

20321
31



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLÁN"**

APLICACIÓN DE MODELOS DE CREDIBILIDAD PARA EL
CÁLCULO DE PRIMAS EN EL SEGURO DE AUTOMÓVILES

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
(SEMINARIO TALLER EXTRACURRICULAR)

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ACTUARIO

PRESENTA:

LUIS RAMOS BURGOA

ASESOR: ACT. HUGO REYES MARTÍNEZ



NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO. JUNIO, 2003.

1



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.

*A mi Señor Jesús:
A ti mi Dios bendito que me diste
vida eterna,
A ti mi Dios glorioso que llenas mi vida
entera,
A ti salvador hermoso que me guías
por tus veredas,
...Eres tú mi mejor regalo
...Eres tú mi mayor tesoro*

*A mi Padre
Luis Ramos Alvarez,
Con todo mi cariño te dedico este trabajo, gracias por ser
mi gran ejemplo de padre amoroso, siempre fuerte,
entregado a sus hijos, un hombre alegre y trabajador, ten
por seguro que esto lo llevaré grabado en mi mente y en
mi corazón toda mi vida, por ello estoy muy orgulloso de
que Dios me haya dado un padre como tú*

*A mi Madre
Josefina Burgoa Loyo
Se que estarías muy orgullosa de mí...*

*A mi hermana Yadira:
Como hermanos hemos compartido tantas
cosas, gracias por tu apoyo en los momentos
importantes, que Dios te guarde y bendiga
siempre...*

2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

*A mis tíos Martha, Oscar y Delia:
Gracias por apoyarme en los
momentos difíciles de mi vida, por
verme crecer.. que Dios los bendiga
siempre*

*A Tere
Por ser parte de mi formación como persona y
por las cosas buenas que me has aportado a
lo largo de la vida*

*A todos mis amigos, amigas y demás
familiares:
Les agradezco que sean una bendición a mi
vida pues su amistad y cariño me ayuda
cada día a madurar más.*

*A Seguros Atlas, S.A.:
Estoy muy orgulloso de pertenecer a "la empresa a la
medida", mi más sincero agradecimiento por la
información proporcionada, espero que este trabajo
cumpla con el cometido de ser una aportación valiosa
para la compañía.*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

*A mis maestros del seminario
Act. Hugo Reyes Martínez
Ing. Ignacio Lizárraga Gaudry
Act. Luz Ma. Lavín Alanís
Lic. Gerardo Roldán Ceballos y
Lic. Juan Torres Lovera*

*Gracias por sus valiosas enseñanzas, por toda su paciencia,
por todas y cada una de sus aportaciones, muy en especial
agradezco a mi asesor Act. Hugo Reyes por darme la
confianza, por creer en mi capacidad y por dedicarme
muchas horas de su tiempo.*

*A mis compañeros del seminario:
Marcelo Ferral*

*Por el entusiasmo que siempre mostraste durante el
seminario, por ser mi amigo y apoyarme con tus valiosas
aportaciones.*

Fernando Manzanares

*Por creer en mí, por ayudarme siempre, por ser un valioso
amigo y un ejemplo del seminario, recibe mi más sincero
agradecimiento*

Martín Hernández

Muchas gracias por tu valiosa ayuda

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A Mayté(Act. Tere Moreno):

*Gracias por motivarme para que el tema de este trabajo se llevara a cabo, no tengo palabras para agradecer tu inagotable ánimo, todos tus consejos, todo tu apoyo incondicional, realmente fuiste como un ángel venido del cielo para mí... eres una mujer de hierro, dotada de gran talento, en verdad una modelo de responsabilidad y amor por el trabajo...
estoy seguro de que llegarás muy lejos*

*Al Act. Lucio Pérez
Por ser el profesor motivador para mi progreso personal y porque anhelé verme titulado.*

Finalmente dedico este trabajo a todos aquellos seres que se han cruzado en mi camino y me han aportado grandes enseñanzas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

Introducción	XV
Capítulo 1 El seguro de automóviles	1
1.1 Antecedentes del seguro de automóviles	2
1.2 Situación actual del seguro de automóviles en México.	5
1.3 Expectativas de crecimiento.	11
1.4 Método actual de tarificación del seguro de automóviles.	15
1.5 Nota técnica actual para el ramo de automóviles.	19
1.5.1 Pólizas individuales.....	19
1.5.2 Pólizas flotillas	28
1.6 Conclusiones	30
Fuentes de consulta	33
Capítulo 2 Modelos de Credibilidad	35
2.1. Introducción a la teoría de la credibilidad.....	37
2.1.1 Fundamentos bayesianos de la teoría de la credibilidad	38
2.2 Teoría de la credibilidad	44
2.3 Notaciones y resultados preliminares	48
2.4 Modelo clásico de Bühlmann.....	49
2.4.1 Variables del factor de credibilidad "z" : Bühlmann	55

Índice

2.5 Modelo Bühlmann-Straub.....	58
2.5.1 Variables del factor de credibilidad "z": Bühlmann-Straub	65
2.6 Modelo Jerárquico de Jewell.....	66
2.6.1 Variables del factor de credibilidad "z": Jewell	77
2.7. Conclusiones	79
Fuentes de consulta.....	83
Capítulo 3 Cálculo de primas con modelos de credibilidad	85
3.1 Acerca de la información de la cartera	87
3.1.1 Descripción de la información de automóviles.	88
3.1.2 Planeación para la aplicación de los modelos de credibilidad.	97
3.1.3 Los modelos de credibilidad y la planeación prospectiva.....	100
3.1.5 Beneficios administrativos de tarificación.....	106
3.1.6 Teoría de la decisión y los modelos de credibilidad	107
3.2 Aplicación de los modelos de credibilidad	113
3.2.1 Aplicación del modelo de Bühlmann.....	113
3.2.2 Aplicación del modelo de Bühlmann-Straub.....	120
3.2.3 Aplicación del modelo de Jewell	128
3.3 Comparación de los resultados.....	136
3.3.1 Aplicación del modelo al seguro de automóviles residentes	136
3.4 Simulación de primas en flotillas de automóviles.....	138
3.5 Aplicación del modelo al seguro de Vida Grupo.....	140
3.5.1 Acerca de la información de la cartera.....	140

Índice

3.5.2 Descripción de la información	141
3.5.3 Aplicación de los modelos de credibilidad	141
3.5.4 Modelo de Bühlmann	141
3.5.5 Modelo de Bühlmann-Straub	143
3.5.6 Modelo de Jewell	146
3.5.7 Comparación de los resultados del Seguro de Vida Grupo.	148
3.6 Tendencia en el cálculo de primas.	149
3.7 Uso de los modelos de credibilidad en teoría de la decisión	150
3.8 Escenarios	152
3.8.1 Determinación de los escenarios y sus variables.....	152
3.8.2 Proyección de los escenarios y sus variables.....	163
3.9 Conclusiones	175
Fuentes de consulta.....	179
Conclusiones Generales	183
Anexos Estadísticos	191
Anexo 1: Bases de probabilidad y estadística.....	191
Anexo 2: Catálogo de vehículos y grupos de riesgo.....	203
Anexo 3: Información de la cartera de Vida Grupo.....	208
Bibliografía General	221
Glosario de términos	227

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

Sabiduría es la facultad de vislumbrar las consecuencias a largo plazo de las acciones presentes, es estar dispuesto a sacrificar los logros a corto plazo por los beneficios mayores en el largo plazo, y la habilidad para controlar lo que es controlable y no desgastarse con lo que no lo es

Russell L. Ackoff

La fortuna juega en favor de una mente preparada

Louis Pasteur

El objetivo central del presente trabajo es la aplicación de modelos de credibilidad a una cartera real de seguro de automóviles para: estimar las primas de riesgo, tal que, las primas obtenidas representen la mejor predicción del monto de los siniestros que ocurrirán en la cartera o portafolio, es decir, primas acordes a los tipos de riesgo que se estén suscribiendo con la finalidad de incrementar la rentabilidad de la cartera cobrando primas suficientes, esto es, tarifas cuyas primas netas permitan hacer frente a pagos de siniestros así como a las obligaciones derivadas de la operación del seguro, tales como las comisiones de agentes, gastos de administración y la utilidad.

La perspectiva actual dentro del sector asegurador de México muestra una notable competencia entre las compañías, por una parte debido a la introducción de aseguradoras extranjeras en el país durante los últimos años,

PAGINACIÓN DISCONTINUA

Introducción

así como por la realización de las fusiones empresariales banca-seguros las cuales han obtenido participación en el mercado de seguros con gran rapidez. Lo anterior en conjunto con el entorno económico desfavorable, obligan al sector asegurador mexicano a ofrecer atractivos planes de seguros para conservar las carteras que administran así como para ganar a nuevos clientes, tarifando inclusive por debajo del nivel técnico de suficiencia, utilizando técnicas tradicionales como por ejemplo en el seguro de automóviles donde únicamente se incluye para el cálculo de la prima la frecuencia y el monto promedio de siniestros multiplicando estas variables para obtener la prima de riesgo. Como consecuencia, el sector asegurador mexicano se encuentra incorporando los estándares de práctica actuarial creados por el comité de desarrollo de estándares actuariales (estándar 1 con fecha 1 de Septiembre de 2002 y estándar 2 con fecha del 1 de enero de 2003 publicados por el Colegio Nacional de Actuarios, A..C. y Asociación Mexicana de Actuarios, A. C.), para el cálculo de las primas de riesgo, dado que dichos estándares establecen los elementos y criterios que deben ser considerados en el proceso del cálculo actuarial de la prima de riesgo, los cuales son de aplicación general y obligatoria para todos los actuarios que ejercen su profesión en México, mismos que requerirán certificarse a partir del año 2004 periódicamente cada dos años con la finalidad de mantener actualizados los conocimientos de cálculo y principios actuariales para la aplicación de los estándares con el objetivo de utilizar técnicas modernas para la obtención de tarifas cuyas primas sean suficientes.

Los modelos de credibilidad que se desarrollan en la presente investigación también tienen por objetivo formar parte de la gama de los procedimientos actuariales, esto es, un conjunto de métodos y técnicas científicamente sustentadas que se aplican al problema de obtener la prima de riesgo suficiente

Introducción

para un portafolio o cartera, por lo que este trabajo es una opción de los posibles procedimientos con los que se determina el valor de la prima suficiente de un seguro, de acuerdo con lo establecido en los estándares de práctica actuarial vigentes a partir del año 2002.

La necesidad del desarrollo del presente trabajo surgió primeramente por la importancia de crear tarifas suficientes en el ramo del seguro de grupo, posteriormente, se juzgó conveniente desarrollar una metodología para aplicar los modelos de credibilidad en el ramo de automóviles principalmente por contar con información confiable, homogénea y suficiente, además por ser el ramo más representativo de la distribución de primas en el sector asegurador con un 27.9% de participación, adicionalmente porque el parque vehicular en México ha crecido exponencialmente en los últimos años, en particular a partir desde el año 1995 posterior a la severa crisis económica de diciembre de 1994 en el país.

Los modelos de credibilidad calculan las primas de riesgo mediante la ponderación por una parte de la prima calculada por la experiencia del portafolio (prima teórica), con un factor de credibilidad " z " y por otro lado, de la experiencia de siniestros observada con un factor " $1-z$ ", por lo que se determinó aplicar estos modelos al segmento de flotillas de automóviles, por ser este, un conjunto de vehículos que pertenecen a un mismo asegurado y que generan experiencia de siniestros propia. Lo anterior no implica que los modelos de credibilidad no puedan utilizarse en pólizas individuales de vehículos, es decir que, la experiencia de siniestros de las pólizas individuales debe agruparse por grupos de riesgo especificados de acuerdo al criterio del actuario.

Introducción

Los antecedentes del seguro de automóviles, la historia de dicha operación, su importancia, sus bases técnicas bajo el esquema tradicional, su actualidad y coberturas, son descritas y estudiadas en el capítulo 1. En el cual se explica más a detalle la razón por la cual se escoge este ramo del seguro para ser analizado.

En el capítulo 2 se presentan los orígenes de la teoría de la credibilidad, posteriormente se revisan los conceptos de teoría de la estimación y estadística bayesiana ya que en éstas descansan las bases establecidas por Bühlmann el creador de los modelos, posteriormente se estudian los modelos original de Bühlmann, Clásico de Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell, los cuales son analizados, se brinda información de cómo obtener el factor de credibilidad "z" y los estimadores que se requieren para obtener el mejor estimador, explicando las ventajas de utilizar estos modelos y sus limitantes., por lo que el capítulo es fundamental para la adecuada comprensión de la aplicación descrita en el siguiente.

Teniendo la adecuada comprensión de las bases del seguro de automóviles y los modelos de credibilidad, finalmente en el capítulo 3, se toma como referencia una cartera real de seguro de automóviles donde se unifican dos bases de datos: cartera en vigor con el historial de cada póliza y base de datos de siniestros de cada póliza en particular. A través de este capítulo se explica la generación de los cálculos con los diversos modelos y se establece un cuadro comparativo con el cálculo de primas contra el esquema de tarificación tradicional, asimismo se utiliza la teoría de la decisión, desarrollándose una metodología para determinar cual es el modelo de credibilidad más adecuado para aplicar, verificándose las ventajas técnicas y administrativas que poseen los modelos. Con el objetivo de mostrar el alcance de los modelos de

Introducción

credibilidad se expone la aplicación de los mismos sobre una cartera real de seguro de vida siguiendo una secuencia similar a la utilizada para calcular las primas del seguro de flotillas de automóviles. Por último, este capítulo concluye con la determinación de los escenarios, los cuales permiten visualizar el futuro y las repercusiones que pudieran reflejarse al utilizar los modelos de credibilidad.

Para comprender plenamente la exposición y la aplicación de los modelos de credibilidad se proporcionan las bases probabilistas y estadísticas que son de mucha utilidad en el anexo, para que el lector interesado profundice en los temas de su interés, el lector encontrará también un fragmento del catálogo de vehículos y grupos de riesgo que opera la AMIS (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros) con el objetivo de clasificar los tipos de unidades vehiculares que operan en México. Se presenta el detalle de la información de una cartera real de vida grupo así como los resultados del modelo de Jewell dentro de este ramo para mostrar la factibilidad de la aplicación de los modelos de credibilidad a varios ramos de seguros, asimismo, durante el desarrollo del presente trabajo se utiliza terminología que le conviene al lector tener claridad en la misma para la comprensión integral de los diversos temas que se abordan, por lo anterior, se ha colocado un glosario de términos al final de la investigación para su consulta.

Es importante mencionar que en México existe poca literatura acerca de técnicas sofisticadas para la determinación de primas y también de la teoría de la credibilidad, pues la mayoría de los textos son extranjeros y con situaciones aplicables a su país de origen, por ello resulta necesario contribuir al acervo de la literatura actuarial en el país y el presente proyecto pretende ser parte de la contribución.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO

1

EL SEGURO DE AUTOMÓVILES

Objetivo: Dar a conocer los antecedentes del seguro de automóviles, la historia de dicha operación, su importancia, sus bases técnicas bajo el esquema tradicional, su problemática actual y sus modernidades.

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad.

Albert Einstein

Las palabras, cera; las obras, acero.

Luis de Góngora y Argote

El seguro de automóviles es un ramo relativamente reciente, pues empezó a operar a inicios del presente siglo, cuando el automóvil comenzaba a difundirse y a ser utilizado cada vez más como medio de transporte.

En el presente capítulo se pretenden dar a conocer los antecedentes del seguro de automóviles en México, situación actual de dicho seguro en el mercado mexicano, posteriormente se exponen los aspectos técnicos del seguro de automóviles, sus conceptos, características, su importancia, sus reglas y bases técnicas para pólizas individuales y flotillas de acuerdo con el método tradicional.



1.1 Antecedentes del seguro de automóviles¹

Este seguro tiene sus antecedentes más remotos en Inglaterra, donde se cubría únicamente el riesgo de choque de dos vehículos dentro del ramo de transportes, como cascos de vehículos terrestres. Posteriormente operó como un ramo independiente y su difusión alrededor del mundo fue muy rápida.

En México, este seguro ha sufrido diversos cambios desde que comenzó a operar como tal, por lo que se especificarán algunas de las modificaciones más importantes.

En 1935 se ofrecían siete coberturas: choques o colisiones, vuelcos accidentales, incendio, auto-ignición y rayo, robo del vehículo, conmoción civil y huelgas, daños a propiedad ajena y atropello de personas. Por cada evento se cobraba un deducible de cincuenta pesos. La tarificación se realizaba con base en el 'valor efectivo' del vehículo en la mayoría de las coberturas (el cual era de entre el 60% y el 80% del valor real) ; para las últimas dos coberturas la suma asegurada la fijaba el asegurado. El costo de este seguro en ese entonces fluctuaba entre \$ 200 y \$250 pesos anuales.

En 1942, aunque se otorgan básicamente las mismas coberturas, aparecen los llamados riesgos adicionales, entre los que se encuentran rotura de cristales, equipo especial, ciclón, huracán, erupción volcánica y derrumbe.

En el periodo 1956-1957 desaparece el riesgo de autoignición y comienza a otorgarse la cobertura de Gastos Médicos, que funciona a manera de reembolso

¹ Fuente: AMIS. *Nota Técnica del Seguro de Automóviles*. México, D.F. 1995.

El seguro de automóviles

de los gastos erogados por el asegurado; además, a partir de ese momento se especifican claramente los derechos y responsabilidades de aseguradoras, asegurados y terceros involucrados.

Entre 1958 y 1968 se clasifican los 228 tipos de automóviles existentes en 22 grupos y aparece como innovación que el límite máximo de responsabilidad de la aseguradora es el valor comercial del vehículo a la fecha del siniestro, concepto que a la fecha sigue operando con ciertas variantes.

Entre los años de 1968 y 1975 se agregan a la cobertura de daños materiales los riesgos de motines populares, disturbios de carácter obrero, daños por personas mal intencionadas y daños ocasionados por las medidas de represión de las autoridades; se anexan las coberturas de responsabilidad civil ocupantes y riesgos profesionales ocupantes. La prima estaba en función de el tipo de vehículo, las coberturas y el deducible que el asegurado escogiera (\$ 500, \$ 1,000 ó \$ 2,000).

En 1975 se modifica la estructura del seguro adicionándole varias coberturas y modificando los deducibles; las coberturas básicas quedan integradas por daños materiales, robo total, responsabilidad civil por daños a terceros en sus bienes, responsabilidad civil por daños a terceros en sus personas y responsabilidad civil catastrófica; las coberturas accesorias por las que se podía optar eran las siguientes: gastos médicos a ocupantes, equipo especial, robo parcial, automóvil sustituido por robo total, accidentes automovilísticos del conductor, reinstalación automática de sumas aseguradas y daños ocasionados por la carga. Los deducibles los escogía el asegurado de acuerdo a su conveniencia, con lo que podía obtener descuentos considerables en las primas.



Este ramo se tarificaba de acuerdo al precio de los vehículos, la frecuencia y severidad de los siniestros, los índices económicos publicados por el Banco de México y los salarios mínimos vigentes.

A partir de 1988 se simplifica el seguro de automóviles quedando cuatro coberturas básicas (daños materiales, robo total, responsabilidad civil - funcionando como límite único y combinado con una sola suma asegurada- y gastos médicos a ocupantes) y una adicional (equipo especial). Actualmente existen dos formas de contratación de este seguro: cobertura limitada, que, incluye robo total, responsabilidad civil y gastos médicos a ocupantes y cobertura amplia, la cual cubre además daños materiales al vehículo.

El seguro de automóviles y, en general, todos los seguros de daños juegan un papel muy importante dentro del universo de los seguros. A diferencia de los de vida, éstos pueden tener más de una reclamación en el periodo de vigencia de la póliza y la cantidad que se indemniza por siniestro es una variable aleatoria. Ahora, dado que suceden cambios relativamente rápidos en la economía, existe la apremiante necesidad de adecuar las tarifas periódicamente a las condiciones existentes; además, la vigencia de estos seguros es de corta duración (un año en el caso de los automóviles), lo que impide generar reservas que ayuden a solventar los gastos no previstos en que se incurra.

La gran cantidad de vehículos que circulan actualmente tiene como consecuencia un aumento en el número de siniestros en los que, además de los daños materiales que se producen, se afecta a terceros ya sea en sus personas o en sus bienes. Las indemnizaciones a que dan lugar este tipo de daños son de cuantía elevada, lo que para el automovilista medio significa un desequilibrio

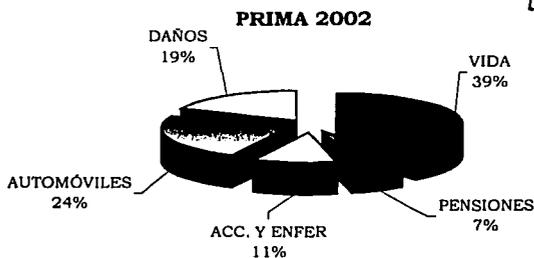
El seguro de automóviles

económico o una fuerte disminución de su patrimonio. Si a esto se le añaden los principios de responsabilidad civil, tendiente a proteger al peatón de un peligro eventual como lo resulta ser el automóvil, es sencillo comprender el extraordinario crecimiento de adquisición de este seguro.

1.2 Situación actual del seguro de automóviles en México.

Para dar una idea de la importancia que ha adquirido este ramo dentro del total de los operados por las compañías de seguros en el mercado asegurador mexicano se presentan las siguientes gráficas²:

Gráficas I.2.A Participación de mercado por ramo en el sector asegurador mexicano.

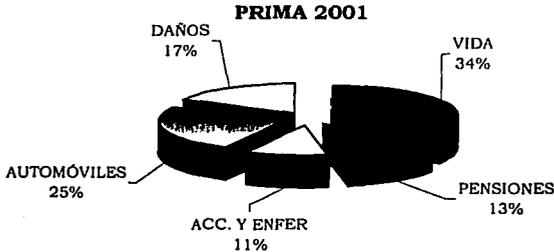


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

² Fuente: Dirección de Estudios Financieros y Fiscales. *Indicadores AMIS El seguro Mexicano 2002*. México D.F. Publicación anual Mayo 2003.



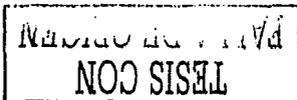
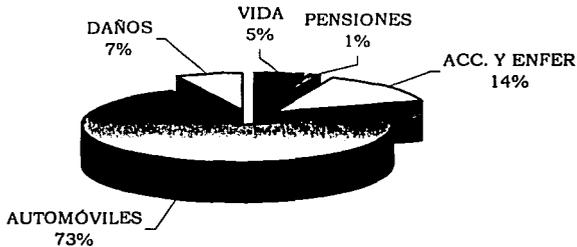
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Se observa en las gráficas de los años 2001-2002, que la participación de prima del ramo de automóviles representa el 24% del total del mercado en 2002 y del 25% en 2001 y constituye el segundo ramo en importancia de monto de primas. Puede apreciarse entonces que la correcta tarificación de los riesgos de automóviles impacta en los resultados del sector asegurador.

Gráfica I.2.B Participación del número de siniestros por ramo en el sector asegurador mexicano.

DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE SINIESTROS DURANTE EL AÑO 2002



El sector atendió 2,965,117 siniestros, de los cuales el 73% corresponde al ramo de automóviles, por lo que la calidad de servicio y atención que brindan las compañías que trabajan el ramo de automóviles es de gran importancia para que los asegurados tengan un buen concepto de los seguros en general, en particular de los seguros de automóviles.

Por otra parte la participación del mercado del seguro de automóviles por compañía agrupa el 50% de todo el mercado en las tres compañías más grandes en cuanto captación de primas al año 2002, como se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 1.2.A Principales Compañías del Sector Asegurador mexicano. Cifras en Miles de pesos.³

Compañías	Importe (Miles de pesos)	% Participación en el mercado
ING Comercial		
América	6,813,926	22.60%
G.N.P.	5,460,316	18.10%
Aba Seguros	2,282,363	7.60%
Qualitas	2,183,820	7.20%
Mapfre Tepeyac	2,157,293	7.20%
Inbursa	2,026,660	6.70%
Zurich	1,863,744	6.20%
Bancomer	1,409,476	4.70%
Interacciones	735,437	2.40%
Banorte Generali	726,888	2.40%
Atlas	616,539	2.00%
Resto del mercado	3,897,575	12.90%
Total	30,174,037	100.00%

³ Fuente: Dirección de Estudios Financieros. *FinancIAMIS Diciembre 2002*, México DF. Trimestral.



Es fundamental verificar que en la actualidad dentro de la ley del contrato de seguro se considera en su artículo 150bis 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 ha establecido con el fin de que las personas que no tengan la capacidad económica de adquirir coberturas amplias, al menos se aseguran de cubrir los daños que ocasionen sus vehículos a 3eras personas, esto es fundamental debido a que únicamente el 30% del parque vehicular cuenta con algún tipo de seguro y los seguros obligatorios se enfocan a que el 100% del parque vehicular se encuentre asegurado. Al día de hoy en los estados de Chihuahua y Jalisco se han aplicado por más de dos años seguros obligatorios para vehículos automotores.

En la legislación del DF se prevé el SUVA (Seguro por el Uso de Vehículos Automotores), sin embargo por disposición de las autoridades en turno su entrada en vigor y la fiscalización se han diferido por varios años.

Es clave notar que por el hecho de que una aseguradora tenga gran captación de prima, no implica que su cartera produzca utilidades, por lo que es de suma

El seguro de automóviles

importancia que la tarificación de los riesgos esté enfocada a obtener suficiencia y de esta forma rentabilidad, ya que la solvencia de manera general, se refiere a la capacidad financiera de una empresa para hacer frente a sus obligaciones en tiempo y forma que puede conceptuarse como la suficiencia de los activos sobre los pasivos asumidos⁴. Por lo que los indicadores de siniestralidad tales como la probabilidad de ocurrencia del siniestro o frecuencia del siniestro y el monto esperado en pesos que costará el siniestro ocurrido, proporcionan el parámetro para determinar si la prima calculada para una cartera de riesgos ha sido suficiente para realizar los pagos de siniestros, gastos administrativos, pagos de comisiones y utilidad, ambos se definen en la sección 1.5 del presente capítulo, junto con el porcentaje de siniestralidad sobre la prima definido y acotado en el capítulo 3, sección 3.8.1.

Con el objetivo de mejorar los indicadores de siniestralidad las compañías del sector asegurador mexicano y las autoridades, han realizado varias acciones para que tanto las frecuencias de siniestros como los montos de los mismos se reduzcan, por ejemplo en 1997 inició sus actividades el Centro de Experimentación y Seguridad Vial México (CESVI MÉXICO)⁵ con dos funciones primordiales: por un lado realizar investigación y experimentación en daños materiales de automóviles provocados por accidentes de tránsito para el análisis y control de los costos siniestrales, por otro lo que se deriva del desarrollo de temas sobre seguridad vial concretados en estudios respecto a la constitución y comportamiento de los vehículos para su seguridad vial conjuntamente con el análisis y certificación de sistemas antirrobo y desarrollo

⁴ Fuente: Rosas, Norma Alicia. *Seminario sobre Solvencia en Instituciones de Seguros ITAM patrocinado por GNP y por la cátedra "Alberto Bailleres" en Seguros y Fianzas internacionales*. México, DF, Bianaual Septiembre del 2000.



del sistema CESVI VIN que tiene por finalidad validar los números de serie de los vehículos automotores (17 caracteres alfa-numéricos) con la finalidad de detectar vehículos remarcados que se encuentren robados y evitar fraudes en los seguros. CESVI ofrece la impartición de cursos de "manejo defensivo" mismo que tiene como objetivo principal reducir el número de siniestros en México a través de la capacitación de vehículos, operadores de motocicletas, equipo pesado y en particular a los operadores de flotillas de diferentes empresas, en técnicas de manejo defensivo así como en la detección de elementos para la prevención de accidentes. Otra institución que realiza labores que tienen por finalidad disminuir los porcentajes de siniestralidad de robo es la OCRA⁶ (Oficina Coordinadora de Riesgos Asegurados) en conjunto con la Policía Judicial Federal, la PGJDF y las procuradurías de los estados, Policía Federal Preventiva, Policía Auxiliar y AMIS (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros), desarrollan un sistema de robo y recuperación de automóviles asegurados con información que se alimenta en línea vía internet por las aseguradoras cuya labor consiste en ingresar los números de serie de sus vehículos asegurados robados para que a través de las autoridades exista una mayor oportunidad en la recuperación de las unidades.

Actualmente las entidades con mayor número de vehículos robados son el Distrito Federal, Estado de México y Baja California Norte. En el Distrito Federal la delegación política con mayor número de unidades robadas es Iztapalapa con el 16.16% del total de vehículos robados dentro de la entidad, seguida de Benito Juárez con el 11.83%, Coyoacán con el 10.89% y Gustavo A.

⁵ Fuente: Centro de Experimentación y Seguridad Vial en México. *CESVI MÉXICO* Toluca Estado de México. <http://www.cesvimexico.com.mx>

⁶ Fuente: Mireles Miranda, Pablo. *Comité Técnico de Siniestros de AMIS*. Director de Investigación y Desarrollo AMIS. México, DF.. Mensual. Febrero 2003.

Madero y Cuauhtemoc con el 10.34% cada una. Las marcas más robadas son el Volkswagen con el 29.41% del total de robados a nivel nacional, seguida de Nissan con el 24.02% del total⁷.

1.3 Expectativas de crecimiento.

En el año de 1984, después de casi 90 años de existencia del sector asegurador, éste representaba únicamente el 0.9% del Producto Interno Bruto(PIB). El gobierno mexicano hizo una evaluación de las limitantes del desarrollo y reconoció como causas de la escasa captación, las restricciones legales, las operaciones poco redituables y la falta de incentivos a la productividad. En ese mismo año se propuso una serie de medidas correctivas y la meta de alcanzar para el año de 1988 una penetración de los seguros en la economía equivalente al 2% del PIB, sin embargo ante la inestabilidad económica y el proteccionismo acontecido en la década de los 80's, en el año 1990 apenas se había alcanzado el 1.08% del PIB, por lo que a principios de este año como resultado de las negociaciones realizadas por el sector financiero, se reformó el marco legal y se inició una nueva etapa de regulación y apertura comercial.

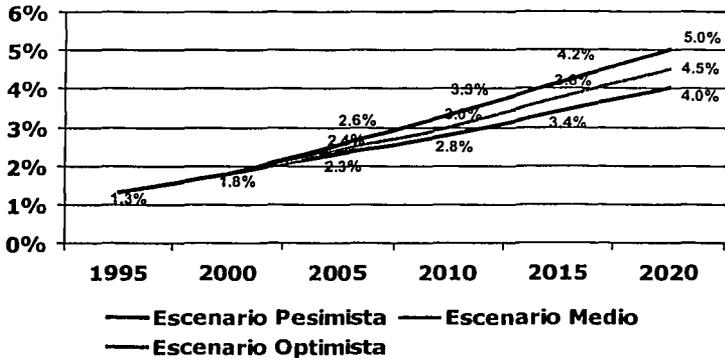
No fue sino hasta el cierre del año 2002, cuando se logró la meta del 2.02% de participación en la economía, después de 14 años transcurridos de la fecha programada para tal fin. Lo expuesto demuestra lo difícil que es el proceso de crecimiento en captación de primas del sector asegurador mexicano. Se espera que el sector de seguros presente crecimientos importantes en cuanto a la proporción que representa del PIB del país en los años venideros.

⁷ Fuente: Jefes de Departamentos de Siniestros de las Compañías de Seguros Asociadas.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Gráfica I.3.A Crecimiento del mercado asegurador. Prima Directa/ PIB.



Miles de dólares de acuerdo a diferentes escenarios según proyecciones de la CNSF

Como se aprecia en la gráfica el valor esperado de la CNSF (Comisión Nacional de Seguros y Fianzas) respecto al porcentaje que representarán las primas en el PIB dentro de los próximos veinte años de acuerdo con el escenario medio será cercano al 4.5%, sin embargo y como se tratará en el capítulo 3, los porcentajes debieran ser del orden del 10% para ser similares a los de los países desarrollados.

Cabe resaltar que para el año 2025 se estima que el 60% de la población mundial vivirá en grandes urbes, por ejemplo en los años 70's solamente existió una ciudad con más de 10,000,000 de habitantes, al día de hoy existen

Estadísticas del Sistema OCRA Virtual AMIS. México DF. 17 de febrero del 2003. Mensual

El seguro de automóviles

20 ciudades con ese mismo número de habitantes⁸. De lo anterior se desprende que la distribución de cúmulos de riesgos en grandes urbes implica que el seguro, en particular de automóviles tendrá mayor relevancia así como la calidad de sus métodos de tarificación.

Existe una diversidad en las armadoras y tipos de vehículos que se ofrecen en México, siendo que al año 2003 se conocen más de 40 marcas con sus respectivos modelos, sorpresivamente hace menos de 10 años existían solo 5 marcas principales de autos (Volkswagen, Chrysler, Nissan, Ford y General Motors), por lo que se puede predecir que el ramo de automóviles seguirá en crecimiento, una razón central es porque en el año 2004 ingresarán a México los vehículos estadounidenses de acuerdo al Tratado de libre comercio, y se estima un incremento del 50% en las carteras de seguros en relación al año 2003, a pesar de que en la actualidad tan solo el 30% de los automovilistas se encuentra asegurado.

A partir del año 2002 se han publicado los **Estándares de Práctica Actuarial** mismos que son producto del trabajo del Comité de Desarrollo de Estándares Actuariales y constituyen una guía en la práctica diaria del actuario. Se mencionan a continuación el avance en los estándares, de los cuales los ya publicados: 1 Primas corto plazo y 2 Reservas Corto Plazo, y los estándares en elaboración o auscultación: 1 Primas Largo Plazo, 2 Reservas Largo Plazo, 3 Estadística y 4 Auditoría.

⁸ Fuente: Horst, Agata. *13ava convención nacional de aseguradores, "Los retos para el desarrollo sustentable"*, México DF 20 de Mayo de 2003. Anual



A partir del año 2004 será obligatoria la **Certificación del Actuario** para la elaboración y firma de notas técnicas de productos de seguros de acuerdo con los siguientes requisitos según la AMA (Asociación Mexicana de Actuarios):

- 1 -Solicitud escrita avalada por tres actuarios certificados (titulados, en el arranque).
- 2-Título y Cédula Profesional. Para el caso de los actuarios con estudios en el extranjero que sean miembros del Colegio Nacional de Actuarios CONAC deberán tener la acreditación de la SOA (Society of Actuaries), CAS (Casualty) o equivalente.
- 3-Membresía vigente de la AMA o AMAC y del CONAC
- 4-Currículo Académico.
- 5-Currículo Profesional.
- 6- Tres años de experiencia comprobable en el área en que se solicita la certificación (en actividades relacionadas con el campo técnico-actuarial).
- 7-Aceptación inicial del Comité Permanente de Certificación.
- 8- Presentación y aprobación del examen de conocimientos / habilidades en la aplicación práctica de los estándares y la metodología relativa a las áreas sujetas a certificación.

La certificación tendrá vigencia de dos años y se refrendará mediante cumplimiento acreditado y controlado de un Programa de Educación Continua (PEC), así como de la práctica profesional, para obtener la certificación, será necesario que los candidatos que cumplan con los requisitos de elegibilidad establecidos, presenten su solicitud durante el tercer bimestre del año 2003,

El seguro de automóviles

asistan a los cursos que se impartirán a partir del cuarto bimestre y presenten exitosamente los exámenes correspondientes al finalizar los cursos⁹.

Parte de las expectativas de crecimiento es el hecho de comenzar a aplicar tanto los Estándares de Práctica Actuarial como la exigencia de la certificación del actuario, junto con los programas de educación continua permitiendo hacer frente a los retos futuros de aplicar métodos para obtener primas de los seguros basados en principios actuariales que con mayor probabilidad obtengan suficiencia de primas y por ende carteras rentables, como se verá en el capítulo 3, sección 3.8.

1.4 Método actual de tarificación del seguro de automóviles.

El funcionamiento de todo seguro se sustenta en un sistema de tarificación, el cual, se define como el conjunto de principios técnicos en que se basa la elaboración de una tarifa.

Una tarifa adecuada debe tomar en consideración una serie de objetivos de la empresa aseguradora, entre los que es frecuente incluir la obtención de un cierto nivel de beneficios, un determinado porcentaje de crecimiento, la supervivencia y otros; además, la empresa debe ser solvente y aspirar a serlo a largo plazo. Evidentemente todos estos factores están condicionados y determinan las tarifas. Por otra parte, la empresa aseguradora opera en un cierto entorno propio, caracterizado por un marco legal y económico, que actúan como restricciones en el momento de planificar la actividad empresarial,

⁹ Asociación Mexicana de Actuarios, *Resumen de legislación, estándares y Certificación*. Seminario de Solvencia y Reservas. México D.F. Marzo 2003. Anual



por lo que la tarifa depende de la actuación y objetivos de la empresa y el medio donde opera.

Actualmente, la tarifa del seguro de automóviles es la única de todos los ramos de daños que trabaja con información estadística cien por ciento nacional. Se tienen noticias de la existencia de estadísticas elaboradas para el mercado mexicano donde la complejidad de los procesos de tarificación es enorme en sus distintos aspectos (matemáticos, estadísticos, administrativos, etcétera). La ciencia actuarial está en condiciones de ofrecer soluciones técnicas al problema de la tarificación, justificables teóricamente y con alto grado de operatividad. Dentro de este contexto, 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.

El análisis de las tarifas vigentes en los diferentes países permite afirmar que existe un conjunto de factores de riesgo que se consideran en la mayoría de ellas, por lo que se les puede calificar como básicos. En México se considera la marca (ej. Volkswagen), submarca-tipo (ej. Jetta, VR6 turbo) y modelo (ej. año 2003), en consecuencia, el problema de elaborar tarifas para el seguro de automóviles exige, en primer término, la valoración de la influencia en la siniestralidad de los referidos factores sobre la base de la información disponible. Otros factores a tomarse en cuenta son las características del

El seguro de automóviles

vehículo (potencia, plazas, valor del mismo, etcétera), el uso que se le da al vehículo (público, privado) y características del conductor habitual como lo son la edad y sexo, la antigüedad de la licencia de manejo, entre otras.

Evidentemente, la presencia de estos factores de riesgo a diferentes niveles justifican, en cierta medida, la ocurrencia del siniestro y la cuantía económica de sus consecuencias.

El problema básico de la tarificación a priori es establecer clases de riesgo, de modo que dentro de ciertos límites puedan considerarse homogéneos, desde el punto de vista de la exposición al riesgo.

Un ejemplo típico del sistema de tarificación a priori es el caso de México, donde los factores de riesgo que se toman como base de tarificación son las características del vehículo.

Tarificación a Posteriori o según Experiencia Conocida.

En este sistema de tarificación se parte de una tarifa inicial para cada unidad de riesgo que se modifica en los periodos sucesivos de acuerdo con la experiencia. La justificación de estos sistemas se encuentra en el hecho de que dentro de cada clase de riesgo existe una cierta heterogeneidad, debido a la influencia de ciertos factores de riesgo no considerados, o bien a los límites que definen los distintos niveles en los diversos factores de riesgo que sí se consideraron, los cuales se pondrán de manifiesto en la siniestralidad con el transcurso del tiempo. Al considerar esta experiencia se podrá obtener un



mayor grado de equidad en las primas de los ejercicios posteriores, al compararla con la inicialmente cobrada.

Un medio para conseguir el grado de equidad ya mencionado es mediante el establecimiento de un sistema de bonificaciones y penalizaciones de acuerdo a los resultados obtenidos. No obstante, el establecimiento de un sistema de esta naturaleza, llamado *bonus-malus* o de bonos malos, tiene algunos inconvenientes. Algunos actuarios han rechazado categóricamente la idea de tarificar a *posteriori*, ya que consideran que contradice algunos de los principios fundamentales del seguro.

Las compañías aseguradoras requieren calcular primas de flotillas de vehículos de acuerdo a la experiencia propia de dichas flotillas, en la actualidad para determinar el costo de este tipo de seguros, se considera la tarifa inicial de la unidad cuyo método de tarificación se describe en la sección 1.5, donde se expone al lector la nota técnica para obtener la prima inicial por marca, submarca-tipo y modelo. A continuación se determina un descuento aplicable a la flotilla en función de la experiencia de siniestralidad de esta flotilla en el pasado. Una limitante del método que se aplica actualmente es que no reconoce varios años de siniestros de la flotilla sino que únicamente reconoce el período inmediato anterior.

En virtud de lo expuesto en el párrafo anterior, se propondrá en el presente trabajo una alternativa para obtener la prima de flotillas de vehículos automotores, mediante la aplicación de **modelos de credibilidad**, mismos que se contemplarán en los capítulos segundo y tercero del presente trabajo

El seguro de automóviles

respectivamente y que permiten reconocer varios periodos anteriores de siniestros en las flotillas para obtener la prima del seguro.

De acuerdo con la composición de las carteras del sector asegurador, las flotillas de vehículos representan un importante segmento de sus portafolios con más del 50% de los vehículos que se encuentra asegurados por las compañías de seguros, debido a que las empresas propietarias de estas flotillas mediante su administración de riesgos buscan el seguro, mientras que los vehículos de uso particular en México no se aseguran en su mayoría, sólo el 30% del parque vehicular cuenta con algún tipo de cobertura, por lo que el tarifificar correctamente este tipo de riesgos permite garantizar que la cartera global se mantendrá dentro de los límites de suficiencia de prima aceptable y con menor probabilidad se presentarán problemas de siniestralidad. .

1.5 Nota técnica actual para el ramo de automóviles.

En esta sección se expondrá la nota técnica del seguro de automóviles en pólizas individuales y en pólizas flotilla que es comúnmente utilizada en las compañías del sector asegurador mexicano.

1.5.1 Pólizas individuales

Actualmente, el seguro de automóviles en México está basado en un *sistema de tarificación a priori*. El concepto de vehículo comprende la unidad automotriz descrita en la carátula de las pólizas que las compañías aseguradoras nacionales expiden, incluyendo las partes y accesorios que el fabricante aporta originalmente para cada modelo y tipo específico que presenta al mercado.



Cualquier otra parte, accesorio, rótulo o conversión instalado adicionalmente y a petición expresa del comprador o propietario se considerará equipo especial y requerirá de cobertura específica .

También se le considerará como equipo especial a aquellos accesorios, equipos u objetos que la agencia distribuidora de la fábrica le adiciona al automóvil para su venta, como son rines deportivos, franjas decorativas, spoilers, asientos especiales, equipos de sonido, etcétera. Esto ha ocasionado graves problemas en el mercado por la falta de una delimitación clara entre el equipo original de fábrica y el equipo accesorio.

Los riesgos que se pueden amparar por pólizas nacionales se definen en la especificación de coberturas que a continuación se describen.

Especificación de coberturas

1. Daños materiales

Los daños o pérdidas materiales que sufra el vehículo a consecuencia de los siguientes riesgos:

- a) Colisiones y vuelcos.
- b) Rotura de cristales (en general, cristales con que el fabricante equipa el vehículo).
- c) Incendio, rayo o explosión.
- d) 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 inundación.
- e) Actos de personas que tomen parte en paros, huelgas, disturbios de carácter obrero, mítines o alborotos populares, o de personas mal

El seguro de automóviles

intencionadas, durante la realización de tales actos, o bien ocasionados por medidas de presión tomadas por las autoridades en dichos actos.

2. Robo total

Ampara el robo total del vehículo, así como las pérdidas o daños materiales que sufra el vehículo a consecuencia de su robo total.

En adición, cuando no se trate de la cobertura de daños materiales, quedarán amparados los daños ocasionados que se han mencionado para esta cobertura.

3. Responsabilidad civil por daños a terceros

Esta cobertura ampara la responsabilidad civil en que incurra el asegurado o cualquier persona que con su consentimiento, expreso o tácito, use el vehículo y que a consecuencia de un accidente cause daños materiales a terceros en sus bienes y/o cause lesiones corporales o la muerte a terceros, incluyendo la indemnización por daño moral que en su caso determine la autoridad competente.

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

La cobertura se extiende a cubrir, dentro de los límites máximos de responsabilidad civil establecida en la carátula de la póliza, los gastos y costos a que fuere condenado el asegurado o cualquier persona que con su consentimiento expreso o tácito use el vehículo, en caso de juicio seguido en su contra con motivo de su responsabilidad civil.



El límite máximo de responsabilidad de la compañía en esta cobertura, se establece en la carátula de la póliza y opera como límite único y combinado para los riesgos amparados en esta cobertura.

4. Gastos Médicos a ocupantes

Se ampara el pago de gastos médicos por concepto de hospitalización, atención médica, enfermeros, servicio de ambulancia, todos ellos cuando sean indispensables, y gastos de entierro, originados por lesiones corporales que sufra el asegurado o cualquier persona ocupante del vehículo en accidentes ocurridos mientras se encuentren dentro del compartimiento, caseta o cabina destinados al transporte de personas.

Los gastos de entierro se consideran hasta un máximo del 50 % del límite por persona, mismos que serán reembolsados mediante la presentación de los comprobantes respectivos.

El límite máximo de responsabilidad de la compañía por evento, en esta cobertura, se establece en la carátula de la póliza.

Prima de Riesgo para Daños materiales y Robo total

Obtenida la frecuencia y el siniestro medio, se calcula la prima de riesgo Π de la siguiente manera:

$$\Pi = f * S \quad (1.5.1)$$

donde

Π = Prima de riesgo

f = Frecuencia de siniestro

\bar{S} = Siniestro medio

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, $j = 2002, 2001, \dots, 1987$

En el cálculo de la frecuencia y siniestro medio se utilizan tres tipos de variables:

n_i = Unidades expuestas

m_i = Número de siniestros

M_i = Monto de siniestros

$$f = \frac{m_i}{n_i} \quad (1.5.2)$$

$$\bar{S}_i = \frac{M_i}{m_i} \quad (1.5.3)$$

En el tercer capítulo del presente trabajo se expone la aplicación del método tradicional conjuntamente con los modelos de credibilidad.

Prima de Tarifa o Prima Neta.

Para obtener la Prima de Tarifa o Prima Neta se utilizan los siguientes factores de gastos y utilidad los que integran un factor de recargos:

1. El factor de gastos de administración $\gamma\%$ tiene valor base del 15%.



2. El factor de gastos de adquisición $\beta\%$ tiene valor base del 10% para automóviles residentes.
3. El factor de utilidad $\alpha\%$ tiene valor base del 5%.

Se define

$$\eta\% = 1 - \gamma\% - \beta\% - \alpha\% \quad (1.5.4)$$

factor de recargo, el cual se utiliza para obtener la prima de tarifa de la siguiente forma:

$$P = \frac{\Pi}{\eta\%} \quad (1.5.5)$$

El factor de recargo $\eta\%$ puede variar en función de que los factores de gastos de administración o de adquisición pueden ser modificados en función de lo siguiente:

El factor de gasto de administración $\gamma\%$ con valor base del 15% puede ser disminuido de acuerdo al nivel de participación del agente emisor en los procesos administrativos y de emisión de la póliza, para los casos en los que el agente realiza la emisión de las pólizas en sus instalaciones con recursos propios del agente, entonces una parte de los gastos administrativos son realizados por el agente emisor y no por la empresa, por lo que el porcentaje de gastos se modifica para reconocer esta situación.

Las comisiones del agente o gastos de adquisición $\beta\%$ con valor base de 10% pueden variar entre 0-35% y se aplica de acuerdo al siguiente esquema.

Determinación de Valores V1 y V2.

El seguro de automóviles

Para calcular los valores V^1 (valor de nuevo) y V^2 (valor de usado) se tomaron los 139 grupos de riesgo y de acuerdo a los valores de la tabla de AMIS a mayo de 2003 se aplican las siguientes ecuaciones utilizando las unidades expuestas para cada tipo y modelo de vehículo de la cartera en estudio:

$$V_1^1 = \frac{\sum_{j=2002}^{1987} \sum_{k=1}^{k_j} n_{jk} * V_1^1}{n_i} \quad (1.5.6)$$

$$V_1^2 = \frac{\sum_{j=2002}^{1987} \sum_{k=1}^{k_j} n_{jk} * V_{jk}^2}{n_i} \quad (1.5.7)$$

$$n_i = \sum_{k=1}^{k_i} \sum_{j=2002}^{1987} n_{jk} \quad (1.5.8)$$

en donde n_{jk} representa las unidades expuestas por marca, tipo y modelo.

Con la información obtenida en 1.5.2 al 1.5.8 se obtienen las **cuotas de riesgo** $T1_i$ y $T2_i$ de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$T1_i = \frac{FPPD(i) * n_i}{V1_i} \quad (1.5.9)$$

$$T2_i = \frac{FPPD(i) * n_i}{V2_i} \quad (1.5.10)$$

En donde:

$V1_i$ = Valor de nuevo

$V2_i$ = Valor de usado

$FPPD(i)$ = % de perdida parcial para la i-ésimo grupo (DM)



$FPTD(i)$ = % de pérdida total para la i -ésimo grupo (DM)

$T1_i$ = Cuota aplicable sobre $V1_i$, para la estadística se denota como $DM1$

$T2_i$ = Cuota aplicable sobre $V2_i$, para la estadística se denota como $DM2$

Π_i = Prima de Riesgo

Conforme a la aplicación de las fórmulas (1.5.6) a la (1.5.8), se calculan los valores $V1_i, V2_i$ y cuotas de riesgo por grupo y cobertura $T1_i$ y $T2_i$ para daños materiales y robo total.

Primas de riesgo para Responsabilidad Civil y Gastos Médicos Ocupantes

Obtenida la frecuencia, el siniestro medio, se calcula la prima de riesgo Π de igual forma que para las coberturas de daños materiales y robo total:

$$\Pi = f * \bar{S} \quad (1.5.11)$$

donde

Π = Prima de riesgo

f = Frecuencia de siniestro

\bar{S} = Siniestro medio

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, $j = 2002, 2001, \dots, 1987$

En el cálculo de la frecuencia y siniestro medio se utilizan tres tipos de variables:

n_i = Unidades expuestas

m_i = Número de siniestros

M_i = Monto de siniestros

$$f = \frac{m_i}{n_i} \quad (1.5.12)$$

$$\bar{f}_i = \frac{M_i}{m_i} \quad (1.5.13)$$

En el tercer capítulo del presente trabajo se expone la aplicación del método tradicional conjuntamente con los modelos de credibilidad.

Cálculo de Excesos

Se considera el comportamiento de la curva de Responsabilidad Civil y Gastos Médicos Ocupantes, como una función exponencial:

$$f(x) = ae^{-hx} \quad (1.5.14)$$

entonces se deriva lo siguiente

$$P(L) = \frac{\text{Ln}(L)}{\text{Ln}(P_i)} * P \quad (1.5.15)$$

en donde:

$P(L)$ = Prima del límite "n"

Ln = Logaritmo natural

(L) = Límite "n"



(P_i) = Límite pivote

P = Prima para el límite pivote.

1.5.2 Pólizas flotillas

En esta sección se desarrolla un esquema que reconoce la buena experiencia que tienen las flotillas otorgando un descuento sobre la tarifa base desarrollada en la *Sección 1.5.1* de acuerdo con lo siguiente:

1. Se reconoce la buena experiencia en siniestralidad de la flotilla.
2. Se calcula el descuento máximo que se otorga a la flotilla y que se aplica sobre la tarifa de automóviles vigente al momento del inicio de vigencia de la misma.
3. Este descuento se aplica de forma individual a cada unidad de la flotilla y se otorgará el mismo descuento a toda unidad que ingrese a la misma posteriormente al inicio de su vigencia.

Esquema que reconoce la experiencia de siniestralidad de la vigencia anterior del seguro: descuento máximo aplicable.

Para calcular el descuento máximo que se podrá otorgar, se calcula el monto esperado en siniestros de la póliza para la siguiente vigencia considerando los siguientes supuestos:

1. Permaneciendo todo lo demás constante, el monto y el número esperado de siniestros en la póliza se considera proporcional al número de vehículos que la integran.

El seguro de automóviles

2. La frecuencia de siniestros por número de unidades en la póliza no varía considerablemente (en flotillas relativamente grandes).
3. El monto total por siniestros aumenta de una vigencia a otra debido fundamentalmente a la inflación del ramo y no a variaciones en la frecuencia de siniestros.

Con base en lo anterior, el descuento máximo a otorgar a una póliza flotilla se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1 - \frac{S(1+a) \cdot (1+s)}{P'} \frac{N_1}{N_0} \quad (1.5.16)$$

donde:

- D* Descuento máximo que se podrá otorgar a cada unidad de la flotilla.
- S* Monto de los siniestros durante la vigencia anterior.
- a* Gastos de ajuste, para el cierre de diciembre del 2002 los gastos de ajuste son de 3.63%, estos gastos varían de acuerdo con el periodo que se considere para su análisis.
- s* Incremento en siniestralidad.
- P'* Prima de riesgo de toda la flotilla según la tarifa vigente al momento de la renovación.
- N₁* Número de unidades al momento de la renovación.
- N₀* Número de unidades aseguradas en la vigencia anterior.

De tal manera que la prima que se cobraría por cada unidad de la flotilla sería igual a la siguiente cantidad:



$$P_i = \frac{P^* \cdot (1-D)}{(\eta\%)} \quad (1.5.17)$$

donde:

$1 < i < N_1$ contador del número de unidades que conforman la flotilla

$\eta\%$ es el factor de gastos definido en la fórmula (1.5.4)

En cuanto al incremento en siniestralidad s , éste se calculará con base en los índices de precios publicados por Banxico (Índice General como Índices para partes y refacciones para automóviles y gastos médicos).

1.6 Conclusiones

Conforme a lo expuesto en la sección 1.1, las coberturas del seguro de automóviles han evolucionado con el paso del tiempo en función de las necesidades de cobertura de riesgos que los asegurados demandan, por ejemplo en la década de los 30's, se comenzó con tres coberturas: daños materiales, robo y responsabilidad civil por daños a terceros hasta complementar dichas coberturas en la actualidad como la de gastos médicos a ocupantes, asistencia legal y en viajes, entre otras. Hoy en día el segmento de los automóviles de lujo ha tenido un incremento importante en ventas por ejemplo BMW, Mercedes Benz, Volvo, Jaguar, Alfa Romeo, Land Rover, Audi, Mini etc..., por lo que requieren coberturas especiales no aplicables a la mayoría de los vehículos, mencionándose por ejemplo: coberturas de robo parcial de exteriores e interiores, devolución de prima y deducible, auto sustituto por daños materiales, robo del vehículo, etc..., por lo que se concluye que el seguro de autos es dinámico en función de las necesidades del mercado.

El seguro de automóviles

El significativo desarrollo que el seguro de automóviles ha tenido y tendrá en los próximos años en México constituye para el sector asegurador un reto en el sentido de que el cálculo de las primas de este ramo mediante métodos actuariales generalmente aceptados y sustentados científicamente deben ser suficientes para generar carteras rentables. El seguro de automóviles seguirá en crecimiento, tanto en diversidad de marcas, como en número de unidades aseguradas, sobre todo por la razón central de que a partir del año 2004 ingresarán a México los vehículos estadounidenses eliminando aranceles de acuerdo con lo establecido en el Tratado de Libre Comercio, estimándose un incremento del 50% en las carteras de seguros con relación al año 2003, a pesar de que en la actualidad tan solo el 30% de los automovilistas se encuentran asegurados, lo anterior se ha explicado en la sección 1.3 del presente capítulo.

La participación de prima del ramo de automóviles reflejada en la sección 1.2, representa una cuarta parte del total de primas del sector asegurador, esto lleva a la conclusión de que la correcta tarificación de los riesgos de automóviles impacta en los resultados globales del sector. Como se ha presentado en la sección 1.4, la forma tradicional del cálculo de las primas en el seguro de automóviles en México, tiene su fundamento en obtener la prima de riesgo multiplicando la frecuencia de siniestros y monto promedio de siniestros por cada marca-submarca-tipo y modelo, es decir que se encuentra basado en un método de tarificación a priori por las características del vehículo que será asegurado, sin embargo, para realizar el cálculo de las primas de las flotillas de automóviles, el método no reconoce la información de siniestros



disponible en varios años y se limita a reconocer sólo un año de experiencia conforme a lo expuesto en la sección 1.5.

Las flotillas representan más del 50% de los vehículos asegurados del ramo de automóviles, es decir un importante segmento de los portafolios de las empresas, aunado al hecho de que las empresas propietarias de estas flotillas mediante su administración de riesgos buscan contratar el seguro para sus unidades. Se concluye entonces que un segmento estratégico para el negocio de seguros de automóviles se constituye por las flotillas de los mismos, por lo que los modelos de credibilidad que serán expuestos en los capítulos 2 y 3 permiten reconocer varios años de experiencia de siniestros de las flotillas para determinar su prima de manera tal que ponderan la experiencia propia de la flotilla con la experiencia global de la compañía de seguros para un riesgo en particular.

Lo anterior quiere decir que resulta necesario encontrar otros métodos para el cálculo de la prima de tarifa y los modelos de credibilidad constituyen una opción viable para la tarificación de las pólizas flotilla y ahora como nunca antes estos modelos representan una de las alternativas que los estándares de práctica actuarial prevén como una opción para realizar el cálculo de primas basados en procedimientos actuariales.

El seguro de automóviles

Fuentes de consulta

Libros

Lemaire, Jean. *Automobile Insurance, Actuarial Models*. 1ª Edición. Boston Mass, Kluwer Nijhoff Publishing, 1985.

Magee, John H. *Seguros Generales*. 2ª. Edición. Unión tipográfica editorial hispanoamericana. 1990.

Publicaciones y revistas.

AMIS. *Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros*. México DF Enero 2002.

AMIS. *Ley del Contrato de Seguros*. México DF Enero 2002.

AMIS. *Nota Técnica del Seguro de Automóviles*. México, DF. 1995.

Centro de Experimentación y Seguridad Vial en México. *Manual Corporativo y de cursos hacia las compañías aseguradoras*. CESVI MÉXICO .Toluca Estado de México. <http://www.cesvimexico.com.mx>

Dirección de Estudios Financieros y Fiscales AMIS. *Indicadores AMIS El seguro Mexicano 2002*. México DF. Publicación anual Mayo 2003.

Dirección de Estudios Financieros y Fiscales AMIS. *Indicadores AMIS El seguro Mexicano 2001*. México DF. Publicación anual Mayo 2002.



Dirección de Estudios Financieros y Fiscales AMIS. *Indicadores AMIS El seguro Mexicano 2000*. México DF. Publicación anual Mayo 2001.

Dirección de Estudios Financieros. FinanciAMIS Diciembre 2002. México DF. Trimestral.

Otras fuentes de consulta.

Asociación Mexicana de Actuarios, *Resumen de legislación, estándares y certificación. Seminario de Solvencia y Reservas*. México DF. Marzo 2003. Anual. <http://www.ama.org.mx>

Horst, Agata. *_13ava Convención nacional de aseguradores, "Los retos para el desarrollo sustentable"*, México DF. 20 de Mayo de 2003. Anual.

Jefes de Departamentos de Siniestros de las Compañías de Seguros Asociadas. *Estadísticas del Sistema OCRA Virtual AMIS*. México DF. 17 de febrero del 2003. Mensual. <http://ocra.com.mx>

Mireles Miranda, Pablo. *Comité Técnico de Siniestros de AMIS*. Director de Investigación y Desarrollo AMIS. México, DF.. Mensual. Febrero 2003.

Rosas, Norma Alicia. *Seminario sobre Solvencia en Instituciones de Seguros ITAM patrocinado por GNP y por la cátedra "Alberto Bailleres" en Seguros y Fianzas internacionales*. México, DF. Bianual Septiembre del 2000

CAPÍTULO 2

MODELOS DE CREDIBILIDAD

Objetivo: Presentar los orígenes de la teoría de la credibilidad y su importancia, así como revisar las bases de la teoría de la estimación y estadística bayesiana para el estudio de los diversos modelos de credibilidad europea hasta llegar al modelo de Jewell.

El progreso y el perfeccionamiento de las matemáticas están íntimamente ligados a la prosperidad del Estado

Napoleón I

La matemática: el incommovible fundamento de todas las ciencias y la generosa fuente de beneficios para los asuntos humanos.

Isaac Barrow

En este capítulo se desarrollan los modelos de credibilidad: modelo clásico de Bühlmann, Bühlmann_Straub y el modelo jerárquico de Jewell. Estos modelos se utilizan para tarificar flotillas mediante la ponderación de la prima "teórica" de la compañía con la experiencia de siniestralidad de un asegurado en específico. Con base al desarrollo teórico de los modelos planteados en este



capítulo serán aplicados a una cartera de flotillas que pertenece a una compañía del sector asegurador mexicano.

Los modelos de credibilidad tienen por objetivo incorporar en el cálculo de la prima el conocimiento del especialista en el riesgo que se está tarifando con la experiencia de los siniestros observables que presenta dicho riesgo. De acuerdo con las características particulares de cada cartera es poco factible aplicar tarifas iguales para riesgos distintos (tarifas cuadradas), para obtener la prima de los riesgos como se ha utilizado con el método tradicional presentado en el capítulo 1. El presente capítulo incorpora modelos que representan una opción viable para tarifcar flotillas al incorporar información adicional a los modelos de cálculo de primas tradicionales, como la experiencia en siniestros de varias vigencias anteriores del riesgo en estudio, mediante los modelos de credibilidad.

Se comienzan explicando los fundamentos de la teoría de la credibilidad desde sus orígenes, entendiendo las bases en las cuales descansa, para posteriormente considerar la credibilidad europea; de esta se analizan los modelos clásico de Bühlmann, posteriormente se analiza el modelo mejorado de Bühlmann-Straub, llegando al modelo de Jewell.

2.1. Introducción a la teoría de la credibilidad

“La palabra **credibilidad** tiene su origen en la actuaria como una medida de la creencia que el Actuario atribuye a una posible experiencia con la finalidad de tarificar”¹⁰, en este caso con “tarificar” se refiere a la determinación de las primas.

La teoría de la credibilidad fue diseñada para hacer frente a los problemas de *heterogeneidad* que existen en las carteras, esto es, se trata de cobrar lo justo para cada cliente de acuerdo al riesgo que éste represente. Es lógico pensar que al determinar primas, lo mejor que puede hacerse es buscar un valor que se encuentre entre lo que dice *la experiencia particular* del asegurado y *la experiencia de la cartera o portafolio*, o sea el comportamiento del portafolio de riesgos, por ejemplo, a una flotilla de vehículos que no tiene historial de siniestros no podría asignársele una prima cero, no obstante a una flotilla que tuvo muchos reclamos sería también injusto penalizarla con una prima más alta tomando como referencia su experiencia particular.

Es conveniente, por tanto, determinar cómo se debe equilibrar la información que se tiene de un asegurado y la información que posee de todo un grupo de asegurados, esta es la idea central de la teoría de la credibilidad. Esta teoría tuvo sus orígenes primero con Whitney(1918), posteriormente por Bailey(1950), Bühlmann(1967), Goovaerts and Hoogstad(1987), Klugman (1992), entre otros.

¹⁰ Trowbride, Charles. *Foundamental concepts of Actuarial Science*. 2ª Edición. Prentice Hall. 1996.



2.1.2 Fundamentos bayesianos de la teoría de la credibilidad

La teoría de la credibilidad descansa en los métodos bayesianos. A principios de siglo, los actuarios desarrollaron un factor de credibilidad de acuerdo con la fórmula $C = (1 - z)B + zA$, para ponderar su conocimiento a priori B , con los datos estadísticos actuales A que se encontraban disponibles, denominando a C como la prima de credibilidad, 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 requiriera 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 el que demostró que la fórmula de credibilidad puede ser obtenida desde el teorema de Bayes en determinados casos.

La metodología estadística bayesiana se apoya en el teorema de bayes, el cual fusiona la información inicial, expresada mediante una distribución de probabilidad conocida como distribución inicial o "a priori" con las observaciones estadísticas, para producir una distribución final o "a posteriori", la cual sintetiza ambas fuentes de información siendo la base para obtener conclusiones y tomar decisiones.

Teorema de Bayes

Sea $\{B_j\}$ una partición del espacio muestral o universo, entonces

$$\bigcup_{j=1}^n B_j = \Omega,$$

$$\bigcap_{j=1}^n B_j = \emptyset$$

Se puede interpretar a las B_j 's como las posibles causas; a E , un subconjunto del espacio muestral Ω , con probabilidad de ocurrencia mayor o igual que cero, como el efecto producido por algunas de las causas B_j 's, $E \subset \Omega$ $1 \geq P(E) \geq 0$.

Dado que se conoce un efecto determinado E , se desea la probabilidad de que dicho efecto venga de la causa específica B_j , entonces se tiene que:

Para cualquier partición $\{B_j\}$ y para un evento $E \neq \emptyset$,

$$P(B_j|E) = \frac{P(B_j)P(E|B_j)}{\sum_{j=1}^n P(B_j)P(E|B_j)} \quad (2.1.2.1)$$

Para aplicar el teorema de Bayes se requiere especificar la distribución inicial del parámetro; por lo que su uso como procedimiento inferencial implica la condición de 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 posteriori.

Una posible aplicación del teorema de Bayes es la siguiente:

Sea X_1, X_2, \dots, X_n una muestra de variables aleatorias continuas independientes dado θ , e idénticamente distribuidas de la función de densidad de probabilidad $f(x_i|\theta)$, con $i=1,2,\dots,n$, la función de densidad conjunta de las variables aleatorias X_1, \dots, X_n es:

$$f(\underline{x}|\theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i|\theta). \quad (2.1.2.2)$$

Se supone que el parámetro θ 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 θ y $f(\theta)$ y considerándose una función de densidad conjunta para ambas, por lo que se define:

$$f(\underline{x}, \theta) = f(\underline{x}|\theta)f(\theta), \quad (2.1.2.3)$$

la densidad marginal de las x es

$$f(\underline{x}) = \int_{\theta} f(\underline{x}, \theta) d\theta, \quad (2.1.2.4)$$

por (2.1.2.1) se tiene que

$$f(\theta|\underline{x}) = \frac{f(\underline{x}|\theta)f(\theta)}{f(\underline{x})},$$

la que puede ser escrita como:

$$f(\theta|\underline{x}) = \frac{L(\theta|\underline{x})f(\theta)}{f(\underline{x})}, \quad (2.1.2.5)$$

en donde $f(\underline{x})$ no depende de θ y $L(\theta|\underline{x})$ es la función de verosimilitud, de la cual se obtiene la información del parámetro que tiene la muestra; $f(\theta)$ es la distribución inicial, a priori o previa 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 θ dada la muestra \underline{x} , y determina lo que se sabe del parámetro de la distribución dada la muestra.

Se tiene que

$$f(\theta|\underline{x}) = k * L(\theta|\underline{x})f(\theta), \quad (2.1.2.6)$$

o

$$f(\theta|\underline{x}) \propto L(\theta|\underline{x})f(\theta), \quad (2.1.2.7)$$

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

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 $f(\theta)$. En estadística Bayesiana $f(\theta)$, la distribución a priori, representa la información previa del parámetro θ en el modelo $f(x|\theta)$, 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.

La selección de la distribución a priori es responsabilidad de quien realice el estudio. En el caso de no tener ningún tipo de información previa o cuando la



información que se posea sobre el parámetro de interés no sea confiable, se utiliza lo que se llama una distribución previa no informativa, difusa o mínimo informativa, existe, entre otros métodos para calcular este tipo de funciones, el método de Jeffreys. Las distribuciones iniciales, en mayor o menor medida subjetivas, resultan útiles en el campo del seguro, como ocurre en el caso de riesgos nuevos sobre los que no existen datos disponibles donde, el actuario se verá obligado a hacer un establecimiento inicial del riesgo, basado, al menos parcialmente, en consideraciones no empíricas sobre las posibles fuentes de siniestralidad. En este sentido, Bühlmann señala: " En casos de incertidumbre hemos encontrado que en casos de incertidumbre que nuestras decisiones son más exitosas si expresamos nuestro criterio subjetivo sobre la incertidumbre que si nos abstenemos de dar algún juicio acerca de estos elementos"¹¹

A continuación se describe el criterio de Jeffreys para el cálculo de previas no informativas.

Criterio de Jeffreys ¹²

Se tiene X_1, \dots, X_n una muestra aleatoria de la función de densidad $f(x|\theta)$ y

$I_\theta(x) = -E_{X|\theta} \left(\frac{\partial^2 \log f(x|\theta)}{\partial \theta^2} \right)$, la información de Fisher. La previa no informativa de

Jeffreys se define como

$$p(\theta) \propto [I_\theta(x)]^{1/2}. \quad (2.1.2.8)$$

¹¹ Fuente: Bühlmann, H.. *Experience rating and credibility*. Astin Bulletin, vol 5, n° 2, p. 157. 1969

¹² Fuente: Mood M., Alexander: *Introduction to the theory of statistics*, Third Edition. Singapur. McGrawhill, International Edition. 1974. 564 páginas.

Función de densidad predictiva

Ahora bien, si se tiene una muestra aleatoria X_1, \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, \dots, X_n son independientes dado θ

$$f(x_{n+1}|\underline{x}) = \int_{\theta_0} f(x_{n+1}|\theta) f(\theta|\underline{x}) d\theta, \quad (2.1.2.9)$$

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.

Prima de credibilidad bayesiana y credibilidad completa

Para obtener la prima de credibilidad bayesiana se calcula el valor esperado de la función (2.1.2.9).

$$\text{Prima de Credibilidad Bayesiana} = E(X_{n+1}|\underline{X}) \quad (2.1.2.10)$$

Se dice que existe "credibilidad completa" cuando la prima de credibilidad desarrollada en la sección 2.2 es igual a la prima de credibilidad bayesiana definida en (2.1.2.10).

Por último, es importante señalar que la teoría de la utilidad proporciona una justificación formal, de carácter axiomático, del enfoque bayesiano. De estos axiomas se deriva el uso de estos métodos para la toma de decisiones, y de ahí



el papel crucial que la teoría de la decisión juega en este enfoque estadístico. El problema de la inferencia se considera, en si mismo, como un problema de decisión, entonces el enfoque bayesiano es capaz de ofrecer un tratamiento unificado y general.

2.2 Teoría de la credibilidad

La teoría de la credibilidad consiste en combinar la experiencia de la empresa con la de un asegurado en específico, por lo que es conveniente determinar cómo se debe equilibrar la información que se tiene, para este caso, de una flotilla y la información que posee de toda la cartera.

La credibilidad se basa en la siguiente fórmula

$$C = (1 - z)B + zA \quad (2.2.1)$$

Donde:

- z es el factor de credibilidad $0 \leq z \leq 1$
- A Prima "propia" que corresponde a los siniestros de una flotilla en los últimos t periodos.
- B Prima de la cartera o prima "teórica".
- C Balance entre los extremos A y B .

Credibilidad total y credibilidad parcial

El objetivo de la fórmula de credibilidad fue establecer un balance entre la prima individual y la prima de la cartera, por lo que el factor de credibilidad " z " tiene una importancia en particular de acuerdo a la siguiente:

Tabla 2.1.A Interpretación del factor de credibilidad "z".

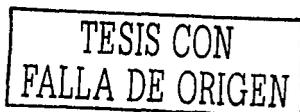
Caso	Valores posibles de "z"	Interpretación
1	$z = 0$	Si $z = 0 \Rightarrow C = (1-0)B + (0)A = B$
	o sea $z \rightarrow 0\%$	Esto es, que cuando $z = 0$ se tiene credibilidad total, es decir se utiliza la prima teórica. $\therefore C = B$ Se considera la experiencia de la cartera
2	$z = 1$	Si $z = 1 \Rightarrow C = (1-1)B + (1)A = A$
	o sea $z \rightarrow 100\%$	En este caso, cuando $z = 1$ se tiene también credibilidad total, pero en este caso, la prima propia es la más adecuada. Nótese que se debe tener experiencia para que dicha prima sea válida. $\therefore C = A$ Se considera la experiencia individual

Debido a que "z" expresa el peso asignado a la experiencia propia, esta variable juega un papel clave en la teoría de la credibilidad. Se dice que existe **credibilidad parcial** si $0 < z < 1$.

El factor de credibilidad "z" esté dado por la siguiente expresión propuesta por Bühlmann, misma que será desarrollada en la sección (2.4).

$$z = \frac{a}{s^2 + at} = \frac{t}{t + \frac{s^2}{a}} = \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} \quad (2.2.1)$$

Donde:





t = Período de observación $t \in \mathbb{N}$ (números de años de experiencia)

a = Grado de heterogeneidad entre las diferentes flotillas $a > 0$ (medición de la similaridad o disparidad del riesgo)

s^2 = Variabilidad de las reclamaciones

Ahora bien, se analizará en detalle el factor de credibilidad " z " haciendo variar sus componentes, en cada uno de los siguientes casos:

Caso I: Variación de " t "

a) Si $t \rightarrow \infty \Rightarrow z = 1 (z \rightarrow 1)$

Calculando el límite de " z " cuando " t " tiende a infinito, se tiene:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} z = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t}{t + \frac{s^2}{a}} = \frac{\frac{d}{dt}(t)}{\frac{d}{dt}(t + \frac{s^2}{a})} = 1$$

b) Si $t \rightarrow 0 \Rightarrow z = 0 (z \rightarrow 0)$

Calculando el límite de " z " cuando " t " tiende a cero, se verifica:

$$\lim_{t \rightarrow 0} z = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{t}{t + \frac{s^2}{a}} = 0$$

De acuerdo al análisis de este caso, nótese que a mayor experiencia, es mayor la credibilidad a las primas de riesgo de las flotillas, por lo tanto cuando la experiencia de la cartera es nula, se da mayor credibilidad a las primas de la experiencia de la cartera.

Caso II: Variación de " a "

c) Si $a \rightarrow \infty \Rightarrow z = 1 (z \rightarrow 1)$

Calculando el límite de "z" cuando "a" tiende a infinito, se observa:

$$\lim_{a \rightarrow \infty} z = \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} = \frac{\frac{d}{da}(a)}{\frac{d}{da}(a + \frac{s^2}{t})} = 1$$

d) Si $a \rightarrow 0 \Rightarrow z = 0 (z \rightarrow 0)$

Calculando el límite de "z" cuando "a" tiende a cero, se tiene que:

$$\lim_{a \rightarrow 0} z = \lim_{a \rightarrow 0} \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} = \lim_{a \rightarrow 0} \frac{at}{at + s^2} = 0$$

Es evidente que a mayor heterogeneidad, es mayor la credibilidad a las primas de riesgo de las flotillas, por lo tanto, cuando la cartera es homogénea, se da mayor credibilidad a las primas de la experiencia de la cartera.

Caso III: Variación de "s²"

e) Si $s^2 \rightarrow \infty \Rightarrow z = 0 (z \rightarrow 0)$

Calculando el límite de "z" cuando "s²" tiende a infinito:

$$\lim_{s^2 \rightarrow \infty} z = \lim_{s^2 \rightarrow \infty} \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} = \frac{\frac{d}{ds^2}(a)}{\frac{d}{ds^2}(a + \frac{s^2}{t})} = 0$$

f) Si $s^2 \rightarrow 0 \Rightarrow z = 1 (z \rightarrow 1)$

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Calculando el límite de "z" cuando "s²" tiende a cero, se determina:

$$\lim_{s^2 \rightarrow 0} z = \lim_{s^2 \rightarrow 0} \frac{a}{a + s^2} = \lim_{s^2 \rightarrow 0} \frac{at}{at + s^2} = 1$$

De este caso en particular, se conoce que si existe poca variabilidad en los siniestros (es decir nula), se le da credibilidad a la prima de experiencia de la flotilla, no obstante, a mayor variabilidad de siniestros, se toma como base la prima de la experiencia de la cartera.

Por lo expuesto anteriormente, se concluye que entre más años de experiencia se tengan, mayor heterogeneidad o menor variabilidad de siniestros, se puede optar por la prima de experiencia de la flotilla, si por el contrario, no se tienen años de experiencia (nuevos clientes), la cartera es realmente homogénea o la variabilidad de los siniestros es mucha, es conveniente tomar como base la prima de experiencia de la cartera.

2.3 Notaciones y resultados preliminares¹³

Se definen algunas notaciones y resultados preliminares sobre los cuales descansan los modelos de credibilidad. Si el lector desea orientarse o recordar algunos conceptos probabilistas y estadísticos, puede revisar las fuentes de consulta del presente capítulo y el anexo "Bases de probabilidad y Estadística" localizado en el presente trabajo.

¹³, N. Herzog, Thomas. *Introduction to the Credibility Theory*. 1996. págs.65-67

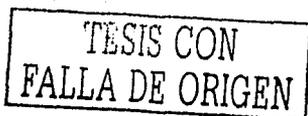


Tabla 2.3.A Definición de variables en los modelos.

Símbolo	Nombre	Descripción
θ	Parámetro de riesgo	Parámetro fijo y desconocido. Es la realización de una variable aleatoria Θ , la cual describe las características del riesgo
$U(\theta)$	Función estructural	Función de distribución de un riesgo arbitrario y desconocido Θ
X_i	Monto de la reclamación en el i -ésimo año	Variable aleatoria cuyo monto (valor) depende del parámetro de riesgo al que está expuesta la flotilla

A continuación se especifican los modelos de credibilidad europeos que serán desarrollados y cuya aplicación se encuentra en el capítulo 3.

2.4 Modelo clásico de Bühlmann

Con el objetivo de obtener la prima de riesgo de una flotilla, 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.

La flotilla involucrada en el modelo se encuentra expuesta a un riesgo fijo y desconocido $\Theta = \theta$, durante el período de t años. Sean X_1, X_2, \dots, X_t los siniestros



individuales en los periodos $1, \dots, t$ respectivamente y sea θ que se distribuye como la función estructural $U(\theta)$. Conocido el parámetro de riesgo Θ , las reclamaciones son condicionalmente independientes e idénticamente distribuidas con una función de distribución $F_{x|\theta}(x, \theta)$.

A continuación se definen las siguientes variables con la finalidad de desarrollar el modelo:

$$\mu(\theta) = E[X, / \Theta = \theta] \quad (2.4.1)$$

la prima "teórica"

$$m = E[X,] = E[\mu(\theta)] \quad (2.4.2)$$

la esperanza de la "prima teórica"

$$a = \text{Var}[E[X, / \Theta = \theta]] = \text{Var}[\mu(\theta)] \quad (2.4.3)$$

la varianza del parámetro

$$\sigma^2(\theta) = \text{Var}[X, / \Theta = \theta] \quad (2.4.4)$$

la varianza de los siniestros que pertenecen a la flotilla

$$s^2 = E[\text{Var}[X, / \Theta]] = E[\sigma^2(\Theta)] \quad (2.4.5)$$

heterogeneidad promedio en el tiempo de los montos de siniestros de las flotillas.

Ahora bien, se debe determinar

$$\mu(\theta) = E(X, / \Theta = \theta) \quad (2.4.6)$$

que es la prima de cobro que se estima según Bühlmann a través de una función g^* , que depende de las reclamaciones observadas $\mathcal{X} = (X_1, X_2, \dots, X_r)$, es decir de la experiencia propia de la flotilla.

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

Se puede verificar que si X y Y son dos variables aleatorias, la función g^* de X/Y que minimiza el ECM es:

$$g(X) = E[Y/X] \quad (2.4.7)$$

De aquí

$$g(\mathcal{X}) = E[\mu(\Theta) / \mathcal{X}] \quad (2.4.8)$$

Bühlmann estima la prima restringiendo la función $g(\mathcal{X})$ a un conjunto de funciones lineales de tal forma que se tiene:

$$g(\mathcal{X}) = c_0 + c_1 X_1 + \dots + c_r X_r \quad (2.4.9)$$



Minimizando el *ECM*, se pretende encontrar la función que estime mejor la prima de riesgo que se desea, por lo tanto se minimizará $E\{\mu(\Theta) - g(X_1, \dots, X_t)\}^2$ considerando el conjunto de funciones lineales.

El objetivo es encontrar las c_i 's para obtener la combinación lineal de las X_i 's o experiencia de la flotilla más la constante, de aquí se deriva lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{c_0, \dots, c_t} E\{\mu(\Theta) - g(X_1, \dots, X_t)\}^2 &= \text{Min}_{c_0, \dots, c_t} E\{\mu(\Theta) - c_0 - c_1 X_1 - \dots - c_t X_t\}^2 \\ &= \text{Min}_{c_0, \dots, c_t} E\left\{\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right\}^2 \end{aligned} \quad (2.4.10)$$

El problema será obtener el mínimo en relación a cada uno de los coeficientes de X_i , mediante la teoría del cálculo diferencial e integral, bajo condiciones de regularidad, es conocido que se pueden obtener valores mínimos de las variables utilizando las derivadas de las funciones e igualándolas a cero, por lo que si se deriva la última expresión respecto a c_0 se tiene:

$$\frac{d}{dc_0} E\left\{\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right\}^2 = 2E\left[\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right] \quad (2.4.11)$$

Igualando a cero se observa que:

$$2E\left[\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right] = 0 \quad (2.4.12)$$

$$E\left[\mu(\Theta) - c_0 - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right] = 0 \Rightarrow c_0 = E[\mu(\Theta)] - E\left[\sum_{i=1}^t c_i X_i\right] = m - \sum_{i=1}^t c_i m \quad (2.4.13)$$

Sustituyendo c_0 , ahora será necesario minimizar:

$$\underset{c_0, \dots, c_t}{\text{Min}} E\left[\left\{\mu(\Theta) - m - \sum_{i=1}^t c_i X_i\right\}^2\right] \quad (2.4.14)$$

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

$$E\left[\left\{\mu(\Theta) - m - \sum_{i=1}^t c_i (X_i - m)\right\} (X_r - m)\right] = 0 \quad (2.4.15)$$

$$E\left[\left\{(\mu(\Theta) - m)(X_r - m) - \sum_{i=1}^t c_i (X_i - m)(X_r - m)\right\}\right] = 0 \quad (2.4.16)$$

Se deduce que::

$$E[(\mu(\Theta) - m)(X_r - m)] = E\left[\sum_{i=1}^t c_i (X_i - m)(X_r - m)\right] \quad (2.4.17)$$

$$\Rightarrow \text{Cov}[\mu(\Theta), X_r] = \sum_{i=1}^t c_i \text{Cov}[X_i, X_r] \quad (2.4.18)$$

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

$$(a) \text{Cov}[X_r, X_{r'}] = a + \delta_{rr'} \quad (2.4.19)$$

para $r, r' = 1, 2, \dots, t$, donde δ es la δ de Kronecker.



$$(b) \text{Cov}[\mu(\Theta), X_r] = a \quad (2.4.20)$$

Por (2.4.19) se tiene:

$$a = \sum_{i=1}^t c_i \text{Cov}[X_i, X_r] = \sum_{i=1}^t c_i (a + \delta_{irs^2}) \quad (2.4.21)$$

para $i=r$ se optimiza:

$$a = a \sum_{i=1}^t c_i + c_{rs^2} = c_i at + s^2 c_i = c_i (at + s^2) \quad (2.4.22)$$

$$\Rightarrow c_i = \frac{a}{at + s^2} = c_0 = c_1 = \dots = c_t \quad (2.4.23)$$

Se pudo realizar esta simplificación, dado que $\forall r=1, \dots, t$ se tiene la misma derivada con respecto a c_1, c_2, \dots, c_t , es decir, existe un sistema de ecuaciones simétrico.

Se puede reexpresar 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:

$$\begin{aligned} g(X) &= c_0 + \sum_{i=1}^t c_i X_i = \left(1 - \frac{at}{at + s^2}\right) m + \left(\frac{a}{at + s^2}\right) \sum_{i=1}^t X_i \\ &= \left(1 - \frac{at}{at + s^2}\right) m + \left(\frac{at}{at + s^2}\right) \sum_{i=1}^t \frac{X_i}{t} \\ &= (1-z)m + z\bar{X} \end{aligned} \quad (2.4.24)$$

Modelos de credibilidad

Con la fórmula se obtiene el factor de credibilidad propuesto por Bühlmann, establecido como

$$z = \frac{at}{s^2 + at} \quad (2.4.25)$$

$$\text{con } \bar{X} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t X_i \quad (2.4.26)$$

Mediante la fórmula (2.4.25) se determina el factor de credibilidad de acuerdo al método de Bühlmann.

2.4.1 Variables del factor de credibilidad "z": Bühlmann¹⁴

De acuerdo con las ecuaciones (2.4.24), (2.4.25) y (2.4.26) se requiere conocer las variables m , a y s^2 mismas que son desconocidas, sin embargo, dichos términos pueden ser sustituidos por estimadores.

El modelo considera que si la cartera consta de " k " flotillas, se cuenta con los montos reclamados por cada uno de ellos en los últimos " t " periodos, esto es:

¹⁴ Fuente: Dannenburg ,D.R., et. al. *Practical Actuarial Credibility Models*. Bélgica. IAE (Institute of Actuarial Science and Econometrics), 1996. 157 páginas



Tabla 2.4.A Observación de las flotillas en el tiempo

Flotilla		1	2	...	j	...	k
Variable Estructural	Θ_i	Θ_i	...	Θ_i	...	Θ_i	
Periodo	1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1k}
De	2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2k}
Observación

	t	X_{t1}	X_{t2}	...	X_{tj}	...	X_{tk}

A la flotilla " j ", le corresponde un vector aleatorio $(X_j) = (X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jt})$, donde X_{jt} representa la reclamación de la j -ésima flotilla, en el momento " t ", y un parámetro de riesgo Θ_j .

Ahora bien se parte del supuesto de que las " k " flotillas son independientes e idénticamente distribuidas, que conocido el parámetro $\Theta_j = \Theta_j$, las variables $X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jt}$ son condicionalmente independientes e idénticamente distribuidas. Se hace énfasis que la cartera no es homogénea debido a los diferentes parámetros de riesgo a los que se encuentran expuestas las flotillas.

Modelos de credibilidad

Será necesario estimar las primas que se deben cobrar al asegurado, una vez conocida la clase de riesgo al que se encuentra expuesto $\mu(\Theta_j)$.

Sin embargo, se desconoce la distribución del parámetro de riesgo, será necesario estimar cada uno de los parámetros que definen las ecuaciones (2.4.24), (2.4.25) y (2.4.26). De acuerdo con la *Sección a)* se determina que los mejores estimadores son:

$$\hat{\mu}(\Theta) = M_{j'} = (1-z)m + zM_j \quad (2.4.27)$$

donde:

$$M_{j'} = \bar{X}_{j'} = \frac{1}{t} \sum_{r=1}^t X_{j'r} \quad (2.4.28)$$

$$z = \frac{at}{s^2 + at} \quad (2.4.29)$$

El estimador de la prima involucra la prima correspondiente a toda la cartera m y el factor de credibilidad "z", para el cual es necesario conocer tanto la heterogeneidad inducida por toda la cartera a , como la variación de la siniestralidad dentro de cada flotilla sujeta al mismo riesgo S^2 , siendo estas variables desconocidas y los montos de los siniestros de las flotillas condicionalmente independientes e idénticamente distribuidos. Por lo anterior es posible estimarlos insesgadamente, obteniendo como estimadores los siguientes:

$$\hat{m} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^t \frac{X_{jr}}{t} \quad (2.4.30)$$



$$s^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{t-1} \right) \sum_{r=1}^T (X_{jr} - M_j)^2 = \frac{1}{k(t-1)} \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^T (X_{jr} - M_j)^2 \quad (2.4.31)$$

donde:

$$M_j = \frac{1}{t} \sum_{r=1}^T X_{jr} \quad (2.4.32)$$

$$a = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - \bar{m})^2 - \frac{1}{t} s^2 \quad (2.4.33)$$

En el capítulo 3 se presenta la aplicación de este modelo de credibilidad para obtener el factor de credibilidad "z", mismo que representa la ponderación que se le otorga a la experiencia de siniestros de la flotilla y la prima teórica que corresponde a este riesgo.

2.5 Modelo Bühlmann-Straub

Un portafolio de vehículos es posible subdividirlo en grupos de riesgo que posean el mismo valor del parámetro (Θ_j). Se tomará para cada periodo de tiempo la suma ponderada de todos los vehículos en las flotillas sujetas a ese parámetro de riesgo conformados en grupos de riesgo. Los grupos de riesgo se determinan por la submarca-tipo de cada vehículo, ejemplo: Jetta A4, Audi A6, Passat W8, Nissan Sentra, Honda Civic, etc.

Se utilizan ponderadores naturales por número de expuestos, se define una nueva flotilla (Y_{jr}) como el promedio ponderado de vehículos en las flotillas sujeto a un mismo parámetro de riesgo (X_{jr}), es decir:

$$Y_{jr} = \frac{1}{w_j} \sum_{i \in T_j} X_{ir} \quad (2.5.1)$$

donde

T_j representa el grupo de vehículos en las flotillas sujetos al j -ésimo riesgo.

X_{ir} Para " r " en T_j , representa la i -ésimo vehículo sujeto al riesgo " j " en el momento " r ".

Y_{jr} Nueva variable ponderada que concentra al conjunto de reclamaciones de los vehículos en las flotillas que se encuentran sujetos al riesgo " j ", durante el r -ésimo periodo. A partir de ahora cada flotilla $j=1, \dots, k$ será el promedio de un grupo de vehículos sujetos al mismo riesgo que conforman las flotillas.

w_j es el ponderador de los nuevos contratos Y_j y generalmente coincide con el número de expuestos de los grupos creados. Sin embargo este modelo sugiere que todos los grupos de vehículos tienen el mismo peso a lo largo del tiempo debido a que para los diferentes periodos se utiliza el mismo ponderador w_j .

No obstante se crea un ponderador que cambie en el tiempo, de esta manera en vez de tener un solo ponderador w_j para las flotillas sujetos al riesgo " j " en cualquier momento, habrá ponderadores que tomen en cuenta que el grupo " j " puede cambiar de tamaño en el tiempo y por lo tanto dependerá del periodo estudiado $w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jr}$.

Bajo estas condiciones los supuestos del modelo de Bühlmannn-Straub se traducen como sigue:



- 1) Cada flotilla $j=1, \dots, k$ es el promedio de un grupo de vehículos sujetos a un riesgo similar en las flotillas.
- 2) Se supone que todos los contratos Y_j , tienen el mismo monto esperado de la reclamación, el cual es función del parámetro de riesgo, es decir:

$$E[Y_{jq} / \Theta_j] = \mu(\Theta_j) \quad (2.5.2)$$

Para $j=1, \dots, k$ $q=1, \dots, t$ (periodo de tiempo)

- 3) Excluyendo el ponderador w_j , la varianza de todas las flotillas Y_j , una vez conocido el riesgo, también es la misma:

$$\text{Var}[Y_{jr} / \Theta_j] = \frac{\sigma^2(\Theta_j)}{w_{jr}} \quad (2.5.3)$$

Para $j=1, \dots, k$, $r=1, \dots, t$

- 4) Para cada flotilla "j", la covarianza entre las observaciones en diferentes periodos de tiempo es nula, condicionado al factor de riesgo:

$$\text{Cov}[Y_{jr}, Y_{jq} / \Theta_j] = 0 \quad (2.5.4)$$

Para $j=1, \dots, k$, $r, q=1, \dots, t$ $r \neq q$

- 5) Cada flotilla "j", se puede ver como un vector que consta de un parámetro estructural Θ_j y observaciones $(Y_{j1}, Y_{j2}, \dots, Y_{jt})$, es decir cada flotilla puede verse de la forma $(\Theta_j, Y_{j1}, Y_{j2}, \dots, Y_{jt}) = (\Theta_j, \underline{Y}_j)$. Este supuesto indica que las flotillas $j=1, \dots, k$ expresados como $(\Theta_j, \underline{Y}_j)$ son independientes.

Aún más, supone que las observaciones Y_{jr} tienen varianza finita:

$$\text{Var}[Y_{jr}] < \infty$$

6) Las variables $\theta_1, \dots, \theta_k$ son idénticamente distribuidas

Se considerará X_{jr} como el promedio de flotillas sujetas al mismo riesgo

Tabla 2.5.A Términos del Modelo Bühlmann-Straub

Términos	Descripción
$w = \sum_{j=1}^k w_j = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^r w_{jr}$	Ponderador total de toda la cartera, que es la suma de los ponderadores existentes para los nuevos contratos (subdivididos por vehículos que poseen el mismo valor del parámetro de riesgo) a lo largo del tiempo estudiado.
$z_j = \frac{aw_j}{s^2 + aw_j}$	Factor de credibilidad de Bühlmann-Straub para determinar la prima correspondiente a los vehículos en las flotillas que poseen el mismo valor del parámetro de riesgo θ_j , ya que es el coeficiente que permite ponderar la experiencia particular de estos vehículos con la prima teórica determinada por la experiencia global.
$w = \sum_{j=1}^k w_j = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^r w_{jr}$	Ponderador total de toda la cartera, que es la suma de los ponderadores existentes para los nuevos contratos (subdivididos por vehículos que poseen el mismo valor del parámetro de riesgo) a lo largo del tiempo estudiado.



Términos	Descripción
$z_j = \frac{aw_j}{s^2 + aw_j}$	Factor de credibilidad de Bühlmann-Straub para determinar la prima correspondiente a los vehículos en las flotillas que poseen el mismo valor del parámetro de riesgo Θ_j , ya que es el coeficiente que permite ponderar la experiencia particular de estos vehículos con la prima teórica determinada en función de la experiencia global.
$z = \sum_{j=1}^J z_j$	Factor credibilidad acumulado considerando el total de la cartera. Esto es igual a la suma de cada uno de los factores de credibilidad correspondientes a los vehículos que se encuentran sujetos al mismo grupo de riesgo.
$X_{j\cdot} = \sum_{n=1}^n \frac{w_n}{w_j} X_{jn}$	Nueva variable que representa el promedio ponderado de todas las reclamaciones de vehículos en las flotillas sujetos al mismo grupo de riesgo j.
$X_{\cdot\cdot} = \sum_{j=1}^J X_{j\cdot}$	Promedio ponderado de las reclamaciones realizadas por todas las flotillas sin importar el grupo de riesgo o el periodo de reclamación, corresponde a la suma de los grupos de riesgo $X_{j\cdot}$, obtenidos para cada factor Θ_j .



Términos	Descripción
$X_{zw} = \sum_{j=1}^k \frac{z_j}{z} X_{jw}$	Promedio ponderado de las reclamaciones realizadas por todas las flotillas sin considerar el parámetro de riesgo Θ_j , al que se encuentren expuestas, pero en este caso los ponderadores están en función de los factores de credibilidad.

Una vez definidos los conceptos anteriores y bajo los supuestos establecidos, los estimadores lineales de Bühlmann-Straub para $\mu(\Theta_j)$ (prima a cobrar en el j -ésimo grupo de riesgo), pueden obtenerse al resolver el siguiente problema de minimización:

$$\text{Min}_{c_j, c_{jr}} E \left[\left\{ \mu(\Theta_j) - c_j - \sum_{r=1}^k c_{jr} X_{jr} \right\}^2 \right] \quad (2.5.5)$$

El procedimiento de minimización es similar al realizado para obtener la prima a cobrar en el modelo de credibilidad original de Bühlmann, pero debido a la existencia de diferentes factores de riesgo (parámetros de riesgo (Θ_j) para $j=1, \dots, k$), se toman en cuenta algunas relaciones de covarianza para la determinación de los estimadores de credibilidad, como los diferentes parámetros. Dichas relaciones son las siguientes:

$$1. \text{Cov}[\mu(\Theta_j), X_{jr}] = \partial_j a \quad (2.5.6)$$



$$2. \text{Cov}[X_{ij}, X_{ir}] = 0 \quad \text{Para } j \neq i \quad (2.5.7)$$

$$3. \text{Cov}[X_{iq}, X_{ir}] = \frac{a + \partial_{iq} s^2}{w_{iq}} \quad (2.5.8)$$

$$4. \text{Cov}[X_{iq}, X_{jw}] = \text{Cov}[X_{jw}, X_{jw}] = a + s^2 w_j \quad (2.5.9)$$

$$5. \text{Cov}[X_{jw}, X_{zw}] = \text{Cov}[X_{zw}, X_{zw}] = \frac{a}{z} \quad (2.5.10)$$

$$6. \text{Cov}[X_{jw}, X_{nw}] = \frac{s^2}{w} + \frac{aw_j}{w} \quad (2.5.11)$$

$$7. \text{Cov}[X_{nw}, X_{nw}] = \frac{s^2}{w} + a \sum_j \left(\frac{w_j}{w}\right)^2 \quad (2.5.11_{\text{bis}})$$

La resolución al sistema de minimización, tomando en cuenta las relaciones existentes entre los vehículos de diferentes flotillas, da como resultado que para una "j" determinada (grupo de riesgo), la prima que se cobra es:

$$M_{j^*} = (1 - z_j)m + z_j M_j \quad (2.5.12)$$

con:

$$M_j = X_{jw} \quad (2.5.13)$$

$$y \quad z_j = \frac{aw_j}{s^2 + aw_j} \quad (2.5.14)$$

Esta ecuación indica que la prima de credibilidad es una combinación de la prima global obtenida para toda la cartera y la prima que le correspondería si únicamente se tomara en cuenta la experiencia presentada por los vehículos expuestos al mismo parámetro de riesgo Θ_j o grupo de riesgo.

2.5.1 Variables del factor de credibilidad "z": Bühlmann-Straub

El objetivo es calcular el estimador de la prima de credibilidad Bühlmann-Straub por lo que será necesario conocer la prima global obtenida para toda la cartera m , y el factor de credibilidad z_j , del cual implica conocer la heterogeneidad inducida por toda la cartera a , y la variación generada por cada grupo de riesgo S^2 . Estos parámetros son desconocidos y deben ser estimados. Dado que los montos de siniestros son condicionalmente independientes e idénticamente distribuidos, será posible estimarlos insesgadamente de la siguiente forma:

$$\hat{m} = M_0 = X_{zw} \quad (2.5.15)$$

$$s^2 = \frac{1}{k(t-1)} \sum_{j \neq z} w_j (X_{jz} - X_{zw})^2 \quad (2.5.16)$$

$$a = \frac{w_z \left[\sum_j w_j (X_{jz} - X_{zw})^2 - (k-1)s^2 \right]}{w^2 - \sum_j w_j^2} \quad (2.5.17)$$

La razón de utilizar X_{zw} en lugar de X_{ww} en la estimación de m , proviene de la minimización del error cuadrático medio(ECM), ya que ambos podrían ser utilizados.

Otro posible estimador de a , se encuentra determinado por



$$a = \frac{1}{(k-1)} \sum_{j=1}^k z_j (M_j - M_0)^2 \quad (2.5.18)$$

con:

$$M_j = X_{jw}$$

$$M_0 = X_{zw}$$

a y s^2 son medidas de heterogeneidad, es decir que s^2 mide las variaciones del riesgo a lo largo del tiempo, y a mide la heterogeneidad entre los grupos de riesgo.

Se realizó la aplicación del modelo de Bühlmann-Straub para la siniestralidad de flotillas de autos durante los años 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002, los resultados se presentan en el siguiente capítulo. La aplicación del modelo se encuentra en función de las particiones que defina el experto que se encuentra evaluando el riesgo así como de los años de experiencia siniestral que se encuentren disponibles.

2.6 Modelo Jerárquico de Jewell

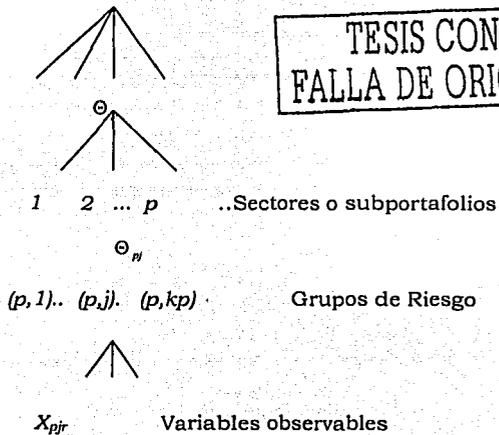
El modelo anterior permite estimar las primas para diferentes grupos de riesgo, sin embargo existen varios factores adicionales, por ejemplo, dentro de cada grupo de riesgo existe la clasificación por modelo o años de uso del vehículo. Ante esta situación, se determina el número de periodos para los cuales se tiene información en cada subportafolio los cuales se representan por tpj , donde p indica el grupo de riesgo (1ª división) y $j=1, \dots, kp$ el modelo dentro de cada sector. En este caso, en donde existen varios subportafolios y grupos de

Modelos de credibilidad

riesgo, se determina la prima por marca y modelo así como la prima global, por lo que el modelo a seguir cuando se presentan diferentes segmentos es una extensión del modelo con dos segmentos, por lo cual únicamente será exponer el modelo de dos segmentos y mostrar como podría llevarse a cabo esta generalización.

En este modelo el portafolio puede dividirse en varios grupos; cada uno de ellos está caracterizado por un parámetro de riesgo, el cual sigue una determinada distribución. Dentro de cada grupo existen diferentes subgrupos caracterizados por otro parámetro de riesgo. Esquemáticamente el modelo podría observarse de la siguiente manera:

Portafolio





Donde:

$p=1, \dots, P$ representa el número de sectores o subportafolios; cada uno posee un parámetro estructural Θ_p ;

$j=1, \dots, Kp$ indica el número de clases de grupos de riesgo p , caracterizados por el factor de riesgo Θ_{pj} , y

r indica el tiempo ($r=1, \dots, tpj$), donde tpj es el número de períodos para los cuales hay datos disponibles.

Cada sector "p" se encuentra constituido por las variables estructurales Θ_p y Θ_{pj} , y por las variables observadas X_p y puede representarse como

$$(\Theta_p, \Theta_{pj}, X_p) = \Theta_p, \Theta_{pj}, X_{pr} \quad (2.6.1)$$

Para $j=1, \dots, Kp$, $r=1, \dots, tpj$

y la clase de contratos (p, j), es un vector aleatorio que consta de un parámetro estructural Θ_{pj} , y las variables observables X_{pj}, \dots, X_{pjtpj} , siendo representado por:

$$(\Theta_{pj}, X_{pj}) = \Theta_{pj}, X_{pj} \quad r=1, \dots, tpj \quad (2.6.2)$$

Un vez que se ha observado como se encuentra integrado cada grupo de riesgo, así como cada sector y el portafolio mismo, será factible agrupar aquellos grupos de riesgo que posean el mismo valor de los parámetros de riesgo,

definiendo nuevos contratos por grupo de riesgo y modelo como promedios ponderados de los vehículos que integran la flotilla y posteriormente de los modelos de dichos grupos de riesgo de manera análoga a como se definieron los grupos de riesgo en el modelo de Bühlmann-Straub. Los ponderadores se presentan a continuación.

Tabla 6.1.A Términos del Modelo Jerárquico de Jewell

Términos	Descripción
w_{pj}	Ponderador de las reclamaciones promedio de aquellas observaciones sujetas a los parámetros de riesgo (Θ_p, Θ_{pj}) en el momento "t", y generalmente coincide con el número de observaciones que se presentaron en el periodo y bajos dichas condiciones.
$w_{pj} \bullet = \sum_{r=1}^k w_{pjr}$	Ponderador correspondiente a cada una de los grupos de riesgo sujetos a (Θ_p, Θ_{pj}) , tomando en cuenta todo el periodo de tiempo estudiado y corresponde al número de observaciones o reclamaciones presentadas.
$w_{pj} \bullet \bullet = \sum_{j=1}^k w_{pj} \bullet = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^k w_{pjr}$	Ponderador correspondiente a cada subportafolio sujeto al riesgo Θ_p y generalmente corresponde al número de observaciones existentes en ese sector, siendo equivalente de esta manera a la suma de los ponderadores por clase de contratos.





Al igual que en los modelos anteriormente presentados, los siniestros de los grupos de riesgo y modelos, deberán presentar los requisitos de independencia condicional, los cuales pueden enunciarse de la siguiente manera:

a) Los sectores o portafolios, son mutuamente independientes, es decir

$(\Theta_p, \underline{\Theta}_p, X_p)$ es independiente de $(\Theta_k, \underline{\Theta}_k, X_k) \forall k \neq p$

b) Dado un sector, sus clases son condicionalmente independientes, o sea, dado $\Theta_p = \theta_p$ las clases de contrato (Θ_{pj}, X_{pj}) son condicionalmente independientes para cada $p = 1, \dots, P$.

c) Los parámetros estructurales (Θ_p, Θ_{pj}) y los montos de las reclamaciones X_{pj} son condicionalmente independientes para todo $p = 1, \dots, P$ y $J = 1, \dots, K_p$

d) Todo par de variables dado los parámetros estructurales (Θ_p, Θ_{pj}) , los montos de las reclamaciones X_{pj} son condicionalmente independientes para todo $p = 1, \dots, P$ y $J = 1, \dots, K_p$

Lo anterior puede expresarse en términos de varianzas y covarianzas de la siguiente forma:

$$e) E[X_{pr} / \Theta_p, \Theta_{pj}] = \mu(\Theta_p, \Theta_{pj}) \quad \forall r = 1, \dots, l_{pj} \quad (2.6.3)$$

Que representa la reclamación esperada para este grupo de riesgo y modelo en particular, y por consiguiente la prima que debe cobrarse a ese grupo de riesgo.

$$f) \text{Cov}[X_{pj} / \Theta_p, \Theta_{pj}] = \sigma^2(\Theta_p, \Theta_{pj}) w_{pj} \quad (2.6.4)$$

Indica la variación de las reclamaciones de un mismo grupo de riesgo, donde w_{nr} es una matriz diagonal de "r" por "r" y cada elemento de la diagonal es $\frac{1}{W_{nr}}$, es decir la variación en las reclamaciones se encontrará ponderada por el peso correspondiente a cada grupo de riesgo sujeto a los mismos riesgos (Θ_p, Θ_{nr}) , y en el mismo periodo de tiempo "r".

Se ha dividido el portafolio en subportafolios formados por grupos de riesgo "homogéneos" y se estima la prima correspondiente a cada grupo de riesgo. Con base en la forma en como fue dividido el portafolio, se descubre que cada grupo de riesgo "j", del sector "p" o modelo del vehículo, posee las mismas características, y que la prima de todo el portafolio dependerá de todos los sectores, observándose las siguientes relaciones entre las clases de contratos, los sectores o subportafolios y el portafolio:

Se define $\gamma(\Theta_p) = E[X_{nr} / \Theta_p]$, como el valor esperado de las reclamaciones en el sector "p" y por lo tanto equivale a la prima que debe cobrarse a ese sector en particular, y por lo cual se necesita estimar. En este sentido $m = m_p = E[\gamma(\Theta_p)] = E[\mu(\Theta_p, \Theta_{nr})] = E[X_{nr}]$ determina la prima total que deberá cobrarse al portafolio o cartera y representa el principal objetivo en el estudio.

$s^2 = E[\sigma^2(\Theta_p, \Theta_{nr})]$, mide la heterogeneidad o las fluctuaciones de una clase de contratos a lo largo del tiempo.



$a = E[\text{Var}[\mu(\Theta_p, \Theta_{pj}) / \Theta_p]]$, puede interpretarse como el grado de variación o heterogeneidad dentro de un sector.

$b = \text{Var}[\gamma(\Theta_p)]$, muestra la heterogeneidad global entre los sectores.

El objetivo será encontrar los estimadores de credibilidad para las primas que se deberán cobrar a cada clase de contratos, a los sectores y finalmente al portafolio total. Para obtener los resultados en el marco de los modelos de credibilidad y de esta manera poder obtener las primas se definen las siguientes relaciones y notación que simplifique las sumas ponderadas.

Tabla 2.6.A Términos del Modelo de Jewell para sumas ponderadas

Términos	Descripción
$\bullet w_{p..} = \sum_{j=1}^J w_{pj} = \sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R w_{pjr}$	Ponderador del contrato "p"
$\bullet z_{pj} = \frac{aw_{pj}}{s^2 + aw_{pj}}$	Factor de credibilidad para determinar la prima que sería adecuado cobrar al grupo de riesgo "j", es decir, a aquellos contratos que se encuentran sujetos a los mismos parámetros de riesgo (Θ_p, Θ_{pj}) , permitiendo ponderar la prima que se obtendrá a partir de la experiencia de estos contratos con la prima determinada a partir de experiencia global.
$\bullet z_{p.} = \sum_j z_{pj}$	Factor acumulado de credibilidad para cada sector "p", tomando en cuenta todas las posibles clases de contratos que agrupa dicho sector o subportafolio

Términos

Descripción

$$\bullet z_p = \frac{bz_{p^*}}{a + bz_{p^*}}$$

Factor de credibilidad correspondiente a todos aquellos contratos que pertenecen al subportafolio o sector "p" y que por lo tanto presentarán el mismo parámetro estructural Θ_p y que permitirá calcular la prima que le corresponde combinando la experiencia individual de este subportafolio particular, con la prima que se cobra a toda la cartera.

$$\bullet X_{jn} = \sum_{i=1}^n X_{ni} \left(\frac{w_{ni}}{w_n} \right)$$

Es el nuevo contrato para la clase "j", y representa el promedio ponderado (utilizando los ponderadores naturales w_{ni}) de las reclamaciones presentadas por aquellos contratos sujetos a los riesgos (Θ_{p_i}, Θ_n) en cualquier momento.

$$\bullet X_{p;w} = \sum_{j=1}^J X_{pjw} \left(\frac{z_{pj}}{z_p} \right)$$

Representa un nuevo contrato a nivel sector o subportafolio, integrado por el promedio ponderado de las reclamaciones (observaciones) presentadas en todas las clases sujetas al mismo factor de riesgo Θ_p , sin embargo en este caso el ponderador no será el natural, en su lugar, los ponderadores estarán dados en función de los factores de credibilidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

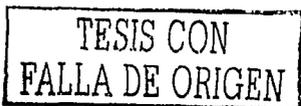


Términos	Descripción
$\bullet X_{zw} = \sum_{p=1}^p X_{pzw} \left(\frac{z_p}{z} \right)$	Es el nuevo contrato general que considera el promedio ponderado de las reclamaciones de todos los subportafolios, clases de contratos y los contratos individuales sin importar los parámetros estructurales correspondientes a cada uno, ni el momento de la reclamación.

Se procede a determinar los estimadores de las primas correspondientes a cada clase de contratos, sector o subportafolio y la prima del portafolio total. La construcción y subdivisión del modelo y la homogeneidad proporcionada por esta división, permitirá estimar la prima del sector "p", utilizando toda la información de las clases de contratos y los contratos pertenecientes a este sector, ya que poseen las mismas características. Así mismo, se utilizarán los resultados de todos los sectores para estimar la prima del portafolio. A continuación se expondrá la manera de estimar cada una de las primas. Las primas podrán obtenerse nuevamente, minimizando el error cuadrático medio (E.C.M) existente entre el estimador y el verdadero valor de la prima de tal forma que será necesario minimizar:

$$\underset{c_0, c}{\text{Min}} E \left[\left\{ \gamma(\Theta_p) - c_0 - \sum_{q=1}^k \sum_{j=1}^k c_{qj} X_{qjw} \right\}^2 \right] \quad (2.6.5)$$

Para determinar la prima correspondiente al sector "p"; y para obtener la prima de cada clase de contratos sujetos a los parámetros (Θ_p, Θ_{pj}) , será necesario minimizar el error de la siguiente manera:



$$\underset{(c_0, c)}{\text{Min } E} \underset{\alpha_p}{E_{X, \Theta_p, \Theta_j, \Theta_j}} \left[\left\{ \mu(\Theta_p, \Theta_{pj}) - c_0 - \sum_{q=1}^p \sum_{i=1}^{k_i} \sum_{r=1}^{l_{ri}} c_{qir} X_{qir} \right\}^2 \mid \Theta_p \right] \quad (2.6.6)$$

El procedimiento de cada una de las minimizaciones es similar al realizado para obtener la prima en el modelo de credibilidad original de Bühlmann, y en los modelos presentados anteriormente. Pero debido a la existencia de diferentes factores de riesgo (parámetros de riesgo Θ_j , para $j=1, \dots, k$), es necesario tomar en cuenta algunas relaciones de covarianza, que serán importantes para determinar tanto los estimadores de credibilidad, así como los diferentes parámetros. A continuación se presentarán las relaciones.

$$1. \text{Cov}[\mu(\theta_p, \theta_{pj}), X_{qir}] = \delta_{pq} (\partial_{ij} a + b) \quad (2.6.7)$$

$$2. \text{Cov}[\gamma(\theta_p), X_{qir}] = \delta_{pq} b \quad (2.6.8)$$

$$3. \text{Cov}[X_{pjr}, X_{pjr'}] = \delta_{rr'} \left(\frac{s^2}{w_{pjr}} \right) + a + b \quad (2.6.9)$$

$$4. \text{Cov}[X_{pjr}, X_{pj'r'}] = \delta_{jj'} \left(\delta_{rr'} \left(\frac{s^2}{w_{pjr}} \right) + a \right) + b \quad (2.6.10)$$

$$5. \text{Cov}[X_{pjr}, X_{qj'r'}] = 0 \neq q \quad (2.6.11)$$

$$6. \text{Cov}[X_{pjr}, X_{pj'w}] = b + \frac{\delta_{jj'} a}{z_{pj}} \quad (2.6.12)$$

$$7. \text{Cov}[X_{pj'w}, X_{pz'w}] = \text{Cov}[X_{pz'w}, X_{pz'w}] = \frac{b}{z_p} \quad (2.6.13)$$

$$8. \text{Cov}[X_{pj'w}, X_{zz'w}] = \frac{b}{z} \quad (2.6.14)$$



Se resuelve la minimización para obtener las primas correspondientes, tanto para el sector como para cada clase de contratos, de tal forma que para un determinado sector "j" la prima que sería adecuado cobrar y que permite combinar la experiencia de ese sector con la prima global está determinada por la siguiente relación:

$$\gamma(\theta_p) = N_p^* = (1 - z_p)m + z_p X_{pw} \quad (2.6.15)$$

La prima correspondiente a la clase de contratos sujetos a los riesgos (Θ_p, Θ_{pj}) está determinada por:

$$\mu = (\theta_p, \theta_{pj}) = M_{pj}^* = (1 - z_{pj})m_p + z_{pj} X_{pjw} \quad (2.6.16)$$

donde

$$z_{pj} = \frac{aw_{pj}^*}{s^2 + aw_{pj}^*} \quad (2.6.17)$$

se define como en la *Tabla 2.6.A*

Los resultados obtenidos permiten observar la prima estimada para el riesgo j, y la correspondiente al modelo p, las cuales se obtienen como una combinación de la prima total que se cobra $m=mp$ (sin importar los diferentes riesgos a los

que se puede encontrar expuesto un contrato, ni el momento en el que se encuentra) y la prima que les correspondería si únicamente se tomara en cuenta su propia experiencia individual determinada por sus particulares condiciones o parámetros de riesgo $(\Theta_p, \Theta_{p'})$.

En el caso de los subportafolios, la prima que se obtendría con base en su propia experiencia estaría dada por $X_{p'w}$, que corresponde a la suma ponderada de las reclamaciones correspondientes (observaciones) a ese sector, independientemente de la clase de contratos de que se trate, obteniéndose así a partir de las primas a cada una de las clases de contratos $X_{p'w}$. Puede observarse el cálculo de las primas que deberían cobrarse, pero es necesario conocer la prima total que se cobra a toda la cartera "m" y los distintos factores de credibilidad (de las diversas clases y sectores) para la obtención de los estimadores.

2.6.1 Variables del factor de credibilidad "z": Jewell.

Los factores dependen de los parámetros estructurales presentes en los contratos (por lo general desconocidos), lo cual genera la necesidad de estimarlos y se pueden estimar de forma insesgada debido a las relaciones de independencia condicional entre las observaciones, las clases de contratos y los subportafolios, por lo tanto se tienen estimadores manejables, útiles e interpretables y son:

$$\hat{m}_p = N_p = X_{p'w} \quad (2.6.18)$$

$$\hat{m}_0 = N_0 = X_{z'w} \quad (2.6.19)$$



$$s^2 = \frac{\sum_{p,r} w_{pr} (X_{pr} - X_{piw})^2}{\sum_{p,r} (t_{pr} - 1)} \quad (2.6.20)$$

$$a = \frac{\sum_{p,r} z_{pr} (X_{piw} - X_{piw})^2}{\sum_p (Kp - 1)} \quad (2.6.21)$$

$$b = \frac{\sum_p z_p (X_{piw} - X_{piw})^2}{(P - 1)} \quad (2.6.22)$$

Si se sustituyen los estimadores en el estimador de las primas a cobrar, tanto en la clase como en el sector, dado que los distintos parámetros de riesgo son desconocidos y por consiguiente sus momentos distintos, se obtienen estimadores lineales homogéneos de las primas de riesgo tanto de la clase como del sector, y se obteniendo como estimadores :

$$\hat{v} = (\hat{\theta}_p) = N_p^a = (1 - z_p) X_{piw} + z_p X_{piw} \quad (2.6.23)$$

$$\hat{\mu} = (\hat{G}_p, \hat{G}_{pj}) = M_{piw} = (1 - z_{pj}) X_{piw} + z_{pj} X_{piw} \quad (2.6.24)$$

Como ejemplo se realizó la aplicación del modelo jerárquico de Jewell para la siniestralidad de flotillas durante los años 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002 esta siniestralidad se particionó por grupo de riesgo, por modelo (año de fabricación del vehículo) y por zona.

2.7. Conclusiones

En el presente capítulo se han desarrollado los fundamentos teóricos de los modelos de credibilidad: Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell. Es importante destacar que, de acuerdo con lo que se trató en el capítulo 1, las flotillas de vehículos representan una parte importante de las carteras de las compañías de seguros y hoy en día no es común la aplicación de modelos de tarificación que reconozcan los montos de siniestros que haya presentado la flotilla a través de sus años de experiencia, adicionalmente los métodos tradicionales no permiten un análisis del riesgo incorporando el conocimiento del experto en la determinación de la prima del riesgo y más bien tienden a utilizar tarifas iguales para riesgos distintos, lo que ocasiona subsidios cruzados entre las primas de los riesgos e inclusive, en casos extremos, la insuficiencia de prima en la cartera.

A lo largo del presente capítulo se han descrito los elementos de los modelos de credibilidad: **prima global, prima individual y factor de credibilidad**, de este último se ha puesto especial atención a **sus componentes** que son determinantes en el desarrollo de los modelos, es decir que los años de experiencia, la heterogeneidad de la cartera y la variación de reclamaciones son clave para concluir un factor de credibilidad.

En la sección 2.1 se consideraron los orígenes de la teoría de credibilidad que datan desde el año 1918. El término "credibilidad" representa el grado de creencia que el actuario tiene sobre la realización de un riesgo y que su idea



fundamental consiste en ponderar la experiencia de siniestros de una flotilla con la experiencia global de la compañía o prima teórica para determinado riesgo. Cabe resaltar que el desarrollo de esta teoría es anterior al desarrollo de la estadística bayesiana misma que le proporcionó a la teoría de credibilidad un fundamento bayesiano. Se dice que existe credibilidad completa cuando la prima de credibilidad bayesiana es igual a la prima de credibilidad de Bühlmann, Bühlmann-Straub o Jewell.

De acuerdo al desarrollo de la sección 2.2, se presenta credibilidad total si el factor de credibilidad "z" es igual a uno o a cero, esto significa que se considera totalmente la prima teórica de la compañía o totalmente la experiencia de siniestros de la flotilla. Se presenta credibilidad parcial si el factor "z" se encuentra dentro del intervalo abierto (0,1), o lo que es lo mismo si se pondera con un peso determinado la prima teórica de la compañía con la experiencia de siniestros de la flotilla.

Entre mayor número de años de experiencia de siniestros de la flotilla, mayor heterogeneidad de los riesgos o menor variabilidad de siniestros, es más factible utilizar la prima de experiencia de la flotilla. Si se trata de negocios nuevos, la cartera es homogénea o la variabilidad entre siniestros es importante se tomará como base la experiencia teórica de la cartera. En las secciones 2.4, 2.5 y 2.6 se han desarrollado los fundamentos teóricos de los modelos de credibilidad. A partir de lo anterior se concluye lo siguiente de cada uno de los modelos:

a) Modelo clásico de Bühlmann: Se determina un estimador lineal que permite ponderar la experiencia individual con la de toda la cartera; este modelo

Modelos de credibilidad

considera la siniestralidad de la flotilla y no requiere un nivel de detalle de información alto, es decir, si se cuenta con el monto en pesos de los siniestros no se requiere la información detallada por marca, tipo o modelo (año de fabricación del vehículo). Este modelo es el más sencillo en cuanto a su aplicación y requerimientos de datos. En la sección 2.4.1 se presentaron los estimadores para obtener el factor de credibilidad "z" que se aplican sobre la experiencia de las flotillas.

b) Modelo Bühlmann-Straub: Este se basa en el modelo de Bühlmann, sin embargo, la información del portafolio se particiona en grupos de riesgo y se ponderan por las unidades expuestas de cada grupo, luego se obtiene el factor de credibilidad "z" que a diferencia del modelo de Bühlmann este depende de los promedios ponderados de los siniestros en función de las unidades expuestas que conforman cada partición. En la sección 2.5.1 se han planteado los estimadores insesgados para obtener los años de experiencia, la heterogeneidad de la cartera y la variación de reclamaciones.

c) Modelo de Jewell: Está basado en el modelo anterior, con la salvedad de que se realiza una partición adicional a la información del portafolio, además la misma se divide en grupos de riesgo y modelo(año de fabricación) del vehículo, por lo que este modelo requiere que la información de siniestralidad de la flotilla se encuentre desglosada a un alto nivel de detalle, tal y como se expondrá en el capítulo siguiente, el modelo de Jewell incorpora mayor cantidad de información por lo que es más probable que genere mejores resultados en porcentajes de siniestralidad, mayor rentabilidad en la cartera de riesgo, etc..., debido a la incorporación y segmentación del portafolio a este



modelo se le conoce también como "jerárquico". En este caso, se pondera por las unidades expuestas de cada grupo y modelo, luego se obtiene el factor de credibilidad "z" que es similar al modelo Bühlmann-Straub ya que depende de los promedios ponderados de los siniestros en función de las unidades expuestas que constituyen cada marca, tipo y modelo que se tarifica. En la sección 2.6.1 se esbozaron los estimadores insesgados para obtener el factor de credibilidad "z".

La aportación central del presente capítulo consistió en mostrar y determinar los mejores estimadores insesgados para obtener el factor de credibilidad "z" en los modelos expuestos, por lo que es factible hacer una aplicación a carteras de flotillas de vehículos de los modelos teóricos de credibilidad ofreciendo una opción para los actuarios que requieran aplicar los métodos y técnicas actuariales para resolver problemas de tarificación.

Fuentes de consulta

Artículos

Bühlmann, H.. *Experience rating and credibility.. Astin Bulletin*, vol 5, no 2, p. 157-165. 1969

Bühlmann, H.. *Selection of Credibility Resgression Models*, Astin Bulletin, vol.29, no.2. 1999.

Schnieper, R. *On the Estimation of the Credibility Factor: A Bayesian Approach*, Astin Bulletin, vol.25, no.2 .1995.

Young R.,V. *Robust Bayesian Credibility using Semiparametric Models*, Astin Bulletin, v ol.28, no.2 November 1998.

Libros

Canavos, George C. *Probabilidad y Estadística, aplicaciones y métodos*, McGrawhill. 1993

Dannenburg ,D.R., et. al. *Practical Actuarial Credibility Models*. Bélgica. IAE (Institute of Actuarial Science and Econometrics), 1996. 157 páginas.

DeGroot, Morris, H *Probabilidad y Estadística*,Edit. Addison-Wesley, 1988.

Klugman, et. al *Loss Models From Data to Decisions*, John Wiley & Sons, Inc. 1998.



Mood M., Alexander: *Introduction to the theory of statistics*, Third Edition. Singapur. Mcgrawhill, International Edition. 1974 564 páginas.

N. Herzog, Thomas. *Introduction to the Credibility Theory*. 1996.

Trowbride, Charles. *Foundamental concepts of Actuarial Science*. 2ª Edición. Prentice Hall. 1996.

CAPÍTULO

3

CÁLCULO DE PRIMAS CON MODELOS DE CREDIBILIDAD

Objetivo: Tomar como referencia una cartera real de seguro de automóviles donde se unifican dos bases de datos: cartera en vigor de cada año con el historial de cada póliza y base de datos de siniestros de cada póliza en particular, para generar los cálculos con los diversos modelos de credibilidad y establecer un comparativo, para explicar las ventajas de utilizar estos modelos y sus limitantes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

¿Por qué las cosas son como son y no de otra manera?

Johannes Kepler

Divide las dificultades que examines en tantas partes como sea posible, para su mejor solución

René Descartes

En este capítulo se realiza la aplicación de los modelos de credibilidad: Bühlmann planteado en la sección 2.4, Bühlmann-Straub de la sección 2.5 y

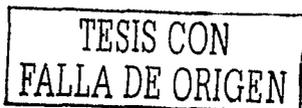


Jewell en la sección 2.6 y se comparan los resultados obtenidos con las primas de las flotillas que la empresa del sector asegurador tarificó para sus clientes en su cartera real, lo anterior siguiendo el método tradicional descrito en la sección 1.5.2. El método tradicional no permite reconocer la experiencia de siniestros que la flotilla ha presentado a través de varios años en la determinación de la prima y, como se planteó en los capítulos 1 y 2 las flotillas representan más del 50% de las carteras de las compañías de seguros en México, en particular la cartera de automóviles a la que se le aplican los modelos de credibilidad presenta la siguiente composición.

Tabla 3.A Porcentaje de las flotillas de vehículos en la cartera de la compañía de seguros del sector asegurador mexicano.

Tipo de pólizas	% Composición
Individual	42.9%
Flotillas	57.1%
Total	100.0%

De lo anterior se deriva la importancia de determinar las primas de las flotillas de manera que, a través del método utilizado, se presente la menor probabilidad de tener insuficiencia de la prima, como se tratará más adelante en la sección 3.1.6.1 y 3.1.6.2 se establecerá una matriz de decisión y otra de evaluación de las alternativas. En la sección 3.2 se realizará el cálculo de primas mediante los modelos de credibilidad hacia la cartera de flotillas de automóviles, en la sección 3.3 se comparan los resultados de los modelos en estudio y en la sección 3.4 se realizará la simulación de las primas obtenidas en la sección 3.2 sobre la cartera de automóviles de la compañía aseguradora para determinar cual de los modelos obtiene mejores resultados y como un alcance adicional al modelo se presenta la aplicación de estos modelos a una



Cálculo de primas con modelos de credibilidad

cartera del seguro de vida grupo en la sección 3.5 y finalmente en la sección 3.8 se expondrán los posibles escenarios como una opción para que el lector identifique cual de ellos corresponde a la situación que se presenta en la actualidad y se consideren como un auxiliar en la toma de decisiones.

Aunado a lo anterior y de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 1, la prima de automóviles representa la cuarta parte del total de la prima del sector asegurador mexicano, por lo que la correcta tarificación de las primas del ramo de automóviles es un factor determinante para mantener carteras rentables, es decir que generen utilidades tanto a nivel de las compañías aseguradores como al nivel del sector.

3.1 Acerca de la información de la cartera

Esta información fue proporcionada por una compañía aseguradora del sector mexicano¹⁵, dicha información se divide en: cartera en vigor o expuestos y primas por año junto con el número y monto de siniestros del ramo de automóviles que esta cartera presentó en un período de cuatro años, los datos tienen incluidos en sus montos de siniestros los deducibles de 5% en daños materiales y 10% para robo total del vehículo así como las indemnizaciones a valor comercial del vehículo al momento de la ocurrencia de un siniestro. Se presenta a continuación el planteamiento para realizar la aplicación de los modelos de credibilidad: se da una descripción de la información de la cartera de autos, luego se establecen los análisis de la misma para abordar la planeación de cómo aplicar los modelos de credibilidad, posteriormente se aplican los modelos de Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell, llegando a

¹⁵ Datos de la cartera real de seguro de automóviles, de los años 1998-2001, de la empresa Seguros Atlas.S.A.



conclusiones después del análisis de los datos. De manera adicional y para que el lector comprenda que los modelos de credibilidad pueden ser aplicados a otras operaciones de seguros se realizó la aplicación a una cartera de vida grupo.

3.1.1 Descripción de la información de automóviles.

Con el objetivo de obtener la prima de riesgo de las flotillas, se determina un estimador lineal que permita ponderar la experiencia individual de siniestros de cada flotilla con la experiencia de toda la cartera. La obtención del factor de credibilidad "z" mediante los métodos desarrollados en el capítulo 2 requiere tener la experiencia de las flotillas por varios periodos, en particular para la cartera en estudio en el presente trabajo se tienen cuatro años de experiencia 1998-2001 y para simular los resultados de la prima obtenida por los modelos se utiliza la experiencia de siniestros de 2002 y se comparan los resultados obtenidos a manera de determinar cual de los modelos predijo más acertadamente la siniestralidad que presentó la cartera durante 2002.

A continuación se describe la cartera en vigor de flotillas de vehículos por año en cuanto al número de vehículos expuestos en el periodo y el monto de los siniestros que se presentaron. En el presente trabajo se utiliza el concepto de *Siniestralidad Ocurrida* como base para determinar la prima de riesgo, entendiéndose como tal lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Siniestralidad Ocurrida} &= \text{Pagos} + \text{Gastos de Ajuste - Salvamento} \\ &+ \text{Saldo de la Reserva de Siniestros} \end{aligned}$$

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

En las tablas se especifican los crecimientos de las carteras de las flotillas que conforman la cartera de la aseguradora en estudio, así como los incrementos en siniestros que se presentaron.

Tabla 3.1.A Descripción de las carteras de flotillas generada por la compañía aseguradora 1998-2001 e incrementos en los porcentajes de vehículos expuestos y siniestros.

Pólizas Flotillas	Expuestos	Siniestros	% Incr. Exp.	% Incr. Sin.
1998	26,536	8,821		
1999	32,461	10,194	122%	116%
2000	39,111	11,616	120%	114%
2001	46,068	14,574	118%	125%

De lo anterior se observan incrementos promedios de los vehículos expuestos de la cartera del orden del 20% e incrementos en montos de siniestros del orden del 18%. Las flotillas se conforman por riesgos de vehículos de uso comercial con fines de lucro.

Los vehículos que conforman la cartera se subdividen en los siguientes tipos:

1. Auto
2. Auto Lujo
3. Autobús
4. Hasta 3.5 ton.
5. Hasta 7.5 ton.
6. Mayores a 5.5 ton. Y volteos
7. Moto
8. Remolque
9. Tracto

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



En el Anexo 2 se incluye el catálogo de vehículos clasificados por tipo de vehículo.

3.1.1.1 Zonas geográficas de tarificación.

Se definen como zonas geográficas de tarificación dos regiones:

La **zona 1 o alto riesgo** en robo total del vehículo se comprende por los estados siguientes: Distrito Federal, Estado de México, Baja California Norte y Jalisco, de acuerdo al SESA de Automóviles 2001¹⁶ en estas entidades se presenta una frecuencia o probabilidad de robos del orden del 2.0%.

La **zona 2 o bajo riesgo** de robo total del vehículo se comprende por los 28 estados restantes de la república mexicana, de acuerdo con el SESA de Automóviles 2001 presentan una frecuencia o probabilidad de robo del 0.59%. La anterior clasificación obedece a que entre la zona 1 y la zona 2 existe una variación de casi el 70% de menor probabilidad en la zona de bajo riesgo de robo total que en la zona de alto riesgo.

¹⁶ SESA Sistema Estadístico de Sector Asegurador Automóviles versión 2001. AMIS

**Cálculo de primas con modelos
de credibilidad**

Tabla 3.1.B Expuestos por año de la cartera de automóviles Zona 1,1998-2001

	Expuestos			
	2001	2000	1999	1998
Auto	18,506	13,174	12,294	11,008
Auto Lujo	192	118	102	60
Autobús	75	78	128	253
Hasta 3.5 ton	5,142	3,971	4,257	4,172
Hasta 7.5 ton	1,327	1,204	1,207	1,148
Mayores a 7.5 ton y volteo	599	181	103	102
Moto	5,422	7,430	3,569	292
Remolque	2,204	1,783	1,088	1,515
Tracto	1,341	1,597	1,423	1,326
Total general	34,808	29,536	24,172	19,875

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Tabla 3.1.C Expuestos por año de la cartera de automóviles Zona 2, 1998-2001

	Expuestos			
	2001	2000	1999	1998
Auto	3,869	3,089	3,759	3,115
Auto Lujo	49	28	35	17
Autobus	55	33	29	21
Hasta 3.5 ton	2,339	2,046	1,631	1,397
Hasta 7.5 ton	795	681	501	469
Mayores a 7.5 ton y volteo	248	258	101	61
Moto	276	102	35	17
Remolque	1,329	1,186	601	486
Tracto	2,297	2,302	1,593	1,035
Total general	11,256	9,724	8,285	6,618

De lo anterior se observa que la cartera presenta mayor exposición de los vehículos en las zonas de alto riesgo ya que existen 34,808 unidades de la zona 1 contra 11,256 de la zona 2 para el año 2001.

A continuación se presenta el número de siniestros y la prima que arrojó la cartera por año.

**Cálculo de primas con modelos
de credibilidad**

Tabla 3.1.D Información de primas y siniestros de las flotillas Zona 1 año 2001

Tipo	Prima_2001	Sin_2001	#Sin_2001
Auto	81,918,773	59,381,795	3,761
Auto Lujo	2,471,411	1,608,610	41
Autobus	610,464	280,564	10
Hasta 3.5 ton	32,060,673	19,956,445	1,254
Hasta 7.5 ton	10,703,155	6,868,834	327
May. a 7.5 ton y volteo	7,935,493	5,786,860	131
Moto	10,049,007	10,012,608	149
Remolque	6,282,278	5,192,128	93
Tracto	22,754,897	21,268,218	359
Total general	174,786,150	130,356,063	6,125

Tabla 3.1.E Información de primas y siniestros de las flotillas ZONA 1 año 2000

Tipo	Prima_2000	Sin_2000	#Sin_2000
Auto	59,926,927	42,279,876	2,750
Auto Lujo	1,609,263	870,057	23
Autobus	736,332	288,389	17
Hasta 3.5 ton	25,572,087	13,848,092	955
Hasta 7.5 ton	11,272,119	8,265,671	291
May. a 7.5 ton y volteo	1,894,201	1,461,819	34
Moto	15,498,976	15,223,292	107
Remolque	5,202,513	6,005,753	80
Tracto	27,292,237	26,281,346	482
Total general	149,004,655	114,524,296	4,739

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Tabla 3.1.F Información de primas y siniestros de las flotillas Zona 1 año 1999

Tipo	Prima_1999	Sin_1999	#Sin_1999
Auto	60,495,363	45,626,623	2,264
Auto Lujo	1,966,977	176,373	7
Autobus	794,418	251,988	17
Hasta 3.5 ton	24,745,814	12,679,150	842
Hasta 7.5 ton	9,415,263	4,565,010	269
May. a 7.5 ton y volteo	641,008	79,888	12
Moto	8,498,983	6,986,309	72
Remolque	3,057,197	2,228,539	42
Tracto	21,514,354	14,200,545	327
Total general	131,129,379	86,794,426	3,852

Tabla 3.1.G Información de primas y siniestros de las flotillas Zona 1 año 1998

Tipo	Prima_1998	Sin_1998	#Sin_1998
Auto	53,162,876	40,069,073	2,027
Auto Lujo	1,056,466	255,232	12
Autobus	1,173,860	280,708	19
Hasta 3.5 ton	22,213,648	12,043,180	816
Hasta 7.5 ton	8,547,808	6,055,674	219
May. a 7.5 ton y volteo	653,041	113,676	13
Moto	705,620	1,000,361	46
Remolque	4,195,025	3,868,647	68
Tracto	19,608,441	16,658,630	263
Total general	111,316,786	80,345,181	3,483

**Cálculo de primas con modelos
de credibilidad**

Tabla 3.1.H Información de primas y siniestros de las flotillas Zona 2 año 2001

Tipo	Prima_2001	Sin_2001	#Sin_2001
Auto	12,990,566	11,688,350	802
Auto Lujo	469,072	806,062	10
Autobus	229,760	53,763	12
Hasta 3.5 ton	10,111,019	7,440,818	541
Hasta 7.5 ton	4,456,959	4,131,343	188
May. a 7.5 ton y volteo	1,950,920	1,774,505	51
Moto	715,941	445,326	24
Remolque	5,041,039	3,108,286	58
Tracto	25,483,245	16,982,332	510
Total general	61,448,520	46,430,785	2,196

Tabla 3.1.I Información de primas y siniestros de las flotillas Zona 2 año 2000

Tipo	Prima_2000	Sin_2000	#Sin_2000
Auto	10,972,716	7,823,783	663
Auto Lujo	249,947	29,632	7
Autobus	185,111	47,789	6
Hasta 3.5 ton	8,526,551	5,354,455	463
Hasta 7.5 ton	3,507,151	3,466,763	151
May. a 7.5 ton y volteo	1,057,416	523,104	31
Moto	253,435	88,466	9
Remolque	2,861,578	1,703,983	41
Tracto	26,002,434	20,560,378	467
Total general	53,616,337	39,598,354	1,838

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Tabla 3.1.J Información de primas y siniestros de las flotillas Zona 2 año 1999

Tipo	Prima_1999	Sin_1999	#Sin_1999
Auto	29,104,070	8,167,854	734
Auto Lujo	376,176	342,281	12
Autobus	152,992	15,542	6
Hasta 3.5 ton	17,701,586	3,902,932	372
Hasta 7.5 ton	2,712,880	841,500	91
May. a 7.5 ton y volteo	471,192	143,015	24
Moto	158,780	20,550	5
Remolque	1,477,355	982,660	23
Tracto	13,343,744	8,975,284	320
Total general	65,498,775	23,391,617	1,587

Tabla 3.1.K Información de primas y siniestros de las flotillas Zona 2 año 1998

Tipo	Prima_1998	Sin_1998	#Sin_1998
Auto	11,182,907	7,321,488	600
Auto Lujo	251,734	142,185	6
Autobus	126,293	22,791	4
Hasta 3.5 ton	7,802,943	4,188,003	314
Hasta 7.5 ton	3,260,072	1,494,811	106
May. a 7.5 ton y volteo	314,452	77,054	20
Moto	29,528	25,667	2
Remolque	1,614,780	766,477	27
Tracto	9,232,189	6,586,910	187
Total general	33,814,895	20,625,386	1,266

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

3.1.2 Planeación para la aplicación de los modelos de credibilidad.

Con el objetivo de que el lector tenga una guía en la toma de decisiones sobre qué modelo debe utilizar para obtener la prima de riesgo que con mayor probabilidad genere utilidades, se consideran los siguientes aspectos acordes con la naturaleza de la planeación, basada en diseñar un futuro deseado así como los medios efectivos para realizarlo. Se considera a la planeación como un proceso en la toma de decisiones.¹⁷

Principios clave

- 1.- Se debe considerar el nivel del detalle de la información que tiene disponible sobre los siniestros ocurridos de la cartera para obtener el factor de credibilidad "z" y así encontrar la prima de credibilidad por cualquiera de los métodos de credibilidad especificados en el capítulo 2.
- 2.- Debe tenerse en cuenta que la aportación central del capítulo 2 consistió en mostrar y determinar los mejores estimadores insesgados para obtener el factor de credibilidad "z", de esta manera se aplican los modelos teóricos de credibilidad a la resolución real del problema de tarificación.
- 3.- Se presenta en la siguiente tabla una guía para realizar el cálculo del factor de credibilidad "z" al resumir el tratamiento de la información descrita en la sección 3.1 mediante los modelos de credibilidad. Sin embargo y con la finalidad de que el lector tenga los elementos para la toma de decisiones sobre



el modelo a elegir debe consultar conjuntamente la sección 3.1.3 que se mostrará a continuación.

En esta guía para la aplicación de los modelos de credibilidad, se parte de la información de la cartera en estudio. Esta serie de pasos tiene por objetivo dar las bases al tomador de decisiones sobre el tratamiento de los datos estadísticos de siniestralidad, la información que requiere, las agrupaciones que el modelo utiliza y sobre todo se expone la manera de determinar el factor de credibilidad "z" a través de los mejores estimadores insesgados expuestos en el capítulo 2.

Con el objetivo de encontrar el mejor estimador lineal para el factor "z" es indispensable que el lector tenga presente los conceptos presentados en esta guía que se presenta a continuación para poder discernir técnicamente que tipo de modelo se adecua a las necesidades del lector, las características y detalle de información con que se dispone para tarificar la flotilla de vehículos que se desea asegurar.

¹⁷ Fuente: Ackoff, Russell L. *El paradigma de Ackoff. Una Administración Sistemica*. Limusa Wiley 2002. 367 páginas.

Tabla 3.1.L Guía para la aplicación de los modelos de credibilidad a partir de la información de siniestros de la cartera.

Bühlmann	<p>a) Se considera la experiencia de flotillas de cada tipo de vehículo en la cartera.</p> <p>b) Se agrupan los siniestros reclamados por cada uno de los "k" contratos que integran la cartera durante los últimos $t=4$ años</p> <p>c) Se estima insesgadamente lo siguiente: \hat{m} (prima global), \hat{a} (heterogeneidad), \hat{s}^2 (variación promedio)</p> <p>d) Se obtiene la prima de credibilidad $\mu(\Theta) = M_j = (1-z)m + zM_j$, y "z" es el factor de credibilidad $z = \frac{at}{s^2 + at}$</p>
Bühlmann- Straub	<p>a) Se agrupan los vehículos sujetos a un mismo parámetro de riesgo (Θ_j), por ejemplo, en la base de datos se clasifica la información por grupo de riesgo y zonas 1 y 2, por ejemplo:</p> <p>b) Se incorporan al modelo ponderadores para los grupos de riesgo en los que se agruparon las flotillas.</p> <p>c) Se estima insesgadamente lo siguiente: (prima global), \hat{a} (heterogeneidad), \hat{s}^2 (variación promedio)</p> <p>d) Una vez estimados los parámetros se obtiene la prima de credibilidad $\hat{\mu}(\Theta) = M_j = (1-z_j)m + z_jM_j$ o $z_j = \frac{aw_j}{s^2 + aw_j}$</p>
Jewell	<p>a) Los grupos de riesgo sujetos a un mismo parámetro de riesgo (Θ_j), se subdividen en clases dentro de cada segmento, es decir, último modelo, 1 año de uso, hasta 10 años de uso y otro grupo que considera las unidades de más de 10 años.</p> <p>b) Lo anterior implica que el portafolio dividido ahora en subportafolios está formado por grupos de riesgo y modelo.</p> <p>c) Se estima insesgadamente lo siguiente: \hat{m} (prima global), \hat{a} (heterogeneidad), \hat{s}^2 (variación promedio) y \hat{b}</p> <p>d) Una vez estimados los parámetros se obtiene la prima de credibilidad</p> $\rho = (\hat{G}_n, \hat{G}_n) = M_{n^*} = (1-z_n)X_{n^*} + z_n X_{n^*} \cdot z_n = \frac{aw_{n^*}}{s^2 + aw_{n^*}}$



3.1.3 Los modelos de credibilidad y la planeación prospectiva.

La planeación preactiva es una planeación de arriba hacia abajo con una orientación estratégica constando de dos partes: la predicción y la preparación, siendo la predicción la más importante, dado que si una predicción es incorrecta, la buena preparación sería en vano. Se elige este tipo de planeación para diseñar la aplicación de los modelos de credibilidad porque mediante la aplicación de estos modelos se obtienen pronósticos del monto esperado de siniestros en un portafolio, es decir su prima de riesgo y este punto es fundamental en el sentido de que la "efectividad de la planeación preactiva depende de la precisión de los pronósticos para los que se prepara", es decir que los modelos de credibilidad son predictores del comportamiento de los futuros siniestros en las carteras.

Los modelos de credibilidad pueden desarrollar un sentido de aplicación práctica, mediante la aplicación de seis fases de la planificación¹⁸.

1.- Preparación.- En esta etapa se describe la situación en la que se encuentra la empresa en cuanto a los métodos que utiliza para el cálculo de sus primas descrito en el capítulo 1 y se plantea la necesidad de modificar el método tradicional de cálculo. Se identifican las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas es decir la identificación del FODA para el método tradicional y para los modelos de credibilidad descritos en el capítulo 2. Este modelo se presenta en la sección 3.1.4

2.- Planificación de los fines.- En esta fase se diseña un presente idealmente deseable y se establece la diferencia que lo separa del futuro, esta diferencia

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

constituye la brecha que hay que tratar de cubrir o por lo menos reducir mediante planificación. Para este trabajo la finalidad es generar carteras rentables del seguro de automóviles y la brecha se cubre mediante la aplicación de los modelos de credibilidad en lugar de los métodos tradicionales, para cubrir esta brecha.

3.- Planificación de los medios.- Elegir o inventar medios necesarios para cubrir o reducir la brecha. De acuerdo con el desarrollo teórico del capítulo 2 serán aplicados los modelos de credibilidad a una cartera real de vehículos y mediante simulaciones del modelo se determinará cual de los modelos es el que obtiene carteras más rentables.

4.- Planificación de los recursos.- Estimar cuales recursos y cuantos de cada uno se requieren para poner en práctica los medios elegidos. En particular para la aplicación de los modelos de credibilidad se requiere la capacitación de los tomadores de decisiones en las técnicas y bases actuariales de los modelos de credibilidad, la programación de los sistemas para que sean capaces de automatizar y generar a partir de la experiencia de siniestros las primas de los modelos. La aplicación de los modelos de credibilidad puede ser complementada con la instalación en las flotillas una gran variedad de sistemas de seguridad, ya sean preventivos o reactivos; como sugerencia para sus clientes de acuerdo a sus necesidades.

Debido a lo anterior y por el alto índice de robo de vehículos, las aseguradoras en un afán de dar mejores precios en sus productos y proteger a sus

¹⁸ Fuente: Ackoff, Russell L., *Cápsulas de Ackoff. Administración en pequeñas dosis*. Limusa Noriega Editores. 2002. 203 páginas.



asegurados, ofrecen dispositivos antirrobo, como consecuencia, estas personas obtienen dos beneficios al instalar el sistema: primero descuento sobre la prima de robo total y segundo, exento del pago de deducible al momento del siniestro.

El inconveniente de ofrecer este servicio, es que genera dos conductas en el cliente: la primera es desconfianza tanto del producto como de la instalación; la segunda es exceso de pretextos para no hacer la instalación del dispositivo.

Para lograr vencer los dos obstáculos anteriores, es necesario establecer una metodología que permita minimizar los riesgos, para ello, se establecerán las siguientes recomendaciones:

1. Identificar que clase de sistema se está ofreciendo y analizar si satisface las necesidades, gustos y presupuestos; los géneros o tipos que existen en el mercado, por ejemplo las alarmas cortacorriente, sistemas vía satélite, anti-asalto, etc.,...
2. Evaluar el riesgo al que se está normalmente expuesto, a través de las estadísticas que muestran la incidencia de robo de la marca y tipo de vehículo.
3. Seleccionar el sistema de acuerdo al presupuesto de cada cliente.
4. Buscar sistemas que su principal objetivo sea la seguridad del conductor con la garantía de recuperar su vehículo, eliminar en lo posible el anti-asalto a puertas para semisecuestros.
5. Invertir en sistemas creados específicamente para cada tipo de robo y que presente diferentes opciones de instalación según el tipo de vehículo.
6. Exigir que el trabajo de instalación y mano de obra este garantizado y que no pierda sus garantías de fábrica.

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

7. Solicitar antecedentes de experiencia en autos de alto valor o vehículos blindados.
8. Exigir mediante una demostración, que cuando el vehiculo se encuentre estacionado, garanticen que por ningún motivo se podrá poner en marcha el motor de manera directa aún cuando sea violado el sistema de alarma.
9. Analizar el proceso de selección, reclutamiento y capacitación de los técnicos profesionales, verificando que no existan riesgos de fugas de información o antecedentes criminales.
10. Preferir productos 100% mexicanos o creados y pensados para los problemas y asaltos específicos de nuestra ciudad.
11. Solicitar que el centro de instalaciones, cuente con hojas de recepción y controles del proceso de instalación que garanticen que la unidad fue desarmada y trabajada por un profesional de sistemas de seguridad.

La compañía aseguradora que tome en cuenta estos puntos, puede predecir pronósticos favorables.

5.- Diseño de puesta en práctica.- Programar las acciones y asignar las responsabilidades correspondientes dentro del área técnica, informática, ventas.

6.- Diseño de controles.- Procedimientos para determinar si las acciones se toman de acuerdo a lo previsto y si producen los resultados deseados, es decir si se generan carteras rentables.



3.1.3.1 FODA de los modelos de credibilidad y el método tradicional

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 1, sección 1.4 tradicionalmente las compañías aseguradoras calculan sus primas mediante métodos de tarificación a priori y determinan las primas de las flotillas con un descuento sobre la tarifa de vehículos individuales, se resumen a continuación el FODA de los modelos expuestos en el presente trabajo y el modelo de cálculo tradicional en el sentido de generar carteras rentables.

Tabla 3.1 M Fortalezas, debilidades oportunidades y amenazas de los modelos de Credibilidad y el modelo Tradicional

Modelo	Fortalezas	Debilidades
Tradicional	Requiere escasa o nula información histórica de siniestralidad sobre la flotilla que se tarifica	Ocasiona que se tarifiquen "primas cuadradas", es decir primas iguales para riesgos diferenciados, provocando subsidios cruzados entre riesgos y la pérdida de negocios que representan buenos riesgos, pero a los que se les aplican tarifas altas.
	El método tratado en el capítulo 1 es comúnmente utilizado por el sector asegurador y registrado por la CNSF	A pesar de ser comúnmente aplicado por el sector, en sus bases de cálculo falta incorporar el conocimiento del experto que evalúa el riesgo, opción que si es posible en los métodos de credibilidad.
Tradicional	No requiere un análisis profundo del riesgo, por lo que el suscriptor puede no tener conocimientos actuariales para determinar la prima.	Elimina una de las posibilidades que aportan más al cálculo de primas en los modelos de credibilidad: incorporar el conocimiento del experto que analiza el riesgo para combinar la experiencia propia de cada flotilla con el de la compañía

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Modelo	Oportunidades	Amenazas
Tradicional	Puede generar cálculos de primas sin considerar la información disponible sobre el riesgo.	Eliminar o reducir al mínimo el análisis del riesgo que se tarifica provocando una alta probabilidad de insuficiencia en primas con respecto a los siniestros que presenta la cartera.
	Por no requerir un nivel de detalle de la información disponible de los siniestros permite generar cotizaciones en poco tiempo sin contar con un nivel alto de automatización vía sistemas.	Eliminación del registro ante la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas de este tipo de métodos para sustituirlos por métodos que con alta probabilidad obtengan suficiencia de primas.

Modelos	Fortalezas	Debilidades
Bühlmann; Bühlmann Straub y Jewell	Requieren información histórica de siniestralidad sobre la flotilla que se tarifica, en caso de que no exista se remite a la credibilidad total tratada en el capítulo 2	Difícil la aplicación del modelo sin un software para analizar y obtener primas a partir de la experiencia de la compañía
	La CNSF recientemente comenzó a registrar este tipo de modelos de tarificación	Debe ganar la confianza del sector asegurador para ser aplicable de manera común en el mercado.
	Requiere un análisis del riesgo, por lo que permite incorporar conocimiento del experto para determinar la prima y ponderar que proporción corresponde a la experiencia propia de la flotilla y que parte a la experiencia de la compañía	Requiere la comprensión del modelo por el tomador de decisiones que pretende tarificar.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



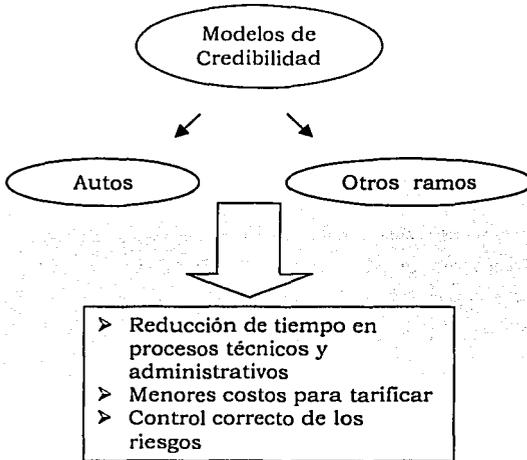
Modelos	Oportunidades	Amenazas
Bühlmann; Bühlmann Straub y Jewell	Permite generar cotizaciones en poco tiempo mediante la automatización del modelo vía sistemas y obtener primas "justas" por riesgo para que la compañía retenga riesgos con buena siniestralidad a buen precio. Genera utilidades para las empresas.	Incomprensión por parte de los tomadores de decisiones en cuanto a su aplicación y utilidad como herramienta de análisis.
	Se requiere dedicar tiempo a diseñar la automatización de los modelos de credibilidad, una vez terminada la automatización ya no se requiere invertir más tiempo en ello.	Sector asegurador competido en costos que ocasione que a flotillas con alta siniestralidad se les cobre más prima y evite la consolidación de estos negocios
	Herramienta para verificar la heterogeneidad de la cartera, a diferencia del modelo tradicional que no permite incorporar esta información en el cálculo de la prima	Margen de error en los cálculos de las primas si la información histórica de siniestros es poco fidedigna.

3.1.5 Beneficios administrativos de tarificación

Este caso esta relacionado al hecho de que los modelos de credibilidad pueden ser aplicables a otras operaciones de la compañía, reduciendo considerablemente el tiempo de tarificación vía automatización, así también, se estará cobrando según el riesgo real de cada flotilla, dándose como resultado una perspectiva de planeación a largo plazo en ahorro de costos y una mejor administración de riesgos.

Lo anterior lo observamos en el siguiente diagrama:

Diagrama 3.1 A Aplicación de los modelos de credibilidad.



3.1.6 Teoría de la decisión y los modelos de credibilidad

La teoría de la decisión es una herramienta que permite plantear o esquematizar un problema de decisión y elegir una alternativa de forma coherente, la cual dependerá de las posibles consecuencias que presenta cada una de las alternativas. A pesar de que en el proceso de toma de decisiones el elemento humano juega un papel muy importante, existen ciertos criterios que nos permitirán tomar una decisión óptima.

Antes de presentar en qué consiste esta teoría será necesario especificar bajo qué situaciones se tiene un problema de decisión y como podremos



estructurarlo. Cualquier persona tendrá un "problema de decisión " si tiene dos o más alternativas entre las cuales elegir. El individuo deberá conocer todas las alternativas entre las cuales deberá discernir y seleccionar una; si esta persona contara con la información completa sobre las consecuencias que traería cada una de las opciones, no habría ninguna duda ni problema para elegir y aceptaría la alternativa cuyas consecuencias fueran compatibles con sus propios intereses. Como puede observarse el problema de elegir reside en que no se conocen con certidumbre los resultados de nuestra elección; de aquí que la principal dificultad en la selección de la mejor decisión es generalmente debida a la incertidumbre que se presenta en las situaciones y a que no se sabe exactamente que va a suceder si se adopta determinada opción.

Resulta pues que la dificultad real al tomar una decisión es la incertidumbre existente en las situaciones. Antes de tomar una decisión será necesario estructurar el problema. Lo primero que deberá hacerse es conocer y considerar todas las alternativas entre las cuales será necesario elegir, este conjunto será denominado como "Espacio de decisiones". En el conjunto completo de las alternativas, simplemente deberán considerarse todas aquellas opciones "relevantes" en el problema. Además de que deben considerarse todas las posibles opciones (alternativas), deberán ser mutuamente excluyentes, lo cual implica que al elegir una de las decisiones, se debe excluir la posibilidad de seleccionar cualquier otra. Como la dificultad principal en la toma de una decisión es la incertidumbre y que no se sabe exactamente que es lo que va a suceder, será necesario considerar todos aquellos sucesos relevantes que pudieran ocurrir al tomar una determinada decisión (sin saber cuál de ellas ocurrirá). Al conjunto de posibles sucesos se le conoce como conjunto de "Sucesos Inciertos". Los sucesos inciertos determinarán las consecuencias por

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

haber elegido esa opción, de tal forma que si nosotros seleccionamos una opción, ante ésta podrán ocurrir diferentes situaciones desconocidas que conllevaran a las distintas consecuencias. Con el objeto de facilitar la comprensión, el planteamiento de problemas y los distintos escenarios se construirá una matriz previa que permitirá visualizar la decisión más adecuada.

3.1.6.1 Construcción de la matriz de decisión para elegir el modelo más apropiado

La decisión central será determinar, de acuerdo al cálculo de primas de flotillas de automóviles, cual será el modelo de credibilidad más idóneo de aplicación, por lo tanto, se definen como estados de la naturaleza los modelos de credibilidad, los cuales están analizados y discutidos en el presente trabajo y son:

Modelo Tradicional, Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell

Se plantea la siguiente matriz previa analizando los factores que requiere el modelo para su aplicación.

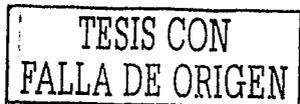


Tabla 3.1.O Matriz de decisión para elegir el modelo más apropiado para calculo de primas.

Alternativas	Información histórica de siniestralidad	Nivel de detalle de la información disponible	Análisis del riesgo
Modelo "T": Tradicional	Bajo Requiere información de siniestros de a lo más un año de experiencia, o en su defecto no incorpora información histórica de siniestralidad para tarificar	Bajo Se requiere un nivel de detalle bajo para tarificar, la información no se requiere por marca, tipo o modelo del vehículo. De hecho llegan a considerarse en casos extremos la prima de tarifa calculada para primas de vehículos individuales descritos en cap. 1 y se aplican descuentos a la flotilla en función del número de unidades que forman la flotilla sin experiencia de siniestros.	Medio Tradicionalmente en las compañías de seguros se aplican las primas teóricas a las flotillas de automóviles, es decir se aplican primas de vehículos individuales a riesgos que pudieran presentar características especiales por formar parte de una flotilla y estas no se consideran en la tarificación.
Modelo I: Bühlmann	Medio Requiere información histórica y tiene la ventaja de incorporar varios años de información en el método de tarificación. Es posible que se aplique credibilidad total de acuerdo a lo definido en el capítulo 2 sección 2.1a la prima teórica de la cartera.	Bajo Se requiere un nivel de detalle bajo para tarificar, la información no es detallada por marca, tipo o modelo del vehículo. Se toman en cuenta dos alternativas: a) Se utiliza credibilidad total hacia la prima teórica de la compañía para el riesgo de la flotilla cuando no se tiene información disponible sobre los siniestros ocurridos en la flotilla. b) Se utiliza credibilidad parcial y el ponderador se obtiene en función a la información de siniestralidad a nivel global de la flotilla. Con este modelo se obtiene la prima de la flotilla en general no se determina una prima por cada vehículo en la flotilla, sino que se determina una prima conjunta para toda la flotilla.	Alto Mediante la aplicación de los modelos de credibilidad se proporciona la posibilidad de realizar análisis del riesgo al incorporar la información que el experto conocedor de tal manera que se incorpora información adicional en el análisis del riesgo. De acuerdo con lo tratado en el capítulo 2 los fundamentos de la teoría de credibilidad se basan en la estadística bayesiana.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Alternativas	Información histórica de siniestralidad.	Nivel de detalle de la información disponible	Análisis del riesgo
Modelo 2 Bühlmann Straub	Medio Requiere información histórica y tiene la ventaja de incorporar varios años de información en el método de tarificación. En caso de que se disponga información de la flotilla es posible tarificar utilizando la credibilidad total a la experiencia de la compañía.	Medio Se requiere un nivel de detalle medio para tarificar, la información es requerida por tipo de vehículo. Se toman en cuenta dos alternativas: a) Se utiliza credibilidad total hacia la prima teórica de la compañía para el riesgo de la flotilla cuando no se tiene información disponible b) Se utiliza credibilidad parcial y el ponderador se obtiene en función a la información detallada de siniestralidad a nivel de tipo de vehículo que integra la flotilla, esto es se obtiene la prima de la flotilla particionada por cada tipo de vehículo.	Alto Los modelos de credibilidad incorporan las bases bayesianas para justificar su base teórica, por lo que el análisis del riesgo descansa implícitamente en la esperanza de la función de densidad predictiva y en la estadística bayesiana. La aportación de este modelo a diferencia del Modelo 1 es que permite analizar la cartera en función del tipo de vehículo que conforma cada flotilla.
Modelo 3 Jewell	Alto Requiere varios períodos de información con el fin de tener información a nivel de tipo y modelo de vehículo, aún se requiere mayor información que los modelos 1 y 2, debido a que estos modelos particionan en mayor grado.	Alto Se requiere un nivel de detalle alto para tarificar, La información es requisitada por tipo de vehículo y modelo Se toman en cuenta dos alternativas: a) Se utiliza credibilidad total hacia la prima teórica de la compañía para el riesgo de la flotilla cuando no se tiene información disponible b) Se utiliza credibilidad parcial y el ponderador se obtiene en función a la información detallada de siniestralidad a nivel de tipo y modelo del vehículo que integra la flotilla, o sea, se obtiene la prima de la flotilla particionada por cada tipo y modelo de vehículo.	Alto Los modelos de credibilidad a niveles jerárquicos permiten particionar la información de siniestros y encontrar las primas de credibilidad incorporando información adicional por marca, tipo y modelo de la unidad. Este resulta ser el modelo que requiere mayor grado de información para tarificar. La aportación de este modelo a diferencia de los modelos 1 y 2 es que permite analizar al portafolio en varios niveles inclusive por el año de fabricación de cada tipo de vehículo.



3.1.6.2 Matriz de evaluación de las alternativas de la decisión

Con relación a las posibles consecuencias al elegir uno de los modelos para obtener la prima de una flotilla de vehículos, se establece la siguiente matriz de decisión de las alternativas:

Consecuencias	Modelo "T"	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
1.- En relación al riesgo	No existe una correcta evaluación del riesgo por el hecho de aplicar primas cuadradas, es decir primas iguales a riesgos distintos.	Evaluación del riesgo utilizando información no detallada del riesgo, es decir se utiliza la información global de siniestralidad de la flotilla, sin distinguir modelo, marca o tipo	Evaluación del riesgo utilizando información detallada del riesgo, tomando en cuenta el tipo de vehículos que integran la flotilla	Aplicación del conocimiento del experto utilizando información detallada por tipo y modelo de vehículos que integran la flotilla, esta información adicional permite evaluar el riesgo con mayor exactitud
2.- En relación de la suficiencia de primas	Probabilidad alta de tener insuficiencia de primas	Probabilidad media de tener insuficiencia de primas	Menor probabilidad de tener insuficiencia de primas, respecto al modelo tradicional y modelo 1	Baja probabilidad de tener insuficiencia de primas con respecto a los otros modelos
3.- Competitividad en el mercado	Pérdida de participación en el mercado o cancelación de negocios	Competitividad promedio en la obtención de primas de flotillas	Competitividad media alta en la obtención de primas de flotillas	Alta competitividad en la obtención de primas de flotillas
4.- Suficiencia de Reservas	Probabilidad de no tener suficiencia de Reservas técnicas	Probabilidad aceptable de obtener suficiencia de reservas	Probabilidad media alta de obtener suficiencia de reservas técnicas	Probabilidad alta de obtener suficiencia de reservas técnicas

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Como se puede apreciar, de acuerdo al cálculo de primas que se plantea en el presente trabajo, el modelo idóneo para el cálculo de primas en flotillas, será el modelo de Jewell, ahora se comprobará mediante la aplicación práctica de dichos modelos.

3.2 Aplicación de los modelos de credibilidad

Una vez diseñada la estrategia para utilizar los modelos de credibilidad , a continuación se describen los resultados de la aplicación de los modelos de Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell.

3.2.1 Aplicación del modelo de Bühlmann

Se establece un análisis de la información a nivel de contrato individual de acuerdo a la planeación y a lo requerido por el modelo de Bühlmann, se estiman las expresiones (cap. 2 sección 2.4.1), que se resumen en las siguientes tablas.

Tablas 3.2.1.A Cálculo de variables de Bühlmann.
Número de contratos "k" por tipo de vehículo.

Zona 1

Tipo	k
Auto	1,756
Auto Lujo	119
Autobús	4
Hasta 3.5 ton	364
Hasta 7.5 ton	125
Mayores a 7.5 ton y volteo	53
Moto	4
Remolque	48
Tracto	49



Zona 2

Tipo	k
Auto	1,101
Auto Lujo	48
Autobús	3
Hasta 3.5 ton	340
Hasta 7.5 ton	126
Mayores a 7.5 ton y volteo	54
Moto	3
Remolque	41
Tracto	50

Tablas 3.2.1.B Cálculo de la prima \hat{m} por cada tipo de vehículo.

Zona 1

$\hat{m} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^t \frac{X_{jr}}{t}$				
Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,322	619	421	100
Auto Lujo	5,784	462	171	182
Autobus	501	2,473	532	34
Hasta 3.5 ton	1,090	1,053	657	57
Hasta 7.5 ton	610	194	2,260	21
May. a 7.5 ton y volteo	612	3,346	2,347	43
Moto	484	815	382	74
Remolque	723	641	16	21
Tracto	2,774	2,124	2,993	91

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Zona 2

$$\hat{m} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^t \frac{X_{jt}}{t}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,917	737	494	126
Auto Lujo	18,771	345	1,121	572
Autobus	304	234	265	234
Hasta 3.5 ton	782	445	630	22
Hasta 7.5 ton	710	24	1,774	14
May. a 7.5 ton y volteo	923	547	1,398	3
Moto	288	68	321	18
Remolque	616	127	16	23
Tracto	2,538	778	2,528	94

Tablas 3.2.1.C Cálculo de la varianza s^2 por cada tipo de vehículo.

Zona 1

$$s^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{t-1} \sum_{t=1}^t (X_{jt} - M_j)^2 \right) = \frac{1}{k(t-1)} \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^t (X_{jt} - M_j)^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	68,705,194	21,919,626	11,919,884	24,213,924
Auto Lujo	953,579,472	222,353,939	51,956,926	325,563
Autobus	1,999,734	342,134	2,511,538	2,345,345
Hasta 3.5 ton	85,429,178	5,305,867	21,936,548	39,851,243
Hasta 7.5 ton	65,058,094	4,002,361	91,498,331	31,175,398
May. a 7.5 ton y volteo	69,495,684	12,534,505	101,901,784	1,234,245
Moto	1,675,332	714,097	1,714,516	2,208,001
Remolque	3,803,052	4,294,616	892,851	2,343,535
Tracto	82,908,947	140,600,752	137,450,738	46,186,298

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Zona 2

$$s^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{l-1} \sum_{r=1}^l (X_{jr} - M_j)^2 \right) = \frac{1}{k(l-1)} \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^l (X_{jr} - M_j)^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,670,805,283	2,925,777,744	55,439,752	86,623,198
Auto Lujo	1,810,210,259	25,474,923	40,070,744	36,952
Autobus	482,311	2,324,452	675,086	123,234
Hasta 3.5 ton	46,907,605,749	54,449,516	16,845,897	880,391
Hasta 7.5 ton	29,810,071	1,236,515	53,541,123	558,067
May. a 7.5 ton y volteo	5,485,458	23,423	4,842,775	577,330
Moto	564,691	284,016	248,933	410,073
Remolque	3,270,915	143,177	549,295	234,234
Tracto	51,461,251	11,495,041	73,404,961	28,322,638

Tablas 3.2.1.D Cálculo de la heterogeneidad σ^2 Zonas 1 y 2

Zona 1

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - \bar{m})^2 - \frac{1}{l} s^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	45,360,731	20,475,269	42,764,776	6,511,893
Auto Lujo	391,856,541	15,912,843	665,801	34,354,654
Autobus	975,394	34,534,556	853,070	234,535
Hasta 3.5 ton	23,824,613	94,446,650	2,297,248	205,633
Hasta 7.5 ton	2,032,398	1,167,829	80,064,204	15,258
May. a 7.5 ton y volteo	2,955,108	172,161,872	54,933,282	2,343,245
Moto	184,828	211,142	194,359	12,157
Remolque	1,594,110	4,422,391	3,967	45,646
Tracto	24,897,283	17,712,392	7,446,674	67,827

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Zona 2

$$\hat{a}^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - \hat{m})^2 - \frac{1}{l} s^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	291,508,332	401,666	17,541,066	4,912,956
Auto Lujo	6,272,252,247	543,742,345	58,899,626	1,567
Autobus	247,012	2,343	13,673	2,345
Hasta 3.5 ton	4,832,365	19,071,898	2,504,768	13,409
Hasta 7.5 ton	6,778,360	34,273	20,781,353	7,928
May. a 7.5 ton y volteo	9,934,335	32,435	5,257,942	424
Moto	209,649	13,835	94,033	920
Remolque	1,790,973	123,144	2,605	234
Tracto	21,288,678	5,928,115	8,190,426	94,419

Tablas 3.2.1.E Cálculo del factor de credibilidad "z" por tipo de cobertura.

Zona 1

Zonas 1 y 2.

$$z = \frac{at}{s^2 + at}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	73%	79%	93%	52%
Auto Lujo	62%	22%	5%	11%
Autobus	66%	65%	58%	5%
Hasta 3.5 ton	53%	99%	30%	2%
Hasta 7.5 ton	11%	54%	78%	0%
May. a 7.5 ton y volteo	15%	98%	68%	10%
Moto	31%	54%	31%	2%
Remolque	63%	80%	2%	2%
Tracto	55%	34%	18%	1%



Zona 2

$$z = \frac{at}{s^2 + at}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	41%	10%	56%	18%
Auto Lujo	93%	38%	85%	15%
Autobus	67%	30%	7%	7%
Hasta 3.5 ton	0%	58%	37%	6%
Hasta 7.5 ton	48%	10%	61%	5%
May. a 7.5 ton y volteo	88%	15%	81%	0%
Moto	60%	16%	60%	1%
Remolque	69%	77%	2%	3%
Tracto	62%	67%	31%	1%

Tablas 3.2.1.F Cálculo de la experiencia M_j , por tipo de cobertura, Zonas 1 y 2

Zona 1

$$M_j = \bar{X}_j = \frac{1}{i} \sum_{m=1}^i X_{jm}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,361	637	433	103
Auto Lujo	6,201	495	183	105
Autobus	501	1,056	532	48
Hasta 3.5 ton	1,108	1,071	668	58
Hasta 7.5 ton	615	196	2,278	21
May. a 7.5 ton y volteo	624	3,411	2,393	30
Moto	484	815	382	74
Remolque	754	669	17	67
Tracto	2,892	2,214	3,121	95

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Zona 2

$$M_{i'} = \bar{X}_{i'} = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i X_{i'j}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,978	761	510	130
Auto Lujo	19,171	364	1,144	6
Autobus	304	233	265	54
Hasta 3.5 ton	810	461	653	22
Hasta 7.5 ton	722	547	1,802	14
May. a 7.5 ton y volteo	941	342	1,425	3
Moto	288	68	321	18
Remolque	616	127	16	23
Tracto	2,590	793	2,580	96

Finalmente se calculan las primas de credibilidad mediante (2.4.2.1)..

Tablas 3.2.1.G Primas de riesgo de credibilidad por tipo de vehículo y cobertura, Zonas 1 y 2

Zona 1

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	2,705	3,587	1,355	495
Auto Lujo	13,449	4,437	253	356
Autobus	833	3,521	838	133
Hasta 3.5 ton	1,697	5,340	853	66
Hasta 7.5 ton	652	906	2,865	21
May. a 7.5 ton y volteo	728	21,833	3,577	231
Moto	484	815	382	75
Remolque	1,413	1,893	17	23
Tracto	3,114	3,156	3,068	93

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Zona 2

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	3,411	749	1,593	554
Auto Lujo	71,296	364	11,656	45
Autobus	406	2,134	265	344
Hasta 3.5 ton	782	3,582	879	35
Hasta 7.5 ton	972	8,048	2,373	24
May. a 7.5 ton y volteo	2,103	253	2,378	3
Moto	374	901	418	18
Remolque	1,212	531	173	234
Tracto	2,796	2,436	2,635	98

3.2.2 Aplicación del modelo de Bühlmann-Straub

Se establece un análisis de la información agrupada por grupos de riesgo de vehículos sujetos a un mismo parámetro (θ_j), obteniendo 188 grupos de riesgo, se muestran algunos en el ejemplo:

Tabla 3.2.2 A Vehículos agrupados por tipo de riesgo, Zonas 1 y 2

Grupo	Descripción
1	Golf
2	Celebrity
3	Dart K, Volare
4	Tsubame

Si el lector requiere consultar a mayor detalle los grupos de riesgo, consulte en Anexo 2 en donde se especifica el catálogo de vehículos y el grupo de riesgo que le corresponde.

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Ahora bien, de acuerdo al modelo de Bühlmann-Straub se determinan los

$$w = \sum_{j=1}^k w_j = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_{ij}, \text{ y quedan como:}$$

Tablas 3.2.2 B Obtención del ponderador de los tipos de vehículos, Zonas 1 y 2

Zona 1

Tipo	k	$w = \sum_{j=1}^k w_j = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_{ij}$
Auto	128	54,980
Auto Lujo	10	473
Autobus	1	534
Hasta 3.5 ton	11	17,542
Hasta 7.5 ton	15	4,886
May. a 7.5 ton y volteo	8	985
Moto	1	16,713
Remolque	3	6,590
Tracto	10	5,687

Zona 2

Tipo	k	$w = \sum_{j=1}^k w_j = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_{ij}$
Auto	112	13,831
Auto Lujo	8	129
Autobus	1	137
Hasta 3.5 ton	10	7,413
Hasta 7.5 ton	14	2,446
May. a 7.5 ton y volteo	8	668
Moto	1	431
Remolque	3	3,601
Tracto	11	7,226

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



Tablas 3.2.2C Cálculo del monto promedio de siniestros por tipo de vehículo, Zonas 1 y 2

Zona 1

$$X_{nw} = \sum_{j=1}^k X_{jw} \quad \text{con} \quad X_{jw} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{w_j} X_{ij}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	172,035	158,639	34,231	10,313
Auto Lujoso	15,980	14,241	1,431	4,346
Autobus	780	54,699	866	4,678
Hasta 3.5 ton	9,813	25,692	9,184	483
Hasta 7.5 ton	25,023	6,111	36,332	460
May. a 7.5 ton y volteo	4,129	9,847	17,057	768
Moto	640	1,174	436	43
Remolque	5,879	1,480	50	768
Tracto	45,706	19,425	38,114	1,134

Zona 2

$$X_{nw} = \sum_{j=1}^k X_{jw} \quad \text{con} \quad X_{jw} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{w_j} X_{ij}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	136,870	10,867	74,164	43,678
Auto Lujoso	35,071	4,678	2,751	186
Autobus	627	437,657	292	670
Hasta 3.5 ton	12,155	6,800	7,507	534
Hasta 7.5 ton	18,811	1,379	28,040	280
May. a 7.5 ton y volteo	818	7,698	17,630	101
Moto	135	190	355	49
Remolque	1,995	1,148	58	76
Tracto	20,358	3,822	28,946	996

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Una vez obtenidas las variables anteriores, se determinan los estimadores insesgados para las variables que se muestran en los siguientes cuadros:

Tablas 3.2.2 D Cálculo de la varianza s^2 , Zonas 1 y 2
Zona 1

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{k(r-1)} \sum_{j,i} w_{ji} (X_{ji} - X_{j\cdot})^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	789,486,277	243,410,799	16,821,774	4,670,734
Auto Lujoso	41,883,895	390,078,536	979,751	565,487
Autobus	34,680,560	56,787,891	156,298,110	4,375,658
Hasta 3.5 ton	144,916,700	644,017,055	127,181,397	1,814,776
Hasta 7.5 ton	198,458,281	144,567,500	422,714,013	843,206
May. a 7.5 ton y volteo	114,140,102	212,251,518	17,406,330	2,435,376
Moto	53,096,782	311,008,960	16,384,807	271,800
Remolque	447,060,999	93,759,375	342,456	56,790
Tracto	2,269,549,821	783,847,980	525,453,294	4,533,214

Zona 2

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{k(r-1)} \sum_{j,i} w_{ji} (X_{ji} - X_{j\cdot})^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	125,008,342	10,335,822	6,811,993	5,926,140
Auto Lujoso	688,202,453	34,564,978	13,175,555	98,793
Autobus	11,770,653	54,687,609	2,570,276	346,678
Hasta 3.5 ton	63,104,398	47,205,006	51,670,589	801,471
Hasta 7.5 ton	96,388,611	22,180,910	301,470,778	178,857
May. a 7.5 ton y volteo	3,686,470	65,876,568	65,070,776	16,494
Moto	708,209	2,788,080	2,852,206	58,598
Remolque	34,936,519	60,357,719	299,138	57,609
Tracto	938,553,361	180,075,823	544,784,130	5,994,173

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Tablas 3.2.2 E Cálculo de la heterogeneidad a , Zonas 1 y 2

Zona 1

$$a = \frac{1}{(k-1)} \sum_{i=1}^k z_i (M_i - M_o)^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	30,934,835,671	26,397,746,844	1,220,381,873	111,225,402
Auto Lujo	224,315,540	201,152,973	1,842,431	35,436,545
Autobus	4,356,438,761	324,353	1,234,455,456	23,453,465
Hasta 3.5 ton	86,871,386	722,819,710	79,629,968	202,416
Hasta 7.5 ton	589,099,345	34,660,103	1,286,382,568	192,888
May. a 7.5 ton y volteo	11,819,123	87,969,703	322,479,124	2,344,556
Moto	23,433,535	32,453,453	3,454,567	34,456,567
Remoque	25,935,129	1,606,001	1,730	678,980
Tracto	2,072,532,513	370,096,307	1,629,426,498	1,391,813

Zona 2

$$a = \frac{1}{(k-1)} \sum_{i=1}^k z_i (M_i - M_o)^2$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	19,726,976,590	118,409,605	5,827,666,998	2,034,543,159
Auto Lujo	1,391,872,820	234,356	7,599,385	30,964
Autobus	4,326,545	2,343,245	34,567	34,646,745
Hasta 3.5 ton	146,025,073	49,541,935	53,293,971	280,959
Hasta 7.5 ton	349,383,666	1,634,770	732,674,330	70,601
May. a 7.5 ton y volteo	589,213	54,675,687	287,473,250	9,171
Moto	345,354	3,454,667	2,345,365	346,567
Remoque	2,802,851	1,151,214	1,630	32,454
Tracto	419,425,302	13,152,094	954,939,619	1,222,313

Los factores de credibilidad se muestran en los siguientes cuadros:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Tablas 3.2.2 F Factores de credibilidad por tipo de vehículo

Zona 1

$z_j = \frac{aw_j}{s^2 + aw_j}$					
Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos	
Auto	97%	98%	98%	98%	97%
Auto Lujo	98%	87%	95%	95%	94%
Autobus	98%	90%	96%	96%	90%
Hasta 3.5 ton	90%	91%	90%	90%	85%
Hasta 7.5 ton	94%	90%	94%	94%	90%
May. a 7.5 ton y volteo	78%	90%	100%	100%	97%
Moto	97%	90%	99%	99%	90%
Remolque	99%	97%	90%	90%	96%
Tracto	98%	97%	100%	100%	96%

Zona 2

$z_j = \frac{aw_j}{s^2 + aw_j}$					
Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos	
Auto	99%	96%	100%	100%	100%
Auto Lujo	85%	87%	75%	75%	68%
Autobus	89%	89%	67%	67%	87%
Hasta 3.5 ton	100%	99%	99%	99%	97%
Hasta 7.5 ton	100%	90%	100%	100%	98%
May. a 7.5 ton y volteo	91%	90%	100%	100%	97%
Moto	98%	96%	89%	89%	78%
Remolque	98%	93%	81%	81%	76%
Tracto	89%	82%	90%	90%	87%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La prima de credibilidad por subdivisión y por cada expuesto en el grupo se presenta en la siguiente tabla:

Tablas 3.2.2 G Primas m por contrato, Zonas 1 y 2

Zona 1

$m = M_0 = X_{zw}$ con $X_{zw} = \sum_{j=1}^k \frac{z_j}{z} X_{jw}$				
Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,379	1,256	273	83
Auto Lujoso	1,623	1,555	149	577
Autobus	43,624	5,767	768	657
Hasta 3.5 ton	993	2,500	917	52
Hasta 7.5 ton	1,765	446	2,562	34
May. a 7.5 ton y volteo	628	1,335	2,126	567
Moto	35,482	7,688	678	565
Remolque	1,959	493	165	323
Tracto	4,621	1,965	3,801	111

Zona 2

$m = M_0 = X_{zw}$ con $X_{zw} = \sum_{j=1}^k \frac{z_j}{z} X_{jw}$				
Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,228	101	662	391
Auto Lujoso	4,907	3,456	407	30
Autobus	6,583	3,536	546	457
Hasta 3.5 ton	1,213	669	752	52
Hasta 7.5 ton	1,343	104	2,004	20
May. a 7.5 ton y volteo	104	435	2,204	13
Moto	3,456	345	345	578
Remolque	666	377	213	57
Tracto	2,064	420	2,897	99



Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Tabla 3.2.2 H Obtención de la prima de riesgo de credibilidad.

Zona 1

$$M_j = (1 - z_j)m + z_j M_j$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,932	2,197	385	181
Auto Lujoso	2,281	4,631	237	567
Autobus	4,356	4,353	6,767	34
Hasta 3.5 ton	1,100	2,787	922	60
Hasta 7.5 ton	1,790	554	2,598	42
May. a 7.5 ton y volteo	715	2,440	2,126	567
Moto	3,555	4,566	657	56
Remolque	1,959	493	165	78
Tracto	4,621	2,413	3,801	181

Zona 2

$$M_j = (1 - z_j)m + z_j M_j$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	1,849	494	1,029	1,323
Auto Lujoso	5,752	4,567	870	168
Autobus	5,451	567	5,765	567
Hasta 3.5 ton	1,213	740	752	58
Hasta 7.5 ton	1,446	335	2,004	40
May. a 7.5 ton y volteo	135	456	2,204	50
Moto	3,456	678	5,675	547
Remolque	666	377	281	456
Tracto	2,283	948	2,897	192

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



3.2.3 Aplicación del modelo de Jewell

Se establece un análisis de la información segmentada por grupos de riesgo sujetos a un mismo parámetro (Θ), y adicionalmente cada grupo es subdividido de acuerdo al número de años de uso del vehículo asegurado, en este caso:

$p=188$, Grupos de riesgo de la cartera

$j=12$, Número de años de uso del vehículo:

- 1) Último modelo
- 2) 1 año de uso
- 3) 2 años de uso
- 4) 3 años de uso
- 5) 4 años de uso
- 6) ...
- 11) 10 años de uso
- 12) mayores a 10 años de uso.

$r=4$, Años de experiencia de la cartera

Ahora bien, siguiendo el modelo de Jewell, se determinan los ponderadores acordes con los métodos desarrollados en 2.6.

**Cálculo de primas con modelos
de credibilidad**

Tablas 3.2.3A Ponderadores de Jewell por tipo de vehículo

Zona 1

$$w_{pj}^* = \sum_{r=1}^J w_{pjr}$$

Tipo	2001	2000	1999	1998
Auto	18,505	13,152	12,285	11,004
Auto Lujoso	192	118	102	60
Autobus	75	78	128	253
Hasta 3.5 ton	5,142	3,971	4,257	4,172
Hasta 7.5 ton	1,327	1,204	1,207	1,148
May. a 7.5 ton y volteo	599	181	103	102
Moto	5,422	7,430	3,569	292
Remolque	2,204	1,783	1,088	1,515
Tracto	1,341	1,599	1,423	1,326

Zona 2

$$w_{pj}^* = \sum_{r=1}^J w_{pjr}$$

Tipo	2001	2000	1999	1998
Auto	3,868	3,085	3,756	3,117
Auto Lujoso	49	28	35	17
Autobus	55	33	29	21
Hasta 3.5 ton	2,339	2,046	1,631	1,397
Hasta 7.5 ton	795	681	501	469
May. a 7.5 ton y volteo	248	258	101	61
Moto	276	102	35	17
Remolque	1,329	1,186	601	486
Tracto	2,296	2,302	1,593	1,035

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Tablas 3.2.3 B Cálculo de los estimadores insesgados Zonas 1 y 2.

Zona 1

$$\bullet X_m = \sum_{n=1}^m X_n \left(\frac{w_n}{w_m} \right)$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	2,618	1,880	365	100
Auto Lujo	6,279	378	82	345
Autobus	1,674	546	1,470	435
Hasta 3.5 ton	1,235	1,691	972	59
Hasta 7.5 ton	1,794	407	2,890	58
May. a 7.5 ton y volteo	2,049	963	3,818	453
Moto	342	718	271	46
Remolque	2,465	792	17	324
Tracto	9,477	2,083	3,117	284

Zona 2

$$\bullet X_m = \sum_{n=1}^m X_n \left(\frac{w_n}{w_m} \right)$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	2,726	251	392	211
Auto Lujo	5,138	543	53	564
Autobus	834	456	123	456
Hasta 3.5 ton	1,333	1,144	805	43
Hasta 7.5 ton	1,409	225	2,028	17
May. a 7.5 ton y volteo	2,077	456	1,558	2
Moto	503	125	350	49
Remolque	1,406	519	19	564
Tracto	5,302	955	3,042	50

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Tablas 3.2.3 C Cálculo de los estimadores insesgados $\hat{m}_p = N_p$

Zona 1

$$\hat{m}_p = N_p = X_{p^{nw}} \quad \text{con} \cdot X_{p^{nw}} = \sum_{j=1}^J X_{p^{nw}} \left(\frac{z_{jP}}{z_p} \right)$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	3	2	0	0
Auto Lujo	71	10	2	3
Autobus	131	56	116	4
Hasta 3.5 ton	11	12	9	1
Hasta 7.5 ton	9	3	14	0
May. a 7.5 ton y volteo	30	27	37	2
Moto	45	65	67	3
Remolque	66	16	0	4
Tracto	70	26	23	1

Zona 2

$$\hat{m}_p = N_p = X_{p^{nw}} \quad \text{con} \cdot X_{p^{nw}} = \sum_{j=1}^J X_{p^{nw}} \left(\frac{z_{jP}}{z_p} \right)$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	3	0	0	0
Auto Lujo	57	3	1	4
Autobus	45	3	3	3
Hasta 3.5 ton	13	5	7	0
Hasta 7.5 ton	8	1	9	0
May. a 7.5 ton y volteo	20	4	16	0
Moto	54	2	2	4
Remolque	36	10	1	3
Tracto	48	9	28	1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Tablas 3.2.3 D Cálculo de los estimadores insesgados s^2 Zonas 1 y 2.

Zona 1

$$s^2 = \frac{\sum_{p,j,r} w_{pjr} (X_{pjr} - X_{pjw})^2}{\sum_{p,r} (t_{pj} - 1)}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	2,229,141,187	1,142,763,305	41,915,155	31,608,702
Auto Lujoso	1,360,753,731	17,087,960,953	12,449,046	43,646,785
Autobus	65,089,611	43,654,637	118,653,963	532,743
Hasta 3.5 ton	91,577,868	789,165,385	34,602,786	17,966,933
Hasta 7.5 ton	306,985,990	702,399,768	480,954,583	33,677,070
May. a 7.5 ton y volteo	245,495,322	2,807,001,499	33,347,518	234,343
Moto	23,246,755	99,715,971	9,859,617	893,884
Remolque	485,567,342	636,145,159	872,630	54,367,598
Tracto	3,657,784,436	3,648,013,515	271,862,811	32,204,771

Zona 2

$$s^2 = \frac{\sum_{p,j,r} w_{pjr} (X_{pjr} - X_{pjw})^2}{\sum_{p,r} (t_{pj} - 1)}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	270,929,163	470,863,355	38,351,272	112,139,220
Auto Lujoso	7,523,374	5,324,635	730,074	345,432
Autobus	46,175,047	345,435	2,731,311	43,534,534
Hasta 3.5 ton	85,303,306	444,402,532	23,219,699	6,988,907
Hasta 7.5 ton	798,407,783	3,117,114,882	250,045,981	9,508,263
May. a 7.5 ton y volteo	28,022,934	4,353,421	77,743,909	485,529
Moto	6,776,848	20,740,842	32,746,951	782,544
Remolque	435,368,178	786,552,031	1,175,433	3,453,523
Tracto	2,372,910,048	5,598,918,366	800,888,270	44,137,167

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Tablas 3.2.3 E Cálculo de los estimadores inesgados \hat{a} Zonas 1 y 2.

Zona 1

$$\hat{a} = \frac{\sum_{m=1}^n z_m (X_m - X_{m..})^2}{\sum_p (Kp - 1)}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	65,777,656,313	22,067,656,687	955,282,359	94,237,904
Auto Lujo	5,131,876,210	26,711,172	910,656	345,563
Autobus	65,178,156	54,673,284	27,744,118	345,356
Hasta 3.5 ton	81,184,618	47,433,456	59,819,619	197,694
Hasta 7.5 ton	267,051,255	13,584,662	939,470,267	185,220
May. a 7.5 ton y volteo	94,405,828	74,689,941	220,507,476	4,353
Moto	43,657,983	4,563,245	453,252	3,453
Remolque	29,812,228	1,827,817	3,083	33,453
Tracto	2,760,199,535	237,918,428	1,036,739,350	1,048,769

Zona 2

$$\hat{a} = \frac{\sum_{m=1}^n z_m (X_m - X_{m..})^2}{\sum_p (Kp - 1)}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	430,059,390,448	75,390,623	1,845,077,531	1,737,192,288
Auto Lujo	2,563,054,525	23,453,534	70,982	568,778
Autobus	54,683,574	435,423	56,768	5,687,678
Hasta 3.5 ton	78,502,970	65,544,773	44,354,371	115,178
Hasta 7.5 ton	148,698,322	3,488,930	576,026,935	65,864
May. a 7.5 ton y volteo	289,986,812	43,534	219,355,853	8,555
Moto	435,345	45,657	567,688	768,678
Remolque	11,154,985	1,456,955	2,492	2,354
Tracto	1,245,540,199	13,331,871	549,277,149	421,865

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Tabla 3.2.3 F Factores de credibilidad por clase de riesgo Zonas 1 y 2

Zona 1

$$z_N = \frac{aw_{N^*}}{s^2 + aw_{N^*}}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	91%	91%	91%	84%
Auto Lujo	90%	1%	28%	45%
Autobus	79%	90%	66%	56%
Hasta 3.5 ton	90%	75%	92%	52%
Hasta 7.5 ton	79%	24%	85%	11%
May. a 7.5 ton y volteo	56%	20%	83%	32%
Moto	0%	0%	0%	0%
Remolque	78%	26%	29%	34%
Tracto	69%	43%	81%	35%

Zona 2

$$z_N = \frac{aw_{N^*}}{s^2 + aw_{N^*}}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	94%	45%	92%	89%
Auto Lujo	94%	54%	18%	67%
Autobus	0%	56%	0%	46%
Hasta 3.5 ton	89%	77%	92%	43%
Hasta 7.5 ton	46%	2%	81%	8%
May. a 7.5 ton y volteo	87%	43%	79%	9%
Moto	0%	0%	0%	0%
Remolque	55%	13%	15%	45%
Tracto	71%	10%	73%	24%

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Las primas de credibilidad para cada sector se obtienen del desarrollo establecido en la sección 2.6.1 y se obtienen los siguientes resultados.

Tablas 3.2.3 G Primas de credibilidad por tipos de contrato y sector.

Zona 1

$$\hat{\mu} = (\hat{b}_p, \hat{b}_{pj}) = M_{pj^*} = (1 - z_{pj})m_p + z_{pj}X_{pj^*}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	3,296	5,174	599	328
Auto Lujo	11,431	642	257	213
Autobus	1,754	2,131	1,332	546
Hasta 3.5 ton	1,310	1,325	1,031	75
Hasta 7.5 ton	1,953	870	3,131	56
May. a 7.5 ton y volteo	2,791	3,132	4,245	45
Moto	43,542	1,233	213	34
Remolque	2,027	309	146	456
Tracto	8,905	4,457	3,341	174

Zona 2

$$\hat{\mu} = (\hat{b}_p, \hat{b}_{pj}) = M_{pj^*} = (1 - z_{pj})m_p + z_{pj}X_{pj^*}$$

Tipo	Daños Materiales	Robo Total	Responsabilidad Civil	Gastos Médicos
Auto	4,161	1,605	947	1,481
Auto Lujo	17,317	4,355	223	524
Autobus	15,546	4,521	245	451
Hasta 3.5 ton	1,409	1,247	881	80
Hasta 7.5 ton	1,446	111	2,500	36
May. a 7.5 ton y volteo	5,408	435	3,353	42
Moto	2,435	345	345	354
Remolque	960	218	15	345
Tracto	5,611	675	3,501	122





3.3 Comparación de los resultados

Después de haber establecido el análisis y determinado los resultados con cada modelo de credibilidad, en el siguiente cuadro se resumen las primas obtenidas:

3.3.1 Aplicación del modelo al seguro de automóviles residentes

De acuerdo con lo comentado en los capítulos previos es posible realizar la aplicación de los modelos de credibilidad a varias operaciones de seguros (Vida, Daños, etc). En esta sección se presenta el comparativo de resultados en para el cálculo de primas de automóviles.

Tablas 3.3.A Cuadro comparativo de resultados, primas que agrupan los tipos de vehículos para las Zonas 1 y 2

Zona 1

Prima de Riesgo	Tradicional	Bühlmann	Bühlmann-Straub	Jewell
Daños Materiales	23,092	25,075	14,398	33,467
Robo Total	13,388	41,966	15,515	15,909
Responsabilidad Civil	10,756	13,208	10,086	13,950
Gastos Médicos	988	749	464	633

Zona 2

Prima de Riesgo	Tradicional	Bühlmann	Bühlmann-Straub	Jewell
Daños Materiales	15,338	83,352	13,346	36,311
Robo Total	9,269	6,795	2,893	3,855
Responsabilidad Civil	9,115	22,213	9,785	11,419
Gastos Médicos	922	777	1,831	1,761

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

En la actualidad la compañía del sector asegurador mexicano que generó la información del estudio realiza el cálculo de su tarifa para flotillas de vehículos mediante el método tradicional expuesto en el Capítulo 1, la distribución de la cartera actual es la siguiente.

Tabla 3.3.B Distribución de expuestos de la Cartera

Zona de Riesgo	Expuestos	%
Zona 1	34,808	76%
Zona 2	11,256	24%
Total	46,064	100%

Debido a la composición de expuestos de la cartera, esta permite compensar o subsidiar la insuficiencia de primas de las flotillas de los vehículos que se encuentran en la Zona 2, mismas que representan el 24% de la cartera, en la que de acuerdo al cálculo de primas mediante el modelo de credibilidad se debería cobrar más prima de la que actualmente se cobra. Sin embargo éste subsidio puede ocasionar desviaciones de siniestralidad en la cartera global debido al incremento de riesgos en la Zona 2, es decir que representen hasta el 50% o más de los expuestos totales, lo anterior podría ocasionar desviaciones de resultados.

El 76% de las unidades se encuentran en la Zona 1, considerada como zona de alto riesgo para la cobertura de Robo Total, de acuerdo a las estadísticas de robo de vehículos del sector asegurador mexicano, este hecho se ve reflejado en las primas calculadas con los tres modelos de credibilidad desarrollados en este capítulo, como se muestra a continuación.

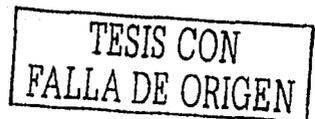




Tabla 3.3.C Cuadro comparativo de primas de la coberturas de Robo Total

Prima RT	P. Riesgo	Bühlmann	Bühlmann-Straub	Jewell
Zona 1	13,388	41,966	15,515	15,909
Zona 2	9,269	6,795	2,893	3,855
% Zonal/Zona 2	144%	618%	536%	413%

La diferencia entre las primas calculadas con credibilidad entre las zonas de riesgo 1 y 2 manifiestan que mediante el método tradicional existen compensaciones entre las primas de las coberturas, es decir que la prima para la cobertura de Robo Total se cobra una prima menor para la Zona 1 de la que debiera cobrarse de acuerdo al riesgo y en la Zona 2 se cobra una prima mayor a la que debiera cobrarse de acuerdo al riesgo.

3.4 Simulación de primas en flotillas de automóviles

Debido a que no existe en los datos estadísticos disponibles para el presente trabajo una cartera de flotillas de automóviles a la cual se le haya calculado las primas con los modelos de credibilidad, con la finalidad de establecer cual de los modelos expuestos en el Capítulo 2 es el que mejor representa el monto esperado de los siniestros de la cartera en estudio y por el hecho de que se cuenta con información confiable, homogénea y suficiente de las flotillas de automóviles de la compañía del sector asegurador durante el periodo de Enero a Diciembre de 2002, se desarrolló la simulación de las primas de credibilidad para encontrar los porcentajes de siniestralidad y suficiencia como indicadores para determinar cual es el modelo más adecuado a la cartera en estudio.

El proceso de simulación consistió en lo siguiente:

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

- 1- Las primas que realmente se cobraron a cada vehiculo de las flotillas que integran el portafolio, se intercambian por cada una de las primas obtenidas de acuerdo al modelo de credibilidad al que se le pretende obtener la siniestralidad, esto implica un total de tres procesos de simulación uno por cada modelo: Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell
- 2- Se obtiene la prima de la cartera por cada uno de los procesos de simulación, el monto de siniestros ocurrido es el real que presentó la cartera, por lo que no se modifica de una simulación del modelo a otro modelo.
- 3- Se obtiene a continuación el porcentaje de siniestralidad sobre prima y el porcentaje de suficiencia.

$$\% \text{ Siniestralidad} = \frac{\text{Monto Siniestros Ocurridos}}{\text{Prima del Modelo}}$$

$$\% \text{ Suficiencia} = 100\% - [\% \text{ Siniestralidad} + 30\% (\text{Factor} - \text{Gastos})] + 100\%$$

Los resultados de la simulación de los modelos de credibilidad son:

Tabla 3.4.A Simulación de la siniestralidad y suficiencia

Modelo	Prima	Monto de Siniestros Ocurridos	% Siniestralidad	% Suficiencia
Tradicional	124,262,550	80,996,675	65.2%	104.8%
Bühlmann	173,248,142	80,996,675	46.8%	123.2%
Bühlmann Straub	153,711,600	80,996,675	52.7%	117.3%
Jewell	192,951,805	80,996,675	42.0%	128.0%





En los resultados puede apreciarse que los indicadores de siniestralidad y suficiencia de las primas obtenidas mediante los modelos de credibilidad son mejores por el modelo de Jewell ya que la prima es suficiente para generar una cartera rentable debido a que el porcentaje de siniestralidad esperado de acuerdo a la simulación de este modelo es menor a la siniestralidad esperada por los otros modelos. De acuerdo con la sección 3.1.3 el modelo de Jewell requiere información segmentada por tipo de vehículo y modelo, para el caso particular de la cartera que se encuentra en estudio posee la información desglosada a este nivel, por lo que el modelo de Jewell calcula la prima de manera suficiente con mayor porcentaje de suficiencia que el modelo de Bühlmann o Bühlmann-Straub, sin embargo el desempeño de los tres modelos es adecuado y se encuentra en los niveles de suficiencia excelentes, por lo que estos modelos representan una de las opciones que con mayor probabilidad calculan primas suficientes para las cartera de riesgos.

3.5 Aplicación del modelo al seguro de Vida Grupo

El desarrollo del presente trabajo permitió aplicar los modelos descritos en el capítulo 2 a una cartera real del seguro de Vida Grupo, lo anterior para mostrar el alcance de los modelos y permitir al lector visualizar las posibles aplicaciones de los mismos.

3.5.1 Acerca de la información de la cartera

Esta información fue proporcionada por una compañía aseguradora del sector mexicano¹⁹, dicha información se divide en: cartera en vigor o expuestos y primas por año junto con el número y monto de siniestros que esta cartera presentó en un período de cuatro años.

¹⁹ Datos de la cartera real de seguro de vida grupo, de los años 1997-2000, de la empresa *Metropolitana Compañía de Seguros, S.A.*

3.5.2 Descripción de la información

La cartera en vigor cuenta con 85 contratos individuales y los siniestros forman un número total de 291 , ambos en un período de cuatro años, se describen el Anexo 3.

3.5.3 Aplicación de los modelos de credibilidad

Una vez diseñada la estrategia para utilizar los modelos de credibilidad , a continuación se describen los resultados de la aplicación de los modelos de Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell.

3.5.4 Modelo de Bühlmann

Se establece un análisis de la información a nivel de contrato individual, obteniendo montos totales, mismos que se muestran en la tabla siguiente:

De acuerdo a la planeación y a lo requerido por el modelo de Bühlmann, se estiman las expresiones:

$$t = 4, k = 85$$

$$\hat{m} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^t \frac{X_{jr}}{t} = 62,389$$

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{t-1} \right) \sum_{r=1}^t (X_{jr} - M_j)^2 = \frac{1}{k(t-1)} \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^t (X_{jr} - M_j)^2 = 4,228,124,753$$

$$\hat{a}^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - \hat{m})^2 - \frac{1}{t} \hat{s}^2 = 24,290,712,090$$

$$z = \frac{at}{s^2 + at} = 95.83\%$$



Tabla 3.5. A Información a nivel de contratos individuales

Periodos de Observación	Contratos Individuales	85
2000	# Personas	12,042
	# Siniestros	76
	Monto Siniestros	3,588,925
1999	# Personas	10,837
	# Siniestros	75
	Monto Siniestros	4,399,047
1998	# Personas	9,754
	# Siniestros	70
	Monto Siniestros	4,711,793
1997	# Personas	8,780
	# Siniestros	70
	Monto Siniestros	3,859,867

Finalmente se obtienen las primas de credibilidad mediante el factor de credibilidad "z" observándose que tiene más peso la experiencia individual.

Tabla 3.5.B Cálculo de la prima por contrato y por expuesto

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Partición	Prima de credibilidad por contrato	Prima de credibilidad por expuesto de Bühlmann
AUTOMOTRIZ	55,514.62	113.76
CONSTRUCTORA	242,176.38	1,968.91
GASERA	258,444.46	167.60
GOBIERNO	2,122,522.50	1,500.02
OTRAS	314,587.35	119.34
POLICIA	347,589.25	73.55
TRANSP. Y CAMIONES	116,639.23	104.89

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

3.5.5 Modelo de Bühlmann-Straub

Se establece un análisis de la información agrupada por contratos sujetos a un mismo parámetro de riesgo (θ_j), obteniendo siete nuevos contratos (agrupación de los 85 contratos individuales), mismos que se muestran en la tablas siguientes:

Tabla 3.5.C Creación de nuevos contratos(1999-2000)

j-ésimo riesgo	Nuevo Contrato	2000			1999		
		Núm personas	Num sinies	Monto sinies	Núm personas	Num sinies	Monto sinies
1	AUTOMOTRIZ	488	2	55,216	439	1	30,896
2	CONSTRUCTORA	123	5	250,000	111	1	30,000
3	GASERA	1,542	5	266,976	1,388	4	198,555
4	GOBIERNO	1,415	46	2,212,171	1,273	45	2,834,904
5	OTRAS	2,636	7	325,562	2,372	11	748,692
6	POLICIA	4,726	6	360,000	4,253	8	470,000
7	TRANSP. Y CAMIONES	1,112	5	119,000	1,001	5	86,000

Tabla 3.5. D Creación de nuevos contratos(1997-1998)

j-ésimo riesgo	Nuevo Contrato	1998			1997		
		Núm personas	Num sinies	Monto sinies	Núm personas	Num sinies	Monto sinies
1	AUTOMÓTRIZ	395	1	20,896	356	2	163,801
2	CONSTRUCTORA	100	1	30,000	90	1	30,000
3	GASERA	1249	3	79,080	1124	1	138,618
4	GOBIERNO	1146	49	3,417,079	1032	50	2,337,460
5	OTRAS	2135	8	640,738	1922	3	360,988
6	POLICIA	3828	5	500,000	3445	10	750,000
7	TRANSP. Y CAMIONES	901	3	24,000	811	3	79,000





Tabla 3.5.F Obtención del ponderador de los nuevos contratos

j	Wjr	2000	1999	1998	1997	Wj
1	AUTOMOTRIZ	488	439	395	356	1,678
2	CONSTRUCTORA	123	111	100	90	423
3	GASERA	1,542	1,388	1,249	1,124	5,303
4	GOBIERNO	1,415	1,274	1,146	1,032	4,866
5	OTRAS	2,636	2,372	2,135	1,922	9,065
6	POLICIA	4,726	4,253	3,828	3,445	16,253
7	TRANSP. Y CAMIONES	1,112	1,001	901	811	3,824
					W	41,412

Tabla 3.5.G Cálculo del monto promedio de siniestros de los contratos individuales

Cálculo de Xjw	2000	1999	1998	1997	Xjw
1	33	18	12	98	161
2	591	71	71	71	804
3	50	37	15	6	108
4	455	583	702	480	2,220
5	36	83	71	8	198
6	22	29	31	46	128
7	31	22	6	21	81
Xww					3,699

Una vez obtenidas las variables anteriores, se determinan los estimadores insesgados para:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

$$s^2 = \frac{1}{k(t-1)} \sum_{i=1}^k w_i (X_{i,t} - X_{i,\cdot})^2 = 83,702,951$$

$$a = \frac{1}{(k-1)} \sum_{i=1}^k z_i (M_i - M_0)^2 = 11,388,312$$

Finalmente se calculan las primas de credibilidad y los factores de credibilidad de acuerdo con lo establecido en el capítulo 2.

Tabla 3.5.H Factores de credibilidad por cada nuevo contrato

j	Nuevos contratos	zj	z
1	AUTOMOTRIZ	99.56%	697.25%
2	CONSTRUCTORA	98.29%	
3	GASERA	99.86%	
4	GOBIERNO	99.85%	
5	OTRAS	99.92%	
6	POLICIA	99.95%	
7	TRANSP. Y CAMIONES	99.81%	

Se observa nuevamente que tiene mayor peso la experiencia individual dentro de esta cartera, de lo anterior, se obtiene el siguiente estimador:

$$\hat{m} = M_0 = X_{\cdot\cdot} = 527.93$$

La prima de credibilidad se calcula de acuerdo con el capítulo 2 y se generan las siguientes primas de credibilidad por subdivisión y por cada expuesto en el grupo, en la siguiente tabla:





Tabla 3.5.I Primas de credibilidad por contrato

j	Nuevos contratos	Prima de credibilidad por "j"
1	AUTOMOTRIZ	162.96
2	CONSTRUCTORA	799.08
3	GASERA	108.82
4	GOBIERNO	2,217.18
5	OTRAS	197.89
6	POLICIA	128.16
7	TRANSP. Y CAMIONES	81.40

3.5.6 Modelo de Jewell

Se establece un análisis de la información agrupada por contratos sujetos a un mismo parámetro de riesgo (Θ_j) y adicionalmente dentro de cada contrato subdivididas por rango de edades, en este caso:

P=7,	subportafolios de la cartera
J=3,	rangos de edades dentro de cada subportafolio
R=4,	años de experiencia

En el Anexo 3 se presenta el detalle del cálculo de las primas, ahora bien, con esa información se calculan los estimadores insesgados:

$$m_p = N_p = X_{p,n} = 395.95$$



Cálculo de primas con modelos de credibilidad

$$s^2 = \frac{\sum_{n=1}^N w_n (X_{nr} - X_{rn})^2}{\sum_{n=1}^N (t_n - 1)} = 313,411,305$$

$$A = \frac{\sum_{n=1}^N z_n (X_{nr} - X_{rn})^2}{\sum_{n=1}^N (K_n - 1)} = 14,331,322$$

Entonces se estimarán los factores de credibilidad en el siguiente cuadro.

Tabla 3.5. J Factores de credibilidad por clase de contrato(rango de edad)

	AUTOMOTRIZ			CONSTRUCTORA		
FACTOR DE CREDIBILIDAD	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
z_{rel}	91%	98%	94%	71%	91%	88%
z_{sp}	283%			249%		
	GASERA			GOBIERNO		
FACTOR DE CREDIBILIDAD	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
z_{rel}	98%	98%	99%	98%	98%	99%
z_{sp}	295%			295%		
	OTRAS			POLICIA		
FACTOR DE CREDIBILIDAD	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
z_{rel}	99%	100%	99%	99%	100%	99%
z_{sp}	297%			298%		
	TRANSP. Y CAMIONES					
FACTOR DE CREDIBILIDAD	0-30	31-60	60 y más			
z_{rel}	0%	98%	99%			
z_{sp}	197%					

Igual que en los anteriores modelos, la experiencia individual es la predominante y no la prima de la cartera.

Las primas de credibilidad para cada sector, se determinan de acuerdo al capítulo 2 y se obtienen los siguientes resultados:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Tabla 3.5. K Primas de credibilidad por tipos de contrato y sector

	AUTOMOTRIZ			CONSTRUCTORA		
	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
PC _H	189.05	171.81	180.52	571.98	621.56	614.21
	GASERA			GOBIERNO		
	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
PC _H	126.62	124.51	122.39	2,204.12	2,219.47	2,235.01
	OTRAS			POLICIA		
	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
	219.14	217.44	218.69	124.03	122.58	123.65
	TRANSP. Y CAMIONES					
	0-30	31-60	60 y más			
PC _H	395.95	87.58	82.92			

3.5.7 Comparación de los resultados del Seguro de Vida Grupo.

Después de haber establecido el análisis y determinado los resultados con cada modelo de credibilidad, en el siguiente cuadro resumimos las primas obtenidas:

Tabla 3.5. L Cuadro comparativo de resultados

Orden	Partición	Prima de credibilidad por expuesto de Bühlmann $\mu(0)$	Prima de credibilidad por expuesto de Bühlmann-Straub $\mu(0)$	Prima de credibilidad por expuesto Jewell 0-30	Prima de credibilidad por expuesto Jewell 31-60	Prima de credibilidad por expuesto Jewell 60 y más	Prima que se cobró con el método tradicional
1	AUTOMOTRIZ	113.76	162.96	189.05	171.81	180.52	679.85
2	CONSTRUCTORA	1,968.91	799.08	571.98	621.56	614.21	168.51
3	GASERA	167.60	108.82	126.62	124.51	122.39	316.60
4	GOBIERNO	1,500.02	2,217.18	2,204.12	2,219.47	2,235.01	111.31
5	OTRAS	119.34	197.89	219.14	217.44	218.69	317.33
6	POLICIA	73.55	128.16	124.03	122.58	123.65	641.23
7	TRANSP. Y CAMION	104.89	81.40	395.95	87.58	82.92	161.49

Se hace notar la disparidad entre las primas que generan los modelos de credibilidad y la prima que se obtiene según el método tradicional. Por ejemplo,



Cálculo de primas con modelos de credibilidad

en el cuadro 3.5.L se observa como los asegurados que trabajan para empresas tipo automotriz se les cobra en promedio \$679.00 sin

importar el riesgo, sin embargo, en el análisis de la experiencia real de dichos clientes, debería asignárseles una prima más justa de acuerdo a su buen comportamiento; si se utilizara el modelo jerárquico de Jewell, dependiendo de su edad se les cobraría en promedio \$200.00 de prima, ahora bien, véase el caso de los asegurados que trabajan para empresas del gobierno, como en promedio se les cobra \$111.31, pero de acuerdo a su comportamiento debería cobrárseles según el modelo de Jewell \$2,000.00 en promedio.

3.6 Tendencia en el cálculo de primas.

El análisis de la tendencia en el cálculo de primas se presenta con mayor detalle en la sección 3.8 al incluir las variables que afectan en la toma de decisiones sobre el mejor método para tarificar y proyectando hasta 20 años en el futuro las posibles combinaciones de eventos y sus implicancias sobre el tomador de decisiones. No obstante y con el objetivo de tener presente los factores que influyen en las decisiones sobre que método se utiliza para obtener el cálculo de primas se mencionan a continuación los factores que influyen en el cambio de la tendencia para el cálculo de la prima:

1. A partir del año 2002 el gremio actuarial de las compañías de seguros comienza a aplicar los estándares de práctica actuarial definidos en el capítulo 1 sección 1.3. Los estándares estimulan la aplicación de modelos estadísticos como los modelos de credibilidad tanto para el cálculo de primas como para la evaluación de suficiencia en las reservas de riesgos en curso. Lo anterior brindando apoyo en la parte técnica a la legislación vigente.



2. Como se comentó en el punto anterior, la legislación sobre seguros en México establece que las compañías de seguros realicen un análisis de sus carteras para determinar sus reservas de riesgos en curso mediante técnicas estadísticas que garanticen suficiencia. La aplicación de modelos estadísticos para la determinación de primas con la aplicación de la teoría de credibilidad son adecuados para evaluar este tipo de riesgos, por lo que en un futuro se espera su aplicación con frecuencia.
3. A raíz de la obligatoriedad de la certificación del actuario y la educación continua, toman mayor importancia los modelos de credibilidad.

3.7 Uso de los modelos de credibilidad en teoría de la decisión

Básicamente, el uso de los modelos de credibilidad, desde el punto de vista de la teoría de la decisión, tiene las siguientes justificantes:

Tabla 3.7.A Matriz de propiedades.

No.	Propiedad	Descripción
1	Transitividad	Inclusión de una o más decisiones dentro de otra
2	Densidad	Proceso continuo de toma de decisiones
3	Idempotencia	Evitar redundancias
4	Trivialidad	Decisiones que complementan a otras de mayor peso
5	Vaciedad	Carencia de alternativas
6	Comparabilidad	Comparación de decisiones para llegar a la correcta
7	Dirección	Rumbo de la decisión
8	Simetría	Las decisiones llevan al mismo resultado
9	Asimetría	La decisión ignorada es la única
10	No simetría	Cualquier decisión lleva a una solución
11	Reflexividad	Consecuencia de las decisiones
12	Irreflexividad	Consecuencia no esperada
13	Antisimetría	Según la elección se llega antes o después al objetivo
14	Contradirección	Decisiones que no llevan orientación

Por lo que la justificación de la aplicación de dichos modelos, es la siguiente:

Tabla 3.7.B Justificación de los modelos de credibilidad.

<i>Orden</i>	<i>Decisión</i>	<i>Propiedad</i>	<i>Nombre</i>	<i>Justificación</i>
A	Conocer los modelos de credibilidad y cómo aplicarlos	1	Transitividad	Para comprender un modelo es necesario entender los modelos antecesoros
		2	Densidad	Para aplicar un modelo es necesario saber aplicar los antecesoros
		4	Trivialidad	Los modelos iniciales de credibilidad son la base para estudiar los más complejos
		7	Dirección	Los modelos están orientados para la obtención de primas suficientes y evitar subsidios cruzados entre riesgos.
B	Aplicar modelos de credibilidad sobre información real de una cartera de Flotillas de Automóviles.	3	Idempotencia	Los modelos actuales evitan la aplicación de los iniciales (redundancias)
		7	Dirección	Los modelos están orientados para aplicarse a un ramo con información real
		10	No simetría	Cualquier modelo lleva a una solución
		11	Reflexividad	Esta decisión es consecuencia de la problemática que se presenta en la tarificación de flotillas de automóviles residentes.
C	Comparar cálculo de primas entre la forma tradicional y los modelos de credibilidad	2	Densidad	Proceso en el que se escoge la prima más adecuada y suficiente para generar carteras rentables.
		6	Comparabilidad	Se comparan dos métodos diferentes para obtener las primas
		8	Simetría	Con los dos métodos se obtienen primas, ambos se necesitan para comparar
		11	Reflexividad	Es consecuencia de buscar métodos alternativos para el cálculo de primas



3.8 Escenarios

El planteamiento de posibles escenarios futuros, es un proceso de considerar diferentes plazos con situaciones específicas, permitiendo encontrar lo que es necesario hacer ante las diversas situaciones para enfrentarlas.

El estudio de la planeación de escenarios es el aprendizaje organizacional²⁰ y es una herramienta que ayuda en la mejora del pensamiento, permite visualizar el futuro y su respectiva prevención, o dicho de otro modo es el arte de prevenir el futuro.

Se definen dos clases de escenarios: externos e internos. Los de tipo externo están convenidos con el mundo externo y se conciben de las ideas compartidas y está fuera de control lo que ocurre en los mismos, mientras que los escenarios de tipo interno son de carácter individual y se relacionan con la prevención de las situaciones futuras, conforme se relacionan con la subjetividad de cada persona, por lo que ésta creará un papel en el propio escenario interno.

3.8.1 Determinación de los escenarios y sus variables

Se definen las siguientes variables:

Variables Principales

Suficiencia de primas (Monto de siniestros entre prima)

Participación de primas en el PIB (Producto Interno Bruto)

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

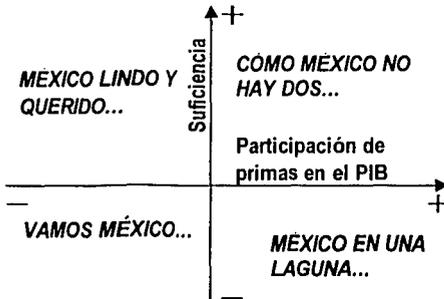
VARIABLES SECUNDARIAS

Estándares actuariales

Indicadores de siniestralidad (de robos y daños materiales)

Parque vehicular

Gráfica 3.8.A Determinación de los escenarios y sus variables



Suficiencia de primas: La idea central es que la prima "alcance" para hacer frente a pagos de siniestros y gastos, es decir, en un portafolio de riesgos se considera que la prima es suficiente cuando los porcentajes destinados a los pagos de siniestros, gastos de adquisición (comisiones de agentes), gastos de

²⁰ Fuente: Van Der Heijden, Kees, *Escenarios*. Panorama, México DF., 1998.



administración(gastos fijos), y la utilidad del negocio suman en su conjunto un porcentaje menor o igual al 100%.

Sean:

$S = \text{Monto ESPERADO de siniestros de un riesgo específico} = \text{Prima de riesgo}$

$$\text{Prima Neta} = \frac{S}{1 - (\alpha + \beta + \gamma)} \quad (3.8.1.1)$$

Donde,

$\alpha = \% \text{ de comisión pagada al agente, por lo regular } 10\%$

$\beta = \% \text{ de gastos de administración, por lo general } 15\%$

$\gamma = \% \text{ de utilidad, comúnmente un } 5\%$

Se dice que una cartera es suficiente si

$$\% \text{ de siniestralidad} = \frac{\text{Monto OCURRIDO de siniestros}}{\text{Prima Neta}} < 70\% \quad (3.8.1.2)$$

Estableciendo los rangos aceptables de suficiencia en el siguiente cuadro.

Tabla 3.8.A Rangos aceptables de la variable suficiencia

% de suficiencia	% de siniestralidad	Límite	Observación
>110%	<60%	Excelente	
105%	65%	Bueno	
100%	70%	Correcto	Nivel técnico considerando factores cuya suma es 30%, esto es $\alpha = 10\%$, $\beta = 15\%$ y $\gamma = 5\%$
95%	75%	Insuficiencia aceptable	Se distribuye la pérdida entre comisión del agente, porcentaje de utilidad y de gastos
90%	80%	Insuficiencia límite	Factor de gastos máximo 20% para distribución entre comisiones y gastos
<80%	>90%	Pérdidas	

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Por ejemplo, de cada \$100.00 de prima cobrada \$70.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y \$5.00 a pago de utilidad.

Cuando los porcentajes sobrepasan el 100%, la prima que se cobró del negocio no es suficiente para pagar los gastos y los siniestros, es en este punto donde toma mayor importancia el método actuarial para determinar la prima a cobrar del negocio, de acuerdo con la medición del riesgo y la siniestralidad que se presenta.

Medir la suficiencia de la prima del riesgo a través del cociente que representa la proporción de los siniestros pagados con relación a la prima cobrada, dará la pauta para determinar la mejor decisión de planeación prospectiva en la determinación de la técnica de tarificación más adecuada.

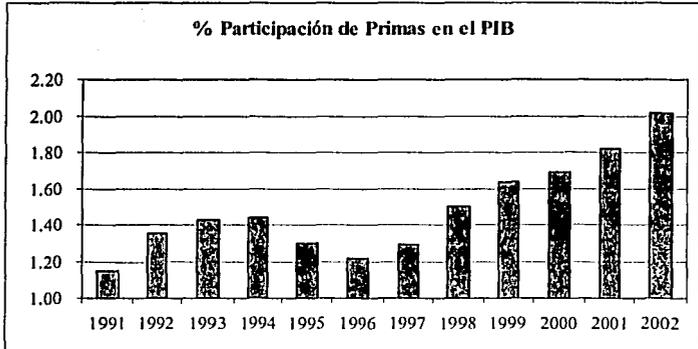
Participación de primas en el PIB: Este es un indicador que permite observar el grado de importancia del sector asegurador en la economía del país, pues el consumo global es directamente proporcional al ingreso de las familias y en particular la compra del seguro depende también de la cultura del riesgo y las posibilidades económicas de las personas para pagar las primas, esto es, considerar la prima del seguro como parte importante del presupuesto. El porcentaje de participación de primas en el PIB ha mejorado a través de los años.

En este porcentaje se reflejan los efectos de las crisis económicas como la de diciembre de 1994, también durante los años 1995 y 1996 se presenta



decrecimiento en el porcentaje de participación de primas en el PIB como se muestra en la gráfica.

Gráfica 3.8.B Participación de las primas en el Producto Interno Bruto.



La participación de primas en el PIB se define de la siguiente manera:

$$\% \text{ de part. de Primas en el PIB}_t = \frac{\text{Primas Directas del sector asegurador}_t}{\text{PIB (Producto Interno Bruto)}_t} \quad (3.8.1.3)$$

donde t representa el año de estudio.

Se establecen los rangos aceptables del porcentaje de participación de primas en el PIB en la siguiente tabla:

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Tabla 3.8.B Rangos aceptables de la variable part. Primas en PIB

Rango del % de participación	Nivel	Observaciones
<1%	Bajo	Sector asegurador débil, se presenta en países con problemas económicos
1%-3%	Medio Bajo	Sector asegurador en crecimiento, caso de México, aún falta mucho por hacer
3.01%-5%	Medio	Sector asegurador que busca consolidarse con mercados amplios y economías sólidas
5.01%-10%	Alto	Sector asegurador sólido, caso de EUA y países desarrollados
>10%	Excelente	Sector asegurador con niveles de excelencia y solidez económica y financiera

Estándares actuariales: Esta variable es influyente porque en torno a la misma, se verá grandemente afectada la forma en como se determina la suficiencia de primas y reservas, dándole gran importancia a la profesión actuarial pues la autoridad actual, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas CNSF ya no asumirá el papel paternalista de supervisor absoluto, sino ahora será el actuario realmente, quien demostrará su capacidad para aplicar los estándares estando debidamente certificado siendo el encargado de mantener niveles técnicos de suficiencia en su ramo o en la empresa en específico.

El propósito de los estándares, es establecer los elementos que deben incluirse en el proceso de determinación y valoración actuarial de la prima de tarifa. Al año 2003 existen publicados los siguientes estándares:



1. Estándar #1: Cálculo actuarial de la prima de tarifa para seguros de corto plazo(Vida y no vida).
2. Estándar #2: Cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso para seguros de corto plazo(Vida y no vida).
3. Estándar #3: Cálculo actuarial de la prima de tarifa para seguros de largo plazo.
4. Estándar #4: Cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso para seguros de largo plazo.

Los elementos contenidos en los estándares son de aplicación general y obligatoria para todos los actuarios que ejerzan su profesión en México. Un requisito esencial es tener cédula profesional y certificarse ante el CONAC(Colegio Nacional de Actuarios) o la CNSF(Comisión Nacional de Seguros y Fianzas), por lo que la variable de estándares actuariales puede medirse por el número de actuarios certificados en el medio asegurador.

Indicadores de siniestralidad: Son la base para determinar la probabilidad de la ocurrencia de los riesgos robo total y daños materiales, así como los montos esperados que se pagarán por cada siniestro.

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

El número de siniestros entre el número de expuestos representa la probabilidad de ocurrencia de los siniestros, esto es conocido como la frecuencia de siniestros, es decir:

$$\text{Frecuencia de siniestros} = \frac{\text{Número de siniestros}}{\text{Número de expuestos}} \quad (3.8.1.4)$$

Como medida para indicar al lector frecuencias altas de siniestros se muestran los siguientes rangos: pérdidas totales >3% esto es en robo total y en pérdidas parciales >30%, es decir en daños materiales.

El valor más probable del pago que se realiza originado por la ocurrencia de un siniestro, se le conoce como el monto promedio de siniestros.

$$\text{Monto promedio de siniestros} = \frac{\text{Monto de siniestros}}{\text{Número de siniestros}} \quad (3.8.1.5)$$

El monto promedio de siniestros depende del tipo de unidad, por ejemplo un VW Sedan presenta un siniestro promedio de \$30,000.00 mientras que un BMW serie 7 tiene un siniestro medio de \$500,000.00, por lo que el lector debe remitirse a consultar en particular cada uno de los tipos de vehículos que se tarifican.



Parque vehicular: El número de automóviles o vehículos expuestos es una variable dinámica con respecto al tiempo, ya que la tendencia es a un crecimiento exponencial entre otras cosas, debido a la venta de autos nuevos y los costos, como consecuencia son más competitivos, por lo tanto esta variable es fundamental en la toma de decisiones para dirigir los negocios de seguros de autos, y se mide precisamente con el incremento de unidades vehiculares.

Definición de escenarios

Se definen los siguientes escenarios así como su probabilidad de ocurrencia:

Escenario I "Como México no hay dos..."(10%).

Se trata de un México perfecto, cuya economía es comparable como las del primer mundo, la cultura por el seguro es de interés general para la población mexicana y el desarrollo de la profesión actuarial en el ámbito de los seguros es impulsado por la aplicación de los estándares de práctica actuarial así como la certificación periódica. Bajo los supuestos de este entorno, los modelos de credibilidad ofrecen una alternativa viable como modelos actuariales para el cálculo de prima de riesgo de acuerdo con los principios actuariales ampliamente utilizados y difundidos en un gremio actuarial sólido y en gran expansión. Los modelos de Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell han demostrado que predicen la siniestralidad esperada de la cartera en estudio de manera tal que permiten obtener utilidades. Los modelos de credibilidad se relacionan directamente con la variable suficiencia porque no existe suficiencia sin un modelo de predicción para determinar la siniestralidad esperada de los siniestros de una cartera de manera adecuada, esa decir sin desviaciones importantes entre la siniestralidad ocurrida real y la siniestralidad esperada

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

con la que se calculó la prima. El lector debe interpretar que el hecho de que el escenario presente buen porcentaje de suficiencia implica la aplicación de los modelos de credibilidad.

Escenario II "México lindo y querido..."(40%).

Se trata de un México cuya economía se percibe algo afectada, en parte por los sucesos externos(conflictos bélicos EUA-Irak), por la falta de estructuras políticas funcionales, incertidumbre en economías con monedas débiles, por los ciclos recesivos de la economía estadounidense, terrorismo y epidemias. El entorno anterior impide que la participación de primas en el PIB sea elevada, también impide que el sector asegurador capte mayor prima y se

expanda, sin embargo a pesar de lo anterior, la suficiencia en las primas del sector asegurador se no ve afectada, es decir que continúan en niveles aceptables siendo este escenario el más apegado a la realidad. Un factor que ayuda a mantener la suficiencia de primas de la cartera es el hecho de la mejora en la calidad de los conocimientos actuariales así como el seguimiento de los estándares de práctica actuarial por parte del sector mediante la aplicación de modelos actuariales para el cálculo de la prima de riesgo que incorporan técnicas estadísticas de análisis integrales del riesgo en estudio, en donde los modelos de credibilidad que se aplican en el presente trabajo forman parte de las opciones viables de aplicación. De lo anterior se desprende que se aplican los modelos de credibilidad de Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell en este escenario como predictores de la siniestralidad esperada de las carteras.



Escenario III "México en una laguna..."(25%).

Este es un México con una economía estable y en crecimiento, con una amplia cultura de previsión de riesgos, lo que permite que la participación de las primas en el PIB se incremente a través de los años. No obstante a lo anterior, los métodos para el cálculo de las primas no han predicho a los montos esperados de siniestros de las carteras con el margen requerido para que la cartera genere utilidades. Un factor que origina la situación anterior es que el gremio actuarial no ha consolidado una práctica actuarial que promueva la actualización continua de los conocimientos sobre técnicas actuariales para obtener la prima de riesgo, de aquí se deriva la importancia en la toma de decisiones sobre tarificar utilizando los modelos de credibilidad con la finalidad de revertir la tendencia de no suficiencia de prima presentada en el sector asegurador. En este escenario los modelos

de credibilidad Bühlmann, Bühlmann-Straub y sobre todo Jewell requieren darse a conocer en el medio actuarial como una alternativa para revertir la falta de suficiencia que presenta el mercado, por lo que los modelos de credibilidad muestran un papel fundamental para obtener rentabilidad de la cartera.

Escenario IV "Vamos México..."(25%).

Este es un país con problemas económicos afectado por el entorno internacional (conflicto EUA-Irak), por lo que existe un severo retroceso en la cultura del seguro, reflejándose en parte la insuficiencia de primas, este es el peor escenario. Bajo este escenario desfavorable tanto en la participación de primas en el PIB como en la insuficiencia de primas calculadas para la cartera

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

se presenta la mejor oportunidad para que el tomador de decisiones pueda resolver el problema de insuficiencia de prima en un entorno económico desfavorable, es decir el gremio actuarial y los profesionistas que se desarrollan en seguros deben considerar que la actualización de los conocimientos sobre opciones para tarificación constituyen una alternativa viable para contrarrestar la tendencia negativa, en particular los modelos de credibilidad Bühlmann, Bühlmann-Straub y de manera más amplia Jewell representan una opción para demostrar su capacidad para generar carteras rentables.

3.8.2 Proyección de los escenarios y sus variables

Teniendo toda la plataforma definida de los escenarios y sus variables, se procede en hablar de cada uno de ellos y su respectivo futuro.

AÑO 2005				
Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Suficiencia de primas	Se tiene una suficiencia cercana al 100%, debido a que el cálculo actuarial para tarificación de riesgos ha incorporado modelos que permiten ponderar los factores de riesgo de la forma como lo hacen los modelos de credibilidad, por ejemplo, de cada \$100.00 de prima cobrada, casi \$70.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y \$5.00 a pago de utilidad. ²¹	Se obtiene suficiencia de primas del orden del 97%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 73%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$73.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y únicamente \$3.00 a pago de utilidad, a pesar de que en Nota Técnica se prevé una utilidad del 5%. Se observa un nivel técnico aceptable de suficiencia. La situación económica difícil obliga a llegar a los límites de los niveles técnicos de siniestralidad de acuerdo con la feroz competencia de precios que se presenta en el mercado de seguros y la necesidad de que las primas de las compañías del sector asegurador compitan en el mercado.	Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 10%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 80%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$80.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$10.00 a gastos de administración y la utilidad es nula, a pesar de que en Nota Técnica se prevé una utilidad del 5% y gastos de administración del 15%.	Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 20%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 90%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$90.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, y existe insuficiencia para gastos de administración y la utilidad es nula, a pesar de que en Nota Técnica se prevé una utilidad del 5% y gastos de administración del 15%. La insuficiencia es notoria debido a que la crisis económica obliga a competir con precios aún menores a los niveles técnicos mínimos para obtener suficiencia.
Participación de primas en el PIB	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 2.5% ²² , es decir, un incremento del 47.93% en un quinquenio. Por esta situación, el sector asegurador es más eficiente y ofrece productos calculados técnicamente con los modelos de credibilidad y existe más mercado que los consume. No existen conflictos bélicos internacionales ni actos de terrorismo. Se presenta estabilidad macroeconómica.	La actividad macroeconómica del país, no ha permitido que la participación de primas en el PIB aumente en gran medida, por lo que continúa menor al 2%, llegando a 1.90%, es decir un incremento del 12.22% en un quinquenio. Lo anterior, es ocasionado principalmente por las represalias del gobierno de los EUA hacia México, por la falta de apoyo en el conflicto bélico con Irak, dichas represalias son en materia migratoria, derechos humanos y falta de credibilidad en la política del gobierno mexicano.	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 2.20%, es decir, un incremento del 30.08% en un quinquenio.	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 1.40%, es decir, un decremento del 17.36% en un quinquenio. Lo anterior debido a los desequilibrios económicos internacionales ocasionados por los conflictos bélicos con medio oriente y la incertidumbre en los agentes económicos globalizados que interactúan con la economía mexicana.

²¹ Indicadores AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, "El Seguro Mexicano", edición 2002.

²² Proyecciones basadas en los Indicadores AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, "El Seguro Mexicano", edición 2002., página 20 e Informes de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público <http://www.banxico.gob.mx> y en la exposición del Dr. Mario Rodarte: "Escenarios de la Economía mexicana" CEESP (Centro de Estudios Económicos del Sector Privado) Octubre 2002.

AÑO 2005

Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Estándares actuariales	Los Actuarios que ejercen su profesión en instituciones de seguros, aplican de manera generalizada los estándares. La proporción de Actuarios dedicados a seguros se mueve de 23.4% a 35%, lo que representa un total de 2,000 Actuarios certificados. ²³	Debido a la legislación sobre seguros desde el año 2004 se aplican los exámenes para certificación de los Actuarios que ejercen su profesión en instituciones de seguros, por lo que para el presente año ya se ha completado la primera generación de actuarios certificados. Se aplica de manera generalizada los estándares en la práctica actuarial de los seguros y es requisito la actualización continua de los conocimientos de los profesionistas. La proporción de Actuarios dedicados a seguros se mueve de 23.4% a 25%, lo que representa un total de 1,800 Actuarios certificados.	Los Actuarios que ejercen su profesión en instituciones de seguros, aplican los primeros estándares publicados por la AMA y el CONAC, sin que aún se reflejen mejoras en los resultados de la suficiencia de primas. La proporción de Actuarios dedicados a seguros se mantiene estable por un 23.4%, es decir 1,068 Actuarios en seguros existen 537 actuarios certificados en el quinquenio.	Los Actuarios que ejercen su profesión en instituciones de seguros, no presentan resultados con aplicación de los primeros estándares de práctica actuarial publicados por la AMA y el CONAC, por lo que existen 503 Actuarios dedicados a seguros de los cuales 253 cuentan la certificación.
Indicadores de siniestralidad	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo: 0.74% Probabilidad daños: 15.34% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo: 0.95% Probabilidad daños: 15.03% Representa 28% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo y 2% de menor probabilidad en daños ²⁴	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 3.91% Probabilidad de daños materiales: 24.54% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 5.28% Probabilidad de daños materiales: 24.05% Representa 35% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 2% de menor probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 3.84% Probabilidad de daños materiales: 26% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo: 5.42% Probabilidad de daños materiales: 25.22% Representa 41% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 3% de menor probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 4.15% Probabilidad de daños: 30% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 6.06% Probabilidad de daños: 30.60% Representa 46% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo y 2% de mayor probabilidad en daños materiales
Parque vehicular	Número de vehículos a nivel nacional: 20,637,891 Representa un incremento del 39.03% respecto al 2000 ²⁵	Número de vehículos a nivel nacional: 17,945,992 unidades Representando un incremento del 20.89% respecto al año 2000	Número de vehículos a nivel nacional: 19,740,591 unidades	Número de vehículos a nivel nacional: 16,151,393 unidades

165

²³ Estándares de Práctica Actuarial No. 1, 2 publicado por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C. y la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. a través del Comité de Desarrollo de Estándares Actuariales en 2002. <http://www.ama.org.mx> y Estándares de Práctica Actuarial No. 3 y 4 en 2002 "Profesión del Actuario en México" proyecciones de la CONAC (Colegio Nacional de Actuarios A.C.)

²⁴ Proyecciones basadas en las publicaciones: "El Robo y la Recuperación en el Ramo de Automóviles", Abril 2002 AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C., Dirección Técnica de Automóviles Act. Enrique Olmedo Salazar y "Diciembre de 2002 Indicadores de Automóviles", AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. SESA (Sistema Estadístico del Sector Asegurador) Automóviles 2001, AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. Estadísticas generadas por el Sistema "OCRA Virtual" referente a robo y recuperación de unidades aseguradas a febrero del 2003.

²⁵ Capítulo I de la publicación "El Robo y la Recuperación en el Ramo de Automóviles", Abril 2002 AMIS, Dirección Técnica de Automóviles Act. Enrique Olmedo Salazar.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

AÑO 2010				
Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Suficiencia de primas	La suficiencia es todavía más cercana al 100%, dado que los porcentajes de siniestralidad son cercanos al 68%, es decir, que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$68.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y \$7.00 a pago de utilidad. Se observa un nivel técnico excelente de suficiencia	Se obtiene suficiencia de primas del orden del 99%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 71%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$71.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y únicamente \$4.00 a pago de utilidad, a pesar de que en Nota Técnica se prevé una utilidad del 5%. Se observa un nivel técnico aceptable de suficiencia. La situación económica difícil obliga a llegar a los límites de los niveles técnicos de siniestralidad.	Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 20%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 90%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$90.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, y existe insuficiencia para gastos de administración y la utilidad es nula, a pesar de que en Nota Técnica se prevé una utilidad del 5% y gastos de administración del 15%.	Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 30%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 100%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$100.00 se destinan a pago de siniestros, y la insuficiencia no solo se presenta en gastos de administración y la utilidad, sino también a las comisiones, a pesar de que en Nota Técnica se han previsto porcentajes: utilidad del 5% gastos de administración del 15% y comisiones del 10%. La insuficiencia es de mayor grado debido a que la crisis económica obliga a competir con precios todavía más bajos a los niveles técnicos mínimos para obtener suficiencia, por lo que el sector asegurador se estanca.
Participación de primas en el PIB	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 5%, es decir, un incremento del 100% en un quinquenio. El sector asegurador es eficiente y se expande a otros mercados.	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 2.16%, es decir, un incremento del 13.69% en un quinquenio. El sector asegurador no ha podido expandirse a los niveles requeridos para llegar a los niveles de los países desarrollados.	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 3.38%, es decir, un incremento del 53.67% en un quinquenio.	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 1.16%, es decir, un decremento del 17.21% en un quinquenio.

AÑO 2010

Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Estándares actuariales	Los estándares actuariales se incrementan en alcance y número. La proporción de Actuarios dedicados a seguros es del 50%, debido a la oportunidad de desarrollo profesional en un sector de seguros sólido y con altas tasas de crecimiento y penetración en el PIB. Se incrementa la tasa de actuarios certificados en 50% en el quinquenio llegando a 3,000 Actuarios certificados.	Los estándares actuariales se incrementan en alcance y número. La proporción de Actuarios dedicados a seguros es del 30%, no se ha presentado un crecimiento mayor debido a las crisis económicas, sin embargo es capaz de expandirse debido a la oportunidad de desarrollo profesional en un sector de seguros que se ofrece a los actuarios. Se incrementa la tasa de actuarios certificados en 30% en el quinquenio llegando a 2,340 Actuarios certificados.	Los estándares actuariales publicados por la AMA y el CONAC así como la legislación aplicable a seguros tienden a ser más coercitivos, sin lograr grandes resultados. La proporción de Actuarios dedicados a seguros es del 25%, o sea de 1,539 Actuarios en seguros existen 769 actuarios certificados en el quinquenio, debido a la falta de oportunidad de desarrollo profesional.	Los estándares actuariales publicados por la AMA y el CONAC así como la legislación aplicable a seguros tienden a ser menos coercitivos, como consecuencia, los resultados son malos, esto refleja un total de 951 actuarios dedicados a seguros, de los cuales 475 son certificados.
Indicadores de siniestralidad	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 0.59% Probabilidad de daños materiales: 12.27% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 0.65% Probabilidad de daños materiales: 10.31% Representa 10.16% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 16% de menor probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 5.90% Probabilidad de daños materiales: 28.05% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 8.09% Probabilidad de daños materiales: 28.41% Representa 37% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 1% de mayor probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 6.43% Probabilidad de daños materiales: 29.71% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 9.16% Probabilidad de daños materiales: 28.84% Representa 43% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 3% de menor probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 7.20% Probabilidad de daños materiales: 34.29% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 10.65% Probabilidad de daños materiales: 35.31% Representa 48% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 3% de mayor probabilidad en daños materiales
Parque vehicular	Número de vehículos a nivel nacional: 23,957,377 unidades	Número de vehículos a nivel nacional: 20,397,719 unidades	Número de vehículos a nivel nacional: 22,437,491 unidades	Número de vehículos a nivel nacional: 18,357,947 unidades

AÑO 2015				
Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Suficiencia de primas	<p>La suficiencia es todavía más cercana al 100%, dado que los porcentajes de siniestralidad son cercanos al 66%, es decir que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$66.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y \$9.00 a pago de utilidad. Se observa un nivel técnico excelente de suficiencia</p>	<p>Se obtiene suficiencia de primas del orden del 100%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 70%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$70.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y \$5.00 a pago de utilidad. Se observa un nivel técnico bueno de suficiencia. A pesar de la competencia feroz de precios en el mercado asegurador se logra obtener suficiencia gracias a la incorporación de técnicas actuariales como los modelos de credibilidad.</p>	<p>Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 25%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 95%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$95.00 se destinan a pago de siniestros, \$5.00 a pagos de comisiones, y existe insuficiencia para gastos de administración y la utilidad es nula, a pesar de que en Nota Técnica se prevé una utilidad del 5% y gastos de administración del 15%.</p>	<p>Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 40%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 110%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$110.00 se destinan a pago de siniestros, y la insuficiencia ya no solo se presenta en gastos de administración, la utilidad y las comisiones, sino también para el pago de siniestros, a pesar de las previsiones estimadas en la Nota Técnica. Por lo anterior, los accionistas de las aseguradoras para hacer frente a las obligaciones contraídas, obtienen el dinero para el pago de siniestros ya sea del capital o de la utilidad ganada por otros negocios. La situación económica del país se torna más difícil y el mercado asegurador presenta "guerras de precios" que orillan a cobrar primas baratas a pesar de la insuficiencia.</p>
Participación de primas en el PIB	<p>La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 7.5%, es decir, un incremento cercano al 50% en el quinquenio. El sector asegurador mantiene niveles buenos de rentabilidad por la solvencia de sus productos, comienza la legislación de los seguros obligatorios en todos los rubros debido a la economía estable del país.</p>	<p>La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 2.42%, es decir, un incremento del 12.04% en el quinquenio. El sector asegurador no ha podido desarrollarse debido a la débil economía del país.</p>	<p>La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 4.96%, es decir, un incremento cercano al 46.77% en el quinquenio.</p> <p>No se han presentado conflictos bélicos internacionales y las organizaciones como la ONU se ven fortalecidas por el apoyo de los países miembros.</p>	<p>La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea del orden del 1.08%, es decir, un decremento cercano al 6.92% en el quinquenio.</p>

AÑO 2015

Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Estandares actuariales	Los estándares actuariales de México se exportan a otros países debido a la globalización de la profesión actuarial. Se modifican los requisitos para obtener el título de Actuario, siendo indispensable la certificación en la licenciatura. La proporción de Actuarios dedicados a seguros es del 60%, la tasa de actuarios certificados se incrementa al 75% en durante el quinquenio llegando a 6,000 Actuarios certificados.	Los estándares actuariales de México se homologan con los de otros países debido a la globalización de la profesión actuarial. La proporción de Actuarios dedicados a seguros es del 35%, la tasa de actuarios certificados se incrementa al 30% en durante el quinquenio llegando a 3,042 Actuarios certificados.	Los pocos actuarios certificados, aplican y elaboran nuevos estándares actuariales con la finalidad de mejorar los niveles técnicos de suficiencia, sin embargo, no se reflejan mejoras en los resultados de la suficiencia de primas. Los Actuarios dedicados a seguros son 2,063 de los cuales 825 cuentan con la certificación.	Los pocos actuarios que ejercen su profesión en instituciones de seguros, no renuevan su certificación periódica bianual, pierden actualización. Se presentan resultados técnicos malos por lo que existen únicamente 524 actuarios dedicados a seguros, de los cuales 210 conservan la certificación actuarial.
Indicadores de siniestralidad	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 0.44% Probabilidad de daños materiales: 9.20% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 0.44% Probabilidad de daños materiales: 6.87% No hay diferencias entre la probabilidad de robo total en el DF y el promedio nacional y 25% de menor probabilidad en daños materiales.	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 8.76% Probabilidad de daños materiales: 31.55% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 12.17% Probabilidad de daños materiales: 31.57% Representa 39% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y la misma probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 10.51% Probabilidad de daños materiales: 33.43% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 15.13% Probabilidad de daños materiales: 32.43% Representa 44% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 3% de menor probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 12.18% Probabilidad de daños materiales: 38.57% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 18.15% Probabilidad de daños materiales: 40.11% Representa 49% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 4% de mayor probabilidad en daños materiales Las mejoras en los indicadores de siniestralidad se logran por la eficiencia de las autoridades en la prevención del delito y en la previsión de accidentes de tránsito mediante la aplicación de los cursos de "Manejo a la defensiva"
Parque vehicular	Número de vehículos a nivel nacional: 26,269,859 unidades	Número de vehículos a nivel nacional: 22,843,356 unidades	Número de vehículos a nivel nacional: 25,127,691 unidades	Número de vehículos a nivel nacional: 20,559,020 unidades

AÑO 2020

Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Suficiencia de primas	La suficiencia es todavía más cercana al 100%, dado que los porcentajes de siniestralidad son cercanos al 64%, es decir que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$64.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y \$11.00 a pago de utilidad. Se observa un nivel técnico excelente de suficiencia	Se obtiene suficiencia de primas cercano al 100%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 69%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$69.00 se destinan a pago de siniestros, \$10.00 a pagos de comisiones, \$15.00 a gastos de administración y \$6.00 a pago de utilidad, se observa un nivel técnico muy bueno de suficiencia.	Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 30%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 100%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$100.00 se destinan a pago de siniestros, y la insuficiencia no solo se presenta en gastos de administración y la utilidad, sino también a las comisiones, a pesar de que en Nota Técnica se prevén porcentajes: utilidad del 5%, gastos de administración del 15% y comisiones del 10%	Se obtiene insuficiencia de primas del orden del 50%, es decir que el nivel técnico de siniestralidad es del 120%, lo que significa que de cada \$100.00 de prima cobrada, \$120.00 se destinan a pago de siniestros, y no existe suficiencia en ningún rubro referente a gastos de administración, la utilidad, las comisiones, y el pago de siniestros. Los accionistas de las aseguradoras para hacer frente a las obligaciones contraídas, obtienen el dinero para el pago de siniestros ya sea del capital o de la utilidad ganada por otros negocios. En algunos casos las compañías vienen a la quiebra.
Participación de primas en el PIB	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea de un orden del 10%, es decir, un incremento cercano al 33% en el quinquenio. El sector asegurador mantiene niveles similares a los países de primer mundo, por otra parte, la técnica actuarial mexicana comienza a exportarse.	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea de un orden del 2.68%, es decir, un incremento del 10.75% en el quinquenio. El sector asegurador mantiene niveles de penetración en el PIB menores al 3% bastante alejados de los niveles presentados en los países de primer mundo.	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea de un orden del 6.34%, es decir, un incremento cercano al 27.83% en el quinquenio	La actividad macroeconómica del país, ha permitido que la participación de primas en el PIB sea de un orden del 1%, es decir, un decremento cercano al 7.43% en el quinquenio.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

AÑO 2020

Variable	Cómo México no hay dos...(10%)	México lindo y querido...(40%)	México en una laguna...(25%)	Vamos México...(25%)
Estandares actuariales	La profesión de Actuario alcanza reconocimiento a nivel mundial debido a la calidad de sus estándares actuariales, así como de la calidad de sus profesionistas, sobre todo de los Actuarios mexicanos. La proporción de Actuarios dedicados a seguros es del 80%, la tasa de actuarios certificados se incrementa al 100% en durante el quinquenio llegando a 12,000 Actuarios certificados.	A pesar de las severas crisis económicas la proporción de Actuarios dedicados a seguros es del 40%, la tasa de actuarios certificados se incrementa al 30% en durante el quinquenio llegando a 3,955 Actuarios certificados. La profesión actuarial busca mejoras en los conocimientos y técnicas aplicables y se homologa con sus colegas en Europa, Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica.	Debido a la marcada globalización de la profesión actuarial, se homologan los estándares de práctica actuarial en el mundo, no tienen resultados favorables en México, lo que lleva a un inadecuado cálculo de las primas y de suficiencia en general. Los Actuarios dedicados a seguros son 2,696 de los cuales 944 son actuarios certificados.	De acuerdo con un estudio de niveles técnicos de suficiencia y su relación con la aplicación de los estándares actuariales, la autoridad en seguros hace opcional la certificación de los actuarios, tomando el éxito de los países de primer mundo, por carecer de utilidad los elaborados en México, pues dan como resultados insuficiencia técnica en general, reflejándose en el número de actuarios dedicados a seguros en 1,312.
Indicadores de siniestralidad	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 0.30% Probabilidad de daños materiales: 6.13% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo: 0.22% Probabilidad de daños materiales: 3.44% Representa 27% de menor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 44% de menor probabilidad en daños materiales El grado de educación de los ciudadanos permite la mejora significativa en los indicadores de siniestralidad.	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 12.90% Probabilidad de daños materiales: 35.06% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 17.89% Probabilidad de daños materiales: 35.39% Representa 40% de menor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 1% de mayor probabilidad en daños materiales. La falta de autoridad para la prevención del delito ocasiona que los indicadores de siniestralidad se empeoren año tras año, hasta llegar a situaciones muy alarmantes de inseguridad.	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 16.82% Probabilidad de daños materiales: 37.14% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 24.39% Probabilidad de daños materiales: 36.03% Representa 45% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 3% de menor probabilidad en daños materiales	<u>A nivel nacional:</u> Probabilidad de robo total: 20.17% Probabilidad de daños materiales: 42.86% <u>En el DF:</u> Probabilidad de robo total: 30.26% Probabilidad de daños materiales: 45% Representa 50% de mayor probabilidad que el promedio nacional en robo total y 5% de mayor probabilidad en daños materiales
Parque vehicular	Número de vehiculos a nivel nacional: 29,075,371 unidades	Número de vehiculos a nivel nacional: 25,282,931 unidades	Número de vehiculos a nivel nacional: 27,811,224 unidades	Número de vehiculos a nivel nacional: 22,754,638 unidades

171

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Con relación a los escenarios descritos anteriormente se concluye lo siguiente.

Conclusión escenario I “Cómo México no hay dos...”(10%)

De acuerdo con las políticas económicas del gobierno de México apoyadas con la confianza de los inversionistas, de los agentes económicos, existe mejora significativa en la educación de los mexicanos y con una coyuntura internacional favorable sin efectos de consideración en el entorno económico mexicano a pesar del conflicto internacional de los EUA e Irak suscitado en el año 2003. Por otra parte, se logra que las variables macroeconómicas se desarrollen favorablemente, es decir, que se presente crecimiento económico sostenido, en parte por la recuperación de la economía estadounidense, dicho de otro modo, un incremento en el producto interno bruto(PIB); finanzas públicas sanas, balanza comercial favorable, tasa de interés baja, tipo de cambio estable, tasa de desempleo baja, inflación menor a 2 dígitos, etc,...Aunado a lo anterior, la técnica actuarial y el desarrollo de métodos que incorporan el conocimiento del experto en la tarificación de los riesgos (utilizando métodos de credibilidad Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell), permiten tener suficiencia de primas con alta probabilidad al eliminar por completo la elaboración de “tarifas cuadradas” a los riesgos como se manejó en gran medida el sector asegurador por varios años, debido a la certificación consolidada de los actuarios. Lo anterior posibilita una mayor penetración de las primas captadas por el sector asegurador en el PIB a los niveles de un país de primer nivel económico, es decir del orden del 10% como meta de largo plazo.

Conclusión escenario II “México lindo y querido...” (40%)

Se presenta crecimiento económico a tasas bajas e inclusive recesión debido a factores tales como la desconfianza de los inversionistas y el entorno internacional desfavorable, siendo el conflicto bélico en oriente del año 2003 (EUA e Irak) y los posteriores conflictos bélicos, los factores principales que atrasan el desarrollo económico de EUA y como consecuencia de México entre otras economías, por lo que el PIB no se incrementa, sin embargo, el sector asegurador presenta resultados favorables en cuanto a la suficiencia de primas, a pesar de utilizar métodos tradicionales para su determinación, no obstante se presenta la tendencia a utilizar técnicas actuariales que incorporan la información del experto en el riesgo en su tarificación como lo ofrecen los modelos de credibilidad Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell.

El principal cambio en la mentalidad del sector asegurador es que no se apliquen “tarifas cuadradas” a los riesgos, es decir valorar que cada riesgo tiene características propias y por lo tanto se promueve la utilización de herramientas que contemplen la incorporación de esta información.

La certificación del Actuario comienza a darse junto con el establecimiento de los estándares de práctica actuarial obligatorios, así como la actualización continua de los conocimientos y técnicas del campo actuarial en el contexto de seguros como un requisito indispensable para el desempeño de la profesión actuarial dentro del campo de los seguros.



Conclusión escenario III "México en una laguna..." (25%)

Existe crecimiento económico sostenido, un incremento en el producto interno bruto (PIB) gracias a las escasas repercusiones de los conflictos bélicos acontecidos en medio oriente (Irak 2003), se presentan variables macroeconómicas estables que permiten una expansión de la economía y mejoras en los niveles de vida, la esperanza de vida de la población se eleva gracias a los adelantos en la ciencia médica y la codificación del genoma humano, por lo que el hecho de que la población viva más años exige que el gobierno sea capaz de ofrecer mejores estándares en la calidad de vida, empleo, etc,... En cuanto al sector de seguros se presenta una situación desfavorable debido a que el desarrollo de nuevas técnicas para el cálculo primas se ve estancado, como consecuencia, la probabilidad de que se presenten cálculos de primas inadecuadas es alta, por lo que existe mala interpretación de los estándares de práctica actuarial y un mal control en la administración de los riesgos, llevando como consecuencia a una insuficiencia de primas. En todas aquellas situaciones similares a este escenario en las que el tomador de decisiones se encuentre, debe promover el uso de modelos de credibilidad Bühlmann, Bühlmann-Straub y sobre todo el de Jewell si la información disponible de siniestros así lo permite, ya que estos modelos permitirían revertir la tendencia de insuficiencia de primas tal y como se demostró en las secciones 3.3 y 3.4, el modelo de Jewell presenta el mejor desempeño en cuanto al cálculo de primas que genere carteras suficientes.

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Conclusiones escenario IV "Vamos México..." (25%)

El crecimiento económico es estático, recesión económica grave debido entre otros factores a la desconfianza de los inversionistas y en el gobierno, sobre todo por los ciclos recesivos de la economía estadounidense, los conflictos bélicos internacionales y sus enormes costos económicos y sociales que causan incertidumbre en el planeta entero, así como malas políticas económicas, la situación en el sector asegurador se agrava porque la certificación del actuario se ve opacada por la mala aceptación de los estándares actuariales.

Se presenta la falta de suficiencia de primas en el sector asegurador, dado que el nivel técnico se encuentra rebasado por los niveles de siniestralidad, por lo que no existe el dinero suficiente para hacer frente a pagos de siniestros y obligaciones contraídas.

3.9 Conclusiones

En el desarrollo del presente capítulo se han aplicado los modelos de credibilidad que generan las primas de riesgo mediante la ponderación, por una parte, de la prima calculada por la experiencia del portafolio (prima teórica), con un factor de credibilidad "z" y por otro lado, de la experiencia de siniestros observada con un factor "1-z". Para la aplicación de los modelos de credibilidad se obtuvo información confiable, homogénea y suficiente del segmento de flotillas de automóviles durante los años 1998-2002, de una cartera real de seguro de automóviles, por ser las flotillas un conjunto de vehículos que pertenecen a un mismo asegurado y que generan experiencia de siniestros propia. Lo anterior no implica que los modelos de credibilidad no puedan utilizarse en pólizas individuales de vehículos, en todo caso para poder aplicar



los modelos, la experiencia de siniestros de las pólizas individuales debe agruparse por segmentos de riesgo especificados de acuerdo al criterio del actuario. Por lo anterior, se concluye que los modelos de credibilidad pueden aplicarse a cualquier operación que manejan las aseguradoras. Por lo anterior se presenta en la sección 3.5 la aplicación de los modelos de credibilidad a la cartera de Vida Grupo de una compañía. Y similar a lo que sucedió con la aplicación de los modelos a la cartera de automóviles se observa que a medida que se incorpora más información, la prima es más precisa, por lo que el modelo de Jewell resulta ser el mejor para obtener carteras rentables.

La teoría de la decisión ayuda a determinar cuál modelo de credibilidad obtiene los mejores resultados en cuanto a siniestralidad y suficiencia de la cartera en estudio. La decisión de qué modelo utilizar para tarificar un riesgo depende directamente del grado del detalle de la información disponible para analizar el negocio y al comportamiento de los siniestros, por lo que de acuerdo con la matriz de decisión desarrollada en la sección 3.1.6.1 y de evaluación de las alternativas en la sección 3.1.6.2, con el porcentaje de siniestralidad simulado de la sección 3.4, y las características de la cartera de flotillas de automóviles en estudio, el modelo cuyos indicadores de siniestralidad y suficiencia son mejores para esta cartera en particular es el de Jewell, sin embargo tanto el modelo de Bühlmann como el de Bühlmann-Straub calculan primas suficientes con buenos porcentajes de utilidad en las carteras, por ejemplo de acuerdo con el desarrollo del presente capítulo, los resultados de las simulaciones sobre la cartera de automóviles en la sección 3.4 obtienen las siguientes utilidades esperadas: bajo el modelo de Jewell es del orden del 33%, con el modelo de Bühlmann del 28% , Bühlmann-Straub 22% y del orden del 10% para el método tradicional.

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Es importante considerar los beneficios administrativos que se tienen como consecuencia de aplicar los modelos de credibilidad para obtener la tarificación de los riesgos, como mejora en los tiempos de tarificación estableciendo procedimientos para la toma de decisiones, así cada suscriptor del riesgo posee un esquema administrativo para tarificar, mejor administración de los riesgos y un porcentaje de utilidades con alta probabilidad de ser mayor que el esperado en los métodos tradicionales.

Actualmente con la aplicación del método tradicional para obtener las primas de flotillas, la compañía del sector presenta subsidios cruzados entre los riesgos de los segmentos de la cartera (compensaciones del monto de primas entre uno o más segmentos que requieren mayor prima), de lo anterior se concluye que al analizar las primas obtenidas mediante los modelos de credibilidad es necesario que la compañía reduzca el grado de subsidio cruzado para la cobertura de robo total de las zonas de alto riesgo y bajo riesgo, utilizando los modelos de credibilidad lo que dará como resultado una prima mayor para la zona de alto riesgo (zona 1) y una prima menor para la zona de bajo riesgo (zona 2), concluyéndose la efectividad de la teoría de credibilidad al cobrar la prima justa de acuerdo al riesgo, como se demuestra en la tabla 3.3.B de la sección 3.3, y como se analizó en este capítulo el 76% de las unidades vehiculares se encuentran en zonas de alto riesgo, por lo que se obtiene un cálculo más preciso de las primas de riesgo con los modelos de credibilidad que con el método tradicional.

Como se ha comentado, en el desarrollo del presente capítulo se analizaron y aplicaron al portafolio de flotillas de automóviles los modelos de credibilidad,



así como la presentación de herramientas para la toma de decisiones en cuanto a que modelo podría ser utilizado, sin embargo para obtener una visión completa en la toma de decisiones sobre el modelo que se utiliza para calcular las primas, se inserta la aplicación de estos modelos en los posibles escenarios tratados en la sección 3.8. En relación al futuro, se observa que el escenario más realista es el denominado: "*México lindo y querido...*", con una probabilidad subjetiva del 40% debido a que el entorno económico nacional es desfavorable y en cuanto a la variable de suficiencia de primas, esta se encuentra influenciada por la tendencia del gremio actuarial, de la legislación de seguros y aplicación de los estándares de práctica actuarial en el sentido de que el actuario dentro de cada compañía de seguros sea el responsable de garantizar la rentabilidad de la cartera, mediante la aplicación de los estándares de práctica actuarial y realizando la certificación bianual de los actuarios con cédula profesional, logrando la actualización de los conocimientos sobre el cálculo, los principios y procedimientos actuariales con el objetivo de obtener suficiencia de primas.

Cálculo de primas con modelos de credibilidad

Fuentes de consulta

Artículos

AMIS. *Indicadores AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, "El Seguro Mexicano"*. 2002. Anual.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C.. *SESA (Sistema Estadístico del Sector Asegurador) Automóviles 2001*.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. *Estadísticas generadas por el Sistema "OCRA Virtual"*, referente a robo y recuperación de unidades aseguradas a febrero del 2003. Mensual.

Comité de Desarrollo de Estándares Actuariales . *Estándares de Práctica Actuarial No. 1 y 2*. Colegio Nacional de Actuarios, A.C. y la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. 2002. <http://www.ama.org.mx> .

Comité de Desarrollo de Estándares Actuariales . *Estándares de Práctica Actuarial No. 3 y 4*. Colegio Nacional de Actuarios, A.C. y la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. 2002. <http://www.ama.org.mx>

Goovaerts, M *Exact Credibility for Weighted Observations*, Astin Bulletin, vol.27, no. 2. November 1997



Markov, U. *On Stochastic Approximation and Credibility*, Scandinavian Actuarial Journal, no.1. 1999.

Olmedo Salazar, Enrique. *Proyecciones basadas en las publicaciones: "El Robo y la Recuperación en el Ramo de Automóviles"*, Abril 2003. AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C..

SHCP. *Informes de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público* <http://www.banxico.gob.mx>. Marzo 2003. Mensual.

Rodarte, Mario. *Escenarios de la Economía mexicana*. CEEP (Centro de Estudios Económicos del Sector Privado) Octubre 2002. Trimestral

Libros

Ackoff, Russell L.. *El paradigma de Ackoff. Una Administración Sistémica*. Limusa Wiley 2002. 367 página

Ackoff, Russell L.. *Cápsulas de Ackoff. Administración en pequeñas dosis*. Limusa Noriega Editores. 2002. 203 páginas

Goovaerts, et. al. *Effective Actuarial Methods*, University of Amsterdam, North-Holland. 1990

Herzog et. al: *Introduction to Credibility Theory*, Actex Publications, Inc. 1996

Van Der Heijden, Kees, *Escenarios*. Panorama, México DF., 1998.

Otras fuentes de consulta

(1) Datos de la cartera real de seguro de Automóviles Residentes, de los años 1998-2002, de la empresa *Seguros Atlas S.A.*

(2) Datos de la cartera real de seguro de vida grupo, de los años 1997-2000, de la empresa *Metropolitana Compañía de Seguros, S.A.*

CONCLUSIONES GENERALES

La esencia de la sabiduría es la preocupación por el futuro

Russell L. Ackoff

La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos

Albert Einstein

A lo largo del presente trabajo de investigación se han expuesto los modelos de credibilidad para el cálculo de las primas de flotillas de automóviles con el objetivo de generar un portafolio rentable, para el logro de esta meta se efectuó la planeación del problema mediante el método prospectivo al utilizar los modelos de credibilidad como predictores del comportamiento de los futuros siniestros en las carteras; en el capítulo 3 se presenta al lector una guía para la toma de decisiones sobre qué modelo de credibilidad genera los mejores resultados, estudiando bajo que escenarios y supuestos se desempeña mejor.

Conclusiones generales

De conformidad con lo comentado en el capítulo 1 se han presentado los antecedentes del seguro de automóviles en México con la evolución dinámica de sus coberturas, la participación de este ramo en la prima global del sector misma que representa el 25% de las primas globales, y la importancia de obtener las primas de los riesgos con métodos actuariales que generen carteras rentables, como se demostró en el capítulo 3 el método que genera con mayor probabilidad primas suficientes es el de Jewell, mismo que requiere información detallada sobre los siniestros. Se expuso la situación actual del seguro de automóviles, la forma tradicional para obtener la prima de vehículos individuales aplicando tarificación a priori por las características de los automóviles y las desventajas en la tarificación tradicional de flotillas, al determinar un descuento aplicable a éstas en función de a lo más un año de experiencia de siniestros y no utilizando la información disponible de varios periodos.

Los modelos de credibilidad Bühlmann, Bühlmann-Straub y Jewell representan una opción viable para la tarificación u obtención de la prima de riesgo, pues forman parte de los procedimientos actuariales aplicables a obtener la prima de riesgo basados en los principios actuariales, dichos modelos se han expuesto en el capítulo 2. Los métodos tradicionales no permiten un análisis del riesgo que incorpore la experiencia del tomador de decisiones en la determinación de la prima del riesgo, al contrario tienden a utilizar tarifas iguales para riesgos distintos, es decir que cobran lo mismo a un riesgo que presenta alta probabilidad de siniestros como a riesgos con escasa ocurrencia de siniestros. A diferencia de los anteriores los modelos de credibilidad tienen fundamentos bayesianos y se basan en la determinación de un estimador lineal que permita ponderar la experiencia de la flotilla con la de la cartera mediante el factor "z", en función de la experiencia de siniestros de la flotilla, la heterogeneidad de la cartera y la variación de reclamaciones que se presenten. El factor "z" se

Conclusiones generales

determina bajo los supuestos de los modelos de credibilidad y varía de un modelo a otro. Se observa que para aplicar el modelo de Jewell, mismo que incorpora mayor detalle de información de siniestros generando estimaciones más precisas, se requiere comprender los modelos básicos de Bühlmann y Bühlmann-Straub. Los modelos matemáticos de credibilidad pueden aplicarse a cualquier operación que manejan las aseguradoras ya que se sustentan con una base matemática sólida. El modelo de Bühlmann requiere la información global de los siniestros de la flotilla, Bühlmann-Straub particiona la información de siniestros por grupo de riesgo y Jewell la requiere a nivel de grupo de riesgo y año de fabricación de la unidad.

Se han aplicado estos modelos de credibilidad en el capítulo 3 sobre una cartera real de flotillas de automóviles, presentando al lector una guía para la toma de decisiones en cuanto al mejor modelo aplicable de acuerdo con las características de su cartera y disponibilidad de información sobre los siniestros ocurridos, por lo que se concluye que el modelo cuyos indicadores de siniestralidad y suficiencia que son idóneos para esta cartera en particular es el modelo de Jewell, esto se estableció aplicando la teoría de la decisión que ayudó a determinar el modelo de credibilidad más adecuado con una matriz de decisión desarrollada en la sección 3.1.6.1 y con el porcentaje de siniestralidad simulado ubicado en la sección 3.4, el cual está alrededor de un 42% siendo el más bajo comparado contra los otros tres modelos, los cuales están 65.2% el tradicional, 46.8% Bühlmann y Bühlmann-Straub con un 52.7%. El hecho de analizar el desarrollo teórico y la aplicación de estos modelos a lo largo del presente trabajo tiene la finalidad de exponer al lector una opción para la toma de decisiones en cuanto a elegir un método de tarificación.

Conclusiones generales

Se puede sintetizar la utilidad práctica de los modelos de credibilidad en lo siguiente: permiten cobrar la prima justa, es decir, se cobra al cliente según la medida de su riesgo, premian el buen comportamiento de las pólizas, esto es primas bajas para riesgos con baja siniestralidad (buenos riesgos), permiten medir el grado de heterogeneidad de la cartera, esto se observó en el desarrollo del capítulo 2 al obtener el factor de credibilidad "z" en función de los parámetros "a" y "s²" que representan el grado de igualdad y desigualdad de los riesgos de los clientes y finalmente por medio de estos modelos, el actuario logra tres aspectos fundamentales en la determinación de las primas que son: garantizar la protección de los clientes, obtener utilidad o ganancia y ser competitivos en el mercado asegurador. En el desarrollo del presente trabajo el modelo de Jewell demostró ser el modelo con menor probabilidad de tener insuficiencia de primas comparado con los otros y el tradicional, alta competitividad en la obtención de primas de flotillas, es decir costos atractivos para los clientes (costos buenos), y gran probabilidad de obtener suficiencia de reservas técnicas, es decir presentar porcentajes de siniestralidad menores al 70%, todo esto determinado por la matriz de evaluación de alternativas de la sección 3.1.6.2.

Es importante hacer notar que conforme a la matriz de decisión mostrada en la sección 3.1.6.1 para elegir el modelo más apropiado, la elección del mismo modelo se encuentra en función del nivel de detalle de información disponible y el análisis del riesgo, en otras palabras, como sucedió en el nivel de información de la cartera que se estudió en el presente trabajo, al tener la información de los vehículos por marca, tipo y modelo es mejor el desempeño del modelo de Jewell, sin embargo en caso de flotillas que no presenten los datos al nivel que el modelo de Jewell requiere, esto es, particionada por marca, tipo y modelo sino únicamente por marca o de manera general (monto de siniestros globales), será factible la aplicación de los modelos Bühlmann o

Conclusiones generales

Bühlmann-Straub, siendo estos todavía mejores que el modelo tradicional como se compara en la sección 3.4, por lo tanto aplicar los modelos de credibilidad para efectuar el cálculo de primas implica una gran posibilidad de que la cartera genere utilidades y que los productos de seguros penetren en el mercado al buscar oportunidades de negocio en segmentos con buena siniestralidad ofreciendo precios competitivos. Lo anterior no significa que el utilizar cualquiera de los procedimientos actuariales existentes de uso y aplicación común en la práctica actuarial para obtener primas ofrezcan malos resultados, por el contrario, el hecho de analizar la aplicación de los modelos a lo largo de la presente investigación permite exponer al lector una opción viable en cuanto a elegir un método de tarificación que ofrezca generar carteras de seguros con buenas utilidades. En general los modelos de credibilidad son parte de los principios actuariales, es decir, son teorías y conceptos fundamentales de uso en la práctica actuarial que se encuentran sustentados en literatura nacional e internacional.

Una vez establecida la funcionalidad de los modelos citados en el ramo de autos, adicionalmente se ilustró su aplicabilidad en el ramo de seguro de vida grupo tal y como se muestra en la sección 3.5, en donde el modelo de Jewell permite personalizar primas por edad del asegurado, por lo que al incorporar mayores niveles de información se obtienen mejores estimaciones, al igual que en automóviles este modelo calcula primas suficientes. Ahora bien resta delimitar los alcances de los modelos expuestos en lo siguiente: constituir una alternativa para determinar la reserva de riesgos en curso de los seguros de corto plazo, ya que tradicionalmente el proceso de valuación de reservas en México ha establecido el criterio de que las primas se devenguen en forma directamente proporcional al tiempo transcurrido, sin embargo, a partir de enero del 2002 se considera en la LGISMS (Ley General de Instituciones y

Conclusiones generales

Sociedades Mutualistas de Seguros, artículo 36), que la reserva de riesgos en curso es la cantidad suficiente para cubrir el valor esperado de los costos de siniestralidad futura, por lo que es factible aplicar los modelos de credibilidad para estimar el valor esperado de la siniestralidad futura como el monto de la reserva de la cartera, lo anterior concuerda con los escenarios desarrollados en la sección 3.8, donde se expone la variable "estándares actuariales" cuya aplicación es obligatoria contemplándose los modelos de credibilidad, no obstante, sustentar el cálculo de la suficiencia de reservas sobre bases actuariales es un tema que pudiera desarrollarse en futuros trabajos de investigación por algún lector interesado. Es importante hacer notar que la obligatoriedad de registrar ante la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas una técnica actuarial para el cálculo de la reserva de riesgos en curso se prevé para el año 2004, lo anterior otorga actualidad e interés a métodos como los modelos de credibilidad ya que forman parte de los procedimientos actuariales que, a pesar de no haberse desarrollado específicamente el tema del cálculo de la suficiencia de reservas en el presente trabajo, son viables para determinar la suficiencia de reservas de riesgos en curso.

La mejor decisión en cuanto a la elección del modelo de tarificación ofrece a la compañía la posibilidad de obtener mayor participación en el mercado de seguros, es decir, ofrecer primas suficientes y al mismo tiempo competitivas en cuanto a precio, así como para mejorar la percepción de los asegurados respecto a que la compañía de seguros le va a responder en caso de siniestro por la solidez financiera y rentabilidad de sus negocios. El análisis de la toma de decisiones sobre los modelos de credibilidad que se utilizan para tarificar faculta a la compañía aseguradora una perspectiva de planeación a largo plazo al medir el porcentaje de siniestralidad esperado de la cartera en estudio y proyectar los porcentajes de solvencia, permitiendo a la aseguradora dirigir su

Conclusiones generales

estrategias de crecimiento hacia segmentos de riesgos que por su experiencia propia generan utilidades.

Adicionalmente se insertan estos modelos en los posibles escenarios referidos en la sección 3.8, conforme al grado de factibilidad de ocurrencia asignada a los mismos, para obtener una guía adicional en la toma de decisiones en la que el usuario reconozca que en la realidad se está presentando alguno de los posibles escenarios e identifique el comportamiento de las variables para analizar el riesgo en relación con los supuestos del escenario.

Según la probabilidad subjetiva asignada a los escenarios que se desarrollaron en la sección 3.8, el segundo escenario tiene mayor factibilidad ya que bajo éste es muy probable que dentro de los próximos veinte años se presenten situaciones económicas difíciles, como por ejemplo, las siguientes: que el Producto Interno Bruto crezca a tasas muy bajas del orden del 1.5% e inclusive es probable que decrezca y en el entorno internacional se presenten problemas con la economía de los Estados Unidos, misma que tiende a colocarse en un ciclo recesivo con crecimientos del orden del 2.5%, otra razón es que después de varios periodos con recesión económica, se presenten conflictos bélicos más complicados que el ocurrido en 2003 (EUA-Irak), y crisis económicas de países con monedas débiles, como es el peso mexicano, lo anterior coloca a la economía mexicana en una situación de difícil crecimiento con crisis de desconfianza en el gobierno e incertidumbre en los agentes económicos.

En relación a la variable "suficiencia de primas" comentada en los escenarios del capítulo 3 de la misma sección los objetivos de las autoridades en seguros es desarrollar la profesión actuarial hacia el futuro de forma tal que el actuario sea certificado y actualizado en sus conocimientos en seguros. Los modelos de

Conclusiones generales

credibilidad son parte de la gama de métodos y técnicas científicamente sustentadas para el cálculo de la prima de riesgo (véase Estándar de práctica actuarial no.2, pág.5); en particular en el desarrollo del presente trabajo, conjuntamente con las simulaciones presentadas en la sección 3.4, el aplicar el modelo de Jewell implica tener un porcentaje de solvencia de alrededor del 130%, por lo que dentro de este escenario bajo el supuesto de que se cuenta con la información desglosada de los siniestros que muestra la cartera, la utilización del modelo de Jewell para obtener primas, genera mayor probabilidad de que la suficiencia de primas se presente en la cartera. Como consecuencia de que las carteras de riesgo sean rentables abre posibilidades del desarrollo del sector asegurador y a pesar de la inestable situación económica se logra captar mayor cantidad de primas para conseguir que la participación de primas en el PIB (Producto Interno Bruto) crezca, sin embargo este crecimiento no es del orden del requerido por el sector asegurador.

Por lo anterior, finalmente se destaca el reto que tiene para el actuario desarrollar modelos más complejos y precisos para sus cálculos de primas, pues será la base de su futuro reconocimiento y certificación

ANEXOS ESTADÍSTICOS

Anexo 1: Bases de probabilidad y estadística.

Eventos condicionales

Definición 1.1.- Sean A y B dos eventos, la probabilidad de que ocurra A dado B o viceversa esta dado por las siguientes expresiones:

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \Leftrightarrow P(B) > 0$$

$$P(B/A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \Leftrightarrow P(A) > 0$$

Entonces :

$$P(A/B) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)} \quad \text{ó} \quad P(B/A) = \frac{P(A/B)P(B)}{P(A)}$$

Variable aleatoria

Definición 1.2.- Se dice que X es una *variable aleatoria* si para cada número real x , existe una probabilidad $P(X \leq x)$ de que X tome un valor menor o igual a x . Es decir se está hablando de una función real cuyo dominio es el espacio muestral.

Anexos estadísticos

Funciones de masa y densidad

Definición 1.3.- La función de probabilidad de la variable aleatoria X está dada por:

$$p(x) = P(X = x) \text{ Si } X \text{ es discreta } \forall x \in R \text{ (función de masa)}$$

$$f(x) = P(x_i \leq X \leq x_j) \text{ Si } X \text{ es continua } \forall x_i, x_j \in R \text{ (función de densidad)}$$

Propiedades

Función Discreta

$$(1) p(x) \geq 0 \quad \forall x \in R$$

$$(2) \sum_{x_i} p(x_i) = 1$$

Función Continua

$$(1) f(x) \geq 0, \quad -\infty \leq x \leq \infty$$

$$(2) \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

$$(3) P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x) dx \quad \forall a, b \in R$$

Funciones de distribución

Definición 1.4.- La función de distribución de probabilidad o simplemente función de distribución, está dada por:

$$F_X(x) = F(x) = \sum_{x_i \leq x} p(x_i) = P(X \leq x) \quad \text{Si } X \text{ es discreta}$$

$$P(X \leq x) = F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt \quad \text{Si } X \text{ es continua}$$

Propiedades

Función Discreta

$$1) 0 \leq F(x) \leq 1 \quad \forall x \in R$$

$$(2) F(x_i) \geq F(x_j) \text{ Si } x_i \geq x_j$$

$$(3) P(X > x) = 1 - F(x)$$

Función Continua

$$(1) F(-\infty) = 0, F(\infty) = 1$$

$$(2) P(a < X < b) = F(b) - F(a)$$

$$(3) \frac{d}{dx} F(x) = f(x)$$

Esperanza y varianza

Definición 1.5.- El valor esperado de una variable aleatoria X se define como:

$$E(X) = \sum_x xp(x) \quad \text{Si } X \text{ es discreta, } p(x) \text{ función de masa}$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx \quad \text{Si } X \text{ es continua, } f(x) \text{ función de densidad}$$

El valor esperado de una función $g(x)$ de la variable aleatoria X , se define como:

$$E(g(X)) = \sum_x g(x)p(x) \quad \text{Si } X \text{ es discreta}$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} g(x)f(x)dx \quad \text{Si } X \text{ es continua}$$

Definición 1.6.- El momento de una variable aleatoria X se define como:

$$\mu_n = m_n = E(X^n)$$

Esto es, como los valores esperados de las sucesivas potencias de la variable aleatoria X , por lo tanto, el r -ésimo momento de X alrededor del cero se define como:

$$\mu'_r = E(X^r) = \sum_x x^r p(x) \quad \text{(Caso discreto)}$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x^r f(x)dx \quad \text{(Caso continuo)}$$

Entonces, el r -ésimo momento de X alrededor de la media se define como:

$$\mu_r = E(X - \mu)^r = \sum_x (x - \mu)^r p(x) \quad \text{(Caso discreto)}$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^r f(x)dx \quad \text{(Caso continuo)}$$

Anexos estadísticos

Definición 1.7.- La *varianza* de una variable aleatoria X se define como:

$$\sigma_x^2 = \text{Var}(X) = E(X^2) - E^2(X) = \mu_2$$

Por lo tanto, la desviación estándar es:

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2} = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

Funciones conjuntas, marginales y condicionales

Definición 1.8.- La *función de probabilidad conjunta* de las variables aleatorias (X, Y) está dada por:

$$p(x, y) = P(X = x, Y = y) \quad (\text{caso discreto})$$

$$f(x, y) \geq 0 \quad \forall (x, y) \in R \quad (\text{caso continuo,}$$

función de densidad conjunta)

Propiedades

Función Discreta

$$(1) p(x, y) \geq 0$$

$$(2) \sum_x \sum_y p(x, y) = 1$$

$$\forall (a, b, c, d) \in R$$

Función Continua

$$(1) \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dy dx = 1$$

$$(2) P(a < X < b, c < Y < d) = \int_a^b \int_c^d f(x, y) dy dx$$

Definición 1.9.- La *función de distribución conjunta* de (X, Y) , para el caso continuo, está dada por:

$$F(x, y) = P(X \leq x, Y \leq y) = \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y f(u, v) dv du$$

Definición 1.10.- Sean (X, Y) dos variables aleatorias con funciones de probabilidad conjunta $p(x, y)$ y $f(x, y)$. Las *funciones marginales* de (X, Y) , están dadas por:

Caso discreto

Caso continuo

(funciones de probabilidad marginal) (funciones de densidad probabilidad marginal)

$$p_x(x) = \sum_y p(x, y)$$

$$f_x(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dy$$

$$p_y(y) = \sum_x p(x, y)$$

$$f_y(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dx$$

Definición 1.11.- Sea $F(x, y)$ la función de distribución conocida. Las *distribuciones acumulativas marginales* de (X, Y) , son:

$$P(X \leq x) = F_x(x) = \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^{\infty} f(t, y) dy dt = \int_{-\infty}^x f_x(t) dt = F(x, \infty)$$

$$P(Y \leq y) = F_y(y) = \int_{-\infty}^y \int_{-\infty}^{\infty} f(x, t) dx dt = \int_{-\infty}^y f_y(t) dt = F(\infty, y)$$

Definición 1.12.- Sea (X, Y) una variable aleatoria bidimensional con funciones de probabilidad conjunta $p(x, y)$ y $f(x, y)$. Sean $p(x) = p_x(x)$, $p(y) = p_y(y)$ y $f(x) = f_x(x)$, $f(y) = f_y(y)$ funciones de probabilidad marginales, las *funciones de probabilidad condicionales* están dadas por:

Caso discreto

Caso continuo

$$p(x/y) = \frac{p(x, y)}{p_y(y)} \quad p_y(y) > 0$$

$$f(x/y) = \frac{f(x, y)}{f_y(y)} \quad f_y(y) > 0$$

$$p(y/x) = \frac{p(x, y)}{p_x(x)} \quad p_x(x) > 0$$

$$f(y/x) = \frac{f(x, y)}{f_x(x)} \quad f_x(x) > 0$$

Anexos estadísticos

Independencia

Definición I.13.- Sean (X, Y) dos variables aleatorias con distribución conjunta.

Las variables aleatorias X, Y son independientes si y sólo si:

$$p(x, y) = p_x(x)p_y(y) \quad \text{Si } X \text{ y } Y \text{ son discretas}$$

$$f(x, y) = f_x(x)f_y(y) \quad \text{Si } X \text{ y } Y \text{ son continuas}$$

Covarianza y correlación

Definición I.14.- Sean (X, Y) dos variables aleatorias con distribución conjunta.

Sean $E(X) = \mu_x, E(Y) = \mu_y, E(Y) = \mu_y, Var(X) = \sigma_x^2, Var(Y) = \sigma_y^2$. La covarianza de X e Y , se define como:

$$Cov(X, Y) = E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]$$

De aquí se desprende que:

$$Cov(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y)$$

El valor de la covarianza puede ser positivo, negativo o cero.

Definición I.15.- Si $0 < \sigma_x^2 < \infty$ y $0 < \sigma_y^2 < \infty$, entonces la correlación o coeficiente de correlación de X e Y , se define como:

$$\rho(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Nótese que si X y Y son independientes $Cov(X, Y) = 0$

Esperanza, varianza y covarianza condicional

Definición I.16.- Sean (X, Y) dos variables aleatorias distribuidas conjuntamente. La esperanza condicional, se define como:

$$E(X/Y = y) = E(X/y) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x/y)dx$$

Esperanza condicional de X dado
que $Y = y$

$$E(Y/X = x) = E(Y/x) = \int_{-\infty}^{\infty} yf(y/x)dy$$

Esperanza condicional de Y dado
que $X = x$

Nótese que si X y Y son independientes, se tiene que:

$$E(X/y) = E(X) \quad \text{y} \quad E(Y/x) = E(Y)$$

Ahora bien, definiremos la esperanza condicional de $g(X, Y)$, dado que $X = x$, la cual se establece como:

$$E[g(X, Y)/X = x] = \int_{-\infty}^{\infty} g(x, y)f_{Y/X}(y/x)dy$$

Se deja para el lector, la deducción de la esperanza condicional de $g(X, Y)$, dado que $Y = y$.

Definición 1.17.- Sean (X, Y) dos variables aleatorias distribuidas conjuntamente. La varianza y la covarianza de Y dado que $X = x$, se definen como:

$$Var[Y/X = x] = E[Y^2/x] - E^2[Y/x]$$

$$Cov[X, Y/\Theta] = E[(X - E[X/\Theta])(Y - E[Y/\Theta])]$$

Es para el lector, la deducción de la varianza y la covarianza de X dado que $Y = y$. *Resultados importantes*

$$E[X] = E[E[X/Y]]$$

Anexos estadísticos

$$\text{Var}[Y] = E[\text{Var}[Y / X]] + \text{Var}[E[Y / X]]$$

$$\text{Cov}[X, Y] = E[\text{Cov}(X, Y / \Theta)] + \text{Cov}\{E(X / \Theta), E(Y / \Theta)\}$$

Definición 1.18. Sean X_1, X_2, \dots, X_n n variables aleatorias con una función de densidad conjunta de probabilidad $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Entonces:

$$E\left[\sum_{i=1}^n a_i X_i\right] = \sum_{i=1}^n [a_i E(X_i)]$$

$$\text{Var}\left[\sum_{i=1}^n a_i X_i\right] = \sum_{i=1}^n a_i^2 \text{Var}(X_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j \text{Cov}(X_i, X_j) \quad (i \neq j)$$

Para cualquier constante $a_i, i = 1, 2, \dots, n$

Conjugadas

Definición 1.19. Sea Y una *variable aleatoria* (discreta o continua) tal que sus valores representen las posibles opciones en que puede ocurrir un fenómeno aleatorio antes de llevar a cabo un experimento. **El grado de creencia** del investigador con respecto a estas posibilidades se encuentra expresado por una función de probabilidad la cual se denomina como:

$p_i(y)$ *función de probabilidad a priori* de Y (si es discreta)

$f_i(y)$ *función de densidad de probabilidad a priori* Y (si es continua).

Definición 1.20. Sea $f(x/y)$ la función de probabilidad condicional de cualquier variable aleatoria X (discreta o continua), la cual representa evidencia muestral en función de una alternativa fija y de Y . La función $f(x/y)$ recibe el nombre de

función de verosimilitud, dado que representa el grado de concordancia del resultado muestral x , dado el valor y de Y .

Definición 1.21- Sea $p_r(y)$ o $f_r(y)$ la función de probabilidad o función de densidad de probabilidad *a priori* de Y , respectivamente, y sea $f(x/y)$ la función de verosimilitud. Entonces la *probabilidad a posteriori* o *función de densidad de probabilidad a posteriori* de Y dada la evidencia muestral x , es:

$$p(y/x) = \frac{f(x/y)p_r(y)}{\sum_Y f(x/y)p_r(y)} \quad \text{Si } Y \text{ es discreta}$$

$$f(y/x) = \frac{f(x/y)f_r(y)}{\int_Y f(x/y)f_r(y)dy} \quad \text{Si } Y \text{ es continua}$$

La función de probabilidad a posteriori $p(x/y)$ o la función de densidad de probabilidad a posteriori $f(x/y)$ reflejan el grado de creencia modificado del investigador con respecto a la variable aleatoria Y después de obtener información muestral. Esta información puede verificarse de forma periódica. Lo anterior significa que en un futuro la distribución *a posteriori* puede convertirse en una distribución *a priori*.

Nótese que el denominador de las ecuaciones anteriores es la función de densidad de probabilidad marginal o no condicional de X ; esto es,

$$f_x(x) = \sum_Y f(x/y)p_r(y) \quad \text{Caso discreto}$$

$$f_x(x) = \int_Y f(x/y)f_r(y)dy \quad \text{Caso continuo}$$

Anexos estadísticos

Herramientas estadísticas

Definición 1.22 – Si las variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_n tienen la misma función de densidad de probabilidad que la de la distribución de la población y su función de distribución conjunta de probabilidad es igual al producto de las marginales, entonces X_1, X_2, \dots, X_n forman un conjunto de n variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas a esto se le denomina una *muestra aleatoria* de la población.

Definición 1.23 – Un *parámetro* es una caracterización numérica de la distribución de la población de manera que describe, parcial o completamente, la función de densidad de probabilidad de la característica de interés. Por ejemplo, cuando se especifica el valor del parámetro de escala exponencial θ , se describe de manera completa la función de densidad de probabilidad:

$$f(x; \theta) = \frac{1}{\theta} \exp(-x/\theta)$$

Definición 1.24 – Sea λ el parámetro de la variable aleatoria X , si X puede ser generada bajo el supuesto de que el parámetro Λ es una variable aleatoria con función de densidad $U(\lambda)$, a la distribución $U(\lambda)$ se denomina *función estructural*

Definición 1.25 – Una *estadística* es cualquier función de las variables aleatorias que se observaron en la muestra de manera que esta función no contiene cantidades desconocidas, denótese a una estadística como $T = \mu(\underline{X})$.

Definición 1.26 – Una *estimador* del parámetro θ , basado en las variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_n , es una función $\delta(X_1, X_2, \dots, X_n)$ que especifica el valor estimado de θ para cada conjunto de valores posibles de X_1, X_2, \dots, X_n . En otras

palabras, si los valores observados de X_1, X_2, \dots, X_n son x_1, x_2, \dots, x_n entonces el valor estimado de θ es $\delta(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

Las propiedades de un estimador son las siguientes:

a) Insesgado

Siendo X_1, X_2, \dots, X_n una muestra aleatoria de $f(x|\theta)$ y $t(x)$ un estimador de θ , entonces

$$E(t(x)) = \theta$$

b) Eficiente (varianza mínima)

Sea $t(x)$ un estimador, si $h(x)$ es otro estimador entonces $Var(t(x)) \leq Var(h(x))$

c) Suficiente

Si la distribución de la muestra aleatoria dado el estimador $t(x)$, no depende del parámetro, entonces: $f(x|t(x)) = h(x)$

d) Consistente

Si el estimador $t(x)$, tiende al parámetro, se interpreta como:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P = \{ |t(x) - \theta| > \varepsilon \} = 0$$

e) Invarianza

Si $t(x)$ es un estimador de θ y $g(\cdot)$ es una función continua, entonces:

$$g(t(x)) = g(\theta)$$

f) Robusto

Si $t(x)$ es un estimador que no se afecta por valores extremos, entonces $t(x)$ es un estimador robusto

g) Completo

Si $E(t(x)) \equiv \theta$, se dice que $t(x)$ es un estimador completo.

En estadística existen métodos de estimación, tales como *método de los momentos*, el de *máxima verosimilitud* o por *mínimos cuadrados*,

Anexos estadísticos

dependiendo de las características que se deseen en la estimación, se cumplirán las propiedades generales descritas.

Tabla I.1 Propiedades de los estimadores

Tipos de estimación	Propiedades cumplidas de los estimadores
Método de los momentos	Consistencia
Máxima verosimilitud	Consistencia
	Eficiencia
	Suficiencia
	Invarianza
Mínimos cuadrados	Insegados
	Eficientes

Definición 1.27 - Sea $\hat{\theta}$ un estimador de θ , la función $E[(\hat{\theta} - \theta)^2] = \text{Var}(\hat{\theta}) + \text{sesgo}^2(\hat{\theta})$, es llamado el error cuadrático medio del estimador $\hat{\theta}$, denotado por: $ECM(\hat{\theta})$

Anexo 2: Catálogo de vehículos y grupos de riesgo.

Clave	Descripción	Grupo de Riesgo	Descripción_Gpo	Tipo
736	VW GOLF GTI STD	1	Golf	AUTO
732	VW GOLF GL AUT	1	Golf	AUTO
731	VW GOLF GL Y PRIMAVERA STD	1	Golf	AUTO
730	VW GOLF C CL MINUS Y BASICA	1	Golf	AUTO
743	VW GOLF JUBILEO 2 PTAS	1	Golf	AUTO
54	BUICK CELEBRITY DE LUJO STD 2 Y 4 PTAS. C/A	2	Ceekbrny	AUTO
51	BUICK CELEBRITY DE LUJO STD 2 Y 4 PTAS.	2	Ceekbrny	AUTO
53	BUICK CELEBRITY 2 Y 4 PTAS. STD NORMAL. CUSTOM F.I. C/A	2	Ceekbrny	AUTO
43	BUICK CELEBRITY 2 Y 4 PTAS. AUT C/A	2	Ceekbrny	AUTO
41	BUICK CELEBRITY 2 Y 4 PTAS. STD NORMAL. CUSTOM F.I.	2	Ceekbrny	AUTO
128	DODGE DART K Y DART E SD 2 Y 4 PTAS 4 CIL. AUT IQ C/A	3	Dart K. Volare	AUTO
127	DODGE DART K Y DART E SD 2 Y 4 PTAS STD TIPICO	3	Dart K. Volare	AUTO
611	CHRYSLER VALJANT VOLARE K 4 CIL. AUT 2 Y 4 PTAS	3	Dart K. Volare	AUTO
612	CHRYSLER VALJANT VOLARE K 4 CIL. STD AUSTERO 2 Y 4 PTAS	3	Dart K. Volare	AUTO
150	DODGE DART K VAG 4 CIL STD EQ	3	Dart K. Volare	AUTO
163	DODGE DART K VAG AUT EQ	3	Dart K. Volare	AUTO
130	DODGE DART K VAG 4 CIL. AUT	3	Dart K. Volare	AUTO
129	DODGE DART K VAG 4 CIL. STD TIPICA	3	Dart K. Volare	AUTO
149	DODGE DART K SD 2 Y 4 PTAS STD IQ C/A	3	Dart K. Volare	AUTO
119	DODGE DART E AUT EQUIPADO C/A	3	Dart K. Volare	AUTO
118	DODGE DART E AUT TIPICO	3	Dart K. Volare	AUTO
260	NISSAN TSUBAME VAGONETA SUPER LUJO AUT	4	Tsubame	AUTO
259	NISSAN TSUBAME VAGONETA SUPER LUJO STD	4	Tsubame	AUTO
258	NISSAN TSUBAME VAGONETA DE LUJO AUT	4	Tsubame	AUTO
257	NISSAN TSUBAME VAGONETA DE LUJO STD	4	Tsubame	AUTO
256	NISSAN TSUBAME VAGONETA TIPICA AUT	4	Tsubame	AUTO
255	NISSAN TSUBAME VAGONETA TIPICA STD	4	Tsubame	AUTO
262	NISSAN TSUBAME VAGONETA STD AUSTRAL	4	Tsubame	AUTO
182	CHRYSLER PHANTOM RT 16V	5	Phantom	AUTO
153	CHRYSLER PHANTOM 2 PTAS EQUIPADO LUJO Y RT	5	Phantom	AUTO
152	CHRYSLER PHANTOM 2 PTAS NORMAL TURBO	5	Phantom	AUTO
388	FORD GRAND MARQUIS LS EQUIPADO PIEL. CD 53B	6	Grand Marquis	AUTO
387	FORD GRAND MARQUIS LS EQUIPADO STD	6	Grand Marquis	AUTO
7325	FORD GRAND MARQUIS HIGH PIEL	6	Grand Marquis	AUTO
7326	FORD GRAND MARQUIS HIGH TELA	6	Grand Marquis	AUTO
569	FORD GRAND MARQUIS DIAMOND EDITION	6	Grand Marquis	AUTO
7329	FORD GRAND MARQUIS HIGH PIEL CD	6	Grand Marquis	AUTO
7327	FORD GRAND MARQUIS HIGH TELA CD	6	Grand Marquis	AUTO
371	FORD GRAND MARQUIS LS SEMIEQUIPADO TELA SIC	6	Grand Marquis	AUTO
7328	FORD GRAND MARQUIS TIPICO TELA	6	Grand Marquis	AUTO
8000	FORD CROWN VICTORIA 4.6 LTS V8 AUT	6	Grand Marquis	AUTO
370	FORD COUGAR PIEL CD	7	Cougar	AUTO
391	FORD COUGAR SEMIEQUIPADO	7	Cougar	AUTO
369	FORD COUGAR XR7 S.C.	7	Cougar	AUTO
350	FORD COUGAR IQ. TELA CD	7	Cougar	AUTO
7314	FORD MUSTANG COBRA PIEL	8	Mustang	AUTO
382	FORD MUSTANG GT LUJO AUT CONVERTIBLE MC4	8	Mustang	AUTO
381	FORD MUSTANG GT LUJO AUT MA3	8	Mustang	AUTO

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

Clave	Descripción	Grupo de Riesgo	Descripción_Gpo	Tipo
620	VW SEDAN SUMMER	10	VW Sedan	AUTO
7416	VW SEDAN JEANS	10	VW Sedan	AUTO
703	VW 1600 Y 1800 SD C/A Q Y GL	10	VW Sedan	AUTO
702	VW 1600 Y 1800 SD S/A Q	10	VW Sedan	AUTO
742	VW 1600 SD JUBILEO	10	VW Sedan	AUTO
7317	VW SEDAN CITY	10	VW Sedan	AUTO
741	VW COMBI CARAVELLE	11	Combi	AUTO
708	VW COMBI	11	Combi	AUTO
728	VW VARIANT AUT EQ. PIEL	13	Corsar	AUTO
727	VW VARIANT STD Y AUT EQ.	13	Corsar	AUTO
726	VW VARIANT STD Y AUT C/A	13	Corsar	AUTO
721	VW CORSAR CD GL AUT	13	Corsar	AUTO
725	VW VARIANT STD Y AUT AUSTERA	13	Corsar	AUTO
720	VW CORSAR CD GL	13	Corsar	AUTO
719	VW CORSAR CD SE	13	Corsar	AUTO
807	BUICK CENTURY LIMITED 4 PTAS PIEL Q/C	14	Century	AUTO
96	BUICK CENTURY AUT EQ. PIEL	14	Century	AUTO
45	BUICK CENTURY LIMITED 2 Y 4 PTAS. AUT	14	Century	AUTO
57	BUICK CENTURY LIMITED 2 Y 4 PTAS. AUT F.I.	14	Century	AUTO
68	CHEVROLET SUBURBAN CHEYENNE Y SIERRA CLASSIC AUT C/A E.E.	15	Suburban	AUTO
7969	CHEVROLET SUBURBAN LT D C/A CD E.E. PIEL	15	Suburban	AUTO
7968	CHEVROLET SUBURBAN LS M C/A CD E.E. PIEL Q/C	15	Suburban	AUTO
63	CHEVROLET SUBURBAN SIERRA	15	Suburban	AUTO
32	CHEVROLET CARRY ALL Y SUBURBAN CUSTOM	15	Suburban	AUTO
7967	CHEVROLET SUBURBAN LS N C/A CD E.E.	15	Suburban	AUTO
195	CHRYSLER NEW YORKER LH IMPORTACION	16	New Yorker	AUTO
148	CHRYSLER NEW YORKER 4 PTAS 4 CIL.	16	New Yorker	AUTO
147	CHRYSLER NEW YORKER 4 PTAS TIPICO	16	New Yorker	AUTO
189	CHRYSLER NEW YORKER 4 PTAS 6 CIL.	16	New Yorker	AUTO
126	DODGE RAM CHARGER 4X2 LIMITED AUT VR C/A	17	Ram Charger	AUTO
125	DODGE CARRY ALL Y RAM CHARGER 4X2 ROYAL AUT C/A	17	Ram Charger	AUTO
151	DODGE RAM CHARGER 4X4	17	Ram Charger	AUTO
781	VW EL NUEVO GOLF CONVERTIBLE AUT	18	Nuevo Golf	AUTO
780	VW EL NUEVO GOLF CONVERTIBLE STD	18	Nuevo Golf	AUTO
778	VW EL NUEVO GOLF GTI VR6 STD C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
779	VW EL NUEVO GOLF GTI VR6	18	Nuevo Golf	AUTO
751	VW EL NUEVO GOLF GTI 1.4 2.0 L C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
761	VW EL NUEVO GOLF GLS AUT C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
760	VW EL NUEVO GOLF GLS STD C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
777	VW EL NUEVO GOLF MAN Y ATLANTA 1.8 L C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
758	VW EL NUEVO GOLF GL AUT C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
759	VW EL NUEVO GOLF GTI AUT Y SPORT	18	Nuevo Golf	AUTO
770	VW EL NUEVO GOLF GL AUT	18	Nuevo Golf	AUTO
767	VW EL NUEVO GOLF GTI STD Y SPORT	18	Nuevo Golf	AUTO
750	VW EL NUEVO GOLF GL 1.4 STD C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
769	VW EL NUEVO GOLF GL STD	18	Nuevo Golf	AUTO
768	VW EL NUEVO GOLF GL MI STD C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
7316	VW EL NUEVO GOLF MI STD C/A	18	Nuevo Golf	AUTO
749	VW EL NUEVO GOLF 1.4 CL STD MI	18	Nuevo Golf	AUTO
7315	VW EL NUEVO GOLF CITY STD	18	Nuevo Golf	AUTO
764	VW EL NUEVO JETTA VR-6 CARAT AUT C/A	19	Nuevo Jetta	AUTO
763	VW EL NUEVO JETTA VR-6 CARAT STD C/A	19	Nuevo Jetta	AUTO
757	VW EL NUEVO JETTA CARAT Y GLX AUT C/A L4	19	Nuevo Jetta	AUTO
756	VW EL NUEVO JETTA CARAT Y GLX STD C/A L4	19	Nuevo Jetta	AUTO

Anexos estadísticos

Clave	Descripción	Grupo de Riesgo	Descripción_Gro	Tipo
7431	VIPER GTS -R DEPORTIVO AUT PIEL.	103	Viper	AUTO LUJO
7494	VIPER SRT-10 8.3L 10 V	103	Viper	AUTO LUJO
7432	VIPER GTS DEPORTIVO AUT PIEL.	103	Viper	AUTO LUJO
7433	VIPER RT/10 CONVERTIBLE AUT PIEL.	103	Viper	AUTO LUJO
7390	PORSCHE 911 TURBO 4X4.	106	Porsche	AUTO LUJO
7385	PORSCHE 911 CARRERA 4 CABRIO	106	Porsche	AUTO LUJO
7384	PORSCHE 911 CARRERA 2 CABRIO	106	Porsche	AUTO LUJO
7383	PORSCHE 911 CARRERA 4 COUPE	106	Porsche	AUTO LUJO
7382	PORSCHE 911 CARRERA 2 COUPE	106	Porsche	AUTO LUJO
7448	BOXSTER CONVERTIBLE AUT PIEL.	106	Porsche	AUTO LUJO
7447	BOXSTER CONVERTIBLE STD PIEL.	106	Porsche	AUTO LUJO
7608	VOLVO S80 BLINDADO EXECUTIVE T6 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7610	VOLVO S80 EXECUTIVE GEARTRONIC T6 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7380	VOLVO S80 4 PTAS T6 AUT GEARTRONIC	107	Volvo	AUTO LUJO
7609	VOLVO S80 T6 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7612	VOLVO S80 ANNIVERSARY GEARTRONIC T6 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7600	VOLVO C70 CABRIO T5 STD	107	Volvo	AUTO LUJO
7601	VOLVO C70 CABRIO T5 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7376	VOLVO S70 4 PTAS T5 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7379	VOLVO S80 4 PTAS 2.9L AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7374	VOLVO C70 2 PTAS COUPE T5 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7391	VOLVO V70 VAGONETA XC 4X4 2.4L AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7375	VOLVO S70 4 PTAS 2.5T AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7378	VOLVO V70 4 PTAS VAGONETA T5 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7607	VOLVO S60 SEDAN T5 GEARTRONIC	107	Volvo	AUTO LUJO
7606	VOLVO S60 SEDAN T5 STD	107	Volvo	AUTO LUJO
7377	VOLVO V70 4 PTAS VAGONETA 2.5T AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7605	VOLVO S60 SEDAN 2.4T GEARTRONIC	107	Volvo	AUTO LUJO
7604	VOLVO S60 SEDAN 2.4T STD	107	Volvo	AUTO LUJO
7603	VOLVO S60 SEDAN 2.0T AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7602	VOLVO S60 SEDAN 2.0T STD	107	Volvo	AUTO LUJO
7373	VOLVO V40 4 PTAS VAGONETA T4 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7371	VOLVO S40 4 PTAS T4 AUT	107	Volvo	AUTO LUJO
7611	VOLVO V40 4 PTAS VAGONETA T4 STD	107	Volvo	AUTO LUJO
7381	VOLVO S40 4 PTAS T4 STD	107	Volvo	AUTO LUJO
7372	VOLVO V40 4 PTAS VAGONETA 2.0T	107	Volvo	AUTO LUJO
7370	VOLVO S40 4 PTAS 2.0T	107	Volvo	AUTO LUJO
7318	CHEVROLET CHEVY MONZA AUT C/A G	108	Chevy Monza	AUTO
824	CHEVROLET CHEVY MONZA STD LUJO C/A. AC. B	108	Chevy Monza	AUTO
823	CHEVROLET CHEVY MONZA STD LUJO A	108	Chevy Monza	AUTO
7979	CHEVROLET CHEVY MONZA AUT C/A A	108	Chevy Monza	AUTO
822	CHEVROLET CHEVY MONZA STD BASICO C/A C	108	Chevy Monza	AUTO
7971	CHEVROLET CHEVY MONZA POP M C/A	108	Chevy Monza	AUTO
821	CHEVROLET CHEVY MONZA STD BASICO F	108	Chevy Monza	AUTO
494	CHEVROLET CHEVY MONZA STD C/A A-4P	108	Chevy Monza	AUTO
7970	CHEVROLET CHEVY MONZA POP B	108	Chevy Monza	AUTO
458	CHEVROLET CHEVY MONZA E LOW COST L4 STD C/A E.E. E-4	108	Chevy Monza	AUTO
202	DODGE ATOS LUJO STD C/A	109	Atos	AUTO
201	DODGE ATOS BASICO STD C/A	109	Atos	AUTO
200	DODGE ATOS BASICO STD	109	Atos	AUTO
412	FORD KA 1.6 L.L4 RINES STD C/A	110	Ford Ka	AUTO
411	FORD KA 1.6 L.L4 RINES	110	Ford Ka	AUTO
410	FORD KA 1.6 L.L4 STD	110	Ford Ka	AUTO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

Clave	Descripción	Grupo de Riesgo	Descripción_Gpo	Tipo
1305	FORD F-300 Y F-350 ESTAQUITAS 3 TON.	209	Ford 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
1310	FORD F-350 VANETT 3 TON	209	Ford 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
1309	FORD F-300 Y F-350 CAMION VAN.	209	Ford 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
1412	CHEVROLET C-30 VANETT 3 TON.	210	GM 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
1411	CHEVROLET C-30 VANETT 3 TON. EJE SOLIDO DOBLE RODADA	210	GM 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
1408	CHEVROLET C-30 Y C-35 ESTAQUITAS 350 PC. V-8 3 TON.	210	GM 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
1409	CHEVROLET C-30 Y C-35 ESTAQUITAS 292 PC. 6 CIL. 3 TON	210	GM 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
1413	CHEVROLET C-30 Y C-35 SPORT.	210	GM 1.5 ton.-3.5 ton.	HASTA 3.5 TON.
2001	DODGE D-600 ESTACAS HASTA 7.5 TON.	211	Dodge 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2002	DODGE D-600 PLATAFORMA HASTA 7.5 TON.	211	Dodge 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2202	DINA 531-K PLATAFORMA HASTA 7.5 TON.	212	Dina 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2201	DINA 531-K ESTACAS HASTA 7.5 TON	212	Dina 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2502	FAMSA PLATAFORMA HASTA 7.5 TON.	213	Fansa 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2501	FAMSA ESTACAS HASTA 7.5 TON.	213	Fansa 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2302	FORD F-600 PLATAFORMA HASTA 7.5 TON.	214	Ford 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2301	FORD F-600 ESTACAS HASTA 7.5 TON.	214	Ford 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2402	CHEVROLET C-60 ESTACAS DIESEL HASTA 7.5 TON. KODIAK MOD F	215	GM 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2404	CHEVROLET C-60 PLATAFORMA DIESEL HASTA 7.5 TON.	215	GM 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2403	CHEVROLET C-60 PLATAFORMA HASTA 7.5 TON. MOD E	215	GM 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
2401	CHEVROLET C-60 ESTACAS 6 CIL. HASTA 7.5 TON.	215	GM 3.5 ton.-7.5 ton.	HASTA 7.5 TON.
3010	DODGE PD-600 CARRO TANQUE 17500 LTS	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4005	DODGE PD-600 VOLTEO HASTA 14 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4002	DODGE D-600 VOLTEO HASTA 14 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3008	DODGE PD-600 CAMION VAN HASTA 14 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4004	DODGE PD-600 VOLTEO 12 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4001	DODGE D-600 VOLTEO 12 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3006	DODGE PD-600 ESTACAS TAMDEM HASTA 14 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4003	DODGE PD-600 VOLTEO 10 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3009	DODGE D-600 CARRO TANQUE 12500 LTS	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3004	DODGE D-600 ESTACAS TAMDEM HASTA 12 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3007	DODGE PD-600 CAMION VAN 10 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3003	DODGE D-600 CAMION VAN HASTA 10 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3005	DODGE D-600 CAMION VAN HASTA 14 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3002	DODGE PD-600 ESTACAS HASTA 10 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3001	DODGE D-600 ESTACAS HASTA 10 TON.	216	Dodge 7.5 ton.-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

Clave	Descripción	Grupo de Riesgo	Descripción_Gro	Tipo
4542	KENWORTH T-300 CUMMINS 260 HP FULLER 9 VELS 4 X 2	221	Kenworth 7.5-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4545	STERLING I. 7500 STD 4 X 2	221	Kenworth 7.5-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4541	KENWORTH T-300 CUMMINS 210 HP FULLER 9 VELS 4 X 2	221	Kenworth 7.5-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4540	KENWORTH T-300 CUMMINS 190 HP FULLER 6 VELS 4 X 2	221	Kenworth 7.5-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4531	MERCEDES BENZ FRIGHTLINER DIESEL ABS 220 H.P. FL7033K 12 TON	222	Mercedes Benz 7.5-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4530	MERCEDES BENZ FRIGHTLINER DIESEL ABS 190 H.P. FL7033K 12 TON	222	Mercedes Benz 7.5-14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3207	DINA 661-G3 CAMION VAN	223	Dina/Mercedes Benz más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3206	DINA 661-G3 ESTACAS TANDEM	223	Dina/Mercedes Benz más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3204	DINA 661-G2 ESTACAS TANDEM	223	Dina/Mercedes Benz más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3202	DINA 631-K ESTACAS TANDEM HASTA 16 TON.	223	Dina/Mercedes Benz más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3205	DINA 661-G2 CAMION VAN	223	Dina/Mercedes Benz más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3502	FAMSA ESTACAS TANDEM HASTA 16 TON.	224	Fansa más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3303	FORD F-600 ESTACAS TANDEM HASTA 16 TON.	225	Ford más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
3405	CHEVROLET C-60 ESTACAS TANDEM DIESEL 16 TON.	226	GM más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4510	NAVISTAR 4900 - 300 - F SPICER 10'EAT 22-236* WB CARGA 15 TON	227	Internacional más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4509	NAVISTAR 4900 - 250 - F SPICER 9'EAT 22-236* WB CARGA 15 TON	227	Internacional más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4508	NAVISTAR 4900 - 210 - F SPICER 5'EAT 22-236* WB CARGA 10 TON	227	Internacional más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4507	NAVISTAR 4700 - 175-E SPR 5'EAT 22-236* WB CARGA 7.5 TON	227	Internacional más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4506	NAVISTAR 4700 - 195FIC-E SPR 5'EAT 22-236* WB C'ORAZA 10 TON	227	Internacional más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
4505	NAVISTAR 4700 - 175 SFC-E SPR 5'EAT 22-236* WB 7.5 TON.	227	Internacional más de 14 ton.	MAY. A 7.5 TON. Y VOLTEOS
6019	CAJA REFRIGERADORA CON EQUIPO.	228	Remolques	REMOLQUE
6062	CAJA CERRADA 3 EJES	228	Remolques	REMOLQUE
6061	CAJA CERRADA 2 EJES	228	Remolques	REMOLQUE
5100	AUTOCAR	229	Tractocamion Autocar	TRACTO
5303	DINA 9400 DE LUJO 435 HP FULL 18	230	Tractocamion Dina	TRACTO
5302	DINA 9400 DE LUJO 430 HP FULL 18	230	Tractocamion Dina	TRACTO
5301	DINA 9400 TÍPICO 370 HP FULL 13	230	Tractocamion Dina	TRACTO
5300	DINA 861 K1	230	Tractocamion Dina	TRACTO
5200	DINA 661-C	230	Tractocamion Dina	TRACTO
5400	FAMSA	231	Tractocamion Fansa	TRACTO
5401	NAVISTAR 9200 - M 11 PLUS 400 FULL 18 SUSP. AIRE 193" CAMAROTE 5	232	Tractocamion Internacional	TRACTO
5510	TRACTO STERLING T113 6 X 4 235" 54.4 TON	233	Tractocamion Kenworth	TRACTO
5503	KENWORTH T600 N 14 AEROCAB PLUS	233	Tractocamion Kenworth	TRACTO
5502	KENWORTH T800 DE LUJO SH AEROCAB	233	Tractocamion Kenworth	TRACTO
5501	KENWORTH T800 TÍPICO 435 HP FULLER	233	Tractocamion Kenworth	TRACTO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexos estadísticos

Anexo 3: Información de la cartera de Vida Grupo.

Tabla 3.A Expuestos y primas por año de la cartera de vida grupo(1999-2000)

TIPO	CONTRATANTE	2000		1999	
		# Personas	PN\$(Prima)	# Personas	PN\$(Prima)
OTRAS	ADMINISTRADORA DE COND. VACACIONALES, S.A. DE C.V.	15	1,441	14	1,297
TRANSPORTES Y CAMIONES	AEROPRES, S.A. DE C.V.	59	8,510	53	7,659
AUTOMOTRIZ	ASOCIACION NACIONAL DE CONCESIONARIOS V.W. A.C.	8	16,466	7	14,819
AUTOMOTRIZ	AUTO HAUS, S.A. DE C.V. Y/O SERVICIO MECANICO	5	17,299	53	15,569
AUTOMOTRIZ	AUTOFINANCIAMIENTO AUTOMOTRIZ, S.A. DE C.V.	181	260,076	163	234,068
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ CHAUTITLAN, S.A. DE C.V.	65	7,007	59	6,306
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ LOMAS VERDES S.A. DE C.V.	55	9,847	50	8,863
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ NAUCALPAN S.A. DE C.V.	89	16,840	80	15,156
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ ZUMPANGO S.A. DE C.V.	31	4,232	28	3,809
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL CAMIONERA DE CD. VICTORIA, S.A. DE C.V.	186	135,144	167	121,629
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL CAMIONERA GENERAL DOMINGO ARRIETA, S.A.	42	52,932	38	47,639
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSSES LUCIO BLANCO, S.A. DE C.V.	39	12,687	35	11,419
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSSES MACUAVIO HERRERA, S.A. DE C.V.	237	20,180	213	18,162
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE OMNIBUS DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.	195	33,470	178	33,729
OTRAS	CLUB COLIGALES DEL 29 A. C.	10	5,566	9	5,010
OTRAS	CONDOMINIO O CONJUNTO TORRE BLANCA	18	2,796	16	2,516
OTRAS	CONSORCIO ADMINISTRATIVO Y TECNICO, SA DE CV	61	15,998	55	14,398
OTRAS	COOP. DE CONSUMO AHORRO Y P.MO. SAN JUAN BOSCO, S.C.L.	24	9,367	22	8,430
OTRAS	COOP. DE CONSUMO CAJA POPULAR SAN MIGUEL MEZQUITAN SCL	790	180,125	673	162,112
GOBIERNO	CRUZ ROJA MEXICANA	221	29,781	199	26,943
POLICIA	DIR. DE LA POL. IND. Y BANC. DE GUERRERO ACAPULCO	30	4,036	27	3,632
OTRAS	DIVISION NAVARTE, S.A. DE C.V.	19	605	17	545
GASERA	DROGAS TACUBA, S.A.	134	50,519	121	45,467
OTRAS	EDIFICIO IRANINA, S.A. DE C.V.	8	38,650	7	34,785
OTRAS	EJECUTIVOS DE IJUANA	15	57,182	14	51,464
OTRAS	ENGRANES DE MEXICO, S.A. DE C.V.	34	1,985	31	1,787
OTRAS	FABRINATIC, S.A. DE C.V.	11	586	10	378
OTRAS	FASMAOL, S.A. DE C.V.	15	60,799	14	54,719
GASERA	GAS AMERICA, S.A. DE C.V.	126	60,599	113	54,539
GASERA	GAS DE TIZAYUCA, S.A. DE C.V.	84	13,195	76	11,876
GASERA	GAS EAST, S.A.	39	22,752	35	20,477
GASERA	GAS HIDALGO S.A. DE C.V.	182	9,487	164	8,538
GASERA	GAS LICUADO DE MEXICO, S.A. DE C.V.	100	24,291	117	21,862
GASERA	GAS NAVARTE, S.A. DE C.V.	136	60,615	95	54,554
GASERA	GAS POPA S.A.	53	11,749	48	10,574
GASERA	GAS TLALNEPANTLA, S.A. DE C.V.	27	11,364	24	10,228
GASERA	GAS TLALNEPANTLA, S.A. DE C.V.	170	59,208	153	53,287
GASERA	GAS URIBE DE PUEBLA SA DE CV	65	7,238	59	6,514
GASERA	GAS URIBE, S.A. DE C.V.	271	131,924	244	118,732
GOBIERNO	GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL	89	16,840	80	15,156
GOBIERNO	GOBIERNO DE L. EDO. DE MICHOACAN Y/O FUNCIONARIOS	135	49,765	122	44,807
GOBIERNO	GOBIERNO DEL EDO. DE MICHOACAN Y/O EMPLEADOS	284	116,802	256	100,932
OTRAS	GRUPO INDUSTRIAL C y F Y/O INGENIERIA Y ADMINISTRACION	86	63,656	77	57,291
OTRAS	GRUPO MAR MAR, S.A. DE C.V.	18	2,273	16	2,046
OTRAS	GUADALUPE RODRIGUEZ HERNANDEZ	8	497	7	447
GOBIERNO	II AYUNTAMIENTO DE CHAUTITLAN IZCALLI	375	659,620	338	593,658
OTRAS	HECTOR DANIEL INLAS GARCIA "HOTEL MONACO"	5	849	5	764
OTRAS	HOTEL DEL SINDICATO NACIONAL DE TRAB. DEL SEGURO SOCIAL	35	4,850	32	4,365
OTRAS	INGENIO ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	339	302,994	305	272,695
OTRAS	INSOMBIARIA CORSAL S.A. DE C.V.	15	1,417	14	1,275
GASERA	INSTALACIONES GAS URIBE, S.A. DE C.V.	89	12,045	80	10,841
POLICIA	JEFATURA DE POLICIA IND. BANCARIA DEL EDO. DE MEXICO	4,139	2,049,381	3,725	1,844,443
OTRAS	MANUFACTURERA DE LAMPARAS DE ALUMINIO, S.A. DE C.V.	375	192,345	338	173,111
OTRAS	METROPOLITANA COMPANIA DE SEGUROS, S.A.	171	675,728	154	608,155
TRANSPORTES Y CAMIONES	MI CAMION DE GUERRERO, S.A. DE C.V. (SUC. MORELOS)	41	6,839	37	6,155
TRANSPORTES Y CAMIONES	MI CAMION DE MORELOS S.A. DE C.V.	35	4,335	32	3,901
OTRAS	MIGUEL ANGEL SANCHEZ "BAR LANAI"	10	498	9	448
OTRAS	MOTEL ACAPULCO, S.A. DE C.V.	5	464	5	418
OTRAS	MUEBLES ROAL, S.A. DE C.V.	42	11,335	38	10,202
POLICIA	NEGOCIADORA METROPOLITANA S.A. DE C.V.	11	45,654	10	41,088
OTRAS	OPERADORA MAROCCA, S.A. DE C.V.	43	6,714	39	6,043

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

OTRAS	OPERAGUA D'CALLI O P D M	45	226,928	41	204,235
OTRAS	ORGANIZACION IDEAL, S.A. DE C.V.	294	46,777	265	42,099
OTRAS	OSO INSURGENTES, S.A. DE C.V.	11	14,832	10	13,349
OTRAS	PEÑUELA Y CONTADERO, S.A.	98	5,941	88	5,347
POLICIA	POLICIA INDUSTRIAL Y BANCARIA	375	21,219	338	19,097
OTRAS	PRECISION MODERNA, S.A. DE C.V.	40	19,248	36	17,323
OTRAS	PROMOTORA DE COCINA MEXICANA, S.A. DE C.V.	63	17,775	57	15,997
OTRAS	PRORE, S.A. DE C.V.	24	2,652	22	2,387
OTRAS	PROTECCION ESPECIALIZADA AGENTE DE SEGURO, S.A. DE C.V.	30	45,386	27	40,847
GOBIERNO	REGISTRO FEDERAL ELECTORAL	150	741,621	135	667,459
OTRAS	RESIDENCIAL LA ESCONDIDA, S.A. DE C.V.	6	4,370	5	3,933
OTRAS	ROYAL ALGUA VACATION CLUB FIBROCOMISO	15	3,697	14	3,327
GOBIERNO	S N T. DEL SEGURO SOCIAL - HOTEL	42	4,675	38	4,207
OTRAS	SANJORNOS HERMANOS, S.A. DE C.V.	33	843	32	759
OTRAS	SANDY'S ACAPULCO, S.A.	14	2,193	13	1,973
GOBIERNO	SIND U. NAC. DE TRABAJADORES DE TELECOM. DE MEXICO	30	109,250	27	98,325
GOBIERNO	SIST PARA EL DESARROLLO INT. DE LA FAM. DEL EDO PUE.	89	16,840	80	15,156
TRANSPORTES Y CAMIONES	TERMINAL CENTRAL DE AUTOBUSES DE CHIHUAHUA, S.A.	100	88,740	90	79,866
GASERA	TRANSPORTES GAS URBIE, S.A. DE C.V.	66	24,127	59	21,714
TRANSPORTES Y CAMIONES	TRANSPORTES LIPU, S.A. DE C.V.	156	28,481	140	25,633
TRANSPORTES Y CAMIONES	TURISMO DEL PACIFICO, S.A. DE C.V.	22	2,382	20	2,144
CONSTRUCTORA	ZEMER CONSTRUCTORA, S.A.	23	2,720	21	2,448
CONSTRUCTORA	ZEMER CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V. (UBICACION TEPETZINGO)	37	1,578	33	1,420
CONSTRUCTORA	ZEPZA CONSTRUCTORA, S.A.	63	16,429	57	14,786
	TOTALES	12,042	7,206,376	10,838	6,485,738

Tabla 3. B Expuestos y primas por año de la cartera de vida grupo(1997-1998)

TIPO	CONTRATANTE	1998		1997	
		# Personas	PN(Prima)	# Personas	PN(Prima)
OTRAS	ADMINISTRADORA DE COND VACACIONALES, S.A. DE C.V.	12	1,188	11	1,051
TRANSPORTES Y CAMIONES	AEROPRES, S.A. DE C.V.	48	6,893	43	6,203
AUTOMOTRIZ	ASOCIACION NACIONAL DE CONCESSIONARIOS V W A C	6	13,317	6	12,004
AUTOMOTRIZ	AUTO HAUS, S.A. DE C.V. Y O SERVICIO MECANICO	48	14,012	43	12,611
AUTOMOTRIZ	AUTOFINANCIAMIENTO AUTOMOTRIZ, S.A. DE C.V.	147	210,661	132	189,595
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ CAUAUITLAN, S.A. DE C.V.	53	5,676	47	5,108
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ LOMAS VERDES S.A. DE C.V.	45	7,976	40	7,179
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ MADICALPAM S.A. DE C.V.	22	13,640	65	12,276
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ ZUMPANGO S.A. DE C.V.	25	3,428	23	3,085
TRANSPORTES Y CAMIONES	CLINICAL CAMIONERA DE CD VICTORIA, S.A. DE C.V.	151	109,467	136	98,520
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL CAMIONERA GENERAL DOMINGO ARRIETA, S.A.	34	42,875	31	38,587
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSES LUCIO BLANCO, S.A. DE C.V.	32	10,277	28	9,249
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSES MACLOVIO HERRERA, S.A. DE C.V.	192	16,345	173	14,711
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE OMNIBUS DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.	158	30,336	142	27,320
OTRAS	CLUB COLIGALES DEL 29 A C	8	4,509	7	4,658
OTRAS	CONDOMINIO O CONJUNTO TORREBLANCA	15	2,265	13	2,018
OTRAS	CONSORCIO ADMINISTRATIVO Y TECNICO, S.A. DE C.V.	49	12,958	44	11,662
OTRAS	COOP. DE CONSUMO AHORRO Y PMS SAN JUAN BOSCO, S.C.L.	19	7,587	17	6,829
OTRAS	COOP. DE CONSUMO CAJA POPULAR SAN MIGUEL MEZQUITAN SCL	608	145,001	547	131,311
GOBIERNO	CRUZ ROJA MEXICANA	179	24,285	161	21,856
POLICIA	BIB. DE LA POL. IND Y BANC. DE GUERRERO ACAPULCO	24	3,269	22	2,942
OTRAS	DIVISION NARVARTE, S.A. DE C.V.	15	4,060	14	4,441
GASERA	DRUGAS TACUBA, S.A.	109	40,920	98	36,828
OTRAS	EDIFICIO IRANINA, S.A. DE C.V.	6	31,307	6	28,176
OTRAS	EJECUTIVOS DE TIJUANA	12	46,318	11	41,686
OTRAS	INGRANES DE MEXICO, S.A. DE C.V.	28	1,608	25	1,447
OTRAS	FABRIMATIC, S.A. DE C.V.	9	475	8	427
OTRAS	FASAGAL, S.A. DE C.V.	12	49,247	11	44,323
GASERA	GAS AMERICA, S.A. DE C.V.	102	49,068	92	44,177
GASERA	GAS DE TIZAYUCA, S.A. DE C.V.	68	10,888	61	9,619
GASERA	GAS FAST, S.A.	32	18,429	28	16,586
GASERA	GAS HIDALGO S.A. DE C.V.	147	7,684	133	6,916
GASERA	GAS LICUADO DE MEXICO, S.A. DE C.V.	105	19,676	95	17,708
GASERA	GAS NARVARTE, S.A. DE C.V.	86	49,098	77	44,188

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

GASERA	GAS PPO S.A.	43	9,517	39	8,565
GASERA	GAS TLAINEPANTLA, S.A. DE C.V.	22	9,205	20	8,285
GASERA	GAS TLAINEPANTLA, S.A. DE C.V.	138	47,959	124	43,161
GASERA	GAS URIHE DE PUEBLA S.A. DE C.V.	53	5,863	47	5,277
GASERA	GAS URIHE, S.A. DE C.V.	220	106,838	198	96,173
GOBIERNO	GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL	72	13,640	65	12,276
GOBIERNO	GOBIERNO DEL EDO. DE MICHOACAN Y/O FUNCIONARIOS	109	40,326	98	36,793
GOBIERNO	GOBIERNO DEL EDO. DE MICHOACAN Y/O EMPLEADOS	230	144,830	207	130,347
OTRAS	GRUPO INDUSTRIAL CYF Y/O INGENIERIA Y ADMINISTRACION	70	51,562	63	46,405
OTRAS	GRUPO MAR MAR, S.A. DE C.V.	15	1,841	13	1,657
OTRAS	GUADALUPE RODRIGUEZ HERNANDEZ	6	402	6	362
GOBIERNO	H AYUNTAMIENTO DE CUAUHTLAN IZCALLI	304	534,292	273	410,863
OTRAS	HECTOR DANIEL ELIAS GARCIA "HOTEL MONACO"	4	487	4	419
OTRAS	HOTEL DEL SINDICATO NACIONAL DE TRAB DEL SEGURO SOCIAL	28	3,929	26	3,536
OTRAS	INGENIO ADOLFO LOPEZ MATHOS, S.A. DE C.V.	275	245,426	247	230,883
OTRAS	INMOBILIARIA CORSAL, S.A. DE C.V.	12	1,148	11	1,033
GASERA	INSTALACIONES GAS URIHE, S.A. DE C.V.	72	9,756	65	8,781
POLICIA	JEFATURA DE POLICIA IND. BANCARIA DEL EDO. DE MEXICO	3,353	1,659,999	3,017	1,493,999
OTRAS	MANUFACTURERA DE LAMPARAS DE ALUMINIO, S.A. DE C.V.	304	357,799	273	140,220
POLICIA	METROPOLITANA COMPANIA DE SEGUROS, S.A.	139	547,340	125	493,606
TRANSPORTES Y CAMIONES	MI CAMION DE GUERRERO, S.A. DE C.V. (SUC. MORELOS)	53	5,540	30	4,916
TRANSPORTES Y CAMIONES	MI CAMION DE MORELOS S.A. DE C.V.	28	3,511	26	3,160
OTRAS	MIGUEL ANGLI SANCHEZ "BAR LANAI"	8	403	7	363
OTRAS	MOJEL ACAPULCO, S.A. DE C.V.	4	376	4	338
OTRAS	MUEHLS ROAL, S.A. DE C.V.	54	9,182	31	8,263
POLICIA	NEGOCIADORA METROPOLITANA S.A. DE C.V.	9	36,990	8	33,282
OTRAS	OPERADORA MARCA, S.A. DE C.V.	35	5,159	31	4,895
OTRAS	OPERAGUA IZCALLI O.P.D.M.	36	183,811	33	165,430
OTRAS	ORGANIZACION IDEAL, S.A. DE C.V.	238	37,889	214	34,100
OTRAS	OSO INSURGENTES, S.A. DE C.V.	9	12,014	8	10,813
OTRAS	PEÑUELA Y CONTADERO, S.A.	79	4,812	71	4,331
POLICIA	POLICIA INDUSTRIAL Y BANCARIA	304	17,187	273	15,468
OTRAS	PRECISION MAGDRINA, S.A. DE C.V.	32	15,591	29	14,031
OTRAS	PROMOTORA DE COCINA MEXICANA, S.A. DE C.V.	51	14,358	46	12,958
OTRAS	PROFE, S.A. DE C.V.	19	2,148	17	1,933
OTRAS	PROTECCION ESPECIALIZADA AGENTE DE SEGURO, S.A. DE C.V.	24	36,762	22	33,086
GOBIERNO	REGISTRO FEDERAL ELECTORAL	122	600,713	109	540,642
OTRAS	RESIDENCIAL LA ESCONDIRA, S.A. DE C.V.	5	3,540	4	3,186
OTRAS	ROYAL ALDIA VACATION CLUB FIDEICOMISO	12	2,994	11	2,695
GOBIERNO	S.N.T. DEL SEGURO SOCIAL - HOTEL	54	3,787	31	3,408
OTRAS	SANBORN HERRANOS, S.A. (CENTRO)	28	483	26	615
OTRAS	SANDY ACAPULCO, S.A.	11	1,776	10	1,598
GOBIERNO	SIND. U. NAC. DE TRABAJADORES DE TELECOM DE MEXICO	24	88,492	22	79,643
GOBIERNO	SIST. PARA EL DESARROLLO INT. DE LA FAM DEL EDO. PUE.	72	13,640	65	12,276
TRANSPORTES Y CAMIONES	TERMINAL CENTRAL DE AUTOBUSES DE CHIHUAHUA, S.A.	81	71,879	73	64,691
GASERA	TRANSPORTES GAS URIHE, S.A. DE C.V.	53	19,543	48	17,588
TRANSPORTES Y CAMIONES	TRANSPORTES LIPU, S.A. DE C.V.	126	23,070	114	20,763
TRANSPORTES Y CAMIONES	TURISMO DEL PACIFICO, S.A. DE C.V.	18	1,930	16	1,737
CONSTRUCTORA	ZEMER CONSTRUCTORA, S.A.	19	2,203	17	1,983
CONSTRUCTORA	ZEMER CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V. (UBICACION TEPETZINGO)	30	1,278	27	1,150
CONSTRUCTORA	ZEPA CONSTRUCTORA, S.A.	51	13,308	46	11,977
	TOTALES	9,754	5,817,164	8,779	5,251,448

Las primas que se ven en los cuadros 3.1A y 3.1B son primas generadas bajo el esquema de cálculo tradicional, el cual se expuso en el capítulo 1 del presente trabajo.

Anexos estadísticos

Tabla 3.C Monto y número de siniestros de la cartera de vida grupo (1999-2000)

TIPO	CONTRATANTE	AÑO 2000		AÑO 1999	
		Num sines	Monto Siniestros	Num sines	Monto Siniestros
OTRAS	ADMINISTRADORA DE COND VACACIONALES, S.A. DE C.V.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	AEROPRES, S.A. DE C.V.				
AUTOMOTRIZ	ASOCIACION NACIONAL DE CONCESIONARIOS V W A C.				
AUTOMOTRIZ	AUTO HAUS, S.A. DE C.V. Y/O SERVICIO MECANICO				
AUTOMOTRIZ	AUTOFINANCIAMIENTO AUTOMOTRIZ, S.A. DE C.V.	1	28,000		
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ CUAUTITLAN, S.A. DE C.V.				
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ LOMAS VERDES S.A. DE C.V.				
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ NAUCALPAN S.A. DE C.V.	1	27,216	1	30,896
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ ZUMPANGO S.A. DE C.V.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL CAMIONERA DE CD. VICTORIA, S.A. DE C.V.	2	47,000	1	7,000
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL CAMIONERA GENERAL DOMINGO ARRIETA, S.A.	1		1	10,000
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSES LUCIO BLANCO, S.A. DE C.V.	2	55,000	1	15,000
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSES MACLOVIO HERRERA, S.A. DE C.V.			1	27,000
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE OMNIBUS DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.	1	17,000		
OTRAS	CLUB COLEGIALES DEL 29 A. C.				
OTRAS	CONDOMINIO O CONJUNTO TORREBLANCA				
OTRAS	CONSORCIO ADMINISTRATIVO Y TECNICO, SA DE CV	1	34,000		
OTRAS	COOP. DE CONSUMO AHORRO Y PMO SAN JUAN BOSCO S C L				
OTRAS	COOP. DE CONSUMO CAJA POPULAR SAN MIGUEL MEZQUITAN SCL				
GOBIERNO	CRUZ ROJA MEXICANA	1	25,000	1	15,000
POLICIA	DIR. DE LA POL. IND. Y BANC. DE GUERRERO ACAPULCO				
OTRAS	DIVISION NARVARTÉ, S.A. DE C.V.				
GASERA	DROGAS TACUBA, S.A.	1	81,200	1	61,200
OTRAS	EDIFICIO FRANINA, S.A. DE C.V.				
OTRAS	EJECUTIVOS DE TIJUANA	1	45,000	2	300,000
OTRAS	ENGRANES DE MEXICO, S.A. DE C.V.				
OTRAS	FABRIMATIC, S.A. DE C.V.				
OTRAS	FAMOLÉ, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS AMERICA, S.A. DE C.V.	2	124,000	1	38,618
GASERA	GAS DE TIZAYUCA, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS EAST, S.A.				
GASERA	GAS HIDALGO S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS IICUADO DE MEXICO, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS NARVARTÉ, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS POPO S.A.				
GASERA	GAS TLALNEPANTLA, S.A. DE C.V.	1	40,880	1	20,880
GASERA	GAS TLALNEPANTLA, S.A. DE C.V.	1	20,896		
GASERA	GAS URIHE DE PUEBLA SA DE CV				
GASERA	GAS URIHE, S.A. DE C.V.			1	77,857
GOBIERNO	GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL	1	60,000		
GOBIERNO	GOBIERNO DEL EDO DE MICHOACAN Y/O FUNCIONARIOS			5	507,353
GOBIERNO	GOBIERNO DEL EDO DE MICHOACAN Y/O EMPLEADOS	5	952,384	10	842,384
OTRAS	GRUPO INDUSTRIAL C Y F Y/O INGENIERIA Y ADMINISTRACION				
OTRAS	GRUPO MAR MAR, S.A. DE C.V.				
OTRAS	GUADALUPE RODRIGUEZ HERNANDEZ				
GOBIERNO	II AYUNTAMIENTO DE CUAUTITLAN IZCALLI	2	154,200	2	65,000
OTRAS	HECTOR DANIEL ISLAS GARCIA "HOTEL MONACO"				
OTRAS	HOTEL DEL SINDICATO NACIONAL DE TRAJE DEL SEGURO SOCIAL				
OTRAS	INGENIO ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	2	200,000	4	358,588
OTRAS	INMOBILIARIA CORSAL, S.A. DE C.V.				
GASERA	INSTALACIONES GAS URIHE, S.A. DE C.V.				
POLICIA	JEFATURA DE POLICIA IND. BANCARIA DEL EDO DE MEXICO	6	360,000	7	420,000
OTRAS	MANUFACTURERA DE LAMPARAS DE ALUMINIO, S.A. DE C.V.	1	5,450		
POLICIA	METROPOLITANA COMPANIA DE SEGUROS, S.A.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	MICAMION DE GUERRERO, S.A. DE C.V. (SVC MORELOS)				
TRANSPORTES Y CAMIONES	MICAMION DE MORELOS S.A. DE C.V.				
OTRAS	MIGUEL ANGEL SANCHEZ "BAR LANAI"			1	12,400
OTRAS	MOTEL ACAPULCO, S.A. DE C.V.				
OTRAS	MUEBLES ROAL, S.A. DE C.V.				
POLICIA	NEGOCIADORA METROPOLITANA S.A. DE C.V.				
OTRAS	OPERADORA MAROCA, S.A. DE C.V.				
OTRAS	OPERAGUA IZCALLI O P D M			1	40,000
OTRAS	ORGANIZACION IDEAL, S.A. DE C.V.	2	41,112	1	25,704

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

OTRAS	OSO INSURGENTES, S.A. DE C.V.						
OTRAS	PENUELA Y CONTADERO, S.A.			2		12,000	
POLICIA	POLICIA INDUSTRIAL Y BANCARIA			1		30,000	
OTRAS	PRECISIONS MEXICANA, S.A. DE C.V.						
OTRAS	PROMOTORA DE COCINA MEXICANA, S.A. DE C.V.						
OTRAS	PROFRE, S.A. DE C.V.						
OTRAS	PROTECCION ESPECIALIZADA AGENTE DE SEGURO, S.A. DE C.V.						
GOBIERNO	REGISTRO FEDERAL ELECTORAL			5		761,167	
OTRAS	RESIDENCIAL LA ESCONDIDA, S.A. DE C.V.						
OTRAS	ROYAL ALDIA VACATION CLUB FIDEICOMISO						
GOBIERNO	S.N.T. DEL SEGURO SOCIAL- HOTEL						
OTRAS	SANBORNIS HERMANOS, S.A. (CENTRO)						
OTRAS	SAND'S ACAPULCO, S.A.						
GOBIERNO	SIND. U. NAC. DE TRABAJADORES DE TELECOM DE MEXICO	36	1,000,587	22		644,000	
GOBIERNO	SIST. PARA EL DESARROLLO INT. DE LA FAM. DEL EDO. PUE.	1	20,000				
TRANSPORTES Y CAMIONES	TERMINAL CENTRAL DE AUTOBUSOS DE CHIHUAHUA, S.A.						
GASERA	TRANSPORTES GAS URIBE, S.A. DE C.V.						27,000
TRANSPORTES Y CAMIONES	TRANSPORTES LIPU, S.A. DE C.V.						
TRANSPORTES Y CAMIONES	TURISMO DEL PACIFICO, S.A. DE C.V.						
CONSTRUCTORA	ZEMIR CONSTRUCTORA, S.A.						
CONSTRUCTORA	ZEMIR CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V. (UBICACION TEPETZINGO)						
CONSTRUCTORA	ZEPZA CONSTRUCTORA, S.A.	5	250,000	1		30,000	
TOTALES		76	3,588,925	75		4,398,047	

Tabla 3.D Monto y número de siniestros de la cartera de vida grupo (1997-1998)

TIPO	CONTRATANTE	AÑO 1998		AÑO 1997	
		Núm siniest.	Monto Siniestros	Núm siniest.	Monto Siniestros
OTRAS	ADMINISTRADORA DE COND. VACACIONALES, S.A. DE C.V.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	AEROPRES, S.A. DE C.V.				
AUTOMOTRIZ	ASOCIACION NACIONAL DE CONCESIONARIOS V.V. A.C.				
AUTOMOTRIZ	AUTO HAUS, S.A. DE C.V. Y O SERVICIO MECANICO				
AUTOMOTRIZ	AUTOFINANCIAMIENTO AUTOMOTRIZ, S.A. DE C.V.			1	136,385
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ CUAUHTILAN, S.A. DE C.V.				
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ TOMAS VERDES S.A. DE C.V.				
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ NAUCALPAN S.A. DE C.V.	1	20,896	1	27,216
AUTOMOTRIZ	AUTOMOTRIZ ZUMPANGO S.A. DE C.V.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL CAMIONERA DE CD. VICTORIA, S.A. DE C.V.			1	27,000
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL CAMIONERA GENERAL DOMINGO ARRIETA, S.A.	1	10,000		
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSES LUCIO BLANCO, S.A. DE C.V.			1	15,000
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE AUTOBUSES MACLOVIO HERRERA, S.A. DE C.V.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	CENTRAL DE OMNIBUS DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.	1	7,000		
OTRAS	CLUB COLEGIALES DEL 29 A.C.				
OTRAS	CONDOMINIO CONDOMINIO TORRE BLANCA				
OTRAS	CONSORCIO ADMINISTRATIVO Y TECNICO, SA DE CV				
OTRAS	COOP. DE CONSUMO AHORRO Y PMO SAN JUAN BOSCO S.C.L.				
OTRAS	COOP. DE CONSUMO CAJA POPULAR SAN MIGUEL MEZQUITAN SCL				
GOBIERNO	CRUZ ROJA MEXICANA	1	20,000	1	25,000
POLICIA	DIR. DE LA POL. IND. Y BANC. DE GUERRERO ACAPULCO			5	350,000
OTRAS	DIVISION NAVARRETE, S.A. DE C.V.				
GASERA	DRUGAS TACUBA, S.A.	1	51,200		
OTRAS	EDIFICIO FRANINA, S.A. DE C.V.				
OTRAS	EJECUTIVOS DE TIJUANA	1	300,000		
OTRAS	ENGRANES DE MEXICO, S.A. DE C.V.				
OTRAS	FAHRIMATIC, S.A. DE C.V.				
OTRAS	FAMAOL S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS AMERICA, S.A. DE C.V.			1	138,618
GASERA	GAS DE TIZAYUCA, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS FAST, S.A.				
GASERA	GAS HIDALGO S.A. DE C.V.	1	7,000		
GASERA	GAS LUCIANO DE MEXICO, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS NAVARRETE, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS POPO S.A.				
GASERA	GAS TLALNEPANTLA, S.A. DE C.V.	1	20,880		
GASERA	GAS TLALNEPANTLA, S.A. DE C.V.				
GASERA	GAS URIBE DE PUEBLA SA DE CV				
GASERA	GAS URIBE, S.A. DE C.V.				
GOBIERNO	GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL				
GOBIERNO	GOBIERNO DEL EDO. DE MICHOACAN Y O FUNCIONARIOS	8	654,528	5	596,191

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

GOBIERNO	GOBIERNO DEL EDO DE MICHOACAN Y O EMPLEADOS	10	1,042,384	3	324,739
OTRAS	GRUPO INDUSTRIAL C.F. Y O INGENIERIA Y ADMINISTRACION	1	8,000		
OTRAS	GRUPO MAR MAR, S.A. DE C.V.				
OTRAS	GUADALUPE RODRIGUEZ HERNANDEZ				
GOBIERNO	H. AYUNTAMIENTO DE CUAUTITLAN IZCALLI	2	75,000		
OTRAS	HECTOR DANIEL ISLAS GARCIA "HOTEL MONACO"				
OTRAS	HOTEL DEL SINDICATO NACIONAL DE TRAB DEL SEGURO SOCIAL	1	20,000		
OTRAS	INGENIO ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	2	258,518	2	358,588
OTRAS	INMOBILIARIA CORSAL, S.A. DE C.V.				
GASERA	INSTALACIONES GAS URBIE, S.A. DE C.V.				
POLICIA	JEFATURA DE POLICIA IND. BANCARIA DEL EDO. DE MEXICO	3	300,000	5	400,000
OTRAS	MANUFACTURERA DE LAMPARAS DE ALUMINIO, S.A. DE C.V.	1	1,750		
POLICIA	METROPOLITANA COMPANIA DE SEGUROS, S.A.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	MI CAMION DE GUERRERO, S.A. DE C.V. (SUC. MORELOS)				
TRANSPORTES Y CAMIONES	MI CAMION DE MORELOS S.A. DE C.V.				
OTRAS	MIGUEL ANGEL SANCHEZ "BAR LANAI"	1	2,400	1	2,400
OTRAS	MOTEL ACAPULCO, S.A. DE C.V.				
OTRAS	MUEBLES ROAL, S.A. DE C.V.				
POLICIA	NEGOCIADORA METROPOLITANA S.A. DE C.V.				
OTRAS	OPERADORA MAROCA, S.A. DE C.V.				
OTRAS	OPERADORA IZCALLI, O.P.D.M.	1	50,000		
OTRAS	ORGANIZACION IDEAL, S.A. DE C.V.				
OTRAS	OSO INSURGENTES, S.A. DE C.V.				
OTRAS	PEÑUELA Y CONTADERO, S.A.				
POLICIA	POLICIA INDUSTRIAL Y BANCARIA	2	200,000		
OTRAS	PRECISION MODERNA, S.A. DE C.V.				
OTRAS	PROMOTORA DE COCINA MEXICANA, S.A. DE C.V.				
OTRAS	PROFE, S.A. DE C.V.				
GOBIERNO	PROTECCION ESPECIALIZADA AGENTE DE SEGURO, S.A. DE C.V.	3	561,167	1	127,530
OTRAS	REGISTRO FEDERAL ELECTORAL				
OTRAS	RESIDENCIAL LA ESCONDIDA, S.A. DE C.V.				
OTRAS	ROYAL ALOHA VACATION CLUB FIDUCOMISO				
GOBIERNO	S.N.T. DEL SEGURO SOCIAL - HOTEL				
OTRAS	SANBORNOS HERMANOS, S.A. (CENTRO)				
OTRAS	SANDEY ACAPULCO, S.A.				
GOBIERNO	SIND. U.NAC. DE TRABAJADORES DE TELECOM DE MEXICO	25	1,064,000	40	1,264,000
GOBIERNO	SIST. PARA EL DESARROLLO INT. DE LA FAM. DEL EDO PUE.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	TERMINAL CENTRAL DE AUTOBUSES DE CHIHUAHUA, S.A.	1	7,000	1	37,000
GASERA	TRANSPORTES GAS URBIE, S.A. DE C.V.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	TRANSPORTES IIPU, S.A. DE C.V.				
TRANSPORTES Y CAMIONES	TURISMO DEL PACIFICO, S.A. DE C.V.				
CONSTRUCTORA	ZEMER CONSTRUCTORA, S.A.	1	30,000		
CONSTRUCTORA	ZEMER CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V. (UBICACION TEPETZINGO)			1	30,000
CONSTRUCTORA	ZEPZA CONSTRUCTORA, S.A.				
	TOTALES	70	4,711,793	70	3,859,867

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexos estadísticos

Tabla 3.F Expuestos ,número y monto de siniestros por tipo de contrato y rango de edades para el modelo de Jewell

p-ésimo sector		1			2		
r		AUTOMOTRIZ			CONSTRUCTORA		
Períodos de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
2000 # Personas	-	-	366	122	-	92	31
# Siniestros	-	-	1	1	-	4	1
Monto Siniestros	-	13,804	-	41,412	-	187,500	62,500
1999 # Personas	110	329	-	-	28	83	-
# Siniestros	-	1	-	-	-	1	-
Monto Siniestros	-	30,896	-	-	-	30,000	-
1998 # Personas	99	296	-	-	25	-	75
# Siniestros	-	1	-	-	-	-	1
Monto Siniestros	-	20,896	-	-	-	-	30,000
1997 # Personas	-	119	-	237	-	39	51
# Siniestros	-	1	-	1	-	-	1
Monto Siniestros	-	70,754	-	93,046	-	-	30,000
p-ésimo sector		3			4		
r		GASERA			GOBIERNO		
Períodos de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
2000 # Personas	-	-	386	1,156	-	354	1,061
# Siniestros	-	-	1	4	-	11	35
Monto Siniestros	-	66,744	-	200,232	-	553,043	1,659,128
1999 # Personas	347	1,041	-	-	318	955	-
# Siniestros	1	3	-	-	11	34	-
Monto Siniestros	49,639	148,916	-	-	708,726	2,126,178	-
1998 # Personas	312	-	937	-	287	-	860
# Siniestros	1	-	2	-	12	-	37
Monto Siniestros	19,770	-	59,310	-	854,270	-	2,562,809
1997 # Personas	281	-	-	843	-	258	-
# Siniestros	-	-	-	1	-	13	-
Monto Siniestros	-	-	-	138,618	-	584,365	-
p-ésimo sector		5			6		
r		OTRAS			POLICIA		
Períodos de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
2000 # Personas	-	-	659	1,977	-	1,182	3,544
# Siniestros	-	-	2	5	-	2	4
Monto Siniestros	-	81,391	-	244,172	-	90,000	270,000
1999 # Personas	593	1,779	-	-	1,063	3,190	-
# Siniestros	3	8	-	-	2	6	-
Monto Siniestros	187,173	561,519	-	-	117,500	352,500	-
1998 # Personas	534	1,601	-	-	957	2,871	-
# Siniestros	2	6	-	-	1	4	-
Monto Siniestros	160,185	480,554	-	-	125,000	375,000	-
1997 # Personas	481	1,441	-	-	861	2,584	-
# Siniestros	1	2	-	-	2	8	-
Monto Siniestros	90,247	270,741	-	-	187,500	562,500	-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

p-ésimo sector		7		
r	TRANSP. Y CAMIONES			
Períodos de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más
	2000 # Personas	-	278	834
	# Siniestros	-	1	4
	Monto Siniestros	-	29,750	89,250
	1999 # Personas	-	250	751
	# Siniestros	-	1	4
	Monto Siniestros	-	21,500	64,500
	1998 # Personas	-	225	676
	# Siniestros	-	1	2
	Monto Siniestros	-	6,000	18,000
	1997 # Personas	-	203	608
	# Siniestros	-	1	2
	Monto Siniestros	-	19,750	59,250

Ahora bien, de acuerdo al modelo de Jewell, se determinan los ponderadores de acuerdo con el capítulo 2 se tiene:

Tabla 3.G Ponderadores de Jewell por tipo de contrato y rango de edades, para la determinación de la prima de credibilidad

r		1			2		
Períodos de Observación		AUTOMOTRIZ			CONSTRUCTORA		
j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más	
2000W _{p12000}	-	366	122	-	92	31	
1999W _{p11999}	110	329	-	28	83	-	
1998W _{p11998}	99	296	-	25	-	75	
1997W _{p11997}	-	119	237	-	39	51	
Total	W _{p1} *	209	1,110	359	53	214	
	W _{p2} **	1,678		424			

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

r	p-ésimo sector	3			4		
Periodos		GASERA			GOBIERNO		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
	2000W _{p2000}	-	386	1,156	-	354	1,061
	1999W _{p1999}	347	1,041	-	318	955	-
	1998W _{p1998}	312	-	937	287	-	860
	1997W _{p1997}	281	-	843	258	-	774
Total	W _{p*}	940	1,427	2,936	863	1,309	2,695
	W _{p**}	5,303			4,867		

r	p-ésimo sector	5			6		
Periodos		OTRAS			POLICIA		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
	2000W _{p2000}	-	659	1,977	-	1,182	3,544
	1999W _{p1999}	593	1,779	-	1,063	3,190	-
	1998W _{p1998}	534	1,601	-	957	2,871	-
	1997W _{p1997}	481	1,441	-	861	2,584	-
Total	W _{p*}	1,608	5,480	1,977	2,881	9,827	3,544
	W _{p**}	9,065			16,252		

r	p-ésimo sector	7		
Periodos		TRANSP. Y CAMIONES		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más
	2000W _{p2000}	-	278	834
	1999W _{p1999}	-	250	751
	1998W _{p1998}	-	225	676
	1997W _{p1997}	-	203	608
Total	W _{p*}	-	956	2,869
	W _{p**}	3,825		
	W	41,414		

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexos estadísticos

Tabla 3.H Promedio ponderado de siniestros por tipo de contrato(giro de la empresa) y por sector(rango de edades)

r		1			2		
Periodos	p-ésimo sector	AUTOMOTRIZ			CONSTRUCTORA		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
	2000X _{p12000}		38	339		2,038	2,016
	1999X _{p11999}		94			361	
	1998X _{p11998}		71				400
	1997X _{p11997}		595	393			588
Total			797	732		2,399	3,004
T _p			4	2		2	3

r		3			4		
Periodos	p-ésimo sector	GASERA			GOBIERNO		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
	2000X _{p2000}		173	173		1,562	1,564
	1999X _{p11999}	143	143		2,229	2,226	
	1998X _{p11998}	63		63	2,977		2,980
	1997X _{p11997}			164	2,265		2,265
Total		206	316	401	7,470	3,789	6,809
T _p		2	2	3	3	2	3

r		5			6		
Periodos	p-ésimo sector	OTRAS			POLICIA		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
	2000X _{p2000}		124	124		76	76
	1999X _{p11999}	316	316		111	111	
	1998X _{p11998}	300	300		131	131	
	1997X _{p11997}	188	188		218	218	
Total		803	927	124	459	535	76
T _p		3	4	1	3	4	1

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexos estadísticos

r	7			
Periodos	p-ésimo sector	TRANSP. Y CAMIONES		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más
2000	X_{p2000}	-	107	107
1999	X_{p1999}	-	86	86
1998	X_{p1998}	-	27	27
1997	X_{p1997}	-	97	97
Total	X_{ps}	-	317	317
T_{ps}			4	4

Tabla 3.I Valores calculados para $\bullet X_{pzw} = \sum_{j=1}^k X_{pjw} \left(\frac{z_{pj}}{z_p} \right)$

r	p-ésimo sector	1			2		
Periodos		AUTOMOTRIZ			CONSTRUCTORA		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
2000	$X_{p2000} \cdot W_{p2000} / W_{ps}$	-	12	115	-	876	398
1999	$X_{p1999} \cdot W_{p1999} / W_{ps}$	-	28	-	-	140	-
1998	$X_{p1998} \cdot W_{p1998} / W_{ps}$	-	19	-	-	-	191
1997	$X_{p1997} \cdot W_{p1997} / W_{ps}$	-	64	259	-	-	191
Total	X_{ps}	-	123	375	-	1,016	780
X_{pzw}	364.01	-	81.26	80.13	-	129.62	73.00

r	p-ésimo sector	3			4		
Periodos		GASERA			GOBIERNO		
de Observación	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
2000	$X_{p2000} \cdot W_{p2000} / W_{ps}$	-	47	68	-	422	616
1999	$X_{p1999} \cdot W_{p1999} / W_{ps}$	53	104	-	821	1,624	-
1998	$X_{p1998} \cdot W_{p1998} / W_{ps}$	21	-	20	990	-	951
1997	$X_{p1997} \cdot W_{p1997} / W_{ps}$	-	-	47	677	-	650
Total	X_{ps}	74	151	136	2,488	2,047	2,217
X_{pzw}	6,844.36	41.36	128.52	237.28	1,279.71	1,596.67	3,560.81

Anexos estadísticos

r	p-ésimo sector	5			6		
Periodos	j-ésimo clase de contrato en el sector p	0-30	31-60	60 y más	0-30	31-60	60 y más
	2000 $X_{p1}^{2000} \cdot W_{p1}^{2000} / W_p$	-	15	124	-	9	76
	1999 $X_{p1}^{1999} \cdot W_{p1}^{1999} / W_p$	116	102	-	41	36	-
	1998 $X_{p1}^{1998} \cdot W_{p1}^{1998} / W_p$	100	88	-	43	38	-
	1997 $X_{p1}^{1997} \cdot W_{p1}^{1997} / W_p$	56	49	-	65	57	-
Total	X_{p1}^{pve}	272	254	124	149	140	76
X_{p1}^{pve}	2,476.75	260.79	830.87	145.51	256.26	822.41	160.91

r	p-ésimo sector	7		
Periodos	j-ésimo clase de contrato en el sector p	TRANSP. Y CAMIONES		
		0-30	31-60	60 y más
	2000 $X_{p1}^{2000} \cdot W_{p1}^{2000} / W_p$		31	31
	1999 $X_{p1}^{1999} \cdot W_{p1}^{1999} / W_p$		22	22
	1998 $X_{p1}^{1998} \cdot W_{p1}^{1998} / W_p$		6	6
	1997 $X_{p1}^{1997} \cdot W_{p1}^{1997} / W_p$		21	21
Total	X_{p1}^{pve}	-	81	81
X_{p1}^{pve}	183.55	-	45.89	137.66

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1954
MAY 15
MAY 15

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Fuentes de consulta

Libros

Ackoff, Russell L.. *Cápsulas de Ackoff. Administración en pequeñas dosis.* Limusa Noriega Editores. 2002. 203 páginas

Ackoff, Russell L., *Planificación de la empresa del futuro*, México D.F., ed. Limusa, 2000.

Ackoff, Russell L.. *El paradigma de Ackoff. Una Administración Sistemica.* Limusa Wiley 2002. 367 página

Canavos, George C. *Probabilidad y Estadística, aplicaciones y métodos*, Mcgrawhill. 1993

Dannenburg ,D.R., et. al. *Practical Actuarial Credibility Models.* Bélgica. IAE (Institute of Actuarial Science and Econometrics), 1996. 157 páginas.

DeGroot, Morris, H *Probabilidad y Estadística*,Edit. Addison-Wesley, 1988.

Goovaerts, et. al. *Effective Actuarial Methods*,University of Amsterdam, Noth-Holland. 1990

Bibliografía general

- Herzog et. al: *Introduction to Credibility Theory* ,Actex Publications, Inc. 1996
- Klugman, et. al *Loss Models From Data to Decisions*, John Wiley & Sons, Inc. 1998.
- Lemaire, Jean. *Automobile Insurance, Actuarial Models*. 1ª Edición. Boston Mass, Kluwer Nijhoff Publishing, 1985.
- Magee, John H. *Seguros Generales*. 2ª. Edición. Unión tipográfica editorial hispanoamericana. 1990.
- Mood M., Alexander: *Introduction to the theory of statistics*, Third Edition. Singapur. Mcgrawhill, International Edition. 1974 564 páginas.
- N. Herzog, Thomas. *Introduction to the Credibility Theory*. 1996.
- Trowbride, Charles. *Foundamental concepts of Actuarial Science*. 2ª Edición. Prentice Hall. 1996.
- Van Der Heijden, Kees, *Escenarios*. Panorama, México DF., 1998.

Publicaciones y revistas.

AMIS. *Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros*. México DF Enero 2002.

AMIS. *Ley del Contrato de Seguros*. México DF Enero 2002.

AMIS. *Nota Técnica del Seguro de Automóviles*. México, DF. 1995.

AMIS. *Indicadores AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, "El Seguro Mexicano"*. 2002. Anual.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C.. *SESA (Sistema Estadístico del Sector Asegurador) Automóviles 2001*.

AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C. *Estadísticas generadas por el Sistema "OCRA Virtual"*, referente a robo y recuperación de unidades aseguradas a febrero del 2003. Mensual.

Bühlmann, H.. *Experience rating and credibility.. Astin Bulletin*, vol 5, no 2, p. 157-165. 1969

Bühlmann, H.. *Selection of Credibility Regresion Models*, *Astin Bulletin*, vol.29, no.2. 1999.

Bibliografía general

Centro de Experimentación y Seguridad Vial en México. *Manual Corporativo y de cursos hacia las compañías aseguradoras. CESVI MÉXICO*. Toluca Estado de México. <http://www.cesviméxico.com.mx>

Comité de Desarrollo de Estándares Actuariales. *Estándares de Práctica Actuarial No. 1 y 2*. Colegio Nacional de Actuarios, A.C. y la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. 2002. <http://www.ama.org.mx>

Comité de Desarrollo de Estándares Actuariales. *Estándares de Práctica Actuarial No. 3 y 4*. Colegio Nacional de Actuarios, A.C. y la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. 2002. <http://www.ama.org.mx>

Dirección de Estudios Financieros y Fiscales AMIS. *Indicadores AMIS El seguro Mexicano 2002*. México DF. Publicación anual Mayo 2003.

Dirección de Estudios Financieros y Fiscales AMIS. *Indicadores AMIS El seguro Mexicano 2001*. México DF. Publicación anual Mayo 2002.

Dirección de Estudios Financieros y Fiscales AMIS. *Indicadores AMIS El seguro Mexicano 2000*. México DF. Publicación anual Mayo 2001.

Dirección de Estudios Financieros. FinanciAMIS Diciembre 2002. México DF. Trimestral.

Schnieper, R. *On the Estimation of the Credibility Factor: A Bayesian Approach*, Astin Bulletin, vol.25, no.2 .1995.

Goovaerts, M *Exact Credibility for Weighted Observations*, Astin Bulletin, vol.27, no. 2. November 1997

Bibliografía general

Markov, U. *On Stochastic Approximation and Credibility*, Scandinavian Actuarial Journal, no.1. 1999.

Olmedo Salazar , Enrique. *Proyecciones basadas en las publicaciones: "El Robo y la Recuperación en el Ramo de Automóviles"*, Abril 2003. AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros A.C..

Rodarte, Mario. *Escenarios de la Economía mexicana*. CEESP (Centro de Estudios Económicos del Sector Privado) Octubre 2002. Trimestral

SHCP. *Informes de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público*
<http://www.banxico.gob.mx>. Marzo 2003. Mensual.

Young R.,V. *Robust Bayesian Credibility using Semiparametric Models*, Astin Bulletin, v ol.28, no.2 November 1998.

Bibliografía general

Otras fuentes de consulta.

Asociación Mexicana de Actuarios, *Resumen de legislación, estándares y certificación. Seminario de Solvencia y Reservas*. México DF. Marzo 2003. Anual. <http://www.ama.org.mx>

Datos de la cartera real de seguro de Automóviles Residentes, de los años 1998-2002, de la empresa *Seguros Atlas S.A.*

Datos de la cartera real de seguro de vida grupo, de los años 1997-2000, de la empresa Metropolitana Compañía de Seguros, S.A.

Horst, Agata. *_13ava Convención nacional de aseguradores, "Los retos para el desarrollo sustentable"*, México DF. 20 de Mayo de 2003. Anual.

Jefes de Departamentos de Siniestros de las Compañías de Seguros Asociadas. *Estadísticas del Sistema OCRA Virtual AMIS*. México DF. 17 de febrero del 2003. Mensual. <http://ocra.com.mx>

Mireles Miranda, Pablo. *Comité Técnico de Siniestros de AMIS*. Director de Investigación y Desarrollo AMIS. México, DF.. Mensual. Febrero 2003.

Rosas, Norma Alicia. *Seminario sobre Solvencia en Instituciones de Seguros ITAM patrocinado por GNP y por la cátedra "Alberto Bañeres" en Seguros y Fianzas internacionales*. México, DF. BIANUAL Septiembre del 2000.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

TOTAL DE TÉRMINOS:
49 términos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Actuario- Profesional dedicado a resolver problemas reales mediante modelos matemáticos o de sistemas.

Agente de seguros- Profesional autorizado para la intermediación de las pólizas de seguros entre compañías de seguros(aseguradoras) y contratantes.

Ajustador- Persona que con los conocimientos técnicos necesarios, está dedicada a la atención de los asegurados y de sus respectivos siniestros.

Asegurado o cliente- Persona beneficiaria del seguro, es decir el que tiene o cede el derecho de recibir una indemnización por la ocurrencia de algún siniestro.

Cálculo actuarial- Conjunto de procedimientos matemáticos con el que se determinan los valores de los parámetros y las variables financieras o de riesgo.

Glosario de términos

Cartera o portafolio- 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.

Daños materiales- Daños o pérdidas materiales que sufra un vehículo a consecuencia de colisiones, vuelcos, rotura de cristales, incendios, entre otros.

Deducible- Porcentaje previamente pactado respecto del siniestro que debe pagar el asegurado como parte de la cobertura de alguna eventualidad que afecte sus bienes o persona.

Estándares actuariales- Conjunto de reglas generales relacionadas con el cálculo de primas, reservas y la elaboración de estadísticas, es decir normas de la práctica actuarial en materia de seguros.

Expuestos- Cartera de clientes en riesgo de una compañía de seguros.

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

Flotilla vehicular- Conjunto de vehículos pertenecientes a una misma empresa, o a un mismo dueño(patrón).

Glosario de términos

Gastos de administración- Gastos relacionados a la suscripción, emisión, cobranza, administración, control y cualquier otra función necesaria para el manejo operativo de una cartera de seguros.

Gastos de adquisición- Gastos relacionados al pago de comisiones y compensaciones de los agentes de seguros.

Gastos de ajuste- Monto de dinero que se le paga a un ajustador originado por la atención a un siniestro específico.

Gastos médicos a ocupantes- Gastos por concepto de hospitalización, atención médica, enfermeros, servicio de ambulancia, y gastos de entierro, derivados de los accidentes ocurridos de los pasajeros que ocupen el compartimiento, caseta o cabina destinados al transporte de personas.

Grupos de riesgo - Agrupación de los riesgos que son similares dentro la cartera de asegurados en estudio.

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.

Indicadores de siniestralidad- Mediciones relacionadas con el número y monto de los siniestros de la cartera en estudio.

Glosario de términos

Modelo- Conjunto de relaciones matemáticas verificables o procedimientos lógicos que buscan representar fenómenos reales observables y medibles para determinar sus causas y predecir su comportamiento futuro.

Nota técnica- Documento que describe la metodología y las bases aplicadas para el cálculo actuarial de la prima de tarifa suficiente y la valuación de la reserva de riesgos en curso y en el que conste la aplicación de los estándares actuariales.

Pago de siniestro- Indemnización económica otorgada al asegurado debido a la ocurrencia de un siniestro.

Parámetro- Medida fija que puede ser variable dependiendo del problema en estudio, generalmente se representa con símbolos.

Parque vehicular- Está representado por el número de vehículos o unidades expuestas siendo una variable dinámica con respecto al tiempo.

PIB(Producta Interno Bruto)- Suma de bienes y servicios en términos monetarios que son producidos por un país durante un período determinado, computados éstos al precio final alcanzado en el momento en el que son destinados al usuario final, es decir no se incluye el valor de los bienes y servicios durante el proceso productivo.

Póliza- Documento donde se pactan los derechos y obligaciones de los asegurados y la aseguradora, es decir la póliza es el contrato del seguro.

Ponderación- Peso que se le da a las variables o parámetros, es decir su importancia en términos numéricos.

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.

Principios actuariales- Conceptos fundamentales de uso y aplicación común en la práctica actuarial, que son generalmente aceptados los cuales se encuentran explicados y sustentados en la literatura nacional e internacional.

Procedimientos actuariales- Conjunto de métodos y técnicas científicamente sustentadas, aplicables al problema de seguros que se pretende resolver y que son congruentes con los principios actuariales.

Ramo- Subdivisión establecida en la ley mexicana LGISMS(Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros) en el artículo 7, para las operaciones de seguros de vida, accidentes y enfermedades así como daños.

Rentabilidad- Relación existente entre las ganancias obtenidas y los recursos empleados en el proceso de producción del negocio, empresa u organización, es decir, las utilidades generadas por dichos grupos.

Glosario de términos

Reserva - Cantidad que la aseguradora constituye para hacer frente a las obligaciones futuras por cuyo período el asegurado ya ha pagado la prima, es decir, la diferencia entre las obligaciones futuras y los derechos futuros. En otros términos significa la diferencia entre la acumulación de primas pagadas menos el riesgo transcurrido.

Responsabilidad civil a terceros- Cobertura del seguro de autos que ampara la responsabilidad civil en que incurra el asegurado o cualquier persona que con su consentimiento, expreso o tácito, utilice un vehículo y que a consecuencia de un accidente cause daños materiales a terceros en sus bienes y/o cause lesiones corporales o la muerte a terceros, incluyendo la indemnización por daño moral que en su caso determine la autoridad competente.

Riesgo- Exposición a un evento súbito, fortuito y que tiene como consecuencias las pérdidas financieras, las cuales afectan a un grupo o la sociedad.

Robo- Siniestro que consiste en el despojo total o parcial del bien asegurado, ya sea con o sin violencia.

Salvamento- Bien asegurado que después de haber sufrido un siniestro es indemnizado por la aseguradora formando parte del patrimonio de la misma siendo susceptible de ser comercializado por la compañía.

Seguro- Contrato entre dos partes: *el asegurado o certificado* que puede ser una persona física o moral y el asegurador(o también aseguradora), que por lo general se le denomina compañía. En el contrato se establecen los derechos y obligaciones de ambas partes.

Glosario de términos

Siniestro- Ocurrencia involuntaria de un evento súbito y fortuito que tiene como resultado,entre otros, pérdidas económicas.

Solvencia- Capacidad financiera de una empresa para hacer frente a sus obligaciones en tiempo y forma, que puede conceptuarse como la suficiencia de los activos sobre los pasivos asumidos.

Suficiencia- Medida actuarial de la prima de tarifa cuyos porcentajes destinados a los pagos de siniestros, gastos de adquisición(comisiones de agentes), gastos de administración(gastos fijos), y la utilidad del negocio suman en su conjunto un porcentaje menor o igual al 100%

Tarificar /tarificación- Procedimiento que consiste en la determinación de las primas netas o de cobro.

Utilidad- Beneficio o provecho, generalmente económico, que se obtiene de un negocio.

Variable- Representación simbólica para designar una magnitud cuyo valor esta sujeto a cambio.

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

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN