual	Daños Materiales	2	3,466	6	0	0	0	0.00%
2000	IMPALA	Individual	Daños Materiales	2	1,713	3	1	21,030	21,030	58.37%
2000	INFINITI Q45	Individual	Daños Materiales	2	13,761	15	4	322,354	80,589	29.07%
2000	INTREPID	Individual	Daños Materiales	2	19,463	31	7	45,984	6,569	35.97%
2000	JAGUAR	Individual	Daños Materiales	2	66,397	80	22	1,172,981	53,317	33.13%
2000	JEEP GRAND CHEROKI	Individual	Daños Materiales	2	37,541	52	7	172,519	24,646	18.65%
2000	JEEP WRANGLER	Individual	Daños Materiales	2	3,197	4	0	0	0	0.00%
2000	JETTA	Individual	Daños Materiales	2	52,600	85	21	101,730	4,844	39.92%

<sup>4</sup> La SESA 1 para el periodo 2000-2004 es muy extensa, razón por la cual no se muestra en su totalidad en el anexo, se despliega en el anexo solo una pequeña parte de dicha información para que el lector tenga un marco de referencia de cual es la fuente de información con la que se trabajo.

