

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

FACTORES DE RIESGO DE SINIESTRALIDAD Y CÁLCULO DE PRIMAS DE LOS VEHÍCULOS ASEGURADOS EN EL ECUADOR MEDIANTE MODELOS LINEALES GENERALIZADOS

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN
CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

IVONNE DANIELA QUISHPE TASIGUANO

ivonne.d@hotmail.es

DIRECTORA: MSC. MARCELA ELIZABETH GUACHAMÍN GUERRA

marcela.guachamin@epn.edu.ec

CO-DIRECTOR: DR. JULIO CÉSAR MEDINA VALLEJO

julio.medina@epn.edu.ec

Quito, marzo 2015

DECLARACIÓN

Yo, Ivonne Daniela Quishpe Tasiguano, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ivonne Daniela Quishpe Tasiguano

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ivonne Daniela Quishpe Tasiguano, bajo mi supervisión.

Msc. Marcela Elizabeth Guachamín Guerra

DIRECTORA DE PROYECTO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ivonne Daniela Quishpe Tasiguano, bajo mi supervisión.

Dr. Julio César Medina Vallejo

CO -DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Quienes me guiaron en la realización de este proyecto:

- A la Msc. Marcela Guachamín y al Dr. Julio Medina, profesores de la Escuela Politécnica Nacional.
- A la Ing. Tania Erika Pesántez, amiga incondicional.
- Al Ing. Jaime Ruales Lasso y al Ing. Alexandre Abascal, conocedores del mercado actuarial y del seguro privado.

Ellos tuvieron la voluntad de compartir sus experiencias, su tiempo y conocimiento, ejes fundamentales para culminar con este proyecto, que espero sirva de aporte para la sociedad.

DEDICATORIA

A Dios, fuerza interna y divina que me mantuvo en pie y me iluminó en momentos difíciles para no desmayar y alcanzar la meta planteada.

A mis padres y hermano, ángeles protectores e incondicionales, quienes me han brindado su apoyo y consejos para salir avante de cualquier circunstancia, y así, formar una buena persona, responsable de su vida personal y profesional.

A mi familia, que de diferente manera también colaboró año a año para que pueda subir un peldaño más en la escalera de la vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE GRÁFICOS.....	ii
LISTA DE TABLAS.....	iii
LISTA DE ANEXOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
CAPÍTULO 2	9
2. PARTICIPACIÓN Y SINIESTRALIDAD DEL SECTOR VEHICULAR ECUATORIANO	9
2.1. SECTOR ASEGURADOR PRIVADO ECUATORIANO.....	9
2.1.1. SINIESTRALIDAD VEHICULAR EN ECUADOR	15
2.2. TARIFICACIÓN Y PRIMAS DEL SECTOR ASEGURADOR DE VEHÍCULOS.....	18
2.2.1. SISTEMA DE TARIFICACIÓN O CÁLCULO DE PRIMAS	19
2.2.2. PRIMAS DEL SECTOR ASEGURADOR DE VEHÍCULOS.....	21
CAPÍTULO 3	23
3.1. MODELO LINEAL GENERALIZADO.....	23
3.2. MODELO DE ELECCIÓN DISCRETA.....	26
3.2.1. MODELO LOGÍSTICO	28
3.2.2. MÉTODOS DE INTRODUCCIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES	32
3.2.3. CONTRASTES Y VALIDACIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO	34
3.2.4. CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO LOGÍSTICO	40
3.2.5. INTERPRETACIONES DEL MODELO LOGÍSTICO	42

3.3	MÉTODO DE PRIMA DE SINIESTRALIDAD DEL SEGURO VEHICULAR (PRIMA PURA).....	43
3.3.1	MÉTODO DE FRECUENCIA Y SEVERIDAD	45
	CAPÍTULO 4	46
4.	APLICACIÓN METODOLOGÍA	46
4.1	DESCRIPCIÓN DE DATOS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	46
4.1.1	FACTORES RELATIVOS AL VEHÍCULO ASEGURADO	47
4.1.2	FACTORES RELATIVOS AL CONDUCTOR	51
4.1.3	FACTORES RELATIVOS A LA CIRCULACIÓN	52
4.1.4	FACTORES RELATIVOS A LA PÓLIZA	54
4.2	DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE SINIESTRALIDAD.....	55
4.3	APLICACIÓN DEL MODELO LOGIT.....	58
4.3.1	INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS.....	63
4.4	APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PRIMA DE SINIESTRALIDAD DEL SEGURO VEHICULAR (PRIMA PURA).....	66
4.4.1	MÉTODO DE FRECUENCIA Y SEVERIDAD	66
4.4.1.1	PRIMER ENFOQUE.....	68
4.4.1.2	SEGUNDO ENFOQUE	71
4.4.1.3	TERCER ENFOQUE.....	74
	CAPÍTULO 5	80
5.1	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS CON LAS TARIFAS DE LA ASEGURADORA NACIONAL.....	80
5.1.1	MÉTODO DE LA ASEGURADORA NACIONAL	80
5.1.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PRIMER ENFOQUE	81
5.1.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SEGUNDO ENFOQUE	82
5.1.4	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL TERCER ENFOQUE	83
5.2	EJERCICIO PRÁCTICO	84
	CAPÍTULO 6	86
6.1	CONCLUSIONES.....	86
6.2	RECOMENDACIONES	90
	BIBLIOGRAFÍA	91
	ANEXOS	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mix Riesgos Patrimoniales.....	6
Figura 2 - Matriz Boston Consulting Group	14
Figura 3 - Mapa de Siniestros	17
Figura 4 – Función Logística	29
Figura 5 – Curva ROC.....	41
Figura 6 - Curva de densidad de la probabilidad estimada	102
Figura 7 – Área bajo la curva ROC	102
Figura 8 - Interpretación Curva ROC.....	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolución de Primas de Seguros (Miles de dólares)	9
Gráfico 2 - Prima Neta Emitida respecto al PIB*	10
Gráfico 3 - Evolución del Número de Compañías de Seguros y Reaseguros	12
Gráfico 4 - Compañías Partícipes en el Sistema de Seguros Privados.....	12
Gráfico 5 - Tasa de Mortalidad Vial por Población*	16
Gráfico 6 – Gravedad del siniestro de los asegurados a partir del año 2011	47
Gráfico 7 - Año del vehículo asegurado	48
Gráfico 8 – Valor asegurado del vehículo	49
Gráfico 9 – Tipo de vehículo.....	49
Gráfico 10 – Sexo del Asegurado.....	51
Gráfico 11 – Edad del asegurado.....	52
Gráfico 12 – Ciudad de registro de la póliza	52
Gráfico 13 – Accidentabilidad por ciudad	53
Gráfico 14 – Antigüedad de la póliza.....	54
Gráfico 15 – Vigencia de la póliza	55
Gráfico 16 – Nivel de siniestralidad según tipo del vehículo	71
Gráfico 17 – Nivel de siniestralidad según la edad del asegurado	74
Gráfico 18 - Nivel de siniestralidad según el año del vehículo	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Participación por Ramos del Sistema de Seguros Privado	7
Tabla 2 - Siniestralidad Vehicular Trimestral en el Sistema de Seguros Privado ...	7
Tabla 3 - Compañías Aseguradoras – Ramo de Vehículos, 2013.....	13
Tabla 4 – Estadística de la Tasa de Siniestralidad.....	16
Tabla 5 - Cotizaciones de un Seguro Vehicular	21
Tabla 6 – Función de enlace del modelo lineal generalizado	25
Tabla 7 – Clasificación de los modelos de elección discreta.....	28
Tabla 8 – Cuadro de Clasificación de Aciertos.....	38
Tabla 9 - Índices para medir la bondad de ajuste.....	39
Tabla 10 – Participación vehicular por marca.....	50
Tabla 11 – Variables categóricas para el Modelo Logit.....	56
Tabla 12 – Resultados del modelo Logit sobre la probabilidad de resultar siniestrado.....	60
Tabla 13 – Segmentación “Marca del vehículo asegurado”	67
Tabla 14 - Segmentación “Sexo del asegurado”	67
Tabla 15 - Segmentación “Accidentabilidad por ciudad”	68
Tabla 16 - Prima Pura en consideración de las características del vehículo.....	68
Tabla 17 – Prima pura en consideración con las características del asegurado ..	72
Tabla 18 - Prima pura en consideración con la accidentabilidad por ciudad.....	75
Tabla 19 – Prima pura a pagar en el primer enfoque	81
Tabla 20 - Prima pura a pagar en el segundo enfoque	82
Tabla 21 - Prima pura a pagar en el tercer enfoque.....	83
Tabla 22 – Ejercicio práctico N. 1.....	85
Tabla 23 - Ejercicio práctico N. 2.....	85
Tabla 24 - Clasificación de individuos observados versus estimados	103

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Programación Modelo Logit	97
Anexo 2 – Programación Odds Ratio Modelo Logit.....	97
Anexo 3 – Odds Ratio Modelo Logit.....	98
Anexo 4 – Programación de probabilidad individual.....	99
Anexo 5 – Contraste de significación conjunta.....	100
Anexo 6 – Bondad de ajuste y capacidad predictiva del modelo logit.....	101
Anexo 7 - Resultados de la capacidad predictiva del modelo logit.....	104

RESUMEN

La finalidad de este proyecto de titulación es hallar una metodología que permita llevar a cabo un análisis estadístico de la frecuencia y severidad del riesgo de siniestralidad vehicular y su probabilidad de ocurrencia, lo cual permitirá al ente asegurador ofrecer soluciones técnicas al problema de tarificación o cálculo de primas, mediante un proceso en el cual deben tenerse en cuenta aspectos técnicos, regulatorios, económicos, estadísticos. Para lograrlo es necesario considerar factores asociados a éstos. En el caso de los seguros de vehículos, la siniestralidad puede depender de variables como: marca, sexo del conductor, edad, entre otras; estas variables han sido tomadas en cuenta desde un tiempo atrás en países vecinos.

Ecuador por su parte, para determinar el valor de la prima, toma como base valores referenciales (valores finales de primas de años anteriores) del sistema asegurador y de sus entes productivos considerando la competitividad propia de este mercado, por ese motivo es importante que las metodologías actuariales de cálculo del precio del seguro sean revisadas y actualizadas, de tal forma que se puedan incluir aquellas particularidades existentes en los datos y obtener primas puras que correspondan, de la mejor forma posible, a las pérdidas esperadas.

Para contribuir con esta necesidad particular de tarificación, este proyecto de titulación se divide en seis capítulos detallados a continuación:

En el *Capítulo 1*, se describe a breves rasgos la historia del seguro y la importancia de la tarificación en los mismos. Además, se da mención de la participación del ramo vehicular en el sistema privado de seguros y las estadísticas de siniestralidad vehicular determinados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por la Superintendencia de Bancos y Seguros (SBS).

El *Capítulo 2*, describe el panorama general del mercado privado asegurador nacional, así como la importancia del ramo vehicular y la siniestralidad vial, el interés del sistema de tarificación y el valor de las primas de siniestralidad referenciales en el mercado asegurador nacional.

El *Capítulo 3*, contiene el desarrollo teórico del modelo logit, sus respectivas interpretaciones y pruebas de bondad de ajuste para la validación predictiva del modelo con la finalidad de determinar los factores de siniestralidad vehicular y la prima pura de manera global; se indica también el método de cálculo de la prima de siniestralidad, que tendrá como alcance este trabajo.

En el *Capítulo 4*, tomando como referencia las estadísticas de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), se realiza el análisis descriptivo de la cartera vehicular de una Aseguradora Nacional, se aplican los modelos desarrollados en el capítulo 3, para determinar los factores de siniestralidad y cálculo de la prima de siniestralidad, también conocida como prima pura, considerando la frecuencia y severidad de los segmentos establecidos, de interés para la Aseguradora Nacional.

El *Capítulo 5*, se determina y muestra la prima de siniestralidad (prima pura) como resultado de la metodología aplicada, para los segmentos establecidos, y un análisis comparativo de los resultados obtenidos y los valores que maneja la Aseguradora Nacional, el mismo que servirá de referencia para establecer la tarificación a posteriori en el sistema asegurador vehicular del ente privado.

Finalmente el *Capítulo 6*, menciona las conclusiones y recomendaciones que surgen del presente proyecto, con la finalidad de determinar los factores que aportan a la siniestralidad vehicular y sugerir posibles segmentaciones con características de riesgo diferentes, para el cálculo de la prima del ramo vehicular del mercado asegurador ecuatoriano.

Palabras claves: Siniestralidad, tarificación a priori, modelo logit, frecuencia, severidad.

ABSTRACT

The purpose of this project is to secure a qualification methodology to carry out a statistical analysis of the frequency and severity of vehicular accidents risk, and the likelihood that keep happening, more or less, the same impact in the future, allowing the insurance agency providing technical solutions to the problem of establish prices or calculation premium, through a process in which must be taken into account technical, regulatory, economic, statistical aspects, which is necessary to consider factors associated with them, as in the case of vehicle insurance. The accident may depend on the brand, driver sex, age, and other factors that have been considered since long time ago.

Ecuador in turn, to determine the value of the premium builds on reference values (final values of premiums from previous years) the insurance system and its productive entities considering the very competitive market, for this reason it is important that actuarial methodologies for calculate insurance rates are revised and updated,, so that they can include those specific situation in the data and obtain pure premiums payable, the best way possible to the expected losses.

To help with this particular need charging, titling this project is divided into six chapters detailed below:

Chapter 1 describes features brief history of insurance and the importance of pricing in them. Moreover, there is mention of the involvement of vehicular bouquet in the private insurance system and vehicular accident statistics collected by the World Health Organization (WHO) and the Superintendency of Banks and Insurance (SBI).

Chapter 2 describes the overview of the national private insurance market and the importance of industry and vehicular traffic accidents, the interest of the charging system and the value of premiums referential claims in the national insurance market.

Chapter 3 provides the theoretical development of the logit model, their respective interpretations and goodness of fit tests for predictive validation of the model in order to determine the factors of vehicular accidents and the risk premium globally;

the method of calculating the premium of claims, which will have the scope this work, is also indicated.

In Chapter 4, by reference to the statistics of the Association of Automotive Companies of Ecuador, the descriptive analysis of the vehicular portfolio of a National Insurer makes, models developed in chapter 3 are applied to determine the factors accident and premium calculation accident, also known as pure premium, considering the frequency and severity of established segments of interest to the National Insurance.

Chapter 5, is determined and shows the raw accident (pure premium) as a result of the methodology applied to the established segments, and a comparative analysis of the results obtained and the values that manages the National Underwriter, it will serve as a reference to establish a posteriori charging in vehicle insurance system private entity.

Finally, Chapter 6 mentions the conclusions and recommendations arising from this project, in order to determine the factors that contribute to vehicular accidents and suggest possible segmentations with different risk characteristics for calculating the premium vehicle market bouquet Ecuadorian insurer.

Keywords: Accidents, charging a priori, logit model, frequency, severity.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

A partir del siglo XIV, los seguros generales¹ empezaron a desarrollarse, iniciando con la protección a los comerciantes contra los riesgos de deterioro de mercadería, la piratería y riesgos propios del mar, mejor conocido como el seguro marítimo.

Durante la misma época, se establece lo que actualmente se conoce como salvamentos², en donde el asegurador se obliga a comprar la mercadería si estas se estropean durante el viaje, ya que una vez pagada la indemnización, el asegurador adquiere los derechos de propiedad sobre las mercancías recuperadas.

En la época medieval, los contratos de seguros cubrían los riesgos de guerra, de la naturaleza y demás, incluso debido a la frecuencia de los accidentes marítimos se empiezan a elevar el valor de las tasas³, las cuales variaban de acuerdo a la distancia recorrida, la estación de año, el estado de guerra o paz, los registros sobre piratería, el tipo de embarcación, etc.

Hacia el siglo XV, las personas empezaron a tomar, el seguro como una forma de apostar sobre la vida o los bienes de otros, por lo que se hizo necesario corregir el problema y ver el seguro como una forma de protegerse, estableciendo lo que hoy se conoce como interés asegurable⁴, y así lograr que la estructura de la póliza (contrato de seguro) para estos tiempos esté mejor estructurada, dejando

¹ Incluye a los seguros sobre la propiedad y patrimoniales, cuya finalidad es reparar la pérdida sufrida en el patrimonio del asegurado a causa de un siniestro.

² Se denomina como salvamento al hecho, tanto de procurar evitar daños durante el siniestro, como después de ocurrido. Por tanto, es la recuperación que obtiene la aseguradora en un siniestro.

³ Conocida actualmente como prima de riesgo, la cual es el precio que se exige pagar al asegurado.

⁴ Se refiere a que el tomador del seguro debe verse afectado directamente por el daño del bien (seguros generales).

de ser configurada a nivel individual, para ser el resultado de una gestión empresarial (Lancheros, 2011).

En el siglo XVII hasta la primera mitad del siglo XIX, el seguro se estructura tanto en lo jurídico como en lo económico, el empresario empieza a visualizar nuevas actividades económicas diferentes al comercio marítimo y crea nuevos ramos de seguros para satisfacer las necesidades crecientes del mercado, y así aparecen las primeras Instituciones de seguros, en ramos de vida⁵ e incendio⁶. (Crespo, 2010)

Para el siglo XIX hasta la actualidad se han perfeccionado los ramos de seguro y han surgido nuevos, los cuales guardan una estrecha relación en su esquema de operación, ya que existe muy poca diferencia entre la póliza del seguro marítimo de la época medieval y una póliza actual.

En Francia, se creó la primera Compañía de Seguros de Vehículos, que llevada de la mano con el avance matemático y estadístico, produjo una racionalización del seguro, y su evolución en América Latina, también estuvo influenciado por países como España e Inglaterra (Crespo, 2010). Sin embargo, la tarificación en los inicios del seguro marítimo, donde los riesgos asegurados eran pocos y la prima era determinada de manera subjetiva por los suscriptores⁷ de acuerdo a las características particulares de cada riesgo, tales como la ruta, la experiencia de la tripulación y el tipo de carga, contrasta con la tarificación moderna, la cual tiene en cuenta factores de riesgo de siniestralidad, que tienden a ser grandes en número, y generalmente homogéneos dentro de cada tipo de seguro (Bousoño Calzón, Heras Martínez, & Tolmos Rodríguez-Piñero, 2008).

A nivel mundial, según el informe emitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen cinco factores de riesgo fundamentales para la seguridad vial como son, el exceso de velocidad, la conducción bajo el efecto del alcohol, el uso del casco, el uso del cinturón de seguridad y la existencia de sistemas de

⁵ “Las primeras Pólizas de Seguro de Vida se extendieron en Londres en The Royal Exchange por comisionistas que se reunían. Siendo emitida la primera Póliza de este ramo en 1583.” (Crespo, 2010)

⁶ “Las primeras manifestaciones del Seguro de Incendio se dan en 1667, en Inglaterra, a raíz del famoso incendio de Londres, que destruyó 13.200 casas y 90 iglesias.” (Crespo, 2010)

⁷ Suscriptores o *underwriters* proviene del hecho de que las personas que iban a asumir el riesgo escribían su nombre debajo de los términos del contrato.

retenciones para niños, sin embargo apenas 28 países disponen de leyes integrales para evitar el número anual de muertes por accidentes de tránsito, el cual durante los últimos tres años se ha mantenido en 1.24 millones, una cifra todavía inaceptablemente elevada. (Organización Mundial de la Salud, 2013).

De acuerdo a los datos de mortalidad reportados por la OMS, América del Norte posee el 70% del parque automotor, y acumula el 32% de muertes, Mesoamérica⁸ tiene el 9% de vehículos del continente y el 23% de muertes, el Cono Sur⁹ dispone el 17% de vehículos y acumula el 30% de muertes; sin embargo al mencionar a la Región Andina¹⁰, en donde se incluye Ecuador, existe un fuerte contraste, ya que apenas dispone del 4% del parque automotor, baja densidad vehicular, pero ofrece el 14% del total de muertes (La Hora, 2014).

“Estas cifras colocan a Ecuador entre los países más peligrosos del mundo en cuanto a convivencia vial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ubica a Ecuador en el puesto 17 del ranking mundial, en cuanto a muertes en percances automovilísticos, con 27 muertos por cada 100.000 habitantes.” (La Hora, 2014).

En el marco del sistema nacional de seguros privado, se cuantifica la siniestralidad como el cociente de los costos de siniestros para la prima neta retenida devengada¹¹, la cual, mediante informes de la Superintendencia de Bancos y Seguros, en el año 2010 estuvo en el 53.73%, para el año 2011 alcanzó el 57,40%, para el año 2012, registró el 60.68%, y para diciembre del 2013, fue de 56.59% (Racines M, 2014). Estas cifras, a nivel nacional son elevadas, y para contrarrestarlas durante el siguiente decenio, actualmente, Justicia Vial¹² y Fundación Covial¹³, han firmado un convenio de cooperación con Aseguradora del Sur, para el desarrollo de proyectos y acciones enfocadas en la seguridad vial. (Aseguradora del Sur, 2014)

⁸ Región del continente americano que comprende la mitad meridional de México, los territorios de Guatemala, El Salvador y Belice, así como el occidente de Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

⁹ Al Cono Sur pertenecen los países de Brasil, Chile, Paraguay, Argentina y Uruguay.

¹⁰ Los países que conforma la Región Andina son Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

¹¹ Es parte de la prima que la aseguradora retiene correspondiente al periodo de la póliza que ha transcurrido.

¹² <http://justiciavial.com/>

¹³ *“Somos una organización de vanguardia, integradora y comprometida, con responsabilidad social y transparencia, que suma esfuerzos y conocimientos técnicos, científicos y humanos para construir una Cultura Vial fundamentada en valores esenciales: Su Gente, Liderazgo, Calidad, Solidaridad y Mística de servicio”.* (COVIAL, 2012)

Por ello, este proyecto ha planteado buscar y determinar si existen factores de riesgo de siniestralidad vehicular, tomando como fuente de información la base de datos de una Compañía de Seguros, y a partir de ello, realizar el cálculo de la prima de siniestralidad en el ramo de vehículos, y así cuantificar la influencia que tiene cada factor de riesgo respecto al valor de la prima pura a pagar.

Según Rafael Jiménez de Parga Cabrera¹⁴, *“para el sujeto particular el seguro no es más que un medio de satisfacer una necesidad: el riesgo, para la economía nacional es, cabalmente un incentivo para poner en marcha o desarrollar los distintos sectores económicos: producción, cambio, crédito, etc. Evidentemente que el seguro es un medio de satisfacer una necesidad individual, por cuanto el individuo a través del Seguro puede obtener de inmediato el resarcimiento económico sobre el daño que sufre en su patrimonio o en su persona o en la realización de un riesgo, que en otras circunstancias lo afectaría irremediablemente y que otros medios de prevención como el ahorro no podría auxiliarlo de inmediato. Como incentivo para desarrollar los diferentes sectores económicos por cuanto esta institución (aseguradora) hace posible el tráfico de grandes capitales o la inversión de grandes capitales, protegiendo al gran empresario ante la posibilidad que un riesgo ajeno a su persona pueda perjudicar su patrimonio y provocar su quiebra económica”.* (Ayala, 2003)

Con este antecedente, se espera también, contribuir al cumplimiento del Artículo 43 del Reglamento a la Ley General de Seguros de Ecuador, en relación a que *“Las tarifas de primas deben observar que la prima y riesgo presenten una correlación positiva de acuerdo con las condiciones objetivas del riesgo. La tarifa debe aglutinar el costo del riesgo y los costos de operación tales como: gastos de adquisición, administración, redistribución de riesgos y utilidad razonable, siempre bajo el régimen de libre competencia.”*

¹⁴ Abogado de Derecho de Seguros y catedrático de Derecho Mercantil. Presidente de la Asociación Internacional de Derecho de Seguro (SEAIDA), de la Sección Catalana, España, 1998. (La Vanguardia, 1998)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador, de acuerdo a la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero¹⁵, “las instituciones financieras públicas, las compañías de seguros y de reaseguros se rigen por sus propias leyes en lo relativo a su creación, actividades, funcionamiento y organización”. En lo relacionado a la aplicación de normas de solvencia y prudencia financiera, al control y vigilancia que realiza la Superintendencia de Bancos y Seguros, se someterán a lo establecido en esta Ley.

Respecto a la Ley General de Seguros¹⁶, “dispone que los modelos de pólizas, las tarifas de primas y notas técnicas¹⁷, requerirán autorización previa de la Superintendencia de Bancos y Seguros, para ponerlas en vigencia; y, establece las condiciones que deben reunir todo tipo de pólizas de seguro”. En lo relacionado a las tarifas de primas¹⁸ “deben observar que la prima y riesgo presenten una correlación positiva de acuerdo con las condiciones objetivas del riesgo. La tarifa debe aglutinar el costo del riesgo y los costos de operación, tales como: gastos de adquisición, administración, redistribución de riesgos y utilidad razonable, siempre bajo el régimen de libre competencia.”

Este régimen permite que exista libertad de elección tanto para el asegurado como para el asegurador, de acuerdo a sus necesidades y ventajas competitivas en el precio, cantidad y calidad del servicio; en este caso, el servicio asegurador vehicular.

El desarrollo del parque automotor de cada país, los riesgos retenidos¹⁹ de las aseguradoras, así como la cobertura de accidentes personales y responsabilidad civil obligatorias que se incorporan a la tenencia de un vehículo, como puede ser

¹⁵ Ley General de Instituciones del Sistema Financiero. Codificación publicada en el Registro Oficial N°. 250 de 23 de enero del 2001.

¹⁶ Ley General de Seguros. Codificación publicada en el Registro Oficial No. 290 del 3 de abril de 1998.

¹⁷ Nota técnica es un documento informativo, que le permite tanto al asegurado como al asegurador entender los criterios de tarificación de los seguros que se venden en el mercado. Es decir, de cada entidad aseguradora, se puede identificar los elementos decisivos para mover hacia arriba o hacia abajo el valor de la prima de un seguro, para ser considerada como una práctica segura.

¹⁸ Reglamento General a la Ley General de Seguros. Capítulo Octavo.- De las Pólizas y Tarifas

¹⁹ Parte del riesgo asegurado por la póliza de seguros que la empresa retiene, después de reasegurar parte del mismo con otra empresa.

el SOAT (Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito) en países como Costa Rica, Chile, Brasil, Ecuador, Perú, Argentina, Venezuela, Bolivia, Panamá, Colombia y Nicaragua o que su obligatoriedad se encuentra en discusión a nivel de autoridades (El Salvador, México, Uruguay y Paraguay), intensifican el segmento de seguros de vehículos, incrementándose desde el 25% hasta el 65% de la prima suscrita de vehículos. (Fitch Ratings - Seguros, 2012)

En estos países de América Latina este segmento, hasta diciembre del 2011, ha representado aproximadamente el 38.4% del total suscrito bruto del primaje de seguros patrimoniales como se puede evidenciar en la Figura 1 que sigue:

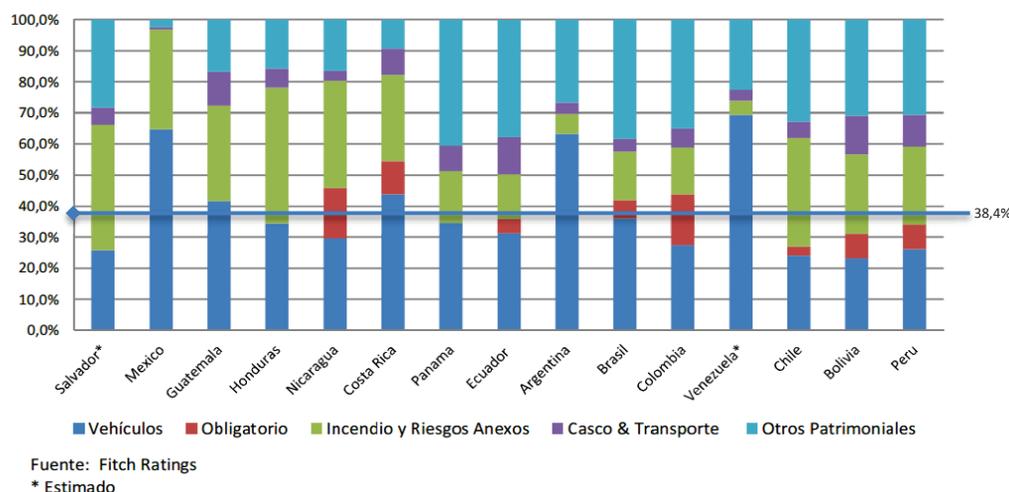


Figura 1 - Mix Riesgos Patrimoniales
(Fitch Ratings, 2011)

En Ecuador, el sector vehicular también lidera su participación, respecto a la prima neta emitida²⁰ en el mercado, dentro de los diez ramos de seguros privados más representativos, y a nivel histórico, su porcentaje de participación siempre ha superado el 25%, representando la quinta parte del sector asegurador, como se muestra en la Tabla 1, a continuación:

²⁰ Primas emitidas por la aseguradora como amparo por cada póliza expedida al asegurado, en la que no están incluidos los impuestos.

Tabla 1 - Participación por Ramos del Sistema de Seguros Privado

N.	SEGUROS	PRIMA NETA EMITIDA		
		dic-11	dic-12	dic-13
1	Vehículos	26,29%	26,27%	25,49%
2	Vida en grupo	15,53%	15,26%	14,70%
3	Incendio y líneas aliadas	9,16%	9,60%	8,45%
4	Accidentes personales	7,86%	7,87%	7,23%
5	Responsabilidad civil	2,88%	3,39%	4,65%
6	Buen uso de anticipo	3,98%	4,51%	4,15%
7	Transporte	5,36%	4,69%	4,03%
8	SOAT	3,89%	3,69%	3,56%
9	Asistencia médica	3,02%	3,18%	3,41%
10	Aviación	2,79%	2,87%	3,18%

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros

Elaboración: Autora

Consecuentemente con esta participación, el sistema asegurador para el ramo de vehículos, históricamente ha superado los 50 puntos porcentuales sobre la siniestralidad de la industria, registrando para diciembre del 2013, un factor de 56.59%, (Racines M, 2014), el cual es demasiado alto en comparación con el parque automotor, por lo que, existe la necesidad, a más de conocer y acatar la Ley Nacional de Tránsito, generar estudios de concienciación de accidentabilidad vehicular a nivel nacional.

La variación porcentual de la siniestralidad vehicular se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2 - Siniestralidad Vehicular Trimestral en el Sistema de Seguros Privado

Siniestralidad Vehicular				
Período	2010	2011	2012	2013
Marzo	56,39%	53,10%	69,64%	69,78%
Junio	55,36%	53,44%	65,40%	56,00%
Septiembre	55,78%	54,46%	59,82%	55,30%
Diciembre	53,73%	57,40%	60,68%	56,59%

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros

Elaboración: Autora

Estas cifras muestran la gran participación e importancia que el sector automovilístico ha representado en el marco del desarrollo del mercado asegurador, y a la vez demandan *“una fuerte presión competitiva que obliga a las compañías a tomar posiciones de reacción expost en términos de tarificación, por lo que parte de los desafíos más relevantes en el corto y mediano plazo es la velocidad de reacción frente a ajustes técnicos que se requiera hacer en el tarificador por presión competitiva (guerra de precios) y la eficiencia en el manejo de canales de distribución asociado a la profundidad del segmento vehicular.”* (Fitch Ratings - Seguros, 2012)

Con estos antecedentes, se puede proponer el desarrollo e implementación metodológica para la determinación de la estructura de la prima de vehículos, es decir, seleccionar las variables tarifa, y estimar los factores que determinan dicha siniestralidad, para que con estos resultados se pueda clasificar en grupos a los asegurados, lo que permitiría optimizar la obtención técnica del valor de la prima de siniestralidad. Estos resultados podrían o no proporcionar matemáticamente la mejor elección, sacrificando la optimización estadística en aras de una interpretación más útil o menos costosa para el ente asegurador, ya que de acuerdo a lo establecido en la ley, la valoración de la prima podrá sujetarse al régimen de libre competencia. Este régimen exime a las compañías aseguradoras de establecer mecanismos que expliquen el fenómeno y contribuyan a generar un modelo de medición de riesgo de siniestralidad, de tal forma que ejerza control sobre las operaciones realizadas, tanto por el interés propio de gestión interna como por las exigencias dictadas por el Organismo de Control. Según resolución No. JB-2011-2066, respecto a la gestión y administración de riesgos, indica que *“toda empresa de seguros y compañía de reaseguros deberán establecer esquemas eficientes y efectivos de administración y control de todos los riesgos a los que se encuentran expuestas en el desarrollo del negocio, conforme su objeto social, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que sobre la materia establezcan otras normas especiales y/o particulares.”*

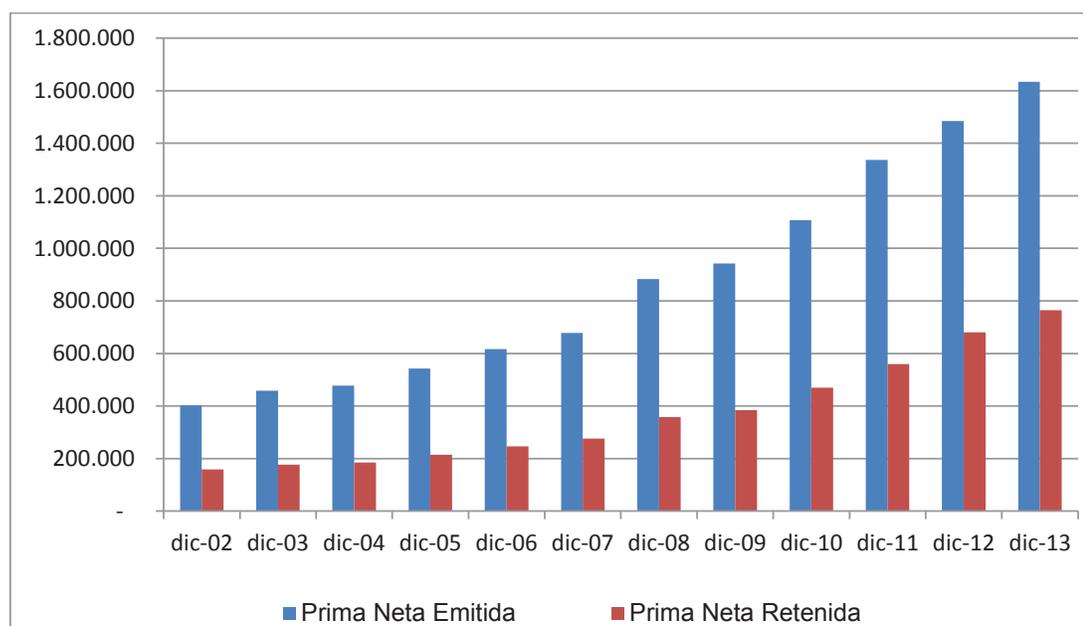
CAPÍTULO 2

2. PARTICIPACIÓN Y SINIESTRALIDAD DEL SECTOR VEHICULAR ECUATORIANO

2.1. SECTOR ASEGURADOR PRIVADO ECUATORIANO

El sistema asegurador desempeña un papel fundamental al fortalecer el mercado financiero a través de inversiones realizadas con el dinero captado por primas, sin embargo, cabe mencionar que las primas netas retenidas²¹ son inferiores a las primas netas emitidas²², como se muestra en el Gráfico 1, situación que se podría atribuir a la falta de capital en las compañías de seguros ecuatorianas (Caicedo, 2012),

Gráfico 1 - Evolución de Primas de Seguros



Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros
Elaboración: Autora

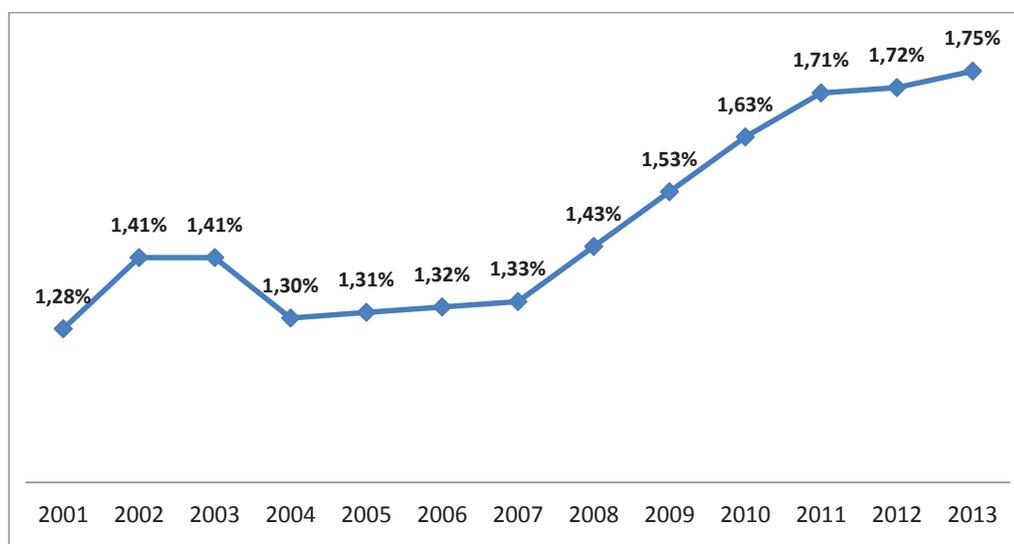
²¹ Corresponde al valor neto que la aseguradora retiene de las primas, sumando las primas emitidas más las primas aceptadas, y restando las primas cedidas.

²² Porción de la prima bruta que cubre todos los beneficios y costos excepto la utilidad para la compañía aseguradora, es decir, es el costo del amparo otorgado por la aseguradora por cada póliza expedida.

Este resultado sorprende aún más, cuando los seguros de vehículos que representan el 25% de la cartera total no tienen una retención mayor al 40%, situación atípica para este tipo de seguros. En otros países de la región como Chile, Colombia, Perú, Venezuela y Bolivia tienen primas netas retenidas superiores al 80%²³.

La dolarización implementada en el año 2000, generó estabilidad en la economía ecuatoriana, lo que impulsó que la industria aseguradora evolucione favorablemente. De acuerdo a las evaluaciones realizadas periódicamente por la Superintendencia de Bancos y Seguros (SBS), a partir del año 2003, Ecuador se encuentra en la zona esperada de curva de crecimiento, donde los seguros responden más que proporcionalmente al crecimiento del ingreso nacional, es así como ante un incremento del PIB, aumenta las primas y viceversa (profundización), mostrando un primaje con relación al PIB con tendencia creciente, reflejado en el Gráfico 2.

Gráfico 2 - Prima Neta Emitida respecto al PIB*



* La cifra del PIB de Dic-13 fue tomada de las previsiones macroeconómicas publicadas por el BCE para el año 2013. PIB en precios corrientes.

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros, Banco Central del Ecuador
Elaboración: Autora

²³ No se profundiza este análisis, ya que es un tema de reaseguros y supera el alcance de este proyecto.

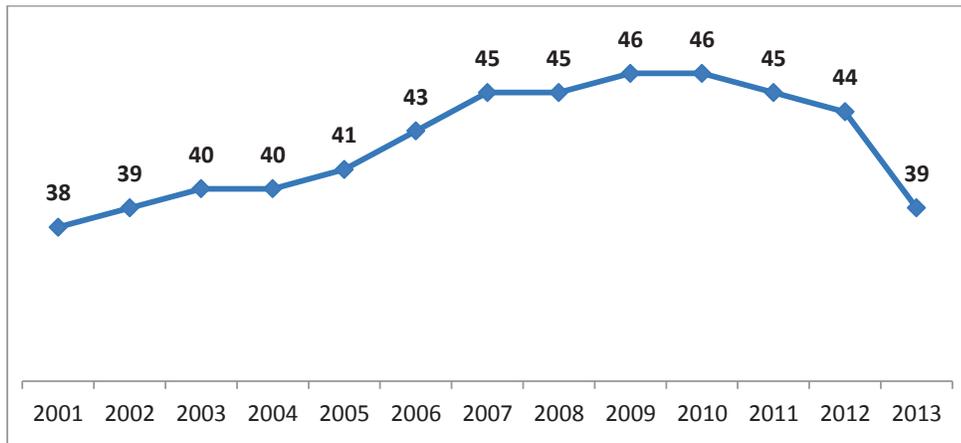
Este nivel de profundización de la Producción Nacional tiene una evolución histórica favorable, entre Diciembre de 1980 (0,51%) y diciembre de 2012 (1,7%), mostrando un aumento de 1,21 puntos porcentuales, similar nivel de profundización obtuvo Perú, sin embargo, este porcentaje se encuentra bajo respecto a otras economías de América Latina, como Argentina (2.9%), Venezuela (4.2%), Brasil (3.3%) y Chile (3.7%) (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2012). Bajo este contexto, los esfuerzos del organismo regulador, la Superintendencia de Bancos y Seguro, para desarrollar la cultura del seguro, ha puesto en vigencia normas que promuevan avances técnicos sobre el régimen de capital adecuado y reservas técnicas; y, gestión integral y control de riesgos²⁴.

Es así que en el año 2001, el sector asegurador privado ecuatoriano contaba en total con 38 empresas, entre compañías de seguros y reaseguros, y en años posteriores este número estaba creciendo, como se puede observar en el Gráfico 3, creando una atomización en la participación del mercado, es por ello que se han dado fusiones, para tratar de cumplir con la regla de “Pareto”, es decir que el 80% del mercado tenga el 20% de las compañías. En cumplimiento a la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder del Mercado, a partir del año 2011 existieron las siguientes fusiones, disoluciones y liquidaciones para mantener el número de empresas aseguradas:

- Fusión Panamericana del Ecuador con Cervantes: Resolución Nro. SBS-2013-425 (2013-06-11), cambia de nombre a Liberty Seguros
- Fusión Río Guayas con ACE: Resolución Nro. SBS-2012-0258, (2012/04/30)
- Liquidación Centro Seguros: Resolución Nro. SBS-INSP-2013-457, (2013-06-26)
- Disolución Mafre: Resolución Nro. SBS-2011-298, (2011-04-06)
- Fusión ProduSeguros con Equinoccial: Resolución Nro. SBS-2013-940 de 19 de diciembre de 2013.

²⁴ Junta Bancaria del Ecuador, resolución JB-2013-2399 de fecha 24 de enero de 2013.

Gráfico 3 - Evolución del Número de Compañías de Seguros y Reaseguros

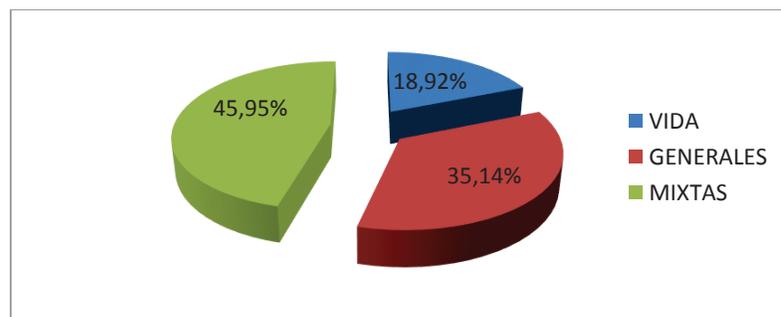


Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros
Elaboración: Autora

Así también, la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder del Mercado, mediante promulgación del 12 de octubre de 2011, permitió la inserción de empresas aseguradoras del extranjero en el mercado ecuatoriano por medio de la adquisición de empresas nacionales, lo cual ha generado un mercado más competitivo y una mayor contribución al crecimiento del sistema de seguros privados.

Este sistema asegurador, al 31 de diciembre de 2013, cuenta con una participación mayoritaria del 45.95% de empresas mixtas (seguros de vida y generales), seguido por el 35.14% de empresas que operan en seguros generales y el 18.92% de empresas que operan en seguros de vida (Olivares, 2013), como lo muestra el Gráfico 4.

Gráfico 4 - Compañías Partícipes en el Sistema de Seguros Privados



Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros, 2013
Elaboración: Autora

Del total de las compañías de seguros generales, de seguros de vida y aquellas que operan en las dos actividades, existen veinte y cinco compañías que atienden al ramo de vehículos (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2014), las cuales se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3 - Compañías Aseguradoras – Ramo de Vehículos, 2013

Compañías Aseguradoras –Ramo de Vehiculos 2013			
ACE	COLONIAL	GENERALI	MAPFRE ATLAS
AIG METROPOLITANA	CONDOR	HISPANA	ORIENTE
ALIANZA	CONSTITUCION	INTEROCEANICA	ROCAFUERTE
ASEGURADORA DEL SUR	COOPSEGUROS	LA UNION	SUCRE
	ECUATORIANO SUIZA	LATINA SEGUROS	SWEADEN
BALBOA		LIBERTY SEGUROS S.A.	UNIDOS
BOLIVAR	EQUINOCCIAL		VAZ SEGUROS

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros
Elaboración: Autora

En los últimos tres años, las aseguradoras de vehículos presentan un promedio del 26.02% de participación dentro del mercado privado asegurador. Este promedio es el resultado de una mayor colocación de primas cuyas operaciones fueron estables y con incrementos reales, considerando que, del total de primas (USD 1.633.824) que instrumentó el sector de los seguros al 31 de diciembre de 2013, el 25.49%, le correspondió al seguro vehicular.

Este sector se apega a riesgos frecuentes más que aquellos severos, con este antecedente, es necesario conocer cómo ha sido considerado el seguro vehicular, segmento de interés para este proyecto, en base a la matriz de análisis estratégico de mercado (MBCG²⁵), la cual en el eje vertical hace referencia al crecimiento del mercado, y el eje horizontal representa la participación en el mercado (Ver Figura 2).

²⁵ “Matriz Boston Consulting Group” es una herramienta que permite examinar las distintas posibilidades estratégicas de una empresa, en cuanto a sus productos y nichos de mercado.

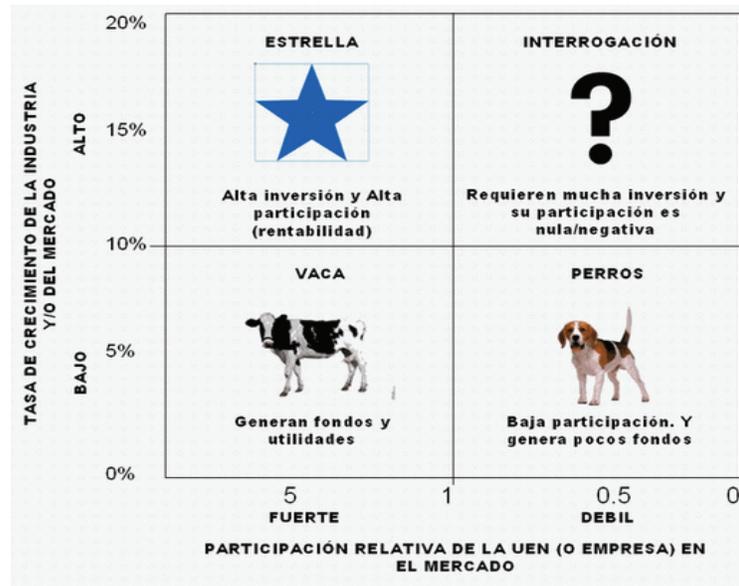


Figura 2 - Matriz Boston Consulting Group
(Murillo, 2012)

A diciembre de 2012, el seguro vehicular se consideró como producto estrella, debido a su alta participación en el mercado y una elevada tasa de crecimiento, reflejo de una inversión alta, la cual genera gran rentabilidad; el seguro de vida en grupo se ubicó en el segmento vaca lechera, con una alta participación en el mercado y menor crecimiento en la industria, lo cual indica que es poco rentable, pero mantiene el posicionamiento de la empresa en el mercado, ya que no necesita mayor inversión. En el cuadrante interrogante, que hace referencia a productos innovadores en un mercado que está surgiendo, y requieren de una permanente inversión en espera de utilidades económicas, se ubicaron quince tipos de seguros, mientras que en el cuadrante perro, con una escasa participación en el mercado y bajo crecimiento en el mercado, se encontraron doce. Sin embargo hasta marzo del año 2013, la agrupación de los diferentes ramos²⁶ cambió, se identificaron dos productos maduros, es decir con alta participación en el mercado y alta tasa de crecimiento, se ubicaron los seguros de vehículos y vida en grupo. De estos dos provienen elevados flujos de primas, localizados dentro de los parámetros de mercado superior, con una madurez

²⁶ Conjunto de modalidades de seguro relativas a riesgos de características o naturaleza semejantes. En este sentido, se indica ramo de vida, ramo de vehículos, ramo de incendios, etc (Fundación MAPFRE, 2010).

definida por su tasa de crecimiento respecto al PIB y se han definido como negocios líderes del mercado. En el segmento interrogante se ubicaron quince ramos, mientras que en el segmento perro se situaron doce ramos incluido en él, al SOAT (Maruri, 2013).

2.1.1. SINIESTRALIDAD VEHICULAR EN ECUADOR

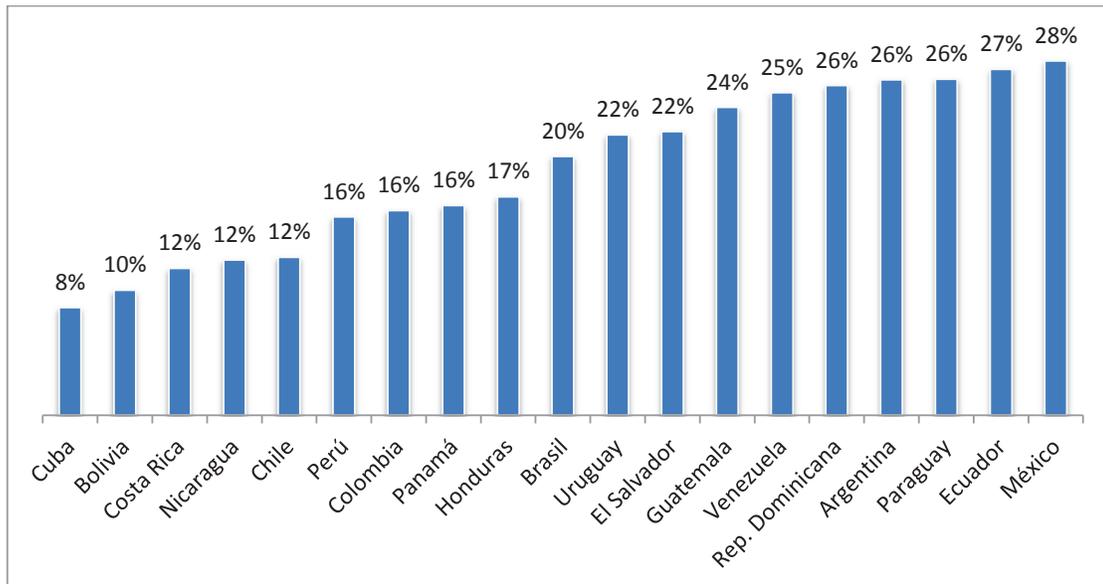
A nivel mundial, para el decenio 2011-2020, la mayoría de países latinoamericanos tomaron la determinación de combatir el flagelo de la siniestralidad vial, sumando el esfuerzo de conocer y compartir entre las sociedades latinoamericanas la etiología²⁷ de la siniestralidad. Para ello, de acuerdo al Departamento de Accidentología del ISEV²⁸, instituto argentino, toma como referente la tasa de mortalidad vial por población, el cual es un indicador adecuado para estimar la realidad, porque en su cálculo al menos priman las reglas generales, como son factores de mortalidad. Esta tasa tradicional proviene en forma originaria del sector salud y pondera a la siniestralidad vial como un problema social, por ende mide la morbimortalidad²⁹ como afectación por cada franja de cien mil habitantes de una sociedad, ubicando a Ecuador en penúltimo lugar de un grupo de 19 países latinoamericanos como se puede evidenciar en el Gráfico 5. (Instituto de Seguridad y Educación Vial, 2012)

²⁷ La etiología es la ciencia que estudia las causas de las cosas.

²⁸ Instituto de Seguridad y Educación Vial

²⁹ Es un concepto complejo que proviene de la ciencia médica y que combina dos subconceptos como la morbilidad y la mortalidad. La morbilidad es la presencia de un determinado tipo de enfermedad en una población. La mortalidad, a su vez, es la estadística sobre las muertes en una población también determinada. Así, se puede entender que la idea de morbimortalidad, más específica, significa en otras palabras aquellas enfermedades causantes de la muerte en determinadas poblaciones, espacios y tiempos.

Gráfico 5 - Tasa de Mortalidad Vial por Población*



*Este gráfico presenta muertos cada 100.000 habitantes. La media latinoamericana es de 21,48 muertos por cada 100.000 habitantes.

Fuente: Instituto de Seguridad y Educación Vial

Elaboración: Autora

Esta tasa se encuentra muy próxima a la obtenida en el sistema asegurador privado, en donde la tasa de siniestralidad se muestra prudente, en cuanto al manejo de los riesgos y del costo del siniestro, ya que en el año 2010, la siniestralidad promedio de los nueve ramos más representativos³⁰ fue del 26.12%; sin embargo, para el año 2011 creció a 35.50%, en el año 2012 llegó al 39.91% y para cerrar el año 2013, la siniestralidad promedio del sector asegurador fue del 41.62% (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2014). En la Tabla 4 se muestra el incremento de la tasa de siniestralidad.

Tabla 4 – Estadística de la Tasa de Siniestralidad

Año	Siniestralidad promedio	Tasa de crecimiento
2010 (año base)	26.12%	
2011	35.50%	36%
2012	39.91%	53%
2013	41.62%	59%

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros

Elaboración: Autora

³⁰ Vida en grupo, Accidentes personales, Incendio y líneas aliadas, Vehículos, SOAT, Transporte, Asistencia médica, Buen uso de anticipo, Aviación.

A pesar de estas cifras globales, la siniestralidad³¹ promedio registrada históricamente (2010-2013) en el seguro vehicular ecuatoriano, ocupa el segundo lugar más alto, correspondiente al 57.10%, seguido por el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) con el 54.28%.

La Agencia Nacional de Tránsito (ANT) muestra un mapeo de siniestros registrados durante el primer semestre del 2013, de acuerdo a la Figura 3.

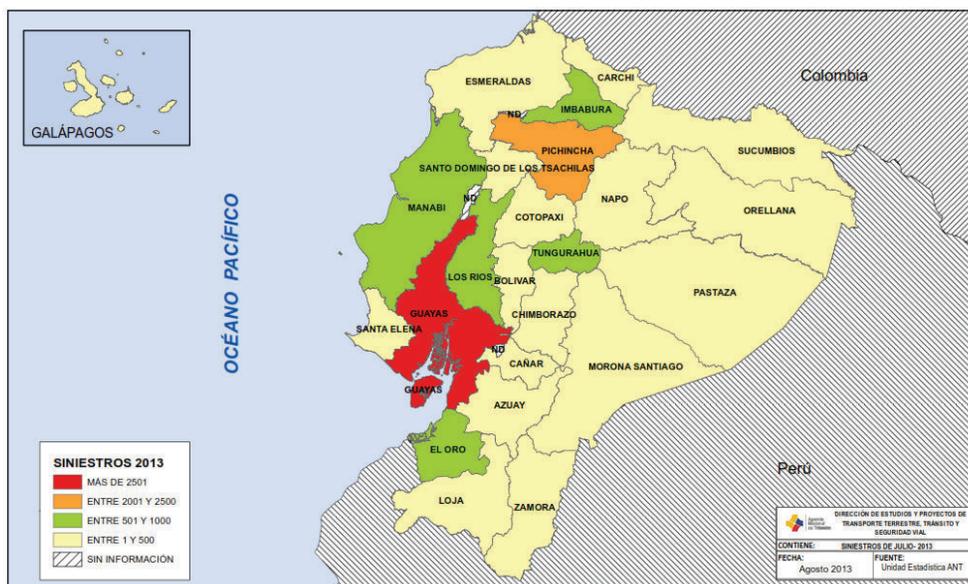


Figura 3 - Mapa de Siniestros
(Agencia Nacional de Tránsito, 2013)

En este mapa se puede observar el nivel de siniestralidad que existe en cada provincia de Ecuador, registrándose en primer lugar a la Provincia de Guayas, quien ha tenido más de 2.501 siniestros durante el primer semestre de 2013, seguido por la Provincia de Pichincha, que durante el mismo período, ha oscilado entre 2.001 y 2.500 siniestros; el resto de provincias registran menos de 1.000 siniestros.

³¹ Este factor resulta como cociente de los costos de siniestros para la prima neta retenida devengada.

2.2. TARIFICACIÓN Y PRIMAS DEL SECTOR ASEGURADOR DE VEHÍCULOS

La ocurrencia de eventos fortuitos dan origen a un pago incierto (indemnización) por parte de la Compañía Aseguradora, forzando a que el proceso de establecer el precio que debe pagar el tomador, es decir el valor de la prima, se calcule considerando aspectos técnicos, regulatorios, económicos, estadísticos, de los cuales es necesario considerar el tipo de seguro y los diferentes riesgos asociados a éstos. En el caso de los seguros de vehículos, la siniestralidad puede depender de la marca, sexo del conductor, la edad, entre otros factores, que han sido tomados en cuenta desde hace mucho tiempo atrás, para llevar a cabo el proceso de tarificación de seguros, en países vecinos como Colombia, México, Venezuela y Chile. Ecuador por su parte, para determinar el valor de la prima, toma como base valores referenciales de años anteriores del sistema asegurador y de sus entes productivos. (Castelo, 2006)

Por otra parte, la ciencia actuarial está en condiciones de ofrecer soluciones técnicas al problema de tarificación o cálculo de primas, justificables teóricamente y con alto grado de operatividad. De allí la importancia de llevar a cabo un análisis estadístico de la frecuencia y severidad del riesgo de siniestralidad y la probabilidad de que siga sucediendo con mayor o menor impacto, basándose en principios actuariales (Región Estadística - Seguros) como:

- *La estadística*, ciencia que tiene como objetivo reunir información cuantitativa y cualitativa referente a individuos, grupos, series de hechos, realiza el análisis de estos datos, entre ellos proporción u ocurrencia de éxitos y fracasos de un hecho o acontecimiento, y a partir de ellos deduce significados precisos o previsiones para el futuro.
- *La probabilidad*, ciencia que da una explicación matemática a aquellos resultados que aparecen en experiencias o acontecimientos en los que se involucra el azar.
- *La Ley de los Grandes Números*, la cual establece que a medida que el número de observaciones independientes de una población aumenta, la media de la muestra se acerca cada vez más a la media de la población, lo

cual permite desarrollar interpretaciones probabilísticas más precisas sobre las pérdidas de las aseguradoras o es más probable acertar que sucederá un siniestro determinado.

2.2.1. SISTEMA DE TARIFICACIÓN O CÁLCULO DE PRIMAS

El seguro de vehículos incorpora la cobertura de muchas contingencias dentro de la misma póliza, como son la pérdida total o parcial por daños materiales o robo del vehículo, daños materiales o personales hacia terceras personas ocasionadas por el vehículo asegurado, indemnización por muerte accidental y gastos médicos de los ocupantes, asistencia vehicular, vial, legal, entre otras; por este motivo, se debe implementar una adecuada metodología que permita reflejar los factores que pueden ser determinantes en el cálculo de la prima, para ello es preciso considerar lineamientos que existen para el sistema de tarificación (Eva Boj Del Val, 2005), el cual es un conjunto de principios técnicos en que se basa la elaboración de una tarifa, como sigue:

Tarificación a priori o class-rating (Por clases de riesgo)

El sistema de tarificación a priori permite asignar una prima a un riesgo que se incorpora a la cartera sin tener necesariamente experiencia sobre la siniestralidad del mismo. Únicamente es necesario conocer determinadas características para asignar una siniestralidad esperada y con ella una prima.

Para llevar a cabo este proceso, es necesario partir de cada póliza para una determinada cobertura en un período fijo, obteniendo el número de siniestros y sus correspondientes cuantías, así como una serie de factores iniciales de riesgo, características del objeto asegurado, características del asegurado, entre otras.

Como hipótesis de este proceso de tarificación se asume la equidistribución de las cuantías de los siniestros, la independencia entre dichas cuantías y la independencia entre el costo del siniestro y el número de siniestro. (Eva Boj Del Val, 2005)

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 (Castelo, 2006).

Tarificación a posteriori o experience-rating (Según experiencia conocida)

La tarificación a posteriori parte de una prima inicial para cada unidad de riesgo, individuo o grupo, que se va modificando en periodos sucesivos de acuerdo con la experiencia individual o colectiva para dar lugar a un mayor grado de equidad en las primas de los ejercicios posteriores, al compararla con la inicialmente cobrada, incorporando información evolutiva de los riesgos mediante un sistema de bonificaciones y penalizaciones de acuerdo con los resultados obtenidos.

Este proceso se aplica para realizar la actualización de tarifas mediante la incorporación de nueva información. La heterogeneidad de cada clase de riesgo quedará recogida por la siniestralidad que irá teniendo cada póliza en los años sucesivos. Su aplicación suele tomar como referencia el número de siniestros declarados en un período de un año, aunque existen estudios basados en las cuantías de los siniestros declarados. (Eva Boj del Val, 2006)

Un limitante para la aplicación de este método en Ecuador, es que no se cuenta con información estadística consolidada de varios años de siniestros, ya que la renovación de las pólizas de seguros en ciertos casos se realiza de manera automática con información no necesariamente actualizada, y en otros casos solo existe información de siniestros declarados en donde se hace efectivo el seguro, limitando de este modo obtener una base de datos con información sólida (siniestrados y no siniestrados) que permita aplicar este sistema y contribuya a la actualización del valor de la prima.

Por ello, este trabajo estará basado en el estudio de un sistema de tarificación a priori en el seguro vehicular, considerando que el conocimiento y cuantificación de los factores de riesgo³² de siniestralidad es un requisito absolutamente esencial para que el proceso de tarificación resulte satisfactorio. Cabe recalcar que tarificar correctamente este tipo de riesgos, permite garantizar que la cartera global del sector asegurador vehicular se mantenga dentro de los límites de suficiencia de prima aceptable, tanto para el asegurador como para el asegurado.

³² Factores de riesgo.- Son las posibles variables independientes o explicativas correlacionadas con la siniestralidad y que permiten explicarla y predecirla.

2.2.2. PRIMAS DEL SECTOR ASEGURADOR DE VEHÍCULOS

La finalidad de los seguros generales es reponer total o parcialmente la pérdida sufrida en el patrimonio del asegurado a causa de un siniestro. Para el ramo vehículos específicamente, la aseguradora se compromete a cubrir los riesgos que se señalan en la póliza en caso de un siniestro, para ello el asegurado se compromete a pagar un precio por esta protección, a lo que se le conoce como prima total.

La Ley General y Reglamento de Seguros Ecuatoriano establece que las tarifas de primas³³ deben considerar el costo del riesgo y el costo de operación, siempre bajo el régimen de libre competencia³⁴, y además deberán sujetarse a los siguientes principios³⁵:

1. Ser el resultado de la utilización de información estadística que cumpla exigencias de homogeneidad y representatividad; o,
2. Ser el resultado del respaldo de reaseguradores de reconocida solvencia técnica y financiera.

Con estos antecedentes, a continuación se muestra la cotización de un seguro vehicular anual a pagar (Anónimo, 2014) por un vehículo Chevrolet marca AVEO, año 2008, con un valor comercial de USD 9.890. En la Tabla 5, se encuentran once aseguradoras que representan el 44% del total de empresas que brindan seguros vehiculares:

Tabla 5 - Cotizaciones de un Seguro Vehicular

COMPAÑÍA ASEGURADORA	Responsabilidad civil	Accidentes personales	Gastos médicos	Límite territorial	Costo Anual
MAPFRE ATLAS	\$ 10.000,00	\$ 2.000,00	\$ 500,00	Ecuador	\$ 340,96
COOPSEGUROS S.A.	\$ 20.000,00	\$ 8.000,00	\$ 3.000,00	Pacto Andino	\$ 381,28
LATINA SEGUROS	\$ 25.000,00	\$ 6.000,00	\$ 2.500,00	Colombia y Perú (200km)	\$ 404,32

³³ Reglamento General a la Ley General de Seguros. Capítulo Octavo.- De las Pólizas y Tarifas. Artículo 53.

³⁴ Reglamento General a la Ley General de Seguros. Capítulo Octavo.- De las Pólizas y Tarifas. Artículo 47.

³⁵ Ley General de Seguros. Capítulo III.- De las Pólizas y Tarifas. Artículo 25.

COMPAÑÍA ASEGURADORA	Responsabilidad civil	Accidentes personales	Gastos médicos	Límite territorial	Costo Anual
CONDOR	\$ 20.000,00	\$ 6.000,00	\$ 3.000,00	Pacto Andino	\$ 415,84
ECUATORIANO SUIZA	\$ 20.000,00	\$ 5.000,00	\$ 3.000,00	Ecuador, Colombia, Perú	\$ 416,37
ASEGURADORA DEL SUR	\$ 20.000,00	\$ 5.000,00	\$ 2.500,00	Ecuador	\$ 427,36
SEGUROS CONSTITUCIÓN	\$ 25.000,00	\$ 5.000,00	\$ 2.500,00	Ecuador	\$ 427,36
MAPFRE ATLAS	\$ 15.000,00	\$ 3.000,00	\$ 1.000,00	Ecuador, Colombia, Perú	\$ 450,40
HISPANA SEGUROS	\$ 20.000,00	\$ 5.000,00	\$ 3.000,00	Ecuador	\$ 456,15
GENERALI SEGUROS	\$ 20.000,00	\$ 5.000,00	\$ 2.000,00	Ecuador	\$ 461,91
MAPFRE ATLAS	\$ 25.000,00	\$ 5.000,00	\$ 3.000,00	Ecuador, Colombia, Perú	\$ 461,93
LATINA SEGUROS	\$ 15.000,00	\$ 4.000,00	\$ 750,00	Ecuador + (Colombia + Perú hasta 200km a partir de la frontera)	\$ 473,56
SEGUROS EQUINOCCIAL	\$ 15.000,00	\$ 5.000,00	\$ 2.500,00	Pacto Andino	\$ 577,11
SEGUROS ORIENTE	\$ 25.000,00	\$ 5.000,00	\$ 2.000,00	Ecuador, Colombia, Perú	\$ 786,71

Fuente: seguros.com.ec

Elaboración: Autora

Como se muestra en esta tabla, el valor anual del seguro varía en relación directa a la cobertura por responsabilidad civil, accidentes personales, gastos médicos e incluso el límite territorial.

CAPÍTULO 3

3.1. MODELO LINEAL GENERALIZADO

Para poder entender las ventajas de los modelos lineales generalizados, es necesario mencionar los supuestos en los cuales se basan los modelos lineales, a través del importante teorema de Gauss-Markov, el cual bajo los siguientes supuestos justifica el uso del método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) como los mejores estimadores lineales insesgados (MELI) (Wooldridge, 2011).

Supuestos de Gauss Markov:

1. Lineal en los parámetros

El modelo poblacional puede escribirse como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + u$$

Donde $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ son los parámetros (constantes) desconocidos de interés y u es un error aleatorio no observable o término de perturbación

Este supuesto describe la relación poblacional que se espera estimar y explícitamente establecer a las β_j – los efectos poblacionales *ceteris paribus* de x_j sobre y – como los parámetros de interés (Wooldridge, 2011).

2. Muestreo aleatorio

Se tiene una muestra aleatoria de n observaciones, $\{(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}, y_i) : i = 1, \dots, n\}$, que satisface el modelo poblacional del supuesto anterior.

Esto significa que se tienen datos que pueden emplearse para estimar las β_j , y que estos datos han sido elegidos de manera que sean representativos de la población descrita en el primer supuesto (Wooldridge, 2011).

3. Colinealidad no perfecta

En la muestra (y por tanto en la población), ninguna de las variables independientes es constante y no hay una relación lineal constante entre las variables independientes.

Una vez que se tiene una muestra de datos, se necesita saber que éstos pueden emplearse para calcular las estimaciones del MCO, las β_j . El papel de este supuesto es, si en cada variable independiente hay variaciones muestrales y no existe una relación lineal exacta entre las variables independientes, las β_j pueden calcularse (Wooldridge, 2011).

4. Media condicional cero

Para cualesquiera valores de las variables explicativas, el error u tiene un valor esperado de cero. En otras palabras, $E(u|x_1, x_2, \dots, x_k)=0$.

Todos los supuestos anteriores se emplean para demostrar el insesgamiento. Suponer que los efectos no observables no están, en promedio, relacionados con las variables explicativas es clave para obtener la primera propiedad estadística de cada estimador de MCO: cada estimador es insesgado respecto al parámetro poblacional correspondiente (Wooldridge, 2011).

5. Homocedasticidad

Para cualesquiera valores de las variables explicativas, el error u tiene la misma varianza. En otras palabras, $\text{Var}(u|x_1, x_2, \dots, x_k)=\sigma^2$.

El supuesto de homocedasticidad, en comparación con el anterior, tiene importancia secundaria; en particular este supuesto no tiene relación con el insesgamiento de las $\hat{\beta}_j$. Sin embargo la homocedasticidad tiene dos consecuencias importantes:

- 1) Permite obtener fórmulas para la varianza de muestreo cuyos componentes son fáciles de caracterizar
- 2) Bajo los supuestos de Gauss-Markov (del uno al cinco) puede concluirse que los estimadores MCO son los que tienen menor varianza entre *todos* los estimadores lineales insesgados.

6. Normalidad

El error poblacional u es independiente de las variables explicativas x_1, x_2, \dots, x_k , y está distribuido normalmente siendo su media cero y su varianza σ^2 : $u \sim \text{Normal}(0, \sigma^2)$

Este supuesto puede omitirse si se tiene un tamaño de muestra razonablemente grande (Wooldridge, 2011).

Una vez descritos los principales supuestos de Gauss-Markov, se puede indicar que los modelos lineales generalizados son una extensión de los modelos lineales, que permiten utilizar distribuciones no normales de los errores y varianzas no constantes. La variable respuesta puede ser un conteo de casos, expresados como proporciones o una respuesta binaria.

Los modelos lineales generalizados fueron formulados por John Nelder y Robert Wedderburn (1972), como una manera de unificar varios modelos estadísticos, los cuales incluyen la regresión lineal, regresión logística y regresión de Poisson, bajo un solo marco teórico (McCullagh & Nelder, 1989). Estos modelos permiten calcular el valor esperado de una variable respuesta dado un conjunto de variables explicativas, considerando sus interacciones; es decir, el efecto que una variable varíe de acuerdo con los niveles de otra variable.

Además, estos modelos tienen tres componentes (López de Castilla Vásquez, 2014):

1. Componente aleatorio.- identifica la variable respuesta y su distribución de probabilidad.
2. Componente sistemático.- identifica las variables explicativas usadas en una función predictor lineal.
3. Función de enlace.- se encarga de linealizar la relación entre la variable respuesta y las variables independientes mediante la transformación de la variable respuesta.

A continuación se muestra, en la Tabla 6, las funciones de enlace o vínculo más utilizadas:

Tabla 6 – Función de enlace del modelo lineal generalizado

Función de enlace	Fórmula	Uso
Identidad	U	Datos continuos con errores normales (regresión y ANOVA)
Logarítmica	$Log(u)$	Conteos con errores de tipo Poisson

Función de enlace	Fórmula	Uso
Logit	$\text{Log}(u/n-u)$	Proporciones (datos entre 0 y 1) con errores binomiales
Recíproca	$1/u$	Datos continuos con errores gamma
Raíz cuadrada	$u^{(1/n)}$	Conteos
Exponencial	u^n	Funciones de potencia

Fuente: (Moreno, 2004)
 Elaboración: Autora

Para este proyecto, en consideración del fenómeno a estudiar, la siniestralidad de los asegurados, se tomará la función de vínculo Logit, de la cual se amplía sus fundamentos teóricos, tomando como base la familia a la cual pertenece.

3.2. MODELO DE ELECCIÓN DISCRETA

Los procesos de tarificación incorporan criterios técnicos así como un esfuerzo permanente por definir criterios de segmentación³⁶ y selección de riesgos. Los principios técnicos en que se basa la tarificación consisten en un proceso que debe solucionar las siguientes etapas (Eva Boj Del Val, 2005):

- 1) La selección de variables, obtención de los grupos, inclusión de gastos, y el tratamiento adecuado de los riesgos.
- 2) El cálculo de un nivel adecuado de prima para cada grupo de tarifa.
- 3) La implementación de la prima al mercado competitivo, es decir la prima comercial.

Para llevar a cabo la primera fase dentro del proceso de tarificación, una vez recopilados los datos, el paso básico por un lado es la selección de las variables de tarifa que influyen en el número de siniestros, FRECUENCIA y, por otro, la selección de las variables de tarifa que influyen en la cuantía de un siniestro, SEVERIDAD. El conjunto de factores de riesgo que explican ambas variables pueden o no coincidir. Su selección, hasta la formación de los grupos de tarifa, se realiza mediante métodos estadísticos de análisis multivariante. Para ello se

³⁶ Segmentación.- Es el resultado de definir, identificar, clasificar y analizar adecuadamente los grupos de sus clientes, en función de sus características y criterios de riesgos adoptados

precisa hacer el estudio de los factores potenciales de riesgo de siniestralidad (Eva Boj Del Val, 2005).

Es así, que las técnicas del Análisis Estadístico Multivariante permiten organizar procesos de selección teniendo en cuenta modelos de variable dependiente limitada.

Los modelos de elección discreta resultan los más apropiados cuando el objetivo no es predecir el comportamiento medio de un agregado, sino analizar los factores determinantes de la probabilidad de que un individuo elija un curso de acción dentro de un conjunto, generalmente finito, con varias posibles opciones (Cabrer Borrás, Sancho Pérez, & Serrano Domingo, 2001).

Además, estos modelos permiten la modelización de variables cualitativas, a través del uso de técnicas propias de las variables discretas, las cuales están formadas por un número finito de alternativas que miden cualidades (Medina, 2003).

En general, según el número de alternativas incluidas en la variable endógena, se distinguen los modelos de respuesta dicotómica frente a los denominados modelos de respuesta o elección múltiple. Según la función utilizada para la estimación de la probabilidad existe el modelo de probabilidad lineal truncado, el modelo logit y el modelo probit. Según las alternativas de la variable endógena, sean excluyentes o incorporen información ordinal se distingue entre los modelos con datos no ordenados y los modelos con datos ordenados. Dentro de los primeros, según los regresores, si hacen referencia a aspectos específicos de la muestra o de las alternativas entre las que se ha de elegir; se distingue entre los modelos multinomiales y los condicionales (Medina, 2003).

Tomando en cuenta todos los elementos que influyen en el proceso de especificación de los modelos de elección discreta, se puede establecer una clasificación general de los mismos, según lo describe la Tabla 7:

Tabla 7 – Clasificación de los modelos de elección discreta

Número de alternativas	Tipo de alternativas	Tipo de función	El regresor se refiere a	
			Características (de los individuos)	Atributos (de las alternativas)
Modelos de respuesta dicotómica (dos alternativas)	Complementarias	Lineal	Modelo de Probabilidad Lineal Truncado	
		Logística	Modelo Logit	
		Normal tipificada	Modelo Probit	
Modelos de respuesta múltiple (más de dos alternativas)	No ordenadas	Logística	Logit Multinomial	Logit Condicional
		Normal tipificada	Probit Multinomial Probit Multivariante	Probit Condicional Probit Multivariante
	Ordenadas	Logística	Logit Ordenado	
		Normal tipificada	Probit Ordenado	

Fuente: (Medina, 2003)
Elaboración: Autora

3.2.1 MODELO LOGÍSTICO

Se considerará el modelo logit binomial, para cumplir con el objetivo a priori, determinar los factores de riesgo de siniestralidad del sector de seguros vehicular.

Dado que el uso de una función de distribución garantiza que el resultado de la estimación esté acotado entre 0 y 1 (lo cual se asocia al proceso de decisión), el modelo Logit utiliza la función de distribución logística, por lo que la especificación de este tipo de modelos queda como sigue (Cabrer Borrás, Sancho Pérez, & Serrano Domingo, 2001):

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki})}} + \mu_i$$

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-X_i \beta}} + \mu_i$$

$$Y_i = \frac{e^{X_i \beta}}{1 + e^{X_i \beta}} + \mu_i = \Lambda(X_i \beta) + \mu_i \quad (1)$$

Donde,

- Λ hace referencia a la función de distribución logística.

- μ_i es una variable aleatoria que se distribuye normal $N(0, \sigma^2)$.
- Las variables o características X_i son fijas en el muestreo.
- La variable dependiente Y_i puede tomar los valores cero o la unidad.

La función logística (1) es una función de distribución de probabilidades, en consecuencia toma valores entre 0 y 1; tiene la forma de S como se muestra en la Figura 4:

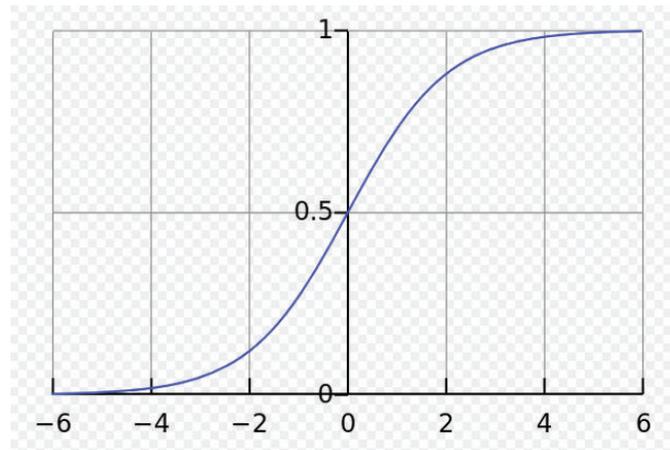


Figura 4 – Función Logística
(Revista Ciencias, 2003)

En cuanto a la interpretación del modelo Logit se puede efectuar a partir del siguiente hecho:

La utilidad o beneficio de escoger la opción 1, se le asigna la probabilidad P_i , mientras que la utilidad de elegir la opción 0, le corresponde la probabilidad de $(1 - P_i)$. En términos probabilísticos se tiene que el valor esperado de elegir la opción 1 se cuantifica a través de la siguiente probabilidad:

$$Prob(Y_i = 1/X_i) = \Lambda(X_i\beta) = \frac{1}{1 + e^{-X_i\beta}} = \frac{e^{X_i\beta}}{1 + e^{X_i\beta}} = P_i \quad (2)$$

Mientras que el valor esperado de elegir la opción 0 se cuantifica a través de la unidad menos la probabilidad de elegir la opción 1, es decir:

$$Prob(Y_i = 0/X_i) = 1 - \Lambda(X_i\beta) = 1 - \frac{1}{1 + e^{-X_i\beta}} = \frac{1}{1 + e^{X_i\beta}} = 1 - P_i \quad (3)$$

El modelo estimado proporciona la cuantificación de la probabilidad de elegir la opción uno, cuya expresión es:

$$\hat{Y}_i = \hat{P}_i = \Lambda(X_i\hat{\beta}) \quad (4)$$

En general, al suponer una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de ocurrencia, los coeficientes estimados de los modelos Logit no cuantifican directamente el incremento en la probabilidad dado el aumento unitario en la correspondiente variable independiente. La magnitud de la variación en la probabilidad depende del nivel original de ésta, y por tanto, de los valores iniciales de todos y cada uno de los regresores y de sus coeficientes (Novales Cinca, 1993).

Una interpretación más sencilla del parámetro estimado es la que se obtiene a través de la linealización del modelo.

Al estimar la razón de probabilidad, la cual se expresa como la probabilidad de que el evento y ocurra sobre la probabilidad de que éste no ocurra, se tendrá la expresión (Cabrer Borrás, Sancho Pérez, & Serrano Domingo, 2001):

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = e^{X_i\beta} \quad (5)$$

Al aplicar logaritmo a ambos lados de la expresión anterior se tiene:

$$\ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \ln(e^{X_i\beta})$$

$$L = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = X_i\hat{\beta} \quad (6)$$

Como resultado, el logaritmo de la razón de probabilidades o logit (L) es una función lineal de los parámetros β y de las variables independientes X , sin embargo la probabilidad no está relacionada linealmente con las variables X .

Si L, el logit, es positivo, significa que cuando se incrementa el valor de la(s) regresora(s), aumentan las posibilidades de que la regresada sea igual a 1 (lo cual indica que sucederá algo de interés). Si L es negativo, las posibilidades de que la regresada iguale a 1 disminuyen conforme se incrementa el valor de X .

Si bien los valores de la variable endógena están acotados en el rango 0-1, son valores continuos, por lo que el método utilizado para la estimación de los parámetros del modelo será el método de Máxima Verosimilitud, tomando en cuenta que la naturaleza dicotómica de la variable dependiente en este tipo de modelos impide la utilización de los métodos tradicionales, al no poderse calcular la inversa de la varianza utilizada como ponderación del modelo (Medina, 2003). Los estimadores Máximo Verosímiles son aquellos valores para los cuales la función de densidad conjunta (o función de verosimilitud) alcanza un máximo; es decir, aquellos valores de los parámetros que generarían con mayor probabilidad la muestra observada.

La función de probabilidad conjunta, partiendo de dos supuestos (Cabrer Borrás, Sancho Pérez, & Serrano Domingo, 2001), como son el tamaño de la muestra finita, l ($i=1,2,\dots,l$), y la hipótesis de independencia entre los distintos individuos, se expresa de la siguiente manera:

$$Prob(Y_1 Y_2 \dots Y_i \dots Y_l) = Prob(Y_1) Prob(Y_2) \dots Prob(Y_i) \dots Prob(Y_l) = \prod_{i=1}^l Prob(Y_i) \quad (7)$$

Tomando en consideración que el número de veces que se repite $Prob(Y_i=1)$ es $\sum_{i=1}^l Y_i$, mientras que el número de veces que se repite $Prob(Y_i=0)$ es $\sum_{i=1}^l (1 - Y_i)$, siendo $Prob(Y_i=1)=P_i$ y $Prob(Y_i=0)=1-P_i$, respectivamente, la función de probabilidad conjunta se puede definir como:

$$Prob(Y_1 Y_2 \dots Y_i \dots Y_l) = \prod_{i=1}^l P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1-Y_i} \quad (8)$$

Y a partir de ella se puede obtener la función de verosimilitud que se define como:

$$L = \prod_{i=1}^I P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1 - Y_i} = P_i^{\sum_1^I Y_i} (1 - P_i)^{\sum_{i+1}^I (1 - Y_i)} \quad (9)$$

Mientras que el logaritmo de la función de verosimilitud para el modelo Logit se convierte en:

$$\zeta = \ln L = \sum Y_i \ln \Lambda(X_i \beta) + \sum (1 - Y_i) \ln [1 - \Lambda(X_i \beta)] \quad (10)$$

El método de estimación de máxima verosimilitud elige el estimador del parámetro que maximiza la función de verosimilitud $\zeta = \ln L$, por lo que el procedimiento a seguir será calcular las derivadas de primer orden de esta función con respecto a los parámetros que queremos estimar, igualarlas a 0 y resolver el sistema de ecuaciones resultante.

3.2.2 MÉTODOS DE INTRODUCCIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES

Cuando se dispone de un conjunto de regresores, no todos ellos tienen la misma importancia, incluso se puede tener un modelo mal especificado por inclusión de regresores innecesarios; es posible mejorar el modelo y, seguramente, las predicciones, al extraer un subconjunto adecuado de regresores.

La selección del modelo estará influenciada por lo siguiente (Castro, 2011):

- El principio de parsimonia: un modelo se debe conservar tan simple como sea posible, siempre que corresponda a los objetivos de la investigación. También se deben tener presentes los costos y la practicidad. Por ejemplo, la observación de una variable puede ser más costosa que la observación de otra.
- La teoría sobre la cual se sustenta el modelo debe guiar qué variables deben permanecer en él. Si la teoría dice que una variable Y depende de un regresor X_j , éste debe permanecer en el modelo aún si la razón de su respectivo coeficiente es pequeña.

- Por criterio de calidad. El modelo se seleccionará en base a la minimización o maximización de algún estadístico como: R^2 , la varianza residual, etcétera.

Existen diferentes métodos de introducir variables independientes (X) en el modelo logístico, siendo los métodos paso a paso (stepwise) los que están más ampliamente recomendados en los estudios predictivos.

Estos métodos consisten en calcular los valores de los coeficientes, según van cambiando una a una las variables independientes. Estos cambios de las variables del modelo paso a paso, y la evaluación del ajuste que ésta conlleva, se puede realizar de dos formas:

1. Método forward o “hacia delante”

Primero se introduce la constante y luego, se van añadiendo de una en una, las diferentes variables independientes, del total de las variables que se escogen para el análisis multivariante. El criterio de selección de la variable independiente en cada paso, depende del cambio global que produzca en el ajuste del modelo, la introducción de cada una de esas variables. Este cambio se mide, en función de que la introducción de una variable represente un cambio significativo en el ajuste, con respecto al anterior modelo sin esa variable. La inclusión siempre se realizará por orden decreciente de significación estadística, hasta que ninguna de las variables restantes aporte cambios estadísticamente significativos al modelo (Vega, 2008).

2. Método backward o “hacia atrás”

En primer lugar se introducen todas las variables en el modelo, para posteriormente, ir eliminando en cada paso la variable que menos contribuye al ajuste del mismo, al comprobar que su permanencia en el modelo no aporta ninguna diferencia estadísticamente significativa, con respecto al modelo sin dicha variable (Vega, 2008).

En ambos métodos, cada vez que se va incluyendo o excluyendo una variable, se van modificando los distintos coeficientes de las demás variables que

permanecen, hasta conseguir aquellos, con los que se ajusta mejor el modelo a los datos de la muestra.

3.2.3 CONTRASTES Y VALIDACIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO

La etapa de contrastación y validación del modelo estimado por máxima verosimilitud se lleva a cabo aplicando los estadísticos específicos que se describen a continuación (Bernardi Cabrer Borrás, 2001):

Significatividad estadística de los parámetros estimados

La función de distribución que sigue el estimador del parámetro β es aproximadamente:

$$N\left(\beta, \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})}\right)$$

En tal situación, se puede construir un intervalo de confianza del parámetro estimado, para testear si dicho valor es significativamente distinto de cero de forma individual. Las hipótesis a contrastar son las siguientes:

$$H_0: \beta=0 \text{ El parámetro es igual a cero}$$

$$H_1: \beta \neq 0 \text{ El parámetro es distinto cero}$$

El intervalo de confianza proporciona un rango de posibles valores para el parámetro, por lo que si el valor estimado no pertenece a dicho intervalo, se deberá rechazar la hipótesis nula. El intervalo quedaría definido como:

$$\hat{\beta} - z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})} \leq \beta \leq \hat{\beta} + z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})}$$

Donde α es la probabilidad de que el verdadero valor del parámetro β se halle fuera del intervalo, y z es el valor tabular de la distribución $N(0;1)$ que deja a su derecha una probabilidad igual a $\alpha/2$.

A partir de la expresión anterior se puede fijar un rechazo a la hipótesis nula cuando:

$$\left| \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})}} \right| \geq z_{\alpha/2} \quad (11)$$

Uno de los métodos para probar hipótesis con los que se manejan modelos de regresión lineales o no lineales es el conocido test de Wald³⁷.

El mencionado test permite comprobar la significancia conjunta de todos los parámetros del modelo. Siendo la hipótesis nula, que todos los coeficientes son nulos:

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0 \quad (12)$$

Medidas de bondad de ajuste

Una vez estimado el modelo, se debe verificar la adecuación entre el modelo estimado y el modelo teórico propuesto.

Dado que las pruebas tradicionales de bondad de ajuste, tales como R^2 , no son válidas en los modelos en los que la variable endógena toma exclusivamente los valores uno o cero, se proponen medidas alternativas que midan la bondad del ajuste del modelo a los datos (Bernardi Cabrer Borrás, 2001).

A continuación se describen los contrastes más utilizados en la literatura econométrica para medir la bondad de ajuste en un modelo Logit:

Índice de cociente de verosimilitudes:

La función de verosimilitud puede también utilizarse para obtener un estadístico, que tiene cierta semejanza con el coeficiente de determinación calculado en la estimación lineal. Este estadístico compara el valor de la función de verosimilitud de dos modelos, el uno corresponde al modelo estimado que incluye todas las variables explicativas (modelo completo) y el otro sería el modelo cuya única variable explicativa es la constante (modelo restringido). El estadístico, también conocido como R^2 de McFadden ya que fue propuesto por McFadden en 1974, se define como:

$$RV = ICV = 1 - \frac{\log L}{\log L(0)} \quad (13)$$

³⁷ Asintóticamente (en muestras grandes) las pruebas de verosimilitud, de Wald y del multiplicador de Lagrange son equivalentes en cuanto a que la estadística de prueba asociada a cada prueba sigue la distribución ji-cuadrada.

Donde L es el valor de la función de verosimilitud del modelo completo (el estimado con todas las variables explicativas) y $L(0)$ es el valor correspondiente del modelo restringido (el que incluye únicamente en la estimación el término constante).

El ratio calculado tendrá valores comprendidos entre 0 y 1 de forma que valores próximos a 0 se obtendrán cuando $L(0)$ sea muy parecido a L , cuando las variables incluidas en el modelo son poco significativas, es decir, la estimación de los parámetros no mejora el error. En este caso la capacidad explicativa del modelo será muy reducida. Por otro lado, cuanto más se aproxima el ratio de verosimilitud calculado a 1, mejor será la capacidad explicativa del modelo (Medina, 2003).

Unidad medida del error: el estadístico c^2 de Pearson:

Para medir la bondad de ajuste también se utilizan medidas del error que cuantifican la diferencia entre el valor observado y el valor estimado. En concreto, para contrastar la hipótesis nula:

$$H_0: Y_i = \hat{Y}_i ; \text{ lo que equivale a } H_0: Y_i - \hat{Y}_i = u_i = 0$$

Se construye un estadístico que recoge los residuos estandarizados o de Pearson del modelo Logit, que se define con la diferencia entre el valor observado de la variable respuesta y el estimado, dividido para la estimación de la desviación típica, ya que la esperanza es nula. A través del contraste de multiplicadores de Lagrange, se puede calcular el estadístico, que se define como:

$$c^2 = \sum_{i=1}^n u_i^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\hat{Y}_i(1 - \hat{Y}_i)} \tag{14}$$

Este estadístico es similar a la suma de cuadrados de los residuos del modelo de regresión convencional. El ajuste del modelo será mejor cuanto más cerca esté del valor del estadístico de cero. Para saber a partir de qué valor puede considerarse el ajuste como aceptable es necesario conocer la distribución del estadístico. Este estadístico, bajo la hipótesis nula, se distribuye como una chi-cuadrado con $(n-k)$ grados de libertad, por lo que su valor se compara con el valor

teórico de las tablas de la chi-cuadrado para contrastar con la hipótesis nula. Si el valor calculado es superior al valor teórico se rechaza la hipótesis nula lo que equivale a decir que el término error es significativamente distinto de cero, es decir, se trataría de un mal ajuste (Medina, 2003).

Prueba de Hosmer-Lemeshow

Otra medida global de la exactitud predictiva, no basada en el valor de la función de verosimilitud sino en la predicción real de la variable dependiente, es el contraste de clasificación diseñado por Davir W. Jr. Hosmer y Stanley Lemeshow en 1989. Dicho contraste consiste en realizar comparaciones entre el valor estimado y el valor observado por grupos. Para ello las observaciones se dividen en J grupos (generalmente 10) aproximadamente iguales, dividiendo el recorrido de la probabilidad en deciles de riesgo (esto es probabilidad de ocurrencia del fenómeno). Cada uno de los grupos contiene n_j observaciones, y en cada uno de los J grupos se define:

- Y_j como la suma de los valores 1 en cada uno de los grupos ($Y_j = \sum Y_j$)
- \bar{P}_j como la media de los valores predichos en cada grupo ($\bar{P}_j = \sum \frac{\hat{P}_i}{n_j}$)

A partir de esta información se puede construir una tabla de contingencia a través de la que se compara tanto la distribución de ocurrencia, como la de no ocurrencia prevista por la ecuación y los valores realmente observados. El contraste se realiza comparando las frecuencias observadas y esperadas a través del cálculo estadístico:

$$HL = \sum_{j=1}^J \frac{(Y_j - n_j \bar{P}_j)^2}{n_j \bar{P}_j (1 - \bar{P}_j)} \quad (15)$$

Hosmer y Lemeshow demuestran que cuando el modelo es correcto el estadístico HL sigue una distribución chi-cuadrado con J-2 grados de libertad, por lo que valores inferiores del estadístico calculado respecto al teórico indicarán un buen ajuste del modelo.

El uso correcto de este contraste requiere un tamaño de muestra adecuado para asegurar que cada grupo cuenta al menos con cinco observaciones. Además el estadístico chi-cuadrado es sensible al tamaño muestral, permitiendo que esta medida encuentre diferencia estadísticamente muy pequeñas cuando el tamaño muestral crece.

Porcentaje de aciertos estimados en el modelo:

Otra manera de determinar la bondad de un modelo Logit es predecir con el modelo los valores de la variable endógena Y_i de tal manera que $Y_i = 1$ si $\hat{Y}_i > c$, o, $Y_i = 0$ si $\hat{Y}_i < c$. Generalmente el valor que se asigna a c para determinar si el valor de la predicción es igual a 1 o 0 es de 0,5. Sin embargo, la elección del umbral igual a 0,5 no siempre es la mejor alternativa. En el caso en que la muestra presente desequilibrios entre el número de unos y el de ceros, el umbral 0,5 puede no predecir. El modo de resolver este problema es tomar un umbral más pequeño³⁸.

Una vez seleccionado el umbral, y dado que los valores reales de Y_i son conocidos, se debe conocer el porcentaje de aciertos para decir si la bondad de ajuste es elevada o no. A partir de este recuento se puede construir la Tabla 8:

Tabla 8 – Cuadro de Clasificación de Aciertos

		Valor real del regresando Y_i		
		$Y_i = 1$	$Y_i = 0$	
Predicción de \hat{Y}_i	$\hat{Y}_i > c$	a	b	a + b
	$\hat{Y}_i < c$	c	d	c + d
		a + c	b + d	

Fuente: (Vega, 2008)
Elaboración: Autora

Analizando el cuadro de clasificación se comprueba que las frecuencias dispuestas en la diagonal principal corresponden a las predicciones correctas,

³⁸ El valor que debe tomar el umbral depende de la distribución de datos en la muestra y de la importancia relativa de cada tipo de error.

mientras que las frecuencias fuera de la diagonal son las que no se adecuan al modelo, logrando obtener los diferentes índices de la Tabla 9:

Tabla 9 - Índices para medir la bondad de ajuste

Índice	Definición	Expresión
Tasa de aciertos	Cociente entre las predicciones correctas y el total de predicciones	$\frac{a + d}{a + b + c + d}$
Tasa de errores	Cociente entre las predicciones incorrectas y el total de predicciones	$\frac{c + b}{a + b + c + d}$
Sensibilidad	Razón entre los valores 1 correctos y el total de valores 1 observados	$\frac{a}{a + c}$
Especificidad	Proporción entre la frecuencia de valores 0 correctos y el total de valores 0 observados	$\frac{d}{b + d}$
Tasa de falsos ceros	Proporción entre la frecuencia de valores 0 incorrectos y el total de valores 0 observados	$\frac{b}{b + d}$
Tasa de falsos unos	Razón entre los valores 1 incorrectos y el total de valores 1 observados	$\frac{c}{a + c}$

Fuente: (Medina, 2003)
Elaboración: Autora

A continuación se definen los distintos conceptos que sirven para valorar la eficacia de la capacidad predictiva del modelo (Vega, 2008), tomando en cuenta la nomenclatura de la Tabla 9:

- La **sensibilidad** del modelo se representa por aquel porcentaje de asegurados que, habiendo presentado el evento (siniestrado), se han clasificados por el modelo como siniestrados. Esta proporción indica lo bueno que es el modelo para identificar a los asegurados que van a sufrir el siniestro.

$$Sensibilidad = \frac{a}{a + c} \quad (16)$$

- La **especificidad** del modelo es aquella proporción de asegurados que, sin haber presentado el evento (no siniestrado), son clasificados por el modelo

como 'no siniestrados'. Indica hasta qué punto el modelo es bueno para identificar a los individuos que no van a sufrir el siniestro.

$$\text{Especificidad} = \frac{d}{b + d} \quad (17)$$

3.2.4 CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO LOGÍSTICO

Las herramientas con las que se cuenta para estudiar la seguridad predictiva son fundamentalmente dos (Vega, 2008):

1. La fiabilidad, se refiere a la concordancia entre la predicción y la realidad. Es decir, el porcentaje de asegurados que está bien clasificados.
2. El poder discriminante, es la propiedad por la cual el modelo es capaz de discernir entre los asegurados que van a presentar un evento de estudio, frente a aquellos que no lo presentarán.

La primera se puede estimar como el ratio de aciertos, ya que existen muchas maneras de subdividir a los asegurados en distintos grupos con similar porcentaje de bien clasificados, y la segunda en los modelos en los que la variable dependiente es dicotómica, se utiliza la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) (Sociedad Española e Bioquímica Clínica y Patología Molecular, SEQC, 1995).

El análisis de la curva ROC es la técnica de preferencia que permite evaluar la capacidad de discriminación de una prueba diagnóstica entre estados alternativos (siniestrado o no siniestrado) (Armesto, 2011).

Las curvas ROC son gráficos en los cuales se presenta la sensibilidad en función de los falsos positivos (1-especificidad) de la prueba diagnóstica, donde cada punto de la curva representa un par Sensibilidad/(1-especificidad) correspondiente a un nivel de decisión determinado.

El gráfico que se va generando es una curva escalonada, de modo que cuando se obtiene un verdadero positivo la curva se desplazará verticalmente y en caso que se obtengan falsos positivos la curva se desplazará horizontalmente.

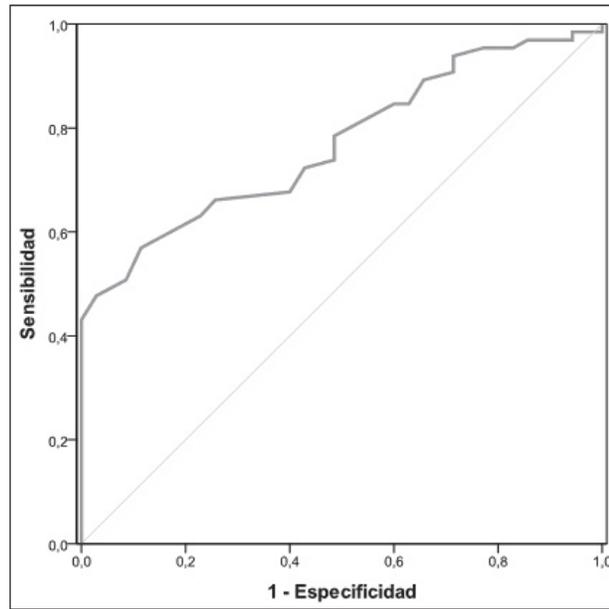


Figura 5 – Curva ROC
(Revista Electrónica de Biomedicina, 2011)

En este caso, como se muestra en la Figura 5, se representa la sensibilidad frente a $(1-\text{especificidad}) \times 100\%$, en donde se puede apreciar cuanto más próxima está la curva al borde superior izquierdo mayor precisión discriminatoria tendrá la prueba y en caso que la curva esté más próxima a la diagonal de 45° la capacidad de discriminación de la prueba será baja o prácticamente nula.

Área bajo la curva

El índice de precisión global de la prueba de diagnóstico viene dado por el valor del área bajo la curva este, este valor está comprendido entre 0.5 (azar) y 1 (perfecta discriminación).

La clasificación de la exactitud de dicha prueba es baja si el valor del área está comprendido entre 0.5 y 0.7; si está comprendida entre 0.7 y 0.9 la exactitud es regular-alta (dependiendo del caso de estudio) y si es superior a 0.9 la exactitud de la prueba es alta (Swets, 1988).

La aplicación de este modelo se realizará en el capítulo 4, y servirá para determinar los factores de siniestralidad que aportan a la ocurrencia del evento, y a partir de ello, se aplicará una metodología adicional, tomando como referencia

los resultados a priori, para determinar tanto la frecuencia como la severidad, y alcanzar el valor de la prima pura o de siniestralidad a pagar por el asegurado.

3.2.5 INTERPRETACIONES DEL MODELO LOGÍSTICO

Una vez que se ha obtenido el modelo logístico, se debe interpretar los resultados:

- Probabilidad de éxito del evento

Se tiene que recurrir a una transformación para convertir el modelo logit en un modelo lineal, por ello la estimación de la probabilidad de éxito de un evento (predicción de la variable de resultado) no se observa directamente. El producto de los coeficientes por el vector de características βx_i se denomina logit de probabilidades y para obtener la probabilidad de que un individuo se siniestre, dada ciertas características, se hace la siguiente transformación (Sociedad Española e Bioquímica Clínica y Patología Molecular, SEQC, 1995):

$$Prob(Y_i = 1|X_i) = \frac{e^{x_i\beta}}{1 + e^{x_i\beta}} \quad (18)$$

- Razón de probabilidades (Odds ratio)

Para una correcta interpretación de los resultados de modelo logit se cuenta con la razón de probabilidad, la cual se expresa como la probabilidad de que un evento ocurra sobre la probabilidad de que éste no ocurra (Soler, Pardillo, & Jurado, 2008). Y se estima como:

$$Odds\ ratio = \frac{Prob(Y_i = 1|X_i)}{1 - Prob(Y_i = 1|X_i)} \quad (19)$$

Este cociente varía desde cero hasta el infinito positivo, y su interpretación se realiza en función de si el valor es igual, menor o superior a la unidad.

En caso de ser mayor a la unidad, significaría que, para este caso de estudio, la probabilidad de siniestrarse es mayor a la probabilidad de no

hacerlo; si el cociente resulta menor a la unidad, quiere decir que la probabilidad que tiene el asegurado de siniestrarse es menor que la probabilidad que no lo haga; finalmente, si resulta ser igual a la unidad, entonces indica que el individuo tiene igual probabilidad de accidentarse con su vehículo o no.

En un modelo Logit, dado que las variables explicativas son categóricas no es posible obtener promedios y calcular el efecto marginal de la variable explicativa sobre la variable dependiente (esto si sucede con una variable continua), sino es necesario fijar una categoría para analizar el efecto que tiene sobre la variable explicada el cambiar de una categoría a otra de determinada variable (Cabrer Borrás, Sancho Pérez, & Serrano Domingo, 2001). Dado que se tiene que fijar una categoría base para todas las variables, esto equivale a establecer un individuo tipo.

3.3 MÉTODO DE PRIMA DE SINIESTRALIDAD DEL SEGURO VEHICULAR (PRIMA PURA)

El valor de la prima de seguro total depende del efecto o consecuencia que una pérdida potencial tenga sobre los flujos de caja futuros del asegurado. Para la otra parte, es decir el asegurador, el cálculo de la prima total se basa en la hipótesis o en el supuesto de que una experiencia de pérdidas accidentales futuras puede ser compensada con pagos fijos preestablecidos.

La compensación por pérdidas futuras generalmente es conocida como la prima de seguros, y para establecerla se requiere comprender la base de su estructura; es decir, establecer la prima de siniestralidad o prima pura.

En la actividad aseguradora, la determinación de la prima pura es la parte más compleja del cálculo de la prima total.

Para el cálculo de la prima pura se empleará el *método de prima pura*, el cual estima las pérdidas totales y calcula el número de expuestos correspondiente al período de experiencia.

$$Prima Pura = \frac{Pérdidas\ totales}{Número\ de\ expuestos} = Frecuencia * Severidad \quad (20)$$

Donde:

- Frecuencia.- Es una medida de la tasa de reclamaciones y su análisis sirve para identificar tendencias asociadas con la utilización de los servicios (Fasecolda, 2011).

(21)

$$Frecuencia = \frac{\text{Número de reclamaciones}}{\text{Número de expuestos}}$$

Donde:

- *Número de reclamaciones.*- Corresponde a todos los siniestros pagados durante un determinado período de tiempo (un año), sin importar la fecha de ocurrencia o de reporte (Werner, 2010).
 - *Número de expuestos.*- Un expuesto es la unidad básica de riesgo que mide la exposición a una pérdida. Por ejemplo, en autos el número de años-auto, donde un año-auto es un auto que está asegurado durante determinado período de tiempo (un año) (Werner, 2010).
- Severidad.- Es el costo promedio por reclamación y su análisis provee información sobre el comportamiento de las pérdidas y sobre el impacto de los cambios en el manejo de las reclamaciones (Fasecolda, 2011).

(22)

$$Severidad = \frac{\text{Pérdidas totales}}{\text{Número de reclamaciones}}$$

Donde:

- *Pérdidas totales.*- Corresponde a los costos o valores que la compañía debe cancelar por concepto de siniestros (Werner, 2010).
- *Número de reclamaciones.*- Corresponde a todos los siniestros pagados durante un determinado período de

tiempo (un año), sin importar la fecha de ocurrencia o de reporte (Werner, 2010).

Este método de cálculo se aplica en países como España y Colombia (Fasecolda, 2011), sin embargo se aplicará también en la cartera del ramo vehículos de la Aseguradora Nacional, considerando únicamente a los asegurados que han sufrido al menos un siniestro durante el tiempo de exposición al riesgo (un año).

3.3.1 MÉTODO DE FRECUENCIA Y SEVERIDAD

Tomando como referencia la tarificación a priori o class-rating, es necesario establecer una segmentación de la cartera de seguros del ramo vehicular, con el fin de determinar y asignar el valor de la prima de siniestralidad o prima pura, de acuerdo a las características del asegurado y de su vehículo, aportando con el seguimiento que debe realizarse para los eventos de siniestralidad.

Para ello se realiza la selección de factores diferentes, uno para el número de siniestros (FRECUENCIA) y otro para las cuantías de dichos siniestros (SEVERIDAD), este conjunto de variables tarifa pueden o no coincidir (Fasecolda, 2011).

Como resultado de la tarificación se obtendrá una ponderación para el número de siniestros y una estimación promedio para la cuantía esperada de un siniestro, cuyo producto nos proporciona la prima pura.

CAPÍTULO 4

4. APLICACIÓN METODOLOGÍA

4.1 DESCRIPCIÓN DE DATOS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

La población objetivo del estudio es de aproximadamente 75.000 individuos, corresponde a los clientes que suscribieron una póliza con la aseguradora a partir del año 2011 con diferentes periodos de duración según el contrato que haya suscrito el cliente³⁹.

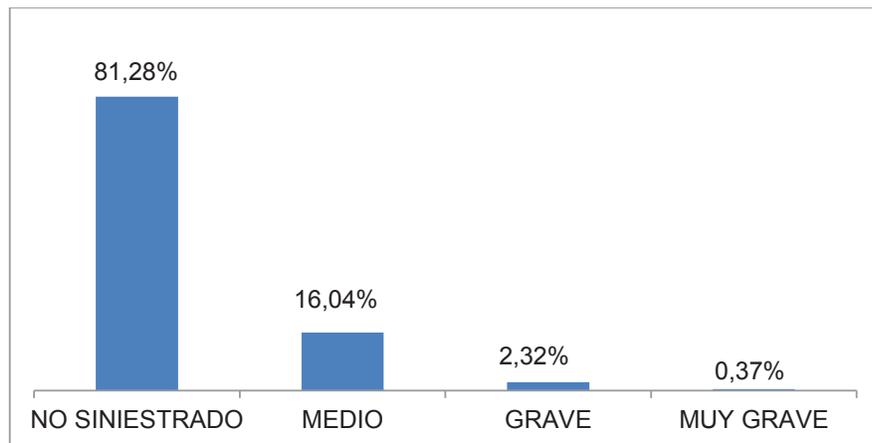
El fenómeno a caracterizar es la siniestralidad de los vehículos asegurados. Un siniestro, como se mencionó en el capítulo 2, se define como la ocurrencia de un suceso asegurado, amparado en una póliza de seguros, comenzando con este hecho las obligaciones del asegurador (Fundación MAPFRE, 2010). En el mercado de seguros, no se puede reducir totalmente la probabilidad de que un vehículo resulte siniestrado; es decir, no se puede eliminar el riesgo⁴⁰, por tanto aunque un asegurado no haya reportado un siniestro durante el año de duración de la póliza, se considera que su nivel de exposición al riesgo es leve. De acuerdo a las estadísticas internas empresariales de la Aseguradora Nacional, se considera que reportar un siniestro al año es un número aceptable de siniestros por asegurado; en caso de existir un mayor número de siniestros dentro del mismo año, la gravedad del siniestro se considera más alta.

Según la información proporcionada apenas el 3%, del total de asegurados que sufrieron algún siniestro, tienen niveles graves y muy graves de siniestralidad, el resto mantiene niveles aceptables de accidentabilidad vehicular, tal como se muestra en el Gráfico 6:

³⁹ Una póliza puede tener una duración de hasta cinco años, debido al tiempo de depreciación del vehículo.

⁴⁰ En la terminología aseguradora, se emplea este concepto para expresar indistintamente dos ideas diferentes: de un lado, riesgo como objeto asegurado; de otro, riesgo como posible ocurrencia por azar de un acontecimiento que produce una necesidad económica y cuya aparición real o existencia se previene y garantiza en la póliza y obliga al asegurador a efectuar la prestación, normalmente indemnización, que le corresponde. (Fundación MAPFRE, 2010)

Gráfico 6 – Gravedad del siniestro de los asegurados a partir del año 2011



Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

La participación de los asegurados no siniestrados (asegurados con un nivel de siniestralidad leve), es de aproximadamente el 81% del total de individuos y el resto, corresponde a individuos siniestrados durante los años de exposición al riesgo (tiempo de vigencia de la póliza).

Por otra parte, dentro del estudio del ramo vehicular para determinar las variables explicativas de la siniestralidad, se toman como referencia cuatro factores potenciales:

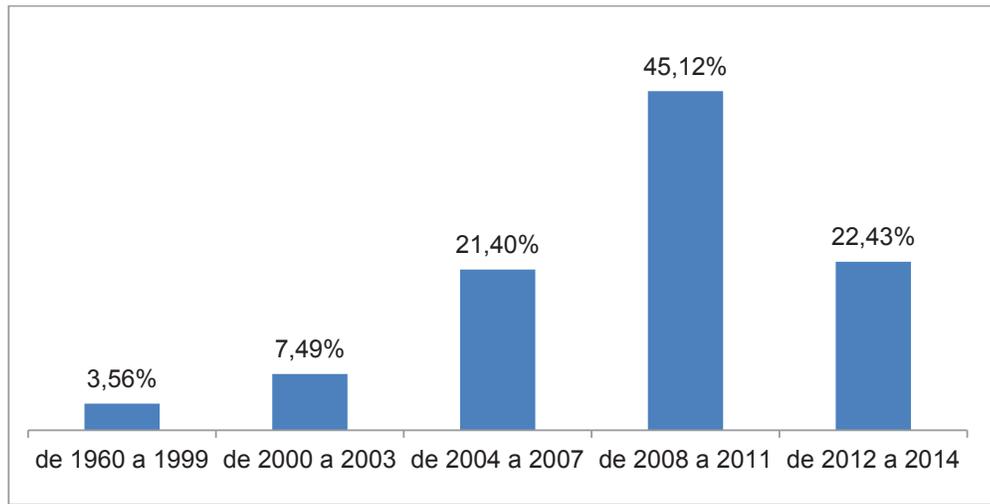
- Factores relativos al vehículo asegurado
- Factores relativos al conductor
- Factores relativos a la circulación
- Factores relativos a la póliza

4.1.1 FACTORES RELATIVOS AL VEHÍCULO ASEGURADO

Estos factores determinan las características del vehículo asegurado. A continuación se listan las siguientes:

- Año del vehículo.- hace referencia al año de fabricación del vehículo, como se muestra en el Gráfico 7.

Gráfico 7 - Año del vehículo asegurado



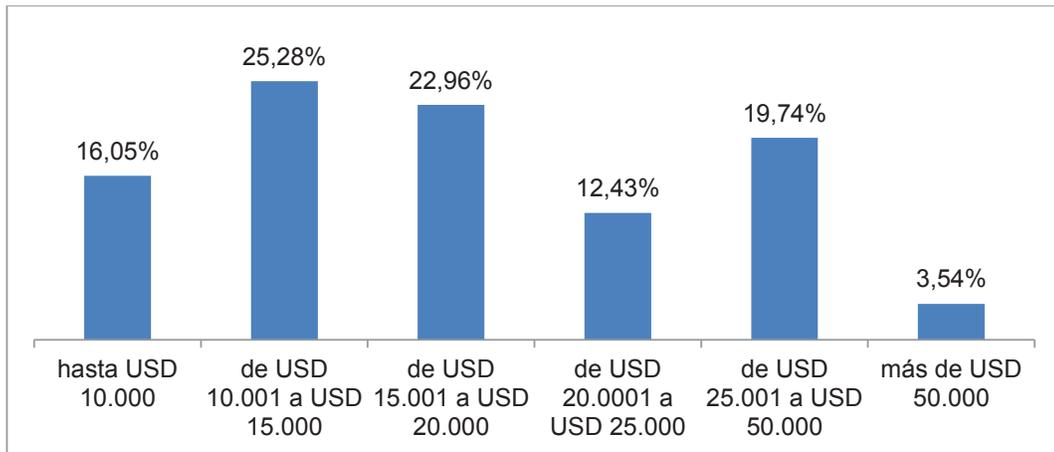
Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Los vehículos asegurados con mayor participación son aquellos relativamente nuevos, fabricados dentro del período 2008 – 2011, por otra parte los vehículos fabricados entre 1960 y 2003 tienen una participación muy baja en la Aseguradora Nacional.

- Valor asegurado.- este valor depende de las características del vehículo y del grado de cobertura⁴¹ que brinda el ente asegurador, como se muestra en el Gráfico 8.

⁴¹ El seguro del ramo vehicular ofrece niveles de cobertura detallados en la póliza, en general se agrupan en “todo riesgo” y “daños propios” los cuales incluyen los gastos médicos, gastos materiales, muerte e invalidez y pago comercial, en caso de pérdida parcial o total. Este caso de estudio, no cuenta con ninguna desagregación, ya que la Aseguradora Nacional tiene como cobertura única “todo riesgo”.

Gráfico 8 – Valor asegurado del vehículo

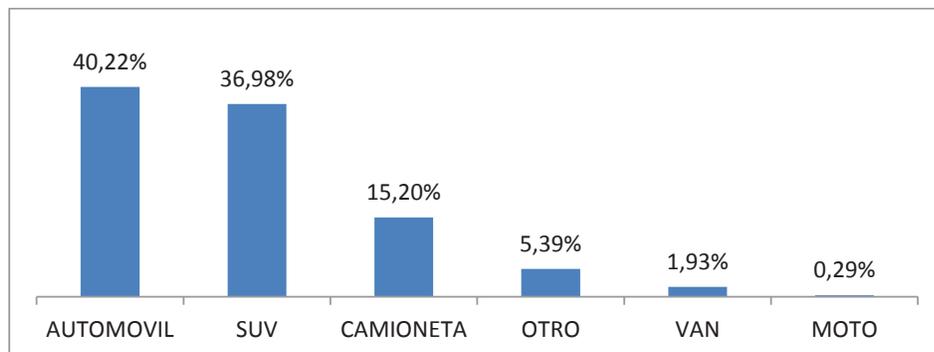


Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

La mayor parte de vehículos (25.3%) se aseguran por valores entre USD 10.001 y USD 20.000, y en su mayoría corresponden a modelos de marca Chevrolet, aunque también existe un alto número de vehículos asegurados que van desde USD 25.001 a USD 50.000 de marcas como Kia, Hyundai, Nissan y Toyota.

- Tipo de vehículo.- hace referencia a la capacidad del vehículo y uso que le dará el asegurado, de acuerdo a sus necesidades. Se ha tomado como referencia la clasificación que realiza la AEADE⁴² anualmente (Ver Gráfico 9):

Gráfico 9 – Tipo de vehículo



Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

⁴² Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.

De acuerdo al beneficio que brinda cada tipo de vehículo al usuario, se puede ver que existe un mayor aseguramiento para automóviles, que tienen una capacidad de cuatro a cinco pasajeros, y luego los SUV's que son autos viajeros familiares, seguidos por las camionetas que en su mayoría son utilizados para trabajos de carga. En la categoría otro se agrupa camiones, buses, volquetas, que en general son también considerados como vehículos pesados. La categoría que sigue son los VANs, que corresponden a las busetas, y finalmente se encuentran las motos.

- Marca del vehículo.- para la clasificación de esta variable, se ha tomado como referencia, en el caso de la Aseguradora Nacional, la participación descendente de marcas; y, en el caso de la AEADE, la participación descendente en ventas por marcas (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2013), lo cual se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10 – Participación vehicular por marca

Descripción	Aseguradora Nacional	Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE)
Participación muy alta	Chevrolet	Chevrolet
Participación alta	Hyundai, Toyota, Nissan, Mazda, Kia	Hyundai, Kia, Nissan, Mazda, Toyota
Participación moderada	Ford, Volkswagen, Suzuki	Ford, Hino, Renault
Participación baja	Renault, Hino, Mitsubishi	Volkswagen, Great Wall, Jac
Participación muy baja	Honda, Otros	Chery, Otros

Fuente: Aseguradora Nacional y AEADE

Elaboración: Autora

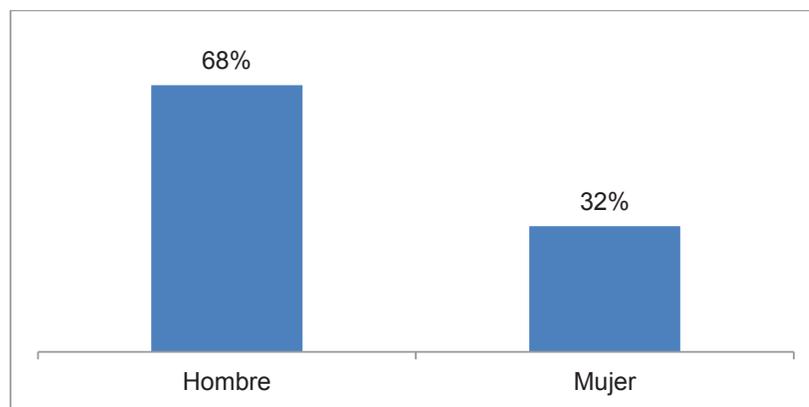
En Ecuador existe una gran variedad de oferta de vehículos, que alcanzan aproximadamente setenta marcas, entre ellas Chevrolet, Kia, Hyundai, Nissan, Toyota y Mazda son las más vendidas (Foros Ecuador, 2014) (AEADE, 2013).

En orden descendente, cada una de ellas alcanzó una participación en ventas del 44.10%, 10.81%, 8.46%, 5.78%, 5.65% y 5.63%, respectivamente del total de unidades vendidas.

4.1.2 FACTORES RELATIVOS AL CONDUCTOR

- Sexo del asegurado.- hace referencia al individuo que ordinariamente conduce el vehículo asegurado.

Gráfico 10 – Sexo del Asegurado

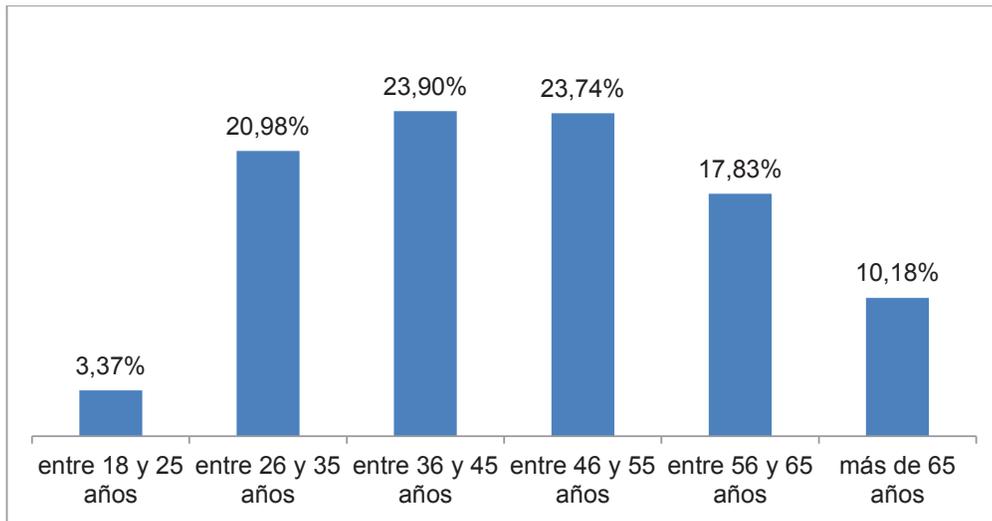


Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

El Gráfico 10, muestra la participación del hombre, como conductor asegurado, que corresponde al 68% aproximadamente y la proporción que tiene la mujer asegurada es del 32%.

- Edad del asegurado.- Esta variable muestra que la mayoría de asegurados tienen una edad entre 36 y 55 años, seguidos por las personas entre 26 y 35 años. Los jóvenes adultos, entre 18 y 25 años, son minoría, como se muestra en el Gráfico 11.

Gráfico 11 – Edad del asegurado

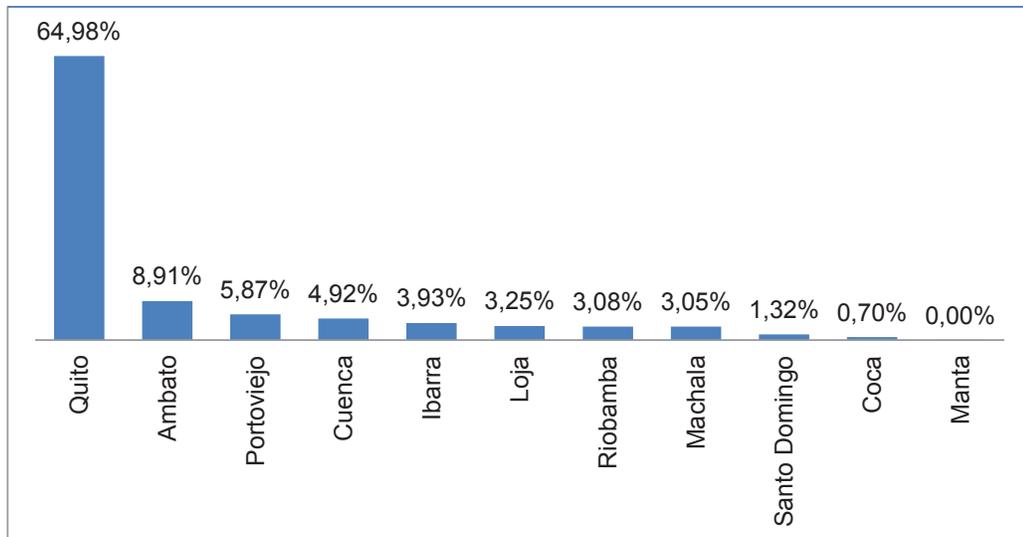


Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

4.1.3 FACTORES RELATIVOS A LA CIRCULACIÓN

Ciudad de registro de la póliza.- se refiere a la ciudad donde fue contratada la póliza. El Gráfico 12 muestra que la agencia matriz de Quito cuenta con la mayor cantidad de registro de pólizas.

Gráfico 12 – Ciudad de registro de la póliza

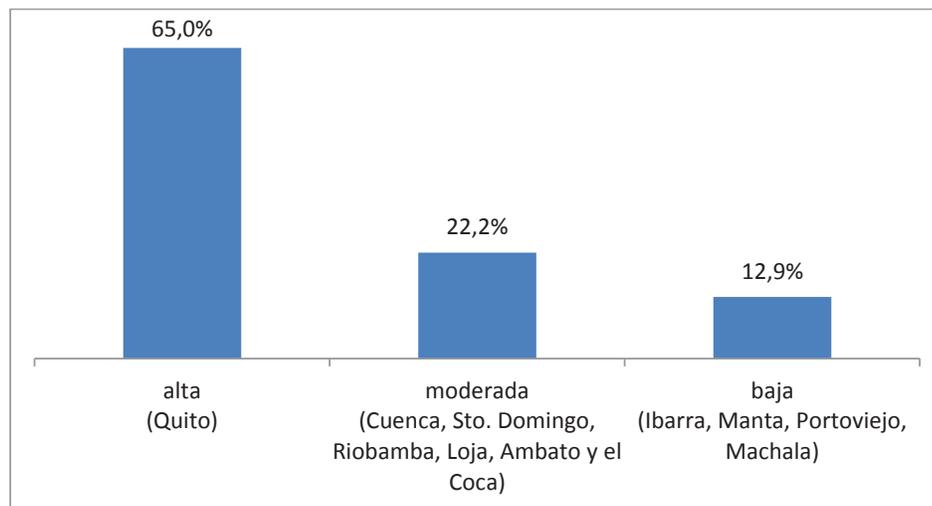


Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

El número de pólizas suscritas en las diferentes ciudades de Ecuador, proporcionan información sustancial para la aseguradora, sin embargo para el objeto de estudio, esta variable no será tomada en cuenta en bruto, sino que se consolidará con la variable que se menciona a continuación.

- Accidentabilidad por ciudad.- los datos que se muestran en esta variable indican cuántos asegurados se encuentran en las ciudades con mayor siniestralidad. Para ello, la referencia ha sido tomada del mapa de siniestros de la Agencia Nacional de Tránsito, de acuerdo al número de siniestros que existen por ciudad (Agencia Nacional de Tránsito, 2013).

Gráfico 13 – Accidentabilidad vehicular por ciudad



Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

El Gráfico 13 muestra que en Quito existe alta accidentabilidad vehicular⁴³, ciudad en la cual se encuentran aproximadamente el 65% de individuos asegurados, seguidos por las ciudades de Cuenca, Santo Domingo, Riobamba, Loja, Ambato y el Coca, las cuales reflejan una accidentabilidad moderada⁴⁴ que alcanza el 22% de conductores asegurados.

⁴³ Ciudades entre 2.001 y 2.500 siniestros; (ANT, 2013).

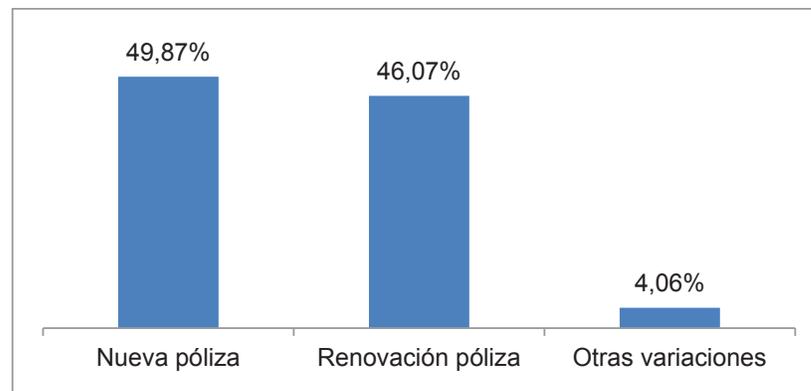
⁴⁴ Ciudades entre 500 y 1.000 siniestros; (ANT, 2013).

Finalmente las ciudades de Ibarra, Manta, Portoviejo y Machala tienen un bajo nivel de accidentabilidad vehicular⁴⁵, encontrándose alrededor del 13% de asegurados.

4.1.4 FACTORES RELATIVOS A LA PÓLIZA

- Antigüedad de la póliza.- el contrato del seguro puede tener variaciones al momento de suscribirla, tomando en cuenta los factores del conductor y/o del vehículo, y por consiguiente el precio del seguro.

Gráfico 14 – Antigüedad de la póliza



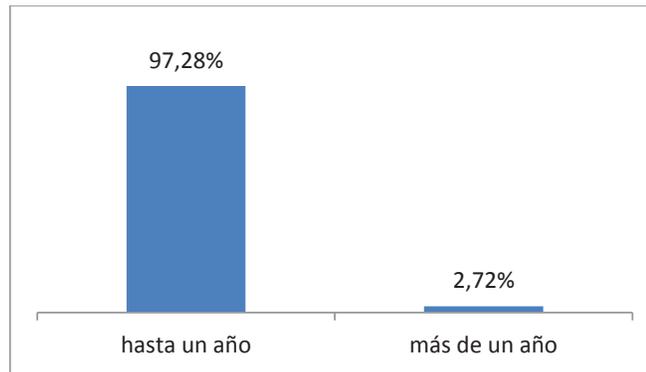
Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Como se muestra en el Gráfico 14, aproximadamente el 50% del total de pólizas son pólizas nuevas, el 46% son renovadas y apenas el 4% corresponde a otras variaciones de pólizas, como pueden ser: la suscripción del contrato de seguro con un incremento del riesgo y precio del seguro; incremento del riesgo que cubre el seguro; incremento del riesgo que no cubre el seguro; y cancelación fortuita del seguro por voluntad mutua o anulación de la póliza por falta de pago.

- Vigencia de la póliza.- el período de vigencia de la póliza se considera desde el año 2011 hasta la fecha de finalización de la misma, la cual es máximo de cinco años, considerando la depreciación de este bien.

⁴⁵ Ciudades entre 1 y 500 siniestros; (ANT, 2013).

Gráfico 15 – Vigencia de la póliza



Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

La mayoría de clientes mantiene un seguro vehicular hasta un año, de acuerdo a lo que muestra el Gráfico 15, y apenas el 3% aseguran su vehículo por más de un año, lo cual puede ser resultado del costo del seguro.

La descripción exploratoria anterior, permite conocer las características de la base de datos proporcionada, en función de cuatro factores de los individuos siniestrados.

4.2 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE SINIESTRALIDAD

Cuando el conjunto inicial de regresores es grande, la utilización del método paso a paso hacia adelante o hacia atrás, para la selección de variables, tiene un poder discriminante⁴⁶. En este caso, es recomendable realizar un análisis de reducción de datos, el cual logra mejorar el poder discriminante; sin embargo, los resultados de estos modelos, por ejemplo el análisis de componentes principales, son difíciles de interpretar al no poder dar una interpretación actuarial a cada uno de los factores implicados en el modelo. Además, las variables originales reciben un peso en cada uno de los factores, por lo que se complica conocer la contribución real e independiente, de cada una de las variables originales, con respecto a la variable resultado.

Estas desventajas conllevan a que esta técnica no sea aplicada, y se consideren todas las variables disponibles, ya que como se indicó en la estadística

⁴⁶ El poder discriminante, es aquella propiedad, por la cual, el modelo es capaz de discernir entre los siniestrados que van a presentar el evento de estudio, frente a aquellos que no lo presentarán

descriptiva (sección 4.1 DESCRIPCIÓN DE DATOS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES), la información disponible refleja apenas un 20% aproximadamente de que suceda el evento, proporción real, de acuerdo a la naturaleza del negocio, que no requiere incrementar el poder discriminante. Incluso puede ocurrir que no se encuentre significación estadística entre la variable dependiente y alguna de las variables independientes, a pesar de ello, es necesario mantener todas ellas en el modelo, pues representan al mismo factor de riesgo (variable categórica policotómica).

El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de las variables del estudio sobre el fenómeno de la siniestralidad; para esta finalidad se aplica el modelo de respuesta dicotómica Logit.

La variable dependiente es la probabilidad de que un vehículo se siniestre (1 siniestrado, 0 no siniestrado). Las variables que dan cuenta del fenómeno de la siniestralidad son (Tabla 11):

Tabla 11 – Variables categóricas para el Modelo Logit

Factores relativos al vehículo asegurado		Factores relativos al asegurado	
Categorización	Año del vehículo	Categorización	Sexo del asegurado
1	de 1960 a 1999	1	Mujer
2	de 2000 a 2003	2	Hombre
3	de 2004 a 2007	Categorización	Edad del asegurado
4	de 2008 a 2011	1	entre 18 y 25 años
5	de 2012 a 2014	2	entre 26 y 35 años
Categorización	Valor asegurado	3	entre 36 y 45 años
1	hasta USD 10.000	4	entre 46 y 55 años
2	de USD 10.001 a USD 15.000	5	entre 56 y 65 años
3	de USD 15.001 a USD 20.000	6	más de 65 años
4	de USD 20.0001 a USD 25.000		
5	de USD 25.001 a USD 50.000		
6	más de USD 50.000		

Factores relativos al vehículo asegurado		Factores relativos a la circulación	
Categorización	Tipo de vehículo	Categorización	Accidentabilidad por ciudad
1	Automóvil	1	alta accidentabilidad vehicular
2	Camioneta	2	moderada accidentabilidad vehicular
3	Moto	3	baja accidentabilidad vehicular
4	SUV	Factores relativos a la póliza	
5	VAN		
6	Otro	Categorización	Antigüedad de la póliza
Categorización	Participación de la marca	1	Nueva póliza
1	participación muy alta	2	Renovación póliza
2	participación alta	3	Otras variaciones
3	participación moderada	Categorización	Vigencia de la póliza
4	participación baja	1	hasta un año
5	participación muy baja	2	más de un año hasta cinco años

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Cuando las variables independientes son categóricas, el número de perfiles es más pequeño que el número de asegurados incluidos en la muestra de estudio. Las variables que intervienen en el modelo son categóricas debido a que la fuente de información que posee la Aseguradora Nacional tuvo diferentes etapas en el levantamiento de la misma, evitando que se pueda obtener datos específicos respecto al año del vehículo, el valor asegurado y la edad de conductor durante el año 2011.

La variación de la probabilidad estimada cuando cambia de una categoría a otra, cada individuo, manteniendo el resto de variables constantes, se puede estimar mediante la diferencia de probabilidades, y su análisis tomando en consideración las 38 categorías, se encuentra fuera del alcance de los objetivos de esta tesis, sin embargo en la sección anexos (Anexo 4) se puede encontrar la programación correspondiente que servirá para uso interno de la Aseguradora Nacional, de acuerdo a las características de interés empresarial.

4.3 APLICACIÓN DEL MODELO LOGIT

Como ya se mencionó en el capítulo 3, al basarse el modelo Logit en una transformación de probabilidad de que ocurra un determinado evento, los parámetros resultantes no son directamente interpretables, sin embargo dan una referencia acerca de su influencia sobre la siniestralidad. Adicionalmente, ya que se utilizan variables nominales, es necesario establecer una categoría base por cada variable.

Con respecto a la fijación de este individuo se han considerado como criterios el individuo que tiene más probabilidad de sufrir un siniestro y el interés de la Aseguradora Nacional. Se ha tomado el año de fabricación de vehículo más reciente y el valor asegurado con mayor frecuencia, con la finalidad de reflejar la rotación de la cartera del ramo vehículos. Para el tipo y la marca del vehículo se determinó la categoría base de acuerdo al porcentaje de ventas más alto, según la AEADE⁴⁷, ya que la variedad de marcas y la utilidad de los vehículos son amplias y todos generan beneficio a la aseguradora.

Las variables del factor conductor, con base en otros estudios de siniestralidad vehicular, ha considerado a la mujer joven como categoría base, ya que los resultados de estudios similares han demostrado que "... las mujeres, por su parte, aparecen en este nivel asegurador con una mayor propensión a la siniestralidad que los hombres." (Universidad Pablo de Olavide, XV Jornadas de ASEPUMA y III Encuentro Internacional, 2001), y en otro, "Cabe señalar que en ninguno de ellos la variable "sexo" ha mostrado significatividad, evidenciándose la falta de diferencia estadística entre hombres y mujeres en relación a la siniestralidad" (Melgar Hiraldo & Ordaz Sanz, 2000), resultando de interés, conocer el grado de influencia de la mujer, y en general del sexo, respecto a la siniestralidad vehicular.

La variable del factor circulación, haciendo referencia a la accidentabilidad vehicular determinada por la Agencia Nacional de Tránsito, ha tomado como categoría base a Quito, quien presenta un nivel de siniestros elevada.

⁴⁷ (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2013)

Las variables del factor póliza, han sido tomadas de acuerdo al mayor grado de frecuencia en la suscripción de cada una de ellas, resultando en su mayoría la renovación de pólizas con vigencia de un año.

En resumen el individuo tipo es:

- *Sexo del asegurado:* mujer
- *Edad del asegurado:* entre 18 y 25 años
- *Modelo del vehículo:* de 2012 a 2014
- *Valor asegurado:* de USD 10.001 a USD 15.000
- *Tipo de vehículo:* Automóvil
- *Participación de la marca según aseguradora:* Participación muy alta (Chevrolet)
- *Accidentabilidad por ciudad:* Quito, alta accidentabilidad vehicular (entre 2001 y 5000 siniestros).
- *Antigüedad de la póliza:* Renovación póliza
- *Vigencia de la póliza:* Hasta un año

Para un individuo i , con un vector de características x_i , el logaritmo natural de la razón de probabilidades está determinado por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 \text{Ln}\left(\frac{\text{pr}(\text{siniestrado})}{1 - \text{pr}(\text{siniestrado})}\right) = & 0.103\text{año}1_i + 0.259\text{año}2_i + 0.166\text{año}3_i + 0.185\text{año}4_i \\
 & -0.192\text{valaseg}1 + 0.054\text{valaseg}3 + 0.062\text{valaseg}4 \\
 & +0.037\text{valaseg}5 + 0.291\text{valaseg}6 - 0.089\text{tipovh}2 \\
 & -1.229\text{tipovh}3 - 0.108\text{tipovh}4 - 0.195\text{tipovh}5 \\
 & -0.364\text{tipovh}6 - 0.037\text{marca}2 + 0.120\text{marca}3 \\
 & +0.088\text{marca}5 + 0.026\text{hombr} - 0.146\text{edad}2 \\
 & -0.297\text{edad}3 - 0.342\text{edad}4 - 0.398\text{edad}5 - 0.498\text{edad}6 \\
 & -0.009\text{ciudad}2 - 0.085\text{ciudad}3 - 0.265\text{vigpol}2 \\
 & +0.196\text{varpol}1 - 0.562\text{varpol}3 - 1.307 \tag{23}
 \end{aligned}$$

A continuación se amplía el detalle los coeficientes obtenidos de la regresión logística (Ver Tabla 12).

Tabla 12 – Resultados del modelo Logit sobre la probabilidad de resultar siniestrado

Variable	Categorización	Coeficiente	Error estándar	p-valor	Límite inferior	Límite superior
Año del vehículo	De 1960 a 1999	0.103	0.064	0.110	-0.023	0.229
	De 2000 a 2003	0.259	0.046	0.000	0.169	0.349
	De 2004 a 2007	0.166	0.033	0.000	0.101	0.231
	De 2008 a 2011	0.185	0.026	0.000	0.134	0.235
	De 2012 a 2014	Categoría base				
Valor asegurado del vehículo	Hasta USD 10.000	-0.192	0.034	0.000	-0.258	-0.126
	De USD 10.001 a USD 15.000	Categoría base				
	De USD 15.001 a USD 20.000	0.054	0.029	0.060	-0.002	0.111
	De USD 20.001 a USD 25.000	0.062	0.037	0.090	-0.010	0.134
	De USD 25.001 a USD 50.000	0.037	0.035	0.300	-0.033	0.106
	Más de USD 50.000	0.291	0.066	0.000	0.163	0.420
Tipo de vehículo	Automóvil	Categoría base				
	Camioneta	-0.089	0.032	0.006	-0.152	-0.026
	Moto	-1.229	0.279	0.000	-1.776.414	-0.683
	SUV	-0.108	0.025	0.000	-0.158	-0.058
	VAN	-0.195	0.073	0.008	-0.339	-0.051
	Otro	-0.364	0.058	0.000	-0.478	-0.250
Marca del vehículo	Participación muy alta	Categoría base				
	Participación alta	-0.037	0.024	0.131	-0.085	0.011
	Participación moderada	0.120	0.031	0.000	0.058	0.181
	Participación baja	0.093	0.040	0.021	0.014	0.172
	Participación muy baja	0.088	0.038	0.019	0.014	0.162
Sexo del asegurado	Mujer	Categoría base				
	Hombre	0.026	0.020	0.198	-0.014	0.066
Edad del asegurado	Entre 18 y 25 años	Categoría base				
	Entre 26 y 35 años	-0.146	0.050	0.004	-0.245	-0.048
	Entre 36 y 45 años	-0.297	0.050	0.000	-0.395	-0.198
	Entre 46 y 55 años	-0.342	0.051	0.000	-0.441	-0.243
	Entre 56 y 65 años	-0.398	0.052	0.000	-0.500	-0.296
	Más de 65 años	-0.498	0.056	0.000	-0.609	-0.388

Variable	Categorización	Coficiente	Error estándar	p-valor	Límite inferior	Límite superior
Accidenta- bilidad vehicular	Alta accidentabilidad vehicular	Categoría base				
	Moderada accidentabilidad vehicular	-0.009	0.023	0.702	-0.055	0.037
	Baja accidentabilidad vehicular	-0.085	0.029	0.004	-0.143	-0.027
Vigencia póliza	Hasta un año	Categoría base				
	Más de un año hasta cinco años	-0.265	0.061	0.000	-0.385	-0.146
Antigüedad póliza	Nueva póliza	0.196	0.020	0.000	0.157	0.235
	Renovación póliza	Categoría base				
	Otras variaciones	-0.562	0.060	0.000	-0.679	-0.445
Constante	Constante	-1.307	0.057	0.000	-1.419	-1.195

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

El año del vehículo resulta una variable significativa de la siniestralidad, al 95% de nivel de confianza, en casi todas sus categorías, a excepción de los autos más antiguos (1960-1999), cuya categoría resulta no significativa; ello puede deberse a su baja frecuencia (menos del 4%) dentro del mercado de los asegurados. Todas las categorías tienen una contribución positiva sobre la probabilidad de siniestro.

Con relación al valor asegurado, las categorías que resultan ser significativas, son aquellas cuyo monto asegurado llega hasta USD 10.000, y tiene en promedio menor probabilidad de siniestrarse; el resto de categorías que tiene un valor asegurado desde USD 10.001 hasta USD 50.000 no son significativas, y aquella que tiene valores asegurados por más de USD 50.000 aumentan la probabilidad de ser siniestrado, respecto a la categoría omitida (valores desde USD 10.001 hasta USD 15.000).

Las camionetas, motos, SUVs y VANS y vehículos pesados (camiones, buses, etc.), tienen categorías significativas dentro de la variable tipo de vehículo y todas en promedio, menor probabilidad de accidentarse respecto a mantener asegurado a los automóviles (categoría omitida).

La marca del vehículo, de acuerdo a la participación en la Aseguradora Nacional, refleja que las marcas Ford, Volkswagen, Suzuki, Hino, Renault, Mitsubishi, y el

resto de marcas con menor participación en el mercado automotriz inciden positivamente sobre la siniestralidad respecto a la marca Chevrolet (categoría omitida) y son significativas. Por otra parte, las marcas con mayor participación en el mercado como son Hyundai, Toyota, Nissan, Mazda y Kia, resultan tener signo negativo y no son significativas.

En el caso de las características del conductor, el sexo del asegurado es una variable no significativa, es decir, no tiene incidencia sobre la siniestralidad vehicular; mientras que todas las categorías de la variable edad tienen signo negativo y son significativas. Es decir, que un conductor de 26 años en adelante, tiene en promedio menor probabilidad de siniestrarse que un conductor en edades entre 18 a 25 años (categoría omitida), lo cual sería explicado por la experiencia y pericia de los conductores de más edad.

En lo que concierne a las características de la circulación vehicular, se tiene una sola variable, la baja accidentabilidad vehicular por ciudad, cuya categoría significativa indica que circular en las ciudades de Ibarra, Manta, Portoviejo y Machala, disminuye la probabilidad de siniestrarse respecto a circular en la ciudad de Quito. Este resultado es bastante real, debido a que en Quito existe mayor cantidad de tráfico vehicular. La categoría restante, ciudades con moderada accidentabilidad vehicular, en las que se encuentran Cuenca, Santo Domingo, Riobamba, Loja, Ambato y el Coca, también tiene signo negativo, pero no es significativa.

En cuanto a las características de la póliza, resulta significativa la vigencia de la póliza por más de un año, y además tiene en promedio menor probabilidad de accidentabilidad vehicular, que la categoría omitida (vigencia hasta un año). La antigüedad de la póliza, por su parte, resulta totalmente significativa, la suscripción de una póliza nueva aumenta la probabilidad de siniestralidad respecto a la categoría omitida; mientras que la categoría que comprende "otras variaciones que se pueden presentar durante la vigencia del contrato de seguro" incide de manera negativa sobre la siniestralidad, respecto a la renovación de la póliza.

4.3.1 INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS

Como se mencionó en el capítulo 3, para una mejor interpretación de parámetros es necesario tomar en cuenta la razón de probabilidades, la cual señala una mayor o menor probabilidad de siniestrarse, es decir, a cuántas veces es más frecuente que ocurra un siniestro en los asegurados que tienen factores de riesgo (Vega, 2008).

Siniestrados según características del vehículo

Año del vehículo

La probabilidad de siniestrarse es 1.1 veces más si el individuo asegurado posee un vehículo cuyo año de fabricación oscila entre 1960 a 1999, en comparación con vehículos fabricados entre el año 2012 al 2014, manteniendo el resto de características (categorías base) constantes.

Por otra parte, si el vehículo asegurado es del año 2004 al 2007 o del año 2008 al 2011, la probabilidad de accidentarse es 1.2 veces más alta, en comparación con vehículos del año 2012 al 2014.

El modelo de los vehículos, entre el año 2000 y 2003, en cambio, es 1.3 veces más probable de tener un siniestro, en comparación con aquellos vehículos del año 2012 al 2014.

Valor asegurado del vehículo

Los vehículos asegurados por un monto inferior a USD 10.000 es 0.82 veces menos propenso a siniestrarse respecto a asegurar un vehículo por un monto que va desde USD 10.001 a USD 15.000.

Por el contrario, en el caso de un vehículo valorado entre USD 15.001 a USD 50.000 es 1.1 veces más probable encontrarse en la condición de siniestralidad, mientras que asegurar un vehículo por más de USD 50.000 es 1.3 veces más probable que se siniestre, en comparación con vehículos con valores entre USD 10.001 a USD 15.000.

Tipo de vehículo

En esta variable, la condición de siniestralidad es menos probable para todas las categorías. Las motos son 0.3 veces menos probables de siniestrarse; los vehículos pesados como buses, camiones, entre otros, son 0.7 veces menos probable a siniestrarse; las busetas y otros VAN's son 0.8 veces menos probables de accidentarse; las camionetas y los vehículos familiares viajeros y busetas son 0.9 veces menos probables de sufrir un siniestro. Todos estos resultados respecto a los automóviles, mostrando así, que esta categoría, a más de ocupar una alta participación en el mercado, también tiene mayor probabilidad de siniestro que el resto de vehículos.

Marca del vehículo

Los resultados del ratio odds, muestran que las marcas con participación alta en el mercado tienen 0.9 veces menos probabilidad de accidentarse, las marcas con participación moderada, baja y muy baja en el mercado automotor tienen 1.1 veces más la probabilidad de tener un siniestro, en comparación con la marca Chevrolet, la cual lidera la participación en este mercado.

Siniestrados según características del asegurado

Sexo del asegurado

En el caso de ser hombre o mujer existe igual probabilidad de siniestrarse, por lo tanto el supuesto del evento (resultar siniestrado) no depende de la existencia de esta variable, sin embargo, a pesar de no resultar significativa estadísticamente, es necesario considerarla desde el punto de vista actuario.

Edad del asegurado

A medida que el conductor tiene mayor edad, y por ende mayor experiencia en el volante, su probabilidad de siniestrarse va disminuyendo. Con este antecedente, se puede indicar que las personas entre 26 y 35 años, 36 y

45 años, 46 y 55 años, 56 y 65 años, y más de 65 años, tienen 0.86, 0.74, 0.71, 0.67 y 0.60 veces menos la probabilidad de siniestrarse, respectivamente, respecto a los individuos asegurados entre 18 y 25 años de edad.

Siniestrados según características relativas a la circulación

Accidentabilidad por ciudad

Circular en una ciudad que tiene moderada y baja accidentabilidad tiene 0.99 y 0.91 veces menos probabilidad de siniestrarse, respectivamente que circular en aquella de alta accidentabilidad (Quito).

Siniestrados según características relativas a la póliza

Antigüedad de la póliza

En caso de que la póliza sea recién suscrita, es 1.22 veces más probable que exista siniestralidad respecto a la renovación de una póliza existente.

Por el contrario en caso de que existe una variación adicional en el contrato del seguro respecto a la renovación del mismo, es 0.57 veces menos probable que se sufra un siniestro.

Vigencia de la póliza

Cuando un asegurado mantiene la vigencia de su póliza de seguros por más de un año, es 0.77 veces menos probable que la aseguradora pague porque el conductor ha tenido un siniestro, respecto a aquellas pólizas vigentes únicamente por un año.

En la sección de anexos se puede revisar la programación y resultados del modelo logit (Anexo 1, 2 y 3), las pruebas de bondad de ajuste (Anexo 5) y la capacidad predictiva del mismo (Anexo 6 y 7). Cabe mencionar que para este análisis multivariante se utilizó el paquete estadístico Stata-64.

4.4 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PRIMA DE SINIESTRALIDAD DEL SEGURO VEHICULAR (PRIMA PURA)

Para tarifar seguros en general existen dos métodos, el primero consiste en determinar la frecuencia y la severidad por separado y multiplicar los resultados obtenidos para conseguir la prima pura. El segundo consiste en modelar directamente la prima pura como variable respuesta (Lancheros, 2011).

La aplicación del segundo método se ha realizado con la información de la Aseguradora Nacional, únicamente con los individuos que han reportado al menos un siniestro durante el año de vigencia de la póliza, y que han sido efectivamente pagados por el ente asegurador.

Aplicando la fórmula (20), se determina la prima pura de siniestralidad, es decir, el cociente que resulta de dividir las pérdidas totales (monto pagado por los siniestros ocurridos) para el número de expuestos:

$$\text{Prima Pura} = \frac{\text{Pérdidas totales}}{\text{Número de expuestos}} = \frac{24.913.578,24}{10.944} = 2.276,46$$

El valor de la prima pura obtenida con este método es de USD 2.276,46. Cabe mencionar que este cálculo es general, sin considerar las características del asegurado ni de su vehículo, ya que este resultado tiene como objetivo tener un valor referencial, previo al planteamiento del primer método, el cual permitirá reflejar cuánto varía este monto si se toma en cuenta segmentos específicos, considerando sus propias características.

4.4.1 MÉTODO DE FRECUENCIA Y SEVERIDAD

En este estudio, tomando como referencia los resultados a priori, respecto a las variables que inciden en la siniestralidad (modelo logit) y su respectiva interpretación, se procede a plantear tres segmentos⁴⁸ con diferentes enfoques, de acuerdo al interés, criterio y experiencia del actuario de la Aseguradora Nacional y en base al método de frecuencia y severidad descrito en el capítulo 3,

⁴⁸ Las variables que constituyen los factores relativos a la póliza, como son “*Antigüedad de la póliza*” y “*Vigencia de la póliza*” no se incluyen en este método, ya que el objeto de este proyecto da relevancia a la siniestralidad que haya tenido el asegurado durante el año de exposición al riesgo, sin considerar las variaciones de las pólizas.

tomando en consideración las fórmulas (21) y (22) para determinar la prima pura de siniestralidad.

En consideración a estas características toma como base de la segmentación las siguientes variables:

- “*Marca del vehículo asegurado*”, debido a su alta participación y variedad existente en el mercado, se realizará la recategorización de esta variable, con el fin de que cada segmento tenga mayor representatividad para el método que se va a aplicar, tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13 – Segmentación “Marca del vehículo asegurado”

Categorización nueva	Marca del vehículo	Participación marca del vehículo
1	Marca Chevrolet	29%
2	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	40%
3	Otras marcas	31%

Fuente: Aseguradora Nacional

Elaboración: Autora

- “*Sexo del asegurado*”, se toma en cuenta esta variable, recategorizando la edad de cada individuo, con el fin de consolidar en tres grupos prioritarios (Tabla 9), de interés para el actuario de la Aseguradora Nacional.

Tabla 14 - Segmentación “Sexo del asegurado”

Sexo del asegurado	Categorización nueva	Edad del asegurado	Participación edad del asegurado
Mujer	1	entre 18 y 35 años	29%
	2	entre 36 y 55 años	48%
	3	entre 56 y más de 65 años	22%
Hombre	1	entre 18 y 35 años	28%
	2	entre 36 y 55 años	45%
	3	entre 56 y más de 65 años	27%

Fuente: Aseguradora Nacional

Elaboración: Autora

- “Accidentabilidad por ciudad”, fundamenta el objeto de estudio de este proyecto. Tomando en cuenta el mapa de siniestralidad de la Agencia Nacional de Tránsito, se muestra en la Tabla 10 la categorización de esta variable.

Tabla 15 - Segmentación “Accidentabilidad por ciudad”

Categorización	Accidentabilidad por ciudad	Participación accidentabilidad por ciudad
1	alta accidentabilidad vehicular	64%
2	moderada accidentabilidad vehicular	23%
3	baja accidentabilidad vehicular	13%

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

4.4.1.1 PRIMER ENFOQUE

Este enfoque tiene como objetivo resaltar la importancia de las características del vehículo, considerando el alto nivel de ventas que tienen determinadas marcas de vehículos, y por ende su alta participación como bien patrimonial asegurado dentro de este ramo.

Para establecer esta segmentación se toma en cuenta la marca y el tipo de vehículo, para determinar la cuantía del siniestro (severidad); y, para la frecuencia se considera el nivel de siniestralidad, en función de la gravedad del siniestro descrito al inicio del capítulo 3, obteniendo los resultados descritos en la Tabla 16:

Tabla 16 - Prima Pura en consideración de las características del vehículo

Marca del vehículo	Tipo de vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima pura a pagar
Marca Chevrolet	Automóvil	1462	un siniestro	81,86%	\$ 1.498,96	\$ 1.227,03	\$ 590,90
		272	dos siniestros	15,23%	\$ 2.973,52	\$ 452,85	
		52	más de dos siniestros	2,91%	\$ 3.187,33	\$ 92,80	

Marca del vehículo	Tipo de vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima pura a pagar
Marca Chevrolet	Camioneta	419	un siniestro	83,97%	\$ 2.034,40	\$ 1.708,24	\$ 720,94
		64	dos siniestros	12,83%	\$ 2.725,05	\$ 349,51	
		16	más de dos siniestros	3,21%	\$ 3.276,58	\$ 105,06	
	SUV	709	un siniestro	82,63%	\$ 1.929,52	\$ 1.594,44	\$ 676,75
		124	dos siniestros	14,45%	\$ 2.443,02	\$ 353,07	
		25	más de dos siniestros	2,91%	\$ 2.839,18	\$ 82,73	
	VAN	24	un siniestro	96,00%	\$ 1.431,65	\$ 1.374,38	\$ 476,10
		1	dos siniestros	4,00%	\$ 1.348,29	\$ 53,93	
		0	más de dos siniestros	0,00%		\$ -	
	Otro	45	un siniestro	95,74%	\$ 7.791,90	\$ 7.460,33	\$ 2.669,71
		2	dos siniestros	4,26%	\$ 12.896,95	\$ 548,81	
		0	más de dos siniestros	0,00%		\$ -	
Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	Automóvil	1407	un siniestro	83,80%	\$ 1.744,21	\$ 1.461,64	\$ 660,82
		243	dos siniestros	14,47%	\$ 2.980,81	\$ 431,41	
		29	más de dos siniestros	1,73%	\$ 5.175,66	\$ 89,40	
	Camioneta	706	un siniestro	86,10%	\$ 1.960,72	\$ 1.688,13	\$ 689,15
		100	dos siniestros	12,20%	\$ 2.654,36	\$ 323,70	
		14	más de dos siniestros	1,71%	\$ 3.256,47	\$ 55,60	
	SUV	1445	un siniestro	84,95%	\$ 2.258,10	\$ 1.918,26	\$ 777,72
		228	dos siniestros	13,40%	\$ 2.582,86	\$ 346,20	
		28	más de dos siniestros	1,65%	\$ 4.173,55	\$ 68,70	
	VAN	89	un siniestro	82,41%	\$ 1.589,47	\$ 1.309,84	\$ 532,80
		17	dos siniestros	15,74%	\$ 1.580,71	\$ 248,81	
		2	más de dos siniestros	1,85%	\$ 2.146,56	\$ 39,75	
	Otro	15	un siniestro	88,24%	\$ 4.529,54	\$ 3.996,65	\$ 1.828,56
		1	dos siniestros	5,88%	\$ 10.769,03	\$ 633,47	
		1	más de dos siniestros	5,88%	\$ 14.544,50	\$ 855,56	
Otras marcas	Automóvil	1109	un siniestro	82,45%	\$ 1.666,93	\$ 1.374,45	\$ 620,13
		198	dos siniestros	14,72%	\$ 2.596,92	\$ 382,30	
		38	más de dos siniestros	2,83%	\$ 3.668,34	\$ 103,64	
	Camioneta	260	un siniestro	80,50%	\$ 1.694,91	\$ 1.364,33	\$ 609,08
		49	dos siniestros	15,17%	\$ 1.590,49	\$ 241,28	

Marca del vehículo	Tipo de vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima pura a pagar
Otras marcas	Camioneta	14	más de dos siniestros	4,33%	\$ 5.113,09	\$ 221,62	
	Moto	9	un siniestro	90,00%	\$ 3.706,90	\$ 3.336,21	\$ 1.121,86
		1	dos siniestros	10,00%	\$ 293,64	\$ 29,36	
		0	más de dos siniestros	0,00%		\$ -	
	SUV	1153	un siniestro	82,71%	\$ 1.979,37	\$ 1.637,16	\$ 666,75
		212	dos siniestros	15,21%	\$ 2.132,54	\$ 324,32	
		29	más de dos siniestros	2,08%	\$ 1.863,87	\$ 38,77	
	VAN	34	un siniestro	77,27%	\$ 2.653,51	\$ 2.050,44	\$ 938,80
		9	dos siniestros	20,45%	\$ 3.703,64	\$ 757,56	
		1	más de dos siniestros	2,27%	\$ 368,95	\$ 8,39	
	Otro	238	un siniestro	82,64%	\$ 10.402,22	\$ 8.596,28	\$ 3.723,95
		46	dos siniestros	15,97%	\$ 13.011,78	\$ 2.078,27	
		4	más de dos siniestros	1,39%	\$ 35.804,93	\$ 497,29	

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

El valor promedio de la prima de siniestralidad vehicular (prima pura) a pagar oscila entre USD 500 a USD 4.000 aproximadamente, tomando en consideración la siniestralidad histórica del vehículo asegurado.

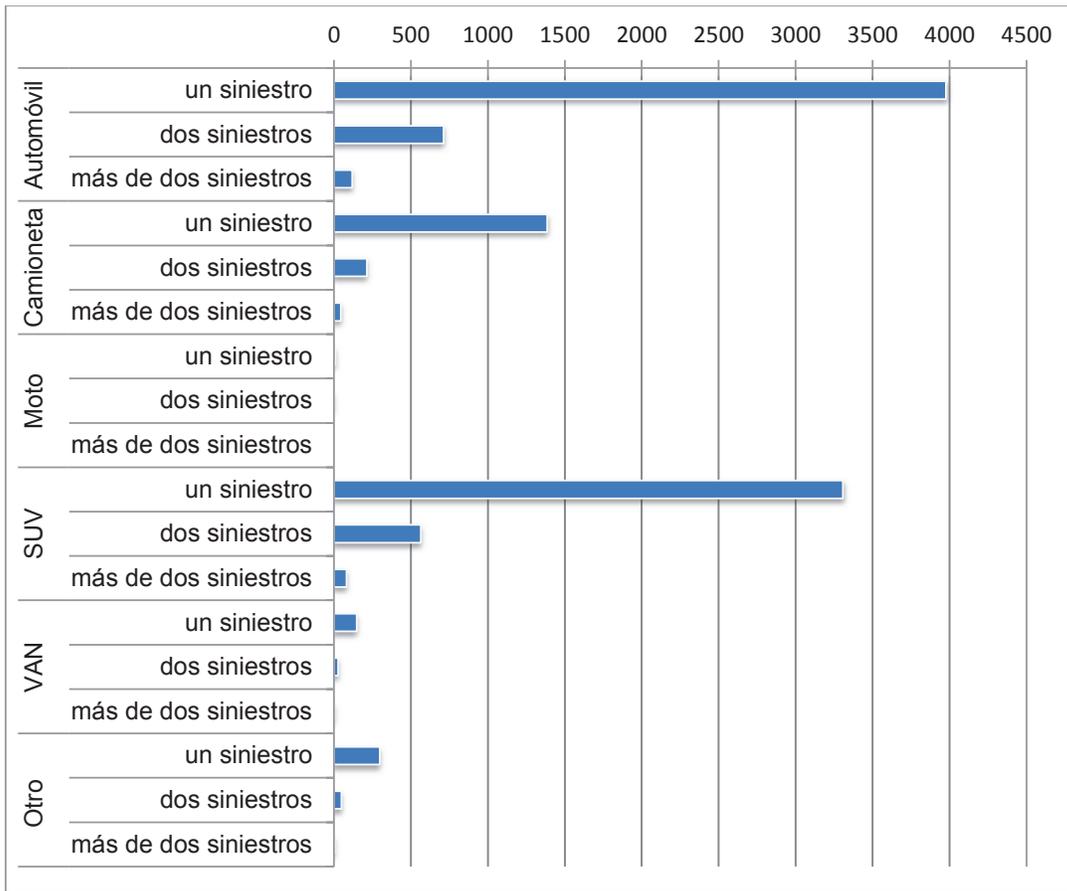
Con respecto al tipo del vehículo, independientemente de la marca, la categoría “Otro”, la cual incluye buses, camiones y demás vehículos pesados, muestran la mayor prima pura a pagar, seguidos por la categoría “Moto” de diferentes marcas, excluyendo aquellas que son de muy alta y alta participación⁴⁹ en el mercado.

Por el contrario el VAN, vehículo que incluye a las busetas o transporte de carga liviana, reflejan con la utilización de este método la más baja prima pura a pagar en marcas como Chevrolet, Hyundai, Toyota, Nissan, Mazda y Kia, sin embargo, esta prima de siniestralidad aumenta para el resto de marcas que existen en el mercado.

A continuación se muestra en el Gráfico16, la cantidad de siniestros que históricamente (durante un año) han tenido los diferentes tipos de vehículos de toda marca:

⁴⁹ Marca Chevrolet, Hyundai, Toyota, Nissan, Mazda y Kia.

Gráfico 16 – Nivel de siniestralidad según tipo del vehículo



Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

El gráfico afianza los resultados obtenidos a priori mediante el modelo de elección discreta, en donde, tomando como referencia al individuo tipo, ratifica que el tipo de vehículos, automóviles, son aquellos que sufren mayor cantidad de siniestros durante el tiempo de exposición al riesgo.

4.4.1.2 SEGUNDO ENFOQUE

Este enfoque tiene como objetivo resaltar las características del individuo asegurado según el sexo, que a pesar de no ser significativo de acuerdo a los resultados del modelo logit, resulta interesante acompañarlo por la edad del mismo (variable significativa), y reflejar la variación del valor a pagar.

Para esta segmentación se ha tomado en cuenta el sexo y la edad del asegurado, así como la marca del vehículo, para determinar la cuantía del siniestro

(severidad) y para la frecuencia se ha incluido el nivel de siniestralidad, en función de la gravedad del siniestro, obteniendo los resultados descritos en la Tabla 17:

Tabla 17 – Prima pura en consideración con las características del asegurado

Sexo del asegurado	Edad del asegurado	Marca del vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima pura a pagar
Mujer	entre 18 y 35 años	Marca Chevrolet	277	un siniestro	80,06%	\$ 1.583,22	\$ 1.267,49	\$ 573,35
			59	dos siniestros	17,05%	\$ 2.250,86	\$ 383,82	
			10	más de dos siniestros	2,89%	\$ 2.378,11	\$ 68,73	
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	318	un siniestro	83,03%	\$ 1.638,92	\$ 1.360,78	\$ 637,18
			53	dos siniestros	13,84%	\$ 2.709,28	\$ 374,91	
			11	más de dos siniestros	2,87%	\$ 6.122,62	\$ 175,85	
		Otras marcas	248	un siniestro	81,31%	\$ 1.869,31	\$ 1.519,96	\$ 697,10
			47	dos siniestros	15,41%	\$ 2.018,14	\$ 310,99	
			10	más de dos siniestros	3,28%	\$ 7.940,45	\$ 260,34	
	entre 36 y 55 años	Marca Chevrolet	421	un siniestro	80,65%	\$ 1.521,11	\$ 1.226,79	\$ 624,01
			88	dos siniestros	16,86%	\$ 3.188,15	\$ 537,47	
			13	más de dos siniestros	2,49%	\$ 4.327,56	\$ 107,77	
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	566	un siniestro	84,60%	\$ 1.927,20	\$ 1.630,48	\$ 698,59
			90	dos siniestros	13,45%	\$ 3.009,02	\$ 404,80	
			13	más de dos siniestros	1,94%	\$ 3.113,15	\$ 60,49	
		Otras marcas	434	un siniestro	85,43%	\$ 2.385,77	\$ 2.038,24	\$ 819,78
			61	dos siniestros	12,01%	\$ 2.885,07	\$ 346,44	
			13	más de dos siniestros	2,56%	\$ 2.917,49	\$ 74,66	
	entre 56 y más de 65 años	Marca Chevrolet	171	un siniestro	81,82%	\$ 1.662,23	\$ 1.360,00	\$ 623,48
			35	dos siniestros	16,75%	\$ 2.705,69	\$ 453,11	
			3	más de dos siniestros	1,44%	\$ 3.994,49	\$ 57,34	
Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia		274	un siniestro	86,44%	\$ 1.854,37	\$ 1.602,84	\$ 653,89	
		39	dos siniestros	12,30%	\$ 2.518,74	\$ 309,88		
		4	más de dos siniestros	1,26%	\$ 3.880,56	\$ 48,97		
Otras marcas		213	un siniestro	85,54%	\$ 1.708,90	\$ 1.461,83	\$ 580,68	
		32	dos siniestros	12,85%	\$ 1.752,75	\$ 225,25		
		4	más de dos siniestros	1,61%	\$ 3.421,54	\$ 54,96		
Hombre	entre 18 y 35 años	Marca Chevrolet	592	un siniestro	82,22%	\$ 1.947,52	\$ 1.601,30	\$ 706,01
			99	dos siniestros	13,75%	\$ 2.724,57	\$ 374,63	
			29	más de dos siniestros	4,03%	\$ 3.527,82	\$ 142,09	
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	601	un siniestro	81,44%	\$ 2.083,76	\$ 1.696,93	\$ 731,24
			116	dos siniestros	15,72%	\$ 2.365,47	\$ 371,81	
			21	más de dos siniestros	2,85%	\$ 4.391,67	\$ 124,97	

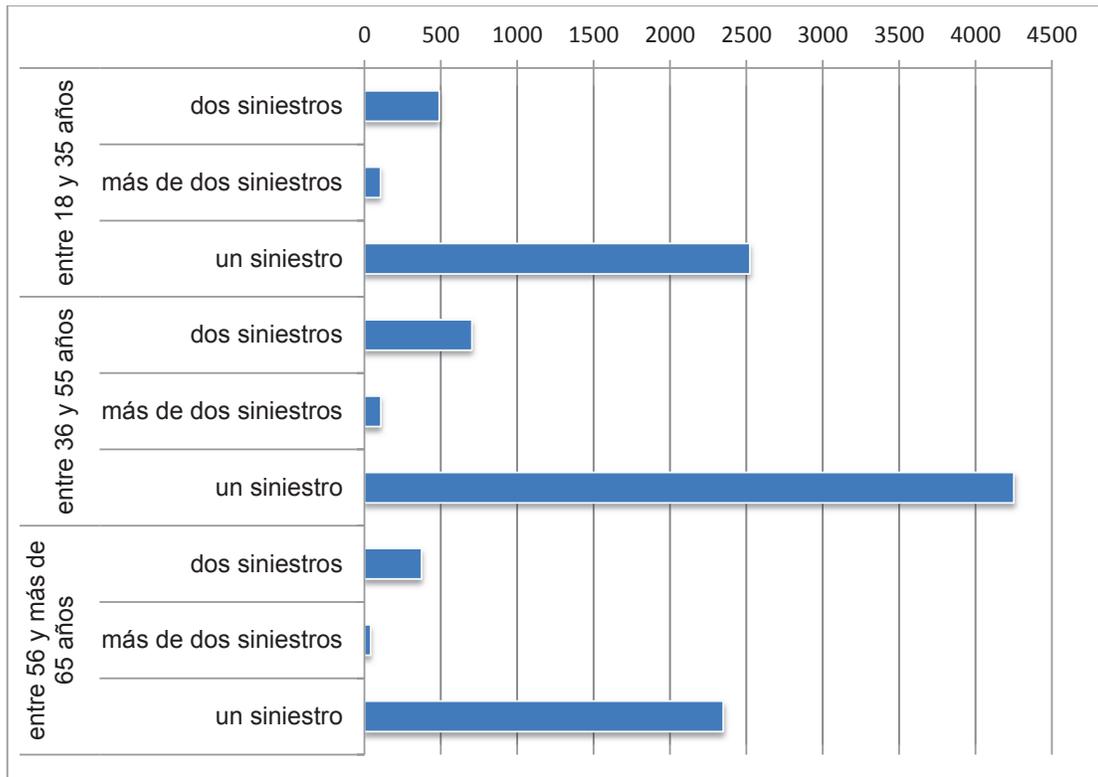
Sexo del asegurado	Edad del asegurado	Marca del vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima pura a pagar
Hombre	entre 18 y 35 años	Otras marcas	488	un siniestro	77,83%	\$ 2.681,65	\$ 2.087,16	\$ 930,35
			115	dos siniestros	18,34%	\$ 3.122,25	\$ 572,66	
			24	más de dos siniestros	3,83%	\$ 3.428,11	\$ 131,22	
	entre 36 y 55 años	Marca Chevrolet	803	un siniestro	83,82%	\$ 1.897,62	\$ 1.590,59	\$ 694,94
			128	dos siniestros	13,36%	\$ 3.102,04	\$ 414,47	
			27	más de dos siniestros	2,82%	\$ 2.829,54	\$ 79,75	
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	1146	un siniestro	85,65%	\$ 2.000,42	\$ 1.713,37	\$ 712,31
			176	dos siniestros	13,15%	\$ 2.756,57	\$ 362,60	
			16	más de dos siniestros	1,20%	\$ 5.097,90	\$ 60,96	
		Otras marcas	882	un siniestro	82,66%	\$ 2.752,81	\$ 2.275,52	\$ 987,62
			160	dos siniestros	15,00%	\$ 3.603,08	\$ 540,29	
			25	más de dos siniestros	2,34%	\$ 6.276,06	\$ 147,05	
	entre 56 y más de 65 años	Marca Chevrolet	395	un siniestro	85,87%	\$ 1.916,49	\$ 1.645,68	\$ 662,22
			54	dos siniestros	11,74%	\$ 2.563,46	\$ 300,93	
			11	más de dos siniestros	2,39%	\$ 1.674,43	\$ 40,04	
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	757	un siniestro	86,02%	\$ 2.174,17	\$ 1.870,28	\$ 766,75
			115	dos siniestros	13,07%	\$ 2.992,36	\$ 391,05	
			8	más de dos siniestros	0,91%	\$ 4.281,06	\$ 8,92	
Otras marcas		538	un siniestro	83,02%	\$ 2.920,42	\$ 2.424,67	\$ 1.040,91	
		100	dos siniestros	15,43%	\$ 4.139,10	\$ 638,75		
		10	más de dos siniestros	1,54%	\$ 3.842,66	\$ 59,30		

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

El valor promedio a pagar como prima de siniestralidad, para este enfoque, se encuentra entre USD 600 a USD 1.000 aproximadamente, este monto a simple vista parece no tener mucha variación al tomar en cuenta las características del asegurado. Sin embargo, este escenario muestra un contraste interesante, ya que refleja cómo la edad de la persona puede influir positivamente para evitar un siniestro; y, a pesar de tener como resultado a priori al sexo como variable no significativa, y con igual probabilidad de siniestrarse (odds ratio), este método evidencia que el hombre tiene una prima pura a pagar mayor que las mujeres.

Al igual que en el primer enfoque, se muestra en el Gráfico 17 la cantidad de siniestros que han tenido los individuos asegurados de diferentes edades, durante un año de exposición al riesgo:

Gráfico 17 – Nivel de siniestralidad según la edad del asegurado



Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Este gráfico refleja que los asegurados entre los 36 y 55 años de edad son aquellos que mayor número de siniestros tienen durante el tiempo que se encuentran asegurados, sin embargo el monto que se obtuvo como prima de siniestralidad para este segmento es relativamente bajo, por lo que se puede indicar que estos siniestros son de carácter leve, asociados con la frecuencia.

4.4.1.3 TERCER ENFOQUE

Este último enfoque pretende resaltar la accidentabilidad que existe a nivel de ciudades, considerando que esta variable resultó ser significativa en dos categorías. La Aseguradora Nacional muestra interés debido a que tiene agencias establecidas a nivel nacional.

Las variables que han sido tomadas en cuenta para esta segmentación son: la variable “*Accidentabilidad por ciudad*”, “*Marca del vehículo*” y la variable “*Año del vehículo*” para determinar la cuantía del siniestro (severidad) y para la frecuencia

se considera la variable “*Nivel de siniestralidad*”, obteniendo los resultados descritos en la Tabla 16:

Tabla 18 - Prima pura en consideración con la accidentabilidad por ciudad

Accidenta bilidad por ciudad	Marca del vehículo	Año del vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima a pagar
Alta accidenta bilidad vehicular (Quito)	Marca Chevrolet	de 1960 a 2003	252	un siniestro	83,44%	\$ 1.621,79	\$ 1.353,29	\$ 631,68
			43	dos siniestros	14,24%	\$ 3.326,10	\$ 473,58	
			7	más de dos siniestros	2,32%	\$ 2.941,41	\$ 68,18	
		de 2004 a 2007	416	un siniestro	84,55%	\$ 1.681,76	\$ 1.421,98	\$ 624,58
			60	dos siniestros	12,20%	\$ 3.055,92	\$ 372,67	
			16	más de dos siniestros	3,25%	\$ 2.432,07	\$ 79,09	
		de 2008 a 2011	668	un siniestro	79,81%	\$ 1.870,05	\$ 1.492,47	\$ 666,98
			142	dos siniestros	16,97%	\$ 2.507,88	\$ 425,47	
			27	más de dos siniestros	3,23%	\$ 2.572,69	\$ 82,99	
		de 2012 a 2014	324	un siniestro	79,22%	\$ 1.862,16	\$ 1.475,16	\$ 650,26
			68	dos siniestros	16,63%	\$ 2.161,45	\$ 359,36	
			17	más de dos siniestros	4,16%	\$ 2.797,32	\$ 116,27	
Alta accidenta bilidad vehicular (Quito)	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 1960 a 2003	137	un siniestro	86,16%	\$ 1.839,39	\$ 1.584,89	\$ 660,17
			19	dos siniestros	11,95%	\$ 2.914,90	\$ 348,32	
			3	más de dos siniestros	1,89%	\$ 2.506,46	\$ 47,29	
		de 2004 a 2007	518	un siniestro	81,57%	\$ 2.055,02	\$ 1.676,38	\$ 766,05
			101	dos siniestros	15,91%	\$ 3.059,72	\$ 486,66	
			16	más de dos siniestros	2,52%	\$ 5.361,73	\$ 135,10	
		de 2008 a 2011	954	un siniestro	68,63%	\$ 2.772,51	\$ 1.902,86	\$ 789,63
			352	dos siniestros	25,32%	\$ 1.467,54	\$ 371,64	
			84	más de dos siniestros	6,04%	\$ 1.562,10	\$ 94,40	
		de 2012 a 2014	447	un siniestro	85,47%	\$ 1.710,27	\$ 1.461,74	\$ 617,26
			65	dos siniestros	12,43%	\$ 2.267,05	\$ 281,76	
			11	más de dos siniestros	2,10%	\$ 5.148,45	\$ 108,28	

Accidentalidad por ciudad	Marca del vehículo	Año del vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima a pagar
Alta accidentalidad vehicular (Quito)	Otras marcas	de 1960 a 2003	319	un siniestro	83,51%	\$ 2.431,84	\$ 2.030,78	\$ 1.034,76
			56	dos siniestros	14,66%	\$ 6.254,20	\$ 916,85	
			7	más de dos siniestros	1,83%	\$ 8.549,49	\$ 156,67	
		de 2004 a 2007	474	un siniestro	83,89%	\$ 1.957,62	\$ 1.642,32	\$ 716,33
			77	dos siniestros	13,63%	\$ 3.213,12	\$ 437,89	
			14	más de dos siniestros	2,48%	\$ 2.775,28	\$ 68,77	
		de 2008 a 2011	823	un siniestro	80,14%	\$ 2.680,72	\$ 2.148,23	\$ 913,43
			177	dos siniestros	17,23%	\$ 3.001,17	\$ 517,24	
			27	más de dos siniestros	2,63%	\$ 2.846,10	\$ 74,82	
		de 2012 a 2014	267	un siniestro	79,46%	\$ 2.138,40	\$ 1.699,26	\$ 730,58
			57	dos siniestros	16,96%	\$ 1.752,10	\$ 297,23	
			12	más de dos siniestros	3,57%	\$ 5.467,22	\$ 195,26	
Moderada accidentalidad vehicular (Cuenca, Santo Domingo, Riobamba, Loja, Ambato, Coca)	Marca Chevrolet	de 1960 a 2003	73	un siniestro	79,35%	\$ 1.510,70	\$ 1.198,71	\$ 588,42
			17	dos siniestros	18,48%	\$ 2.797,35	\$ 516,90	
			2	más de dos siniestros	2,17%	\$ 2.284,41	\$ 49,66	
		de 2004 a 2007	113	un siniestro	89,68%	\$ 1.359,49	\$ 1.219,23	\$ 489,77
			13	dos siniestros	10,32%	\$ 2.423,95	\$ 250,09	
			0	más de dos siniestros	0,00%	\$ 0,00	\$ 0,00	
		de 2008 a 2011	280	un siniestro	81,40%	\$ 1.859,93	\$ 1.513,90	\$ 732,93
			55	dos siniestros	15,99%	\$ 3.456,30	\$ 552,61	
			9	más de dos siniestros	2,62%	\$ 5.056,52	\$ 132,29	
	de 2012 a 2014	148	un siniestro	84,09%	\$ 1.979,94	\$ 1.664,95	\$ 768,34	
		24	dos siniestros	13,64%	\$ 3.639,23	\$ 496,26		
		4	más de dos siniestros	2,27%	\$ 6.327,70	\$ 143,81		
	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 1960 a 2003	30	un siniestro	88,24%	\$ 1.135,45	\$ 1.001,87	\$ 430,20
			3	dos siniestros	8,82%	\$ 3.244,32	\$ 286,26	
			1	más de dos siniestros	2,94%	\$ 84,25	\$ 2,48	
de 2004 a 2007		109	un siniestro	82,58%	\$ 1.631,30	\$ 1.347,05	\$ 596,47	
		22	dos siniestros	16,67%	\$ 2.280,18	\$ 380,03		
		1	más de dos siniestros	0,76%	\$ 8.227,17	\$ 62,33		

Accidentalidad por ciudad	Marca del vehículo	Año del vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima a pagar
Moderada accidentalidad vehicular (Cuenca, Santo Domingo, Loja, Ambato, Coca)	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 2008 a 2011	460	un siniestro	82,88%	\$ 1.981,20	\$ 1.642,07	\$704,12
			87	dos siniestros	15,68%	\$ 2.744,08	\$ 430,15	
			8	más de dos siniestros	1,44%	\$ 2.783,61	\$ 40,12	
		de 2012 a 2014	263	un siniestro	85,67%	\$ 1.408,11	\$ 1.206,30	\$496,07
			43	dos siniestros	14,01%	\$ 2.003,26	\$ 280,59	
			1	más de dos siniestros	0,33%	\$ 407,23	\$ 1,33	
	Otras marcas	de 1960 a 2003	61	un siniestro	81,33%	\$ 3.169,70	\$ 2.578,02	\$1.145,56
			13	dos siniestros	17,33%	\$ 4.914,36	\$ 851,82	
			1	más de dos siniestros	1,33%	\$ 512,90	\$ 6,84	
		de 2004 a 2007	113	un siniestro	83,70%	\$ 2.539,02	\$ 2.125,26	\$849,61
			20	dos siniestros	14,81%	\$ 2.709,77	\$ 401,45	
			2	más de dos siniestros	1,48%	\$ 1.493,30	\$ 22,12	
		de 2008 a 2011	291	un siniestro	79,95%	\$ 2.499,88	\$ 1.998,53	\$874,79
			63	dos siniestros	17,31%	\$ 2.945,18	\$ 509,74	
			10	más de dos siniestros	2,75%	\$ 4.226,21	\$ 116,10	
de 2012 a 2014		115	un siniestro	86,47%	\$ 2.404,10	\$ 2.078,73	\$899,84	
		17	dos siniestros	12,78%	\$ 4.745,35	\$ 606,55		
		1	más de dos siniestros	0,75%	\$ 1.893,15	\$ 14,23		
Baja accidentalidad vehicular (Ibarra, Manta, Portoviejo, Machala)	Marca Chevrolet	de 1960 a 2003	34	un siniestro	89,47%	\$ 968,90	\$ 866,91	\$353,02
			2	dos siniestros	5,26%	\$ 2.994,26	\$ 157,59	
			2	más de dos siniestros	5,26%	\$ 656,57	\$ 34,56	
		de 2004 a 2007	76	un siniestro	92,68%	\$ 1.603,82	\$ 1.486,46	\$641,31
			6	dos siniestros	7,32%	\$ 5.978,78	\$ 437,47	
			0	más de dos siniestros	0,00%	\$ 0,00	\$ 0,00	
		de 2008 a 2011	164	un siniestro	86,32%	\$ 2.172,02	\$ 1.874,80	\$764,68
			22	dos siniestros	11,58%	\$ 3.173,29	\$ 367,43	
			4	más de dos siniestros	2,11%	\$ 2.460,38	\$ 51,80	
		de 2012 a 2014	111	un siniestro	87,40%	\$ 2.228,07	\$ 1.947,37	\$758,59
			11	dos siniestros	8,66%	\$ 1.420,32	\$ 123,02	
			5	más de dos siniestros	3,94%	\$ 5.216,58	\$ 205,38	
	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 1960 a 2003	19	un siniestro	90,48%	\$ 723,54	\$ 654,63	\$387,48
			2	dos siniestros	9,52%	\$ 5.331,95	\$ 507,80	
			0	más de dos siniestros	0,00%	\$ 0,00	\$ 0,00	

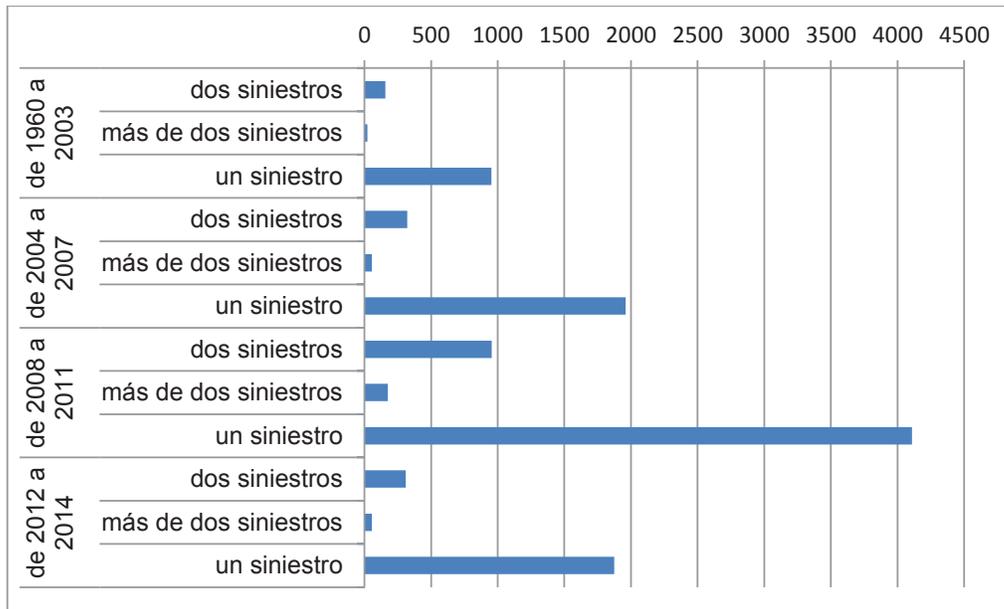
Accidentalidad por ciudad	Marca del vehículo	Año del vehículo	Número de siniestros	Nivel de siniestralidad	Frecuencia	Severidad	Prima Pura	Valor promedio de la prima a pagar
Baja accidentalidad vehicular (Ibarra, Manta, Portoviejo, Machala)	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 2004 a 2007	85	un siniestro	83,33%	\$ 2.423,17	\$ 2.019,31	\$804,39
			15	dos siniestros	14,71%	\$ 2.626,52	\$ 386,25	
			2	más de dos siniestros	1,96%	\$ 388,09	\$ 7,61	
		de 2008 a 2011	290	un siniestro	87,88%	\$ 2.202,39	\$ 1.935,43	\$773,48
			39	dos siniestros	11,82%	\$ 2.844,05	\$ 336,12	
			1	más de dos siniestros	0,30%	\$ 16.131,71	\$ 48,88	
		de 2012 a 2014	119	un siniestro	86,86%	\$ 1.956,30	\$ 1.699,26	\$674,78
			17	dos siniestros	12,41%	\$ 2.482,76	\$ 308,08	
			1	más de dos siniestros	0,73%	\$ 2.330,02	\$ 17,01	
	Otras marcas	de 1960 a 2003	27	un siniestro	93,10%	\$ 2.415,16	\$ 2.248,60	\$835,71
			2	dos siniestros	6,90%	\$ 3.748,71	\$ 258,53	
			0	más de dos siniestros	0,00%	\$ 0,00	\$ 0,00	
		de 2004 a 2007	55	un siniestro	83,33%	\$ 4.700,84	\$ 3.917,37	\$1.816,00
			7	dos siniestros	10,61%	\$ 1.974,78	\$ 209,45	
			4	más de dos siniestros	6,06%	\$ 21.799,34	\$ 1.321,17	
		de 2008 a 2011	178	un siniestro	89,00%	\$ 3.416,58	\$ 3.040,76	\$1.081,99
			17	dos siniestros	8,50%	\$ 1.388,76	\$ 118,04	
			5	más de dos siniestros	2,50%	\$ 3.486,30	\$ 87,16	
de 2012 a 2014		80	un siniestro	86,96%	\$ 3.423,37	\$ 2.976,85	\$1.114,11	
		9	dos siniestros	9,78%	\$ 2.048,68	\$ 200,41		
		3	más de dos siniestros	3,26%	\$ 5.061,89	\$ 165,06		

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Esta segmentación, muestra que la ciudad de Quito tiene primas puras entre USD 600 y USD 1.000 aproximadamente; para las ciudades de Cuenca, Santo Domingo, Riobamba, Loja, Ambato y el Coca la prima de siniestralidad oscila alrededor de USD 400 y USD 1.100; para Ibarra, Manta, Portoviejo y Machala el valor a pagar de la prima se encuentra entre USD 350 y USD 1.800. Se puede evidenciar que a medida que varían los niveles de accidentalidad, mayor es su fluctuación, los valores en promedio bajos corresponden en su mayoría a marcas como Chevrolet, Hyundai, Toyota, Nissan, Mazda y Kia; por otra parte, los valores que superan los mil dólares se otorga a los vehículos de marcas diferentes a aquellas que tienen una participación alta y muy alta en el mercado automotor. Para complementar la información vehicular respecto a las marcas, se muestra el Gráfico 18, según el

año de fabricación, los vehículos que reflejan mayor siniestralidad en las diferentes ciudades del país:

Gráfico 18 - Nivel de siniestralidad según el año del vehículo



Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

En este gráfico se puede observar que los vehículos con años de fabricación entre 2008 y 2011, tienen mayor siniestralidad durante el año de vigencia de la póliza, seguidos por aquellos vehículos de años 2004 y 2007. Cabe mencionar que esta descripción se obtiene considerando a todas las ciudades con diferentes niveles de accidentabilidad vehicular.

CAPÍTULO 5

5.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS CON LAS TARIFAS DE LA ASEGURADORA NACIONAL

5.1.1 MÉTODO DE LA ASEGURADORA NACIONAL

Para poder iniciar con el análisis comparativo es necesario mencionar el cálculo que emplea la Aseguradora Nacional para establecer la prima de siniestralidad vehicular o prima pura.

La prima de siniestralidad, considerada como “Método del ente asegurador”, de aquí en adelante, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Prima Pura} = \text{Valor asegurado} * \text{Tasa} \quad (24)$$

Donde,

- Valor asegurado, es el monto que la aseguradora está dispuesta a cubrir en caso de siniestros.
- Tasa, empleada por parte de la aseguradora, la cual se obtiene de cálculos internos privados, la cual cubre los costos y gastos en caso de siniestro.

Por otra parte, el método a seguir para obtener la prima pura es mediante la aplicación de las fórmulas de frecuencia y severidad, detalladas teórica y matemáticamente en las fórmulas (20) y (21) del capítulo 3.

Cabe mencionar que los métodos empleados por cada ente interesado, arrojan la cuantía de la prima pura, la cual para ser comercializada debe adicionar los costos fijos y costos variables individuales, el porcentaje de utilidad respectivo, y los impuestos vigentes, los cuales no se incluyen en este proyecto debido al sigilo de información privada.

5.1.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PRIMER ENFOQUE

Este primer análisis da prioridad a las características del vehículo, reflejando en la Tabla 17, la prima pura a pagar obtenida a partir de dos metodologías: la primera “Método prima pura”, y la segunda “Método del ente asegurador”:

Tabla 19 – Prima pura a pagar en el primer enfoque

Participación de la marca	Tipo de vehículo	PRIMA PURA A PAGAR Método Prima Pura	PRIMA PURA A PAGAR Aseguradora Nacional
Marca Chevrolet	Automóvil	\$ 590,90	\$ 472,62
	Camioneta	\$ 720,94	\$ 731,81
	SUV	\$ 676,75	\$ 602,52
	VAN	\$ 476,10	\$ 365,40
	Otro	\$ 2.669,71	\$ 805,01
Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda – Kia	Automóvil	\$ 660,82	\$ 586,62
	Camioneta	\$ 689,15	\$ 846,37
	SUV	\$ 777,72	\$ 866,07
	VAN	\$ 532,80	\$ 799,48
	Otro	\$ 1.828,56	\$ 1.664,42
Otras marcas	Automóvil	\$ 620,13	\$ 569,02
	Camioneta	\$ 609,08	\$ 1.094,93
	Moto	\$ 1.121,86	\$ 345,93
	SUV	\$ 666,75	\$ 854,59
	VAN	\$ 938,80	\$ 648,62
	Otro	\$ 3.723,95	\$ 1.919,80

Fuente: Aseguradora Nacional

Elaboración: Autora

Se puede observar que, el primer método tiene una desviación estándar mayor que la del segundo método, principalmente por el monto que se obtuvo para la categoría “Otro” con diferentes marcas de vehículos. Para el resto de categorías, existe una variación, en términos porcentuales, menor respecto al precio a pagar como prima pura, excepto para la categoría “Moto”, la cual a pesar de tener una participación muy baja en la cartera del ramo vehicular, tiene una frecuencia alta de siniestralidad.

5.1.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SEGUNDO ENFOQUE

La prima pura a pagar obtenida a partir de las dos metodologías, la primera “Método prima pura” y la segunda “Método del ente asegurador”, resaltando las características del individuo asegurado, refleja los siguientes resultados (Tabla 20):

Tabla 20 - Prima pura a pagar en el segundo enfoque

Sexo del asegurado	Edad del asegurado	Marca del vehículo	PRIMA PURA A PAGAR Método Prima Pura	PRIMA PURA A PAGAR Aseguradora Nacional
Mujer	entre 18 y 35 años	Marca Chevrolet	\$ 573,35	\$ 505,42
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	\$ 637,18	\$ 661,15
		Otras marcas	\$ 697,10	\$ 718,59
	entre 36 y 55 años	Marca Chevrolet	\$ 624,01	\$ 588,31
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	\$ 698,59	\$ 809,53
		Otras marcas	\$ 819,78	\$ 804,41
	entre 56 y más de 65 años	Marca Chevrolet	\$ 623,48	\$ 562,97
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	\$ 653,89	\$ 676,69
		Otras marcas	\$ 580,68	\$ 663,94
Hombre	entre 18 y 35 años	Marca Chevrolet	\$ 706,01	\$ 533,32
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	\$ 731,24	\$ 693,31
		Otras marcas	\$ 930,35	\$ 774,13
	entre 36 y 55 años	Marca Chevrolet	\$ 694,94	\$ 584,86
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	\$ 712,31	\$ 810,62
		Otras marcas	\$ 987,62	\$ 932,13
	entre 56 y más de 65 años	Marca Chevrolet	\$ 662,22	\$ 545,11
		Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	\$ 766,75	\$ 803,02
		Otras marcas	\$ 1.040,91	\$ 935,74

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Se puede observar que los resultados, aplicando diferentes metodologías, tienen una desviación estándar muy similar, ya que mediante el método de prima pura, el valor mínimo es de USD 573 y como valor máximo USD 1.040, mientras que los valores de la Aseguradora Nacional tiene como mínimo y máximo, USD 505 y USD 936 respectivamente.

5.1.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL TERCER ENFOQUE

Este último análisis comparativo prioriza la accidentabilidad por ciudades. La prima pura a pagar refleja lo siguientes resultados (Tabla 21):

Tabla 21 - Prima pura a pagar en el tercer enfoque

Accidentabilidad por ciudad	Marca del vehículo	Año del vehículo	PRIMA PURA A PAGAR Método Prima Pura	PRIMA PURA A PAGAR Aseguradora Nacional
Alta accidentabilidad vehicular (Quito)	Marca Chevrolet	de 1960 a 2003	\$ 631,68	\$ 410,52
		de 2004 a 2007	\$ 624,58	\$ 458,80
		de 2008 a 2011	\$ 666,98	\$ 543,91
		de 2012 a 2014	\$ 650,26	\$ 590,42
	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 1960 a 2003	\$ 660,17	\$ 411,31
		de 2004 a 2007	\$ 766,05	\$ 601,67
		de 2008 a 2011	\$ 789,63	\$ 758,64
		de 2012 a 2014	\$ 617,26	\$ 815,93
	Otras marcas	de 1960 a 2003	\$ 1.034,76	\$ 642,93
		de 2004 a 2007	\$ 716,33	\$ 542,69
		de 2008 a 2011	\$ 913,43	\$ 832,84
		de 2012 a 2014	\$ 730,58	\$ 936,81
Moderada accidentabilidad vehicular (Cuenca, Santo Domingo, Riobamba, Loja, Ambato, Coca)	Marca Chevrolet	de 1960 a 2003	\$ 588,42	\$ 417,56
		de 2004 a 2007	\$ 489,77	\$ 331,74
		de 2008 a 2011	\$ 732,93	\$ 729,61
		de 2012 a 2014	\$ 768,34	\$ 626,92
	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 1960 a 2003	\$ 430,20	\$ 483,35
		de 2004 a 2007	\$ 596,47	\$ 617,20
		de 2008 a 2011	\$ 704,12	\$ 915,64
		de 2012 a 2014	\$ 496,07	\$ 928,69
	Otras marcas	de 1960 a 2003	\$ 1.145,56	\$ 682,09
		de 2004 a 2007	\$ 849,61	\$ 708,83
		de 2008 a 2011	\$ 874,79	\$ 1.061,89
		de 2012 a 2014	\$ 899,84	\$ 1.371,07
Baja accidentabilidad vehicular (Ibarra, Manta, Portoviejo, Machala)	Marca Chevrolet	de 1960 a 2003	\$ 353,02	\$ 405,38
		de 2004 a 2007	\$ 641,31	\$ 317,28
		de 2008 a 2011	\$ 764,68	\$ 646,77
		de 2012 a 2014	\$ 758,59	\$ 705,99
	Marca Hyundai - Toyota - Nissan - Mazda - Kia	de 1960 a 2003	\$ 387,48	\$ 252,00
		de 2004 a 2007	\$ 804,39	\$ 664,77
		de 2008 a 2011	\$ 773,48	\$ 918,66
		de 2012 a 2014	\$ 674,78	\$ 958,32
	Otras marcas	de 1960 a 2003	\$ 835,71	\$ 566,80
		de 2004 a 2007	\$ 1.816,00	\$ 1.082,61
		de 2008 a 2011	\$ 1.081,99	\$ 1.094,83
		de 2012 a 2014	\$ 1.114,11	\$ 1.072,79

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Al ser la categorización más amplia se realiza el análisis de acuerdo al nivel de accidentabilidad vehicular por ciudades.

Las primas a pagar para ciudades con alta accidentabilidad, según la metodología de la aseguradora tiene valores menores a pagar que oscilan entre USD 410 y USD 937 aproximadamente, mientras que mediante la metodología propuesta se propone valores más altos que varían entre USD 617 y USD 1.034.

Para las ciudades con moderada y baja accidentabilidad vehicular, se presenta igual escenario, los valores obtenidos mediante el método de prima pura son relativamente más altos que los de la Aseguradora Nacional.

5.2 EJERCICIO PRÁCTICO

En la práctica, el ente asegurador utiliza el tercer enfoque expuesto en este trabajo, sin considerar otros factores determinantes de siniestralidad, por lo que, a continuación se desarrolla un ejercicio práctico, el cual proporciona una posible utilización de los resultados obtenidos en este capítulo:

Ejercicio N.1

Como primer escenario se plantea asegurar en la ciudad de Quito a un vehículo Chevrolet del año 2010. Con base a esta referencia se ubica en la tabla del tercer enfoque el segmento en el cual se incluyen estas características, resultando que la prima pura a pagar sería de USD 666.98 calculado mediante el *“Método prima pura”*, o de USD 543.91 obtenido con el *“Método del ente asegurador”*.

Ahora se adicionan las características básicas del individuo, como *“un hombre de 28 años de edad, con un automóvil marca Chevrolet, cuyo año de fabricación es 2010, de la ciudad de Quito”*.

Para hallar la prima pura en este caso se busca en cada enfoque las características del individuo, mediante la variable común *“Marca del vehículo”*, y una vez ubicado tal individuo en las tablas se obtiene el resultado de la Tabla 22:

Tabla 22 – Ejercicio práctico N. 1

Variable común	Características adicionales	Método Prima Pura	Método ente asegurador
Marca del vehículo Chevrolet	Características del vehículo	\$ 590,90	\$ 472,62
	Características del individuo	\$ 706,01	\$ 533,32
	Características de circulación	\$ 666,98	\$ 543,41
Prima pura promedio a pagar		\$ 654,63	\$ 516,45

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Ejercicio N.2

Como en el ejercicio anterior, en este ejemplo se plantea asegurar en la ciudad de Quito a un vehículo Toyota del año 2013. Se ubica en la tabla del tercer enfoque el segmento en el cual se incluyen estas características, resultando que la prima pura a pagar sería de USD 617.26 calculado mediante el “*Método prima pura*”, o de USD 815.93 obtenido con el “*Método del ente asegurador*”.

Adicionando características básicas del individuo, a “*una mujer de 36 años de edad, con una camioneta marca Toyota, cuyo año de fabricación es 2013, de la ciudad de Quito*”.

Se procede a buscar en cada enfoque las características del individuo, mediante la variable común “*Marca del vehículo*”, y una vez ubicado tal individuo en las tablas se obtiene el resultado de la Tabla 23:

Tabla 23 - Ejercicio práctico N. 2

Variable común	Características adicionales	Método Prima Pura	Método ente asegurador
Marca del vehículo Toyota	Características del vehículo	\$ 689,15	\$ 846,37
	Características del individuo	\$ 698,59	\$ 809,53
	Características de circulación	\$ 617,26	\$ 815,93
Prima pura promedio a pagar		\$ 668,33	\$ 823,94

Fuente: Aseguradora Nacional
Elaboración: Autora

Los resultados de estos ejercicios ponen en evidencia la importancia de tomar en cuenta los factores de siniestralidad para realizar el cálculo de la prima pura en el sector de seguros de automóviles.

CAPÍTULO 6

6.1 CONCLUSIONES

- El mercado asegurador privado ecuatoriano cuenta con veinte y cinco empresas aseguradoras de vehículos, la cual representa proporcionalmente, la tercera parte respecto al total de seguros, con una siniestralidad⁵⁰ promedio registrada históricamente (2010-2013) en el seguro vehicular ecuatoriano, correspondiente al 57.10%, seguido por el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) con el 54.28%.
- Se ha desarrollado un modelo basado en el análisis multivariante de Regresión Logística para obtener los factores que de forma independiente contribuyen a la ocurrencia de eventos de siniestralidad vehicular en el Ecuador. El modelo matemático mediante el cual se puede calcular el valor de probabilidad de aparición de cada uno de los dos eventos de estudio (siniestralidad y no siniestralidad) tiene como período de estudio 2011-2013, y toma como individuo tipo (categoría base) a *“una mujer entre 18 y 25 años, que posee un automóvil marca Chevrolet, con años de fabricación entre el 2012 al 2014, con un valor asegurado de USD 10.000 a USD 15.000, que circula en la ciudad de Quito, con una póliza renovada, suscrita durante un año”*.

De manera general, los resultados del odds ratio - modelo logit, han determinado que los factores que contribuyen a que exista el fenómeno de siniestralidad con mayor probabilidad, son los vehículos con años de fabricación menores al 2012; y de marcas diferentes a Chevrolet, que se encuentran en el mercado automotor ecuatoriano. Otras categorías que también incrementan esta probabilidad es el hecho de suscribir una nueva póliza y asegurar vehículos por montos entre USD 15.001 y USD 50.000. Todas estas características en contraste con el individuo tipo.

⁵⁰ Este factor resulta como cociente de los costos de siniestros para la prima neta retenida devengada.

Por otra parte, aquellos factores que disminuyen la probabilidad de siniestrarse son los tipos de vehículos diferentes a los automóviles; el conductor del vehículo asegurado con una edad superior a los 25 años; y que circula en ciudades como Cuenca, Santo Domingo, Riobamba, Loja, Ambato, Coca, Ibarra, Manta, Portoviejo o Machala, tomando como referencia, de igual manera, al individuo tipo.

- Los resultados obtenidos del modelo aplicado deben ser analizados desde el punto de vista estadístico y actuarial, ya que el investigador o profesional actuario puede mostrar interés en cierta variable que no haya conseguido demostrar una significación estadística, como es el caso del “Sexo del asegurado”, variable que se mantuvo en el modelo, para finalidades actuariales futuras.
- La utilización de variables categóricas (marca, tipo, valor y año del vehículo; edad y sexo del asegurado; accidentabilidad por ciudad; antigüedad y vigencia de la póliza), disminuye el número de perfiles de los asegurados, sin embargo el modelo requiere que se establezca una categoría base o individuo tipo, la cual puede variar, de acuerdo al interés del negocio asegurador, por tanto se obtendrán interpretaciones diferentes a las de este estudio. Posteriormente, y según los resultados obtenidos de la base de individuos asegurados, en el proceso de tarificación a priori, asignará una nueva probabilidad de aparición del evento con su respectivo intervalo de confianza.

En el software utilizado (programación en Stata) es fácilmente transferible la elección de diferentes categorías que establezcan una nueva categoría base o individuo tipo.

- El fenómeno de siniestralidad es uno que ocurre con poca frecuencia dentro del mercado asegurador vehicular no obligatorio en el Ecuador, de otra forma sería insostenible sus niveles de rentabilidad, resultando, de la información proporcionada por la Aseguradora Nacional, del total de vehículos asegurados apenas el 20% aproximadamente resulta siniestrado. Esta baja frecuencia se refleja en la probabilidad estimada mediante el modelo Logit, donde la

probabilidad promedio es del 0.192, siendo su valor mínimo 0.02 y el valor máximo 0.35. El resultado obtenido para el modelo se ajusta a lo observado con los datos.

- Para la aplicación del método de prima pura (producto de la frecuencia por la severidad; es decir, las veces que ha ocurrido el siniestro por la cuantía de ellos), resultó conveniente, , considerar a los individuos asegurados por el sistema de seguros privado con al menos un siniestro durante el año de exposición al riesgo, con el fin de determinar la cuantía del siniestro y agruparlos de acuerdo a características relevantes del asegurado, del vehículo y de accidentabilidad vehicular, para formar categorías de riesgo, de acuerdo al interés de la Aseguradora Nacional.
- De manera global y a priori, aplicando el método de prima pura para los individuos que han tenido al menos un siniestro, resultó que el valor promedio a pagar como prima de siniestralidad es de USD 2.000 aproximadamente. En una segunda fase, el valor a pagar como prima de siniestralidad, para cada individuo asegurado, se determinará tomando en cuenta las características que distinguen a cada segmento.
- La importancia que se otorgue a los diferentes factores de siniestralidad, tomados en cuenta para cada segmento, produce varios efectos al determinar el valor de la prima pura a pagar, resultando, en orden de influencia, que las características del vehículo generan un mayor valor a pagar; la accidentabilidad por ciudades genera valores moderados⁵¹ a pagar; y finalmente las características del individuo asegurado, afianzando los resultados del modelo logit, generan valores a pagar más bajos que los dos anteriores. Cabe mencionar que el nivel de siniestralidad (un, dos o más siniestros) tiene una relación inversamente proporcional, debido a que el bien patrimonial asegurado pierde valor comercial a través del tiempo y por los siniestros que ha tenido, causando que, el ente asegurador disminuya el valor a asegurar y consecuentemente la prima pura a pagar.

⁵¹ Estos valores pueden variar dependiendo de la competencia del mercado asegurador en cada ciudad.

- Actualmente, la Aseguradora Nacional tiene una gran limitación de información, ya que se realizaron varios ajustes técnicos (depuración de datos) y se encontró la necesidad de levantar información acerca de los niveles de cobertura que brinda esta Institución, independientemente de sufrir un siniestro o no, ya que actualmente esta cobertura se recoge como “todo riesgo”, sin embargo a nivel interno (fuera del alcance de la base de datos proporcionada), marcan diferencias, los gastos médicos, gastos materiales, muerte e invalidez que cubre el ente asegurador. Adicionalmente, de acuerdo al estudio del sistema asegurador privado, la cobertura es una variable importante de la cual se podría tener un antecedente para la probabilidad de aparición de la siniestralidad y una mayor contribución para determinar el valor de la prima pura.
- La restricción en la disponibilidad de información, respecto a los gastos de administración, redistribución de riesgos, porcentaje de utilidad e impuestos, evitan mostrar una tarificación completa respecto a la prima total a pagar, adicionando a ello el régimen de libre competencia, bajo el cual se encuentran operando.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para futuras proposiciones y aplicaciones técnico metodológicas que tengan como finalidad la determinación de factores de siniestralidad y aporten a la tarificación a priori para el cálculo de la prima, dentro del sistema asegurador vehicular y demás ramos de seguros existentes en el mercado, se recomienda utilizar la información que las empresas aseguradoras reportarán a la Superintendencia de Bancos y Seguros, ente rector de control, a través del *“Manual técnico de estructuras de datos de central de siniestros y deudores”* puesto en vigencia y actualizado al 20 de marzo de 2014, logrando el acceso a la información pública consolidada y apegada a la realidad de las aseguradas nacionales, más completa respecto a la que se dispuso para la elaboración de este trabajo
- La consistencia y coherencia de la información interna del ente asegurador es un factor primordial para conseguir resultados estadísticamente significativos apegados a los criterios actuarios del sistema, por lo que su actualización periódica continua es recomendable para poseer información histórica que permita, a más de determinar factores de siniestralidad y la prima de siniestralidad en el ramo vehicular, extenderla hacia otros ramos y complementar las fases de tarificación (tarificación a posteriori) la cual permita establecer primas de acuerdo con las características individuales de cada riesgo, mediante otros sistemas denominados “Sistemas Bonus-malus”, “Sistemas de credibilidad” o “Pague según lo que maneje”.
- Pueden existir factores externos al negocio asegurador que pueden alterar el funcionamiento del mercado, los cuales no se encuentran controlados por los entes aseguradores, por lo que es importante que prevengan, haciendo más eficientes las operaciones actuales, a través de reducciones en los índices de gastos, lo cual incrementa la liquidez y fortalece el patrimonio de las empresas. Este proyecto se enfoca en el sector vehicular, cuya participación porcentual representa la tercera parte respecto al total de seguros, por lo que se recomienda tomar en cuenta los resultados de las metodologías aplicadas, a fin de que sirvan como un referente básico para la tarificación de las primas de siniestralidad vehicular.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Tránsito. (2013). Mapas de siniestralidad 2013. Recuperado el 28 de mayo de 2014, de Mapas de siniestralidad 2013: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/category/126-mapas-de-siniestralidad-2013>
- Anónimo. (2014). SEGUROS.COM.EC. Recuperado el 5 de mayo de 2014, de seguros.com.ec: http://seguros.com.ec/cotizador/mi_auto
- Armesto, D. (2011). Pruebas Diagnósticas: Curvas ROC. Revista Electrónica de Biomedicina, 77-82.
- Aseguradora del Sur. (2014). Aseguradora del Sur, Justicia Vial y COVIAL Trabajan por la seguridad vial. Obtenido de ASEGURADORA DEL SUR: <http://p.aseguradoradelsur.com.ec/aseguradora-del-sur-justicia-vial-y-covial-trabajan-por-la-seguridad-vial/>
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2013). El Sector en Cifras - Sección 2. En A. d. Ecuador, Anuario 2013 AEADE (págs. 40 - 44). Quito: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.
- Audi, R. (1999). The Cambridge Dictionary of Philosophy (2nd Edition edición). Cambridge University Press.
- Ayala, L. L. (2003). Recuperado el abril de 2014, de repositorio.uisek.edu.ec: <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/50/3/Tesis%20Empresas%20de%20Seguros%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Bernardi Cabrer Borrás, A. S. (2001). Modelo Logit, Probit y Valor Truncado (I). En A. S. Bernardi Cabrer Borrás, MICROECONOMETRÍA Y DECISIÓN (págs. Págs.97-102). Madrid: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya S.A.).
- Bernardi Cabrer Borrás, A. S. (2001). Medidas de bondad de los modelos. En A. S. Bernardi Cabrer Borrás, MICROECONOMETRÍA Y DECISIÓN (pág. 39). Madrid: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya S.A.).

- Bousoño Calzón, C., Heras Martínez, A., & Tolmos Rodríguez-Piñero, P. (2008). Factores de Riesgo y cálculo de primas mediante técnicas de aprendizaje. Recuperado el marzo de 2014, de Factores de Riesgo y cálculo de primas mediante técnicas de aprendizaje: http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036977
- Cabrer Borrás, B., Sancho Pérez, A., & Serrano Domingo, G. (2001). Microeconometría y Decisión - Modelo Logit, Probit y Valor Truncado (I). Madrid: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya S.A.).
- Caicedo, G. (2012). Informe Sectorial Ecuador: Mercado de Seguros. Pacific Credit Rating.
- Castelo, M. L. (2006). MAPFRE, Instituto de Ciencias del Seguro. El Seguro de Automóviles en Iberoamérica, 10-14.
- Castro, A. (2011). Econometría: Modelos Estáticos. Quito: Unidad de Publicaciones de la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional.
- Cayuela, L. (2010). Modelos Lineales Generalizados. Quito: Cayuela, Luis.
- COVIAL. (2012). Por tu vida en el camino COVIAL. Recuperado el 29 de junio de 2014, de Por tu vida en el camino COVIAL: <http://www.covial-ecuador.org/mision.html>
- Crespo, M. (noviembre de 2010). Correduría de Seguros. Recuperado el 06 de junio de 2014, de Correduría de Seguros: <http://www.martincresposeguros.com/origen-de-los-seguros-ii/>
- Eva Boj Del Val, J. F. (2005). Bases de datos y estadísticas del seguro de automóviles en España: influencia en el cálculo de primas. Estadística Española, 539 a 566.
- Eva Boj del Val, M. C. (2006). Una alternativa en la Selección de los Factores de Riesgo a utilizar en el cálculo de primas. Una alternativa en la Selección de los Factores de Riesgo a utilizar en el cálculo de primas, 2-6.

- Fasecolda. (2011). Tarificación: elemento central de la actividad aseguradora, 378-389.
- Fitch Ratings - Seguros. (2012). Seguros Generales - Crecimiento Sobre Ruedas. Calificadora de Riesgos Fitch Ratings.
- Foros Ecuador. (2014). forosecuador.ec. Recuperado el 19 de junio de 2014, de forosecuador.ec: <http://www.forosecuador.ec/forum/aficiones/autos-y-motos/1397-marcas-de-carros-m%C3%A1s-vendidas-en-ecuador>
- Fundación MAPFRE. (2010). Diccionario MAPFRE de Seguros. Recuperado el marzo de 2014, de Diccionario MAPFRE de Seguros: <http://www.mapfre.com/wdiccionario/terminos/vertermino.shtml?r/riesgo.htm>
- Herrera, R., Adel, M., & Daniel, M. (30 de abril de 2012). Modelos de la familia Exponencial. Recuperado el julio de 2014, de Exponential Family Models: <file:///C:/Users/Jose/Downloads/295-1091-1-PB.pdf>
- ISEV, Instituto de Seguridad y Educación Vial. (2012). Séptimo reporte MERCOSUR y Quinto Latinoamericano de Siniestralidad Vial. Buenos Aires: ISEV.
- La Hora. (7 de febrero de 2014). Sociedad. 13 muertos y 152 heridos por día en las vías del país, pág. B1.
- La Vanguardia. (1998). Economía. Seguros: Rafael J. de Praga Preside SEAIDA, 87.
- Lancheros, D. C. (2011). Tarificación: elemento central de la actividad aseguradora. Bogotá, Colombia: Fasecolda.
- López de Castilla Vásquez, C. (2014). Análisis de datos Categóricos . Recuperado el julio de 2014, de Introducción a los Modelos Lineales Generalizados: http://tarwi.lamolina.edu.pe/~clopez/Categoricos/Introduccion_a_los_GLM.pdf

- Maruri, P. T. (2013). Diagnóstico de vulnerabilidades y mapas de riesgo del Sistema Privado de Seguros en Ecuador. Quito: Superintendencia de Bancos y Seguros, período 2012 - 03/2013.
- McCullagh, P., & Nelder, J. (1989). Generalized Linear Models. En P. McCullagh, & J. Nelder, Generalized Linear Models (pág. Chapter 1). London: Chapman and Hall.
- Medina, E. (2003). Modelos de elección discreta. Madrid: www.eva.medinaam.es.
- Melgar Hiraldo, M. d., & Ordaz Sanz, J. A. (2000). Una aproximación al papel del grado de cobertura en la siniestralidad declarada y no declarada en el seguro de automóviles a través de los modelos inflados de ceros. Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide, Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica.
- Mercado Asegurador.com.ar. (2008). Presente y Futuro del Mercado Asegurador Ecuatoriano. Recuperado el marzo de 2014, de Presente y Futuro del Mercado Asegurador Ecuatoriano: <http://www.mercadoasegurador.com.ar/adetail.asp?id=2526>
- Microeconometría y Decisión. (s.f.).
- Moreno, V. (2004). Modelos Lineales Generalizados. Recuperado el julio de 2014, de Modelos Lineales Generalizados: <http://lbe.uab.es/vm/upf/amv/logistica-surv-SPSS.pdf>
- Murillo, B. E. (01 de junio de 2012). La matriz del Boston Consulting Group o decrecimiento y participación (Caso Bolivia). Recuperado el marzo de 2014, de Scribd, the world`s digital library: <http://es.scribd.com/doc/95610625/La-matriz-de-Boston-Consulting-Group>
- Novales Cinca, A. (1993). Modelos de elección discreta. En E. S. Edición, Econometría Segunda Edición (págs. 529-549). Madrid: McGraw-Hill.
- Olivares, M. R. (2013). Seguros y Reaseguros Privados del Ecuador. Quito: Superintendencia de Bancos y Seguros, Informe Gerencial 2001-2013.

Organización Mundial de la Salud. (2013). Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial. OMS.

Racines M, O. L. (2014). Tasa de Siniestralidad Neta Retenida Devengada. Quito: Superintendencia de Bancos y Seguros.

Región Estadística - Seguros. (s.f.). Obtenido de <http://stadistikos.wordpress.com/finanzas/seguros/>

Scott Long, J., & Freese, J. (2001). Regression Models for categorical dependent variables using Stata. Texas: American Mathematical Society.

Sociedad Española e Bioquímica Clínica y Patología Molecular, SEQC. (1995). Regresión Logística. Recuperado el junio de 2014, de Regresión Logística: [file:///I:/Regresi%C3%B3n%20log%C3%ADstica%20\(1\).pdf](file:///I:/Regresi%C3%B3n%20log%C3%ADstica%20(1).pdf)

Soler, F., Pardillo, J. M., & Jurado, R. (2008). Tratamiento de outliers en los modelos de predicción de accidentes de tráfico. Recuperado el 06 de 2014, de Tratamiento de outliers en los modelos de predicción de accidentes de tráfico: http://oa.upm.es/4524/1/INVE_MEM_2008_61058.pdf

Superintendencia de Bancos y Seguros. (2009). Preguntas frecuentes. Lo que el asegurado debe conocer para contratar un Seguro. Recuperado el marzo de 2014, de Superintendencia de Bancos y Seguros: http://www.sbs.gob.ec/practg/sbs_index?vp_art_id=2&vp_tip=11&vp_lang=1#38

Superintendencia de Bancos y Seguros. (2012). Nivel de Profundización de Servicios Industria de Seguros. Quito: Superintendencia de Bancos y Seguros.

Superintendencia de Bancos y Seguros. (2014). Ficha Trimestral, Tasa de Siniestralidad neta retenida devengada. Quito: Superintendencia de Bancos y Seguros.

Superintendencia de Bancos y Seguros. (2014). Series por Compañía y Ramos. Quito: Superintendencia de Bancos y Seguros.

Swets, J. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. Burgos: Fundación "Burgos por la Investigación de la Salud".

Universidad Pablo de Olavide, XV Jornadas de ASEPUMA y III Encuentro Internacional. (2001). Análisis comparativo de la siniestralidad en el seguro de automóviles según el grado de cobertura. Sevilla, España: Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica.

Vega, G. (2008). Curso de Estadística Avanzada. Quito: Vega, Gema.

Werner, G. y. (2010). Basic Ratemak.

Wooldridge, J. M. (2011). Introducción a la econometría. Un enfoque moderno. México D.F.: Cengage Learning Editores S.A.

ANEXOS

Anexo 1 – Programación Modelo Logit

*Crea variables dummies

```
tabulate anio_vehiculo, gen(anio)
```

```
tabulate recateg_valor_aseg, gen(val_aseg)
```

```
tabulate tipvvh, gen(tipvvh)
```

```
tabulate remarca_aseg, gen(marca)
```

```
tabulate sex, gen(sex)
```

```
tabulate edad_categ, gen(edad)
```

```
tabulate sin_ant, gen(sinant)
```

```
tabulate vigencia_pol, gen(vig)
```

```
tabulate varpoliza, gen(varpol)
```

```
logit var_dep anio1 anio2 anio3 anio4 val_aseg1 val_aseg3 val_aseg4 val_aseg5  
val_aseg6 tipvvh2 tipvvh3 tipvvh4 tipvvh5 tipvvh6 marca2 marca3 marca4 marca5 sex2  
edad2 edad3 edad4 edad5 edad6 sinant2 sinant3 vig2 varpol1 varpol3
```

Anexo 2 – Programación Odds Ratio Modelo Logit

```
logistic var_dep anio1 anio2 anio3 anio4 val_aseg1 val_aseg3 val_aseg4  
val_aseg5 val_aseg6 tipvvh2 tipvvh3 tipvvh4 tipvvh5 tipvvh6 marca2 marca3 marca4  
marca5 sex2 edad2 edad3 edad4 edad5 edad6 sinant2 sinant3 vig2 varpol1  
varpol3
```

Anexo 3 – Odds Ratio Modelo Logit

Logistic regression

Number of obs = 75144

LR chi2(29) = 657.32

Prob > chi2 = 0.0000

Pseudo R2 = 0.0090

Log likelihood = -36344.923

var_dep	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
anio_vehiculo					
1	1.108171	.0711845	1.60	0.110	.9770775 1.256853
2	1.295658	.059463	5.64	0.000	1.1842 1.417605
3	1.180944	.0391241	5.02	0.000	1.106699 1.260171
4	1.203101	.0310494	7.16	0.000	1.143759 1.265522
recateg_valor_aseg					
1	.8252782	.0276647	-5.73	0.000	.7727993 .8813209
3	1.055735	.0304488	1.88	0.060	.9977123 1.117133
4	1.064335	.0390838	1.70	0.090	.9904236 1.143762
5	1.037225	.0366081	1.04	0.300	.9678999 1.111516
6	1.337963	.0876464	4.44	0.000	1.17675 1.521262
tipovh					
2	.9147733	.0293888	-2.77	0.006	.8589483 .9742265
3	.2924429	.0816061	-4.41	0.000	.169244 .5053225
4	.8978236	.0228103	-4.24	0.000	.854211 .9436628
5	.822569	.0604387	-2.66	0.008	.7122456 .9499809
6	.6948608	.0404329	-6.26	0.000	.6199656 .7788037
remarca_aseg					
2	.9637358	.0235667	-1.51	0.131	.9186352 1.011051
3	1.127064	.0354653	3.80	0.000	1.059653 1.198763
4	1.097395	.044141	2.31	0.021	1.014203 1.187411
5	1.09225	.0411456	2.34	0.019	1.014511 1.175945
2.sex	1.026472	.0208148	1.29	0.198	.9864757 1.06809
edad_categ					
2	.8637473	.0434877	-2.91	0.004	.7825835 .9533288
3	.7432668	.0374307	-5.89	0.000	.6734083 .8203723
4	.7105431	.0359396	-6.76	0.000	.6434819 .7845933
5	.6716266	.0349947	-7.64	0.000	.6064242 .7438394
6	.6075663	.0342634	-8.84	0.000	.5439896 .6785733
sin_ant					
2	.9910544	.0232868	-0.38	0.702	.9464482 1.037763
3	.9183012	.0270844	-2.89	0.004	.866722 .9729499
2.vigencia_pol	.7668276	.0469351	-4.34	0.000	.6801401 .8645639
varpoliza					
1	1.216613	.0243496	9.80	0.000	1.169813 1.265286
3	.5700826	.0339404	-9.44	0.000	.5072951 .6406412
_cons	.2706596	.0154252	-22.93	0.000	.2420542 .3026456

Anexo 4 – Programación de probabilidad individual

Esta programación le servirá a la Aseguradora Nacional para establecer una interpretación adicional de los parámetros del modelo logit, a través de la diferencia de probabilidades.

Este indicador sirve para estimar el cambio en la probabilidad estimada, cuando un individuo cambia de una categoría a otra en una variable pero manteniendo las categorías de las demás variables constantes, es decir fijadas en una categoría en particular (Soler, Pardillo, & Jurado, 2008). Es decir:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Prob}(y_{i1} = 1) &= \text{Prob}(y_{i1} = 1 | x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip-1}, x_{ip} = 1) \\ &\quad - \text{Prob}(y_{i1} = 1 | x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip-1}, x_{ip} = 0) \end{aligned} \quad (25)$$

A continuación se detalla la programación en stata:

*Probabilidad individual

#delimit

```
prvalue, x(anio1=1 anio2=0 anio3=0 anio4=0
           val_aseg1=0 val_aseg2=0 val_aseg3=0 val_aseg4=1 val_aseg5=0
           tipvh2=1 tipvh3=0 tipvh4=0 tipvh5=0 tipvh6=0
           marca2=1 marca3=0 marca4=0 marca5=0
           sex1=0
           edad2=0 edad3=1 edad4=0 edad5=0 edad6=0
           sinant2=1 sinant3=0
           vig2=0
           varpol1=1 varpol3=0);
```

#delimit cr

Anexo 5 – Contraste de significación conjunta

Probabilidad conjunta no significativa - Test de Wald:

```
Likelihood-ratio test                LR chi2(29) =    657.32
(Assumption: . nested in LRTEST_0)   Prob > chi2 =    0.0000
```

El resultado indica una probabilidad marginal que cae en la zona de rechazo, en consecuencia, en conjunto los parámetros resultan significativos para el tiempo de exposición al riesgo del asegurado.

Bajo este contexto, cabe mencionar que adicionalmente se debe descartar la existencia de interacción entre las variables independientes. Para ello hay que introducir en el análisis estadístico a la interacción de dos variables como una nueva variable (variable interacción), y comprobar si el ajuste del modelo mejora o no. Es posible, que en el nuevo modelo la variable interacción sea significativa, pero que al mismo tiempo, desaparezca la significación estadística de los coeficientes de las variables de la interacción por separado. En estos casos, hay que considerar la posibilidad de que este último modelo sea mejor o no. En caso de que sí lo sea, se crea un nuevo modelo. Para la aplicación de esta metodología no se encontraron variables de interacción significativas, resultando que el modelo sea “parsimonioso”, pues mantiene todos los niveles “jerárquicos” de las variables que están en el mismo.

Anexo 6 – Bondad de ajuste y capacidad predictiva del modelo logit

El fenómeno de siniestralidad es uno que ocurre con poca frecuencia dentro del mercado asegurador automotor, de otra forma sería insostenible sus niveles de rentabilidad. Como ya se observó anteriormente, la probabilidad observada de que un vehículo resulte siniestrado es de apenas el 20% aproximadamente. Esto es acorde con el modelo Logit, donde la probabilidad promedio es del 0.192, siendo su valor mínimo 0.02 y el valor máximo 0.35, como se puede observar en la Figura 6:

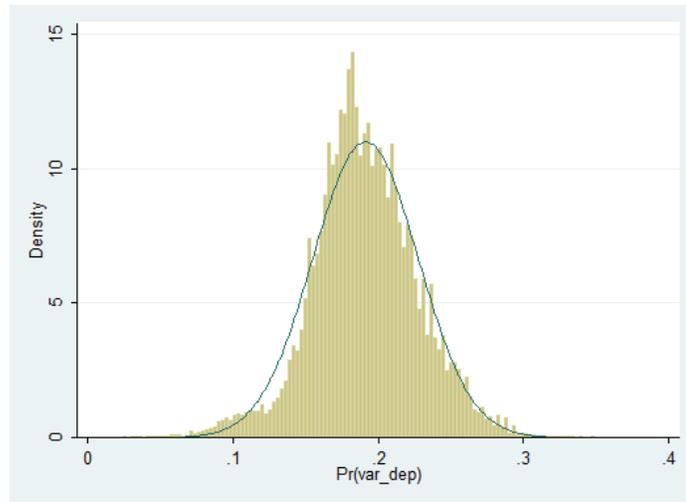


Figura 6 - Curva de densidad de la probabilidad estimada (Autora)

Puesto que la probabilidad estimada es una variable continua entre 0 y 1 se debe elegir un valor umbral que permita clasificar a la población inequívocamente entre siniestrados y no siniestrados. Por defecto, se fija este umbral en 0.5, sin embargo esta elección dependerá sustancialmente de los niveles observados de sensibilidad (porcentaje de clasificación correcta de los siniestrados) y especificidad (porcentaje de clasificación correcta de los no siniestrados) y de la frecuencia observada del evento. Para el presente estudio, la baja frecuencia observada se refleja en que el individuo con mayor probabilidad de siniestralidad no supera el 0.35 (valor máximo (techo)), por lo cual la elección de un umbral alto (mayor a 0.35) implicaría que ningún individuo se clasifique como siniestrado. La elección del umbral se desprende del análisis de la curva ROC.

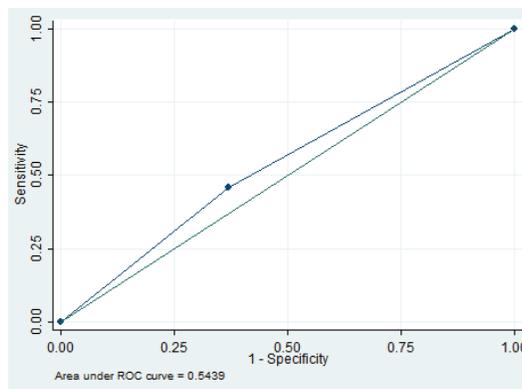


Figura 7 – Área bajo la curva ROC (Autora)

Como se puede observar en la figura 7, el área sobre la curva es de 0.54, reflejando un escaso nivel de discriminación.

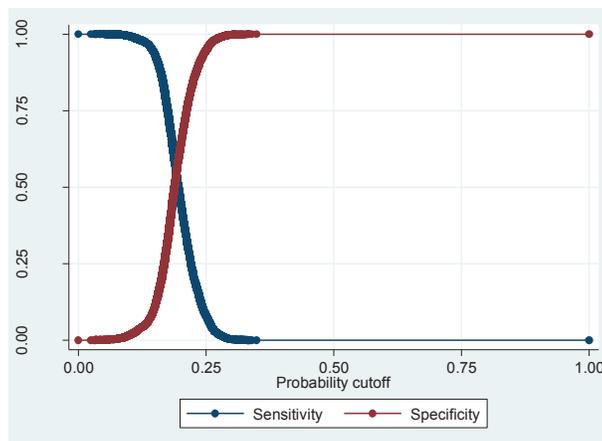


Figura 8 - Interpretación Curva ROC
(Autora)

En la figura 8, también se observa que el umbral al cual se tiene el máximo nivel de predicción correcta (alrededor del 50%) es de 0.20.

Fijando este umbral se muestra la clasificación de los individuos asegurados observados versus la clasificación estimada:

Tabla 24 – Clasificación de individuos observados versus estimados

		<i>Variable observada</i>		
		siniestrado	no siniestrado	Total
<i>Variable estimada</i>	siniestrado	6.582	22.500	29.082
	no siniestrado	7.790	38.272	46.062
	Total	14.372	60.772	75.144

Sensibilidad	Especificidad
45,80%	62,98%

Fuente: Aseguradora nacional.
Elaboración: autora.

A partir de esta tabla, se realiza el cálculo de la probabilidad obtenida por el modelo y, la existencia o no del evento, medida de ajuste que contribuye a evaluar la capacidad predictiva del modelo.

Al momento de clasificar a una persona como siniestrada o no siniestrada, se indica, de manera general, cómo inciden las variables explicativas sobre la probabilidad de ser siniestrado, resultando una sensibilidad del 46% aproximadamente, es decir, que el modelo ha identificado y clasificado correctamente a cerca de la mitad de asegurados que van a sufrir al menos un siniestro; con respecto a la especificidad existe el 63% aproximadamente de asegurados que el modelo ha clasificado correctamente como no siniestrados.

Los resultados automatizados respecto a la prueba de bondad de ajuste y capacidad predictiva del modelo se muestran en el Anexo 7.

Anexo 7 - Resultados automatizados de la capacidad predictiva del modelo logit

```
. estat classification, cutoff(0.20)
```

Logistic model for var_dep

Classified	True		Total
	D	~D	
+	6582	22500	29082
-	7790	38272	46062
Total	14372	60772	75144

Classified + if predicted Pr(D) >= .2
True D defined as var_dep != 0

Sensitivity	Pr(+ D)	45.80%
Specificity	Pr(- ~D)	62.98%
Positive predictive value	Pr(D +)	22.63%
Negative predictive value	Pr(~D -)	83.09%
False + rate for true ~D	Pr(+ ~D)	37.02%
False - rate for true D	Pr(- D)	54.20%
False + rate for classified +	Pr(~D +)	77.37%
False - rate for classified -	Pr(D -)	16.91%
Correctly classified		59.69%