

Propuesta para el cálculo del valor de la póliza SOAT de motocicletas
según la región del país.

Presentado por

Edwin Alejandro Briceño Rojas
Camilo Eduardo Morales Marín

The logo of Fundación Universitaria Los Libertadores is a circular emblem. It features three portraits of men, likely the founders, set against a background of laurel branches. The text "LOS LIBERTADORES" is written in a semi-circle at the top, and "1982" is at the bottom. The entire logo is rendered in a light green color.

Fundación Universitaria Los Libertadores
Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas
Especialización en Estadística Aplicada
Bogotá D.C., Colombia
2018

Propuesta para el cálculo del valor de la póliza SOAT de motocicletas
según la región del país.

Presentado por

Edwin Alejandro Briceño Rojas
Camilo Eduardo Morales Marín

En cumplimiento parcial de los requerimientos para optar al título
de

Especialistas en Estadística Aplicada

Asesorado por
Juan Camilo Santana Contreras

Fundación Universitaria Los Libertadores
Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas
Especialización en Estadística Aplicada
Bogotá D.C., Colombia
2018

Aceptación



Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., noviembre de 2018.

Las directivas de la Fundación Universitaria Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores y a los resultados de su trabajo.



Tabla de contenido

1. Introducción	11
2. Planteamiento del problema	13
2.1 Pregunta de investigación.....	18
2.2 Objetivos	19
2.2.1 Objetivo General.	19
2.2.2 Objetivos Específicos.....	19
2.3 Justificación.....	20
3. Marco de referencia	21
3.1 Marco Conceptual	21
3.1.1 Seguro.....	21
3.1.2 Prima.	21
3.1.3 Siniestro.....	21
3.2 El SOAT en Colombia	22
3.2.1 Características del Seguro Obligatorio.....	22
3.2.2 ¿Qué es un accidente de tránsito?.....	23
3.2.3 ¿Qué es el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito SOAT?.....	24
3.2.4 ¿Por qué deben asegurarse los vehículos con SOAT?.....	24
3.2.5 ¿Quién debe tomar el SOAT?	24
3.2.6 Coberturas	25
3.2.7 Tarifas SOAT	26
3.3 Prima Pura	27
3.4 Serie de tiempo.....	28
3.5 Modelo	28
3.5.1 Modelo VAR.....	28
3.5.2 Test de diagnóstico del modelo.....	30
4. Marco Metodológico	31
4.1 Metodología	31
4.1.1 Unidad de análisis	31
4.1.1.1 Base de datos siniestros 121.....	32
4.1.1.2 Base de datos pólizas 121.....	32
4.1.2 Tratamiento de los datos en R	32
4.1.3 Análisis de los resultados	33
5. Análisis y Resultados	33
5.1. Valor siniestro	33
5.1.1 Modelo Siniestros.....	34
5.1.2 Test de Correlación Serial	35
5.1.3 Test de normalidad multivariada.....	35

5.1.4. Test heterocedasticidad	35
5.1.5. Prueba del modelo para el año 2017 in/out sample	35
5.1.6. Graficas de los modelos, proyección vs valores reales.	36
5.2. Número de pólizas.....	39
5.2.1. Modelo Número de pólizas	41
5.2.2. Test de Correlación Serial	42
5.2.3. Test de Normalidad Multivariada.....	42
5.2.4. Test heterocedasticidad	42
5.2.5. Prueba del modelo para el año 2017 in/out sample	42
5.2.6. Graficas de los modelos, proyección vs valores reales.	43
5.3 Resultados	46
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	50
7. Bibliografía	51

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Banner cifras parque automotor registrado en el RUNT	14
Ilustración 2 Coberturas SOAT.....	25
Ilustración 3 Tarifas SOAT 2018.....	26
Ilustración 4 Muestra de base de datos polizas	31
Ilustración 5 Muestra de base de datos siniestros.....	31
Ilustración 6 Ecuación VAR (2) Siniestros	34
Ilustración 7 Ecuación VAR(2) Numero de pólizas.....	41

Índice de tablas

Tabla 1 Prueba in/out sample VAR (2) siniestros	36
Tabla 2 Prueba in/out sample VAR (2) Pólizas	43
Tabla 3 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Amazónica	47
Tabla 4 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Andina	48
Tabla 5 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Caribe	48
Tabla 6 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Orinoquia	49
Tabla 7 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Pacifico.....	49

Índice de gráficas

Gráfica 1 Valor de los siniestros por clases de vehículos	15
Gráfica 2 Valor de los siniestros por tipo de moto	16
Gráfica 3 Series Valor Siniestros por zonas	33
Gráfica 4 Valor Siniestro todas las zonas	34
Gráfica 5 Modelo, predicción vs real (Zona Amazónica Siniestros)	37
Gráfica 6 Modelo, predicción vs real (Zona Andina Siniestros)	37
Gráfica 7 Modelo, predicción vs real (Zona Caribe Siniestros)	38
Gráfica 8 Modelo, predicción vs real (Zona Orinoquia Siniestros)	38
Gráfica 9 Modelo, predicción vs real (Zona Pacifico Siniestros)	39
Gráfica 10 Serie Número de Pólizas por zonas	39
Gráfica 11 Número de Pólizas todas las zonas	40
Gráfica 12 Logaritmo del número de pólizas por zonas	40
Gráfica 13 Logaritmo número de pólizas todas las zonas	41
Gráfica 14 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Amazónica)	44
Gráfica 15 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Andina)	44
Gráfica 16 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Caribe)	45
Gráfica 17 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Orinoquia)	45
Gráfica 18 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Pacifico)	46

Propuesta para el cálculo del valor de la póliza SOAT de motocicletas según la región del país.

Resumen

Palabras claves: SOAT, póliza, siniestro, siniestralidad, prima, prima pura, motocicleta, variables, modelo.

El presente trabajo de investigación busca comprender la problemática que se viene presentando con el alto índice de accidentalidad de motocicletas en todo el territorio nacional del país, el aumento del número de motocicletas en los últimos años y como con el paso del tiempo esta accidentalidad afecta directamente a las compañías de seguros que comercializan el seguro obligatorio (SOAT), haciendo que el valor que cada propietario de una motocicleta paga por adquirir una póliza SOAT, sea insuficiente para cubrir los accidentes en los cuales está involucrado este tipo de vehículo.

Por ello se hace necesario realizar un estudio geográfico con el fin de determinar por cada región del país cual sería el costo estimado de la póliza SOAT para motocicletas (cálculo prima pura por región), teniendo en cuenta el comportamiento de accidentes de tránsito (valor de siniestros) y el número de pólizas emitidas en cada región. Dado lo anterior, se realizó la proyección para el año 2018 de los valores de los siniestros y el número de pólizas esperados por región para la tarifa de motocicletas que comprende el rango de cilindraje de 100 a 200 centímetros cúbicos, teniendo como insumo la historia de ambas variables por región de 6 años (2012-2017).

Dicha estimación de valor por región permitió determinar el exceso o defecto que existe en el valor del costo de la póliza SOAT para este tipo de motocicletas que rige actualmente en el país, puesto que cada región tiene un comportamiento diferente en su exposición al riesgo lo cual hace que el valor sea diferenciador por dicha variable.

1. Introducción

Desde los últimos años, las aseguradoras que comercializan el seguro obligatorio de accidentes de tránsito SOAT en Colombia han expresado su preocupación por el déficit financiero que se presenta en las motocicletas. Por lo que surge la necesidad de analizar las variables y factores que inciden en dicha problemática y plantear una alternativa para el cálculo del costo del seguro obligatorio para las motos.

Para ello, se hace necesario conocer los principios del SOAT, su historia, sus principales características en Colombia y los estudios que actualmente se realizan del cálculo de la prima de este seguro el cual se conoce como el cálculo de la prima pura realizado por Fasecolda que estima el valor de la póliza a partir de la frecuencia y severidad histórica del ramo. El objeto del presente trabajo de investigación es realizar este mismo cálculo, pero incluyendo la región del país por donde transita el vehículo, teniendo como resultado una prima pura para motocicletas, diferenciada por región geográfica de Colombia.

Por lo cual se utilizó como alternativa para pronosticar tanto el valor de los siniestros como el número de pólizas para el año 2018 dos modelos VAR, que proponen un sistema de ecuaciones, con tantas ecuaciones como series a analizar o predecir, pero en el que no se distingue entre variables endógenas y exógenas. Así, cada variable es explicada por los retardos de sí misma (como en un modelo AR) y por los retardos de las demás variables. Conocido así como un sistema de ecuaciones autorregresivas o, un vector autorregresivo (VAR).

Teniendo en cuenta que las motos comprenden el índice más alto de siniestralidad con respecto a todo el parque automotor y que la tarifa de motocicletas de 100 a 200 CC,

representa el 69% del total de accidentalidad de las motocicletas el análisis se hace para esta tarifa en específico.

Dando como resultado para todas las regiones del país una prima pura estimada superior a la prima comercial actual, que determina un defecto en el valor de la póliza para las motocicletas de 100 a 200 CC, lo cual corrobora lo que viene manifestando las compañías de seguros en el país que comercializan el SOAT, existe un déficit en la prima de las motos y dicho déficit financiero se ve también diferenciado por la región en donde transita el vehículo observando una brecha considerable en la región caribe.

2. Planteamiento del problema

El seguro obligatorio de accidentes de tránsito SOAT desde algunos años viene presentando problemas de sostenibilidad en su sistema, esto ha sido expuesto por las compañías de seguros que actualmente contemplan en su portafolio de productos la póliza de seguro obligatorio los cuales manifiestan que se debe a un déficit en las tarifas y principalmente al incremento del parque automotor y accidentalidad de las motocicletas (eventos directamente cubiertos por el SOAT), igualmente se argumenta que factores como el fraude, el alza del dólar y el aumento en los costos médicos está desangrando el objeto de este seguro lo que determina que para las compañías de seguros ya no es negocio vender SOAT.

Según informes de medicina legal el problema radica principalmente en las motocicletas, los usuarios de estas representan el 45% de los muertos y el 51% de los heridos en accidentes de tránsito en el país.

Indicadores y antecedentes

El seguro obligatorio de accidentes de tránsito SOAT fue creado bajo la ética de solidaridad, equidad y sostenibilidad. La equidad y solidaridad se fundamentan en la atención a los lesionados en accidentes de tránsito, con el fin de garantizar la atención oportuna y procurando preservar la vida del ser humano afectado sin importar su nivel socioeconómico. Para garantizar esto, los recursos del SOAT son administrados por diferentes entes territoriales a nivel nacional, de índole público y privado (aseguradoras, agencia nacional de seguridad vial, etc.). Desde algunos años el SOAT viene presentando problemas de sostenibilidad en su sistema y principalmente en las motocicletas, esto debido a que este tipo de vehículo viene teniendo un crecimiento exponencial tanto en cantidad como en su aporte a la accidentalidad total del país (eventos directamente cubiertos por el SOAT), así mismo ha

hecho que actualmente las motos tengan mayor peso en el total del parque automotor del país registrado en el RUNT que al mes de agosto de 2018 reporta un total de 14.137.795 de vehículos registrados, de los cuales el 57,23% son motocicletas.

Ilustración 1 Banner cifras parque automotor registrado en el RUNT



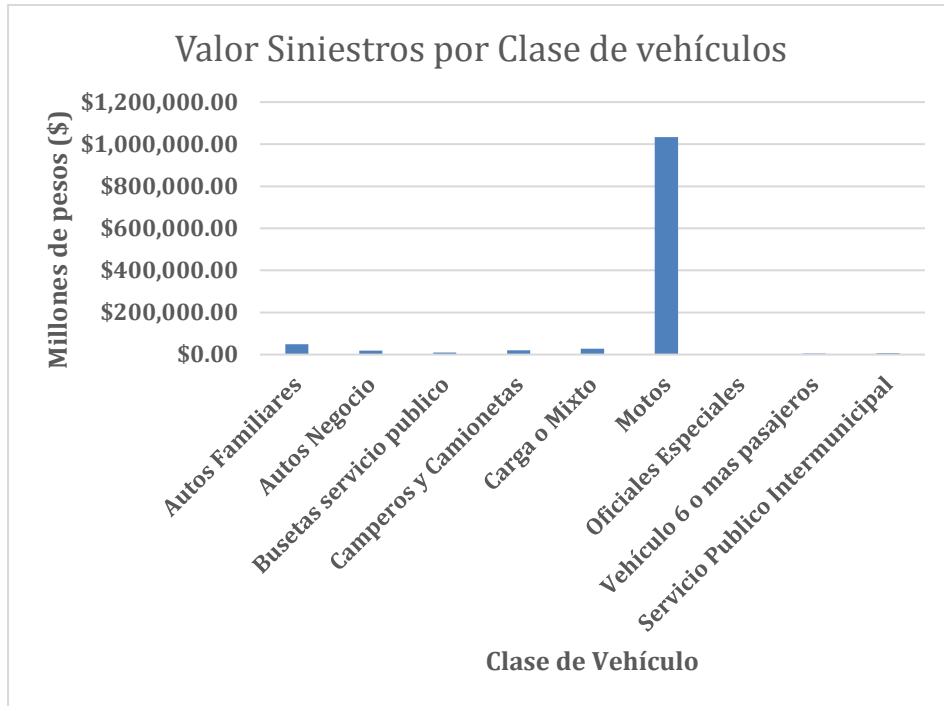
Fuente: (Registro Único Nacional De Tránsito, 2018)

Como lo sugiere el artículo de la revista dinero publicado el 23 de mayo del año 2016 “Alta accidentalidad de motos tiene en jaque el futuro del SOAT”, añade en sus párrafos: La sostenibilidad del SOAT podría verse en apuros por cuenta del explosivo incremento de los accidentes de tránsito, de acuerdo con un reporte de Fitch. La agencia agregó que otros factores que afectan a la industria incluyen el fraude, el alza del dólar y el aumento en los costos médicos, especialmente en elementos ortopédicos.

Y es que para las aseguradoras ya no es negocio vender esta póliza. Según cifras de Fasecolda, entre enero y septiembre del año pasado (año 2015) el SOAT arrojó pérdidas técnicas por más de \$157.000 millones. Todo porque el número de reclamaciones al seguro ha crecido de forma constante. (Alta accidentalidad de motos tiene en jaque el futuro del Soat, 2016)

Dentro de las bases de datos que obtuvimos para hacer este proyecto podemos observar la gran diferencia del valor de los siniestros entre los tipos de vehículos, como se representa a en la siguiente gráfica:

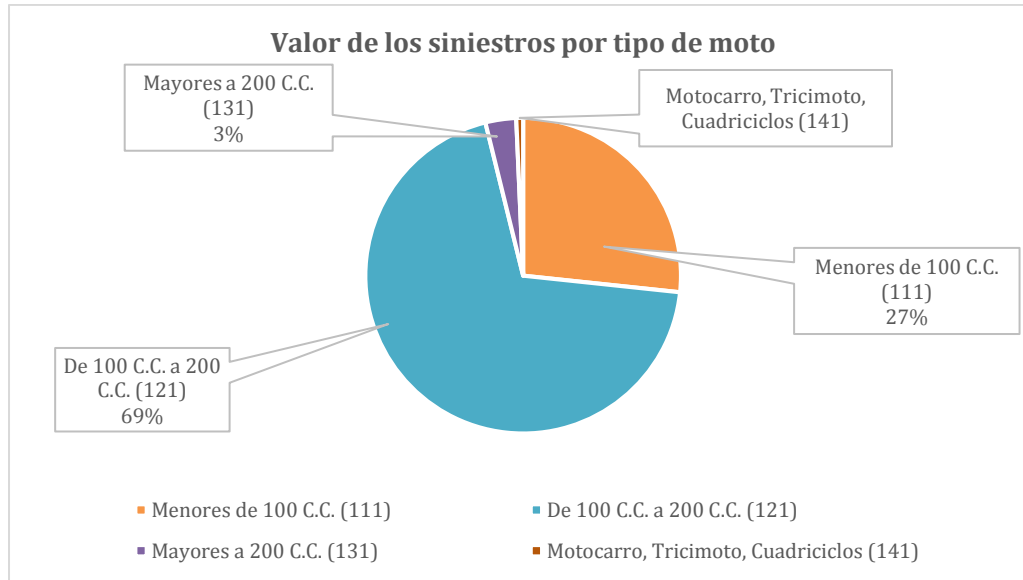
Gráfica 1 Valor de los siniestros por clases de vehículos



Fuente propia.

Siendo las motos los vehículos que más están involucradas en siniestros, es importante saber qué tipo de motocicletas son las más implicadas en dichos accidentes; en la siguiente grafica podemos ver que las motocicletas de 100 a 200 C.C son las que aportan el 69% del valor de los siniestros total de motos.

Gráfica 2 Valor de los siniestros por tipo de moto



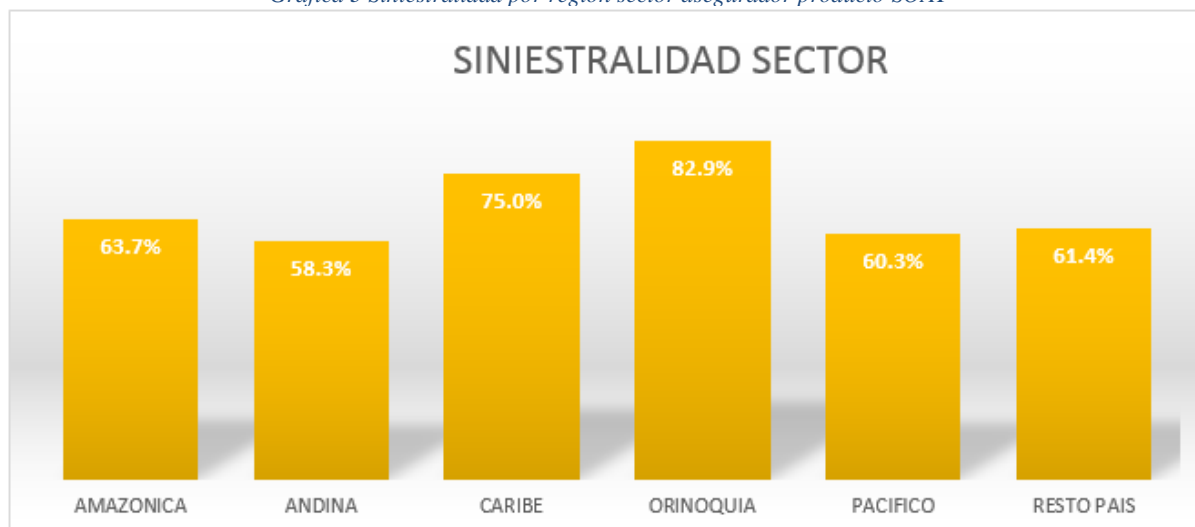
Fuente propia

Por lo anterior nos centraremos en las motocicletas de 100 a 200 C.C ya que son las que más aportan en número de pólizas y en valor de los siniestros.

Antecedentes estadísticos del sector.

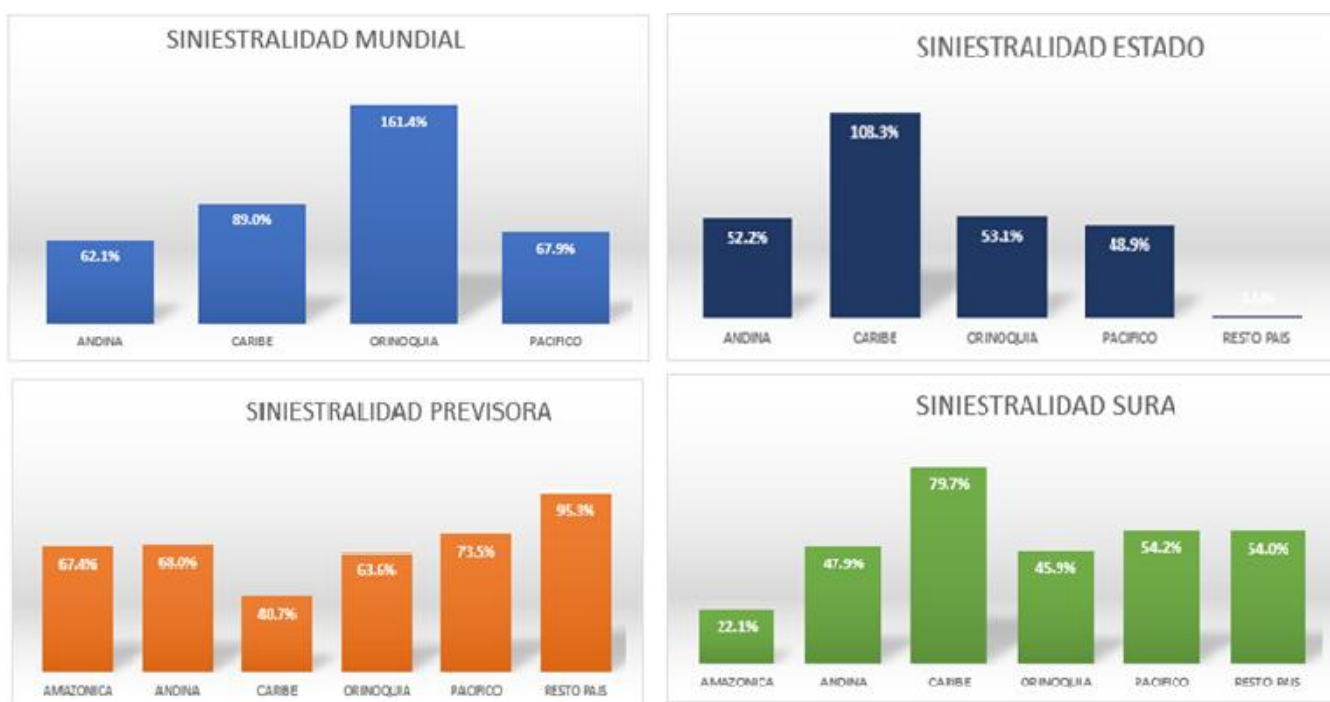
Cómo estadísticas del sector tomamos los datos disponibles en la página de Fasecolda, en la parte de estadísticas por ramos y ciudades, donde se puede obtener listados de primas y siniestros por ciudades para cada compañía de seguros, con lo cual se procede a realizar el cálculo del índice de siniestralidad (estimado) con cifras desde enero de 2015 a julio de 2018, para el ramo SOAT mostrando diferencias en la siniestralidad de cada región así:

Gráfica 3 Siniestralidad por región sector asegurador producto SOAT



Con la información anterior se determinó el mismo índice de siniestralidad estimado, pero desagregando la información por las 4 compañías de seguros que representan un 70% del total de producción y siniestros del ramo para el rango de fechas de enero de 2015 a julio de 2018, obteniendo una diferenciación de siniestralidad en las regiones más resaltadas.

Gráfica 4 Siniestralidad por región y compañía sector asegurador producto SOAT



2.1 Pregunta de investigación

¿Las diferencias regionales inciden en el cálculo de la póliza SOAT para motocicletas?

Propuesta para el cálculo del valor de la póliza SOAT de motocicletas según la región del país.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General.

Construir un modelo para el cálculo de la prima pura SOAT de motocicletas diferenciado por cada región del país para el año 2018.

2.2.2 Objetivos Específicos.

1. Presentar los modelos que pronostiquen el comportamiento de los siniestros y el número de pólizas por región y tarifa de motocicletas.
2. Determinar el valor estimado de los siniestros esperados para el año 2018 trimestralmente por cada región del país.
3. Determinar el número de pólizas esperadas para el año 2018 trimestralmente por cada región del país.

2.3 Justificación

Teniendo en cuenta la problemática abordada en el planteamiento del problema se puede observar que tan necesario es buscar alternativas que puedan cerrar la brecha que existe actualmente entre el déficit que se tiene para las compañías de seguros con respecto al costo que están asumiendo por accidentes de tránsito de motocicletas versus el valor retribuido por estos eventos.

Al indagar al respecto de lo que se ha realizado se ha podido establecer que Fasecolda (Federación de Aseguradores Colombianos) como gremio representante de las compañías de seguros ha realizado estudios para el cálculo de la prima pura del ramo SOAT por cada tarifa y/o tipo de vehículo el cual corresponde a determinar el valor necesario para cubrir el costo esperado atribuible exclusivamente a las reclamaciones que genera el riesgo cubierto, este valor se obtiene como el cociente entre el valor total de las reclamaciones (valor de los siniestros) y el número de unidades de exposición al riesgo (pólizas expuestas), pero dicho estudio se ha venido realizando por las 35 tarifas y/o tipos de vehículos definidas por la circular externa 004 de 2009 de la Superfinanciera y por las coberturas que tiene el SOAT, pero en ningún momento se ha realizado este estudio por alguna otra variable como lo es la zona geográfica por donde transita dicho vehículo.

Por ello es importante la realización de este estudio con el fin de demostrar como la variable geográfica impacta el actual cálculo del valor de la prima y enfocado principalmente a motocicletas con el fin de estimular el diseño de intervenciones por parte de los entes reguladores.

3. Marco de referencia

3.1 Marco Conceptual

Para contextualizar el objetivo que se pretende alcanzar con dicho trabajo de investigación se hace necesario la definición de conceptos, aplicación y términos referentes al seguro obligatorio de accidentes de tránsito SOAT, el cálculo actual de la prima pura y la incidencia de las motocicletas en este entorno.

3.1.1 Seguro

La legislación colombiana, más que optar por definir el contrato de seguro, se realiza una descripción de las características básicas de este. Respecto a esto, el artículo 1036 del Código de Comercio (C. Co.) (Decreto 410 de 1971), señala lo siguiente:

“El seguro es un contrato consensual, bilateral, oneroso, aleatorio y de ejecución sucesiva”.

1. El asegurador, o sea la persona jurídica que asume los riesgos, debidamente autorizada para ello con arreglo a las leyes y reglamentos.
2. El tomador, o sea la persona que, obrando por cuenta propia o ajena, traslada los riesgos.

Así mismo se define:

3.1.2 Prima. La prima es el precio del seguro o la obligación condicional del asegurador.

3.1.3 Siniestro. Se denomina siniestro la realización del riesgo asegurado.

Se define el indicador de siniestralidad de la siguiente manera:

$$\text{Siniestralidad} = \frac{\text{SINIESTROS}}{\text{PRIMAS}}$$

3.2 El SOAT en Colombia

En el país se tiene un alto componente de regulación y normativa para guiar su funcionamiento, se puede decir que su existencia conlleva a la expedición de la Ley 33 de 1986 y entrada en operación a partir del 1 de abril de 1988, luego de que la Superintendencia Financiera de Colombia aprobara las condiciones técnicas del ramo y las tarifas para cada categoría de vehículo. Resulta pertinente mencionar que Colombia contó con el Decreto 1285 de 1973 que disponía la existencia de un seguro obligatorio de automóviles, el cual nunca se llevó a la práctica.

Desde 1988, las víctimas de accidentes de tránsito tienen acceso a la atención médica integral requerida a raíz del suceso incierto, así como de las demás coberturas dispuestas en la póliza, para proveer un instrumento que permite cubrir los gastos en que se incurriría por su atención, independiente de quién sea el culpable en el accidente. A partir de 1988, la obligatoriedad del SOAT se extendió en varias direcciones: es de obligatoria compra para todos los propietarios de vehículos que transitan por el territorio nacional el cual actualmente tiene una vigencia de un año y de obligatoria expedición por parte de las compañías de seguros que tienen autorizado el ramo. Es también obligatorio que todos los centros de salud, públicos y privados presenten la atención de salud requerida para las víctimas de accidentes de tránsito (Artículo 195 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero).

3.2.1 Características del Seguro Obligatorio

Se puede afirmar que el SOAT en Colombia, es un seguro de accidentes y no un seguro de responsabilidad civil como el implementado en otros países donde no tienen la figura del SOAT. Su cobertura se extiende a la atención de todas las víctimas, respecto de las lesiones físicas sufridas o la incapacidad permanente declarada, al tiempo que brinda cobertura para los familiares en caso de muerte, mediante una indemnización por este concepto y el

reconocimiento de los gastos funerarios. Todo lo anterior, con independencia sobre el culpable del accidente, es decir, no es necesario esperar la determinación del culpable o responsable del evento; con la simple ocurrencia del accidente (que en si es la esencia de este seguro), se activan las coberturas, elemento central del SOAT en la medida en que garantiza rapidez en el flujo de recursos entre el prestador de servicios (especialmente los médicos) y el pagador (la aseguradora) haciendo más fácil el manejo para el afectado. Dado que se elimina el criterio de la culpa, para efectos de establecer el responsable de la indemnización en el caso en el que intervienen múltiples vehículos en el accidente de tránsito, la legislación colombiana da un tratamiento claro al señalar que:

“Concurrencia de vehículos. En los casos de accidentes de tránsito en que hayan participado dos o más vehículos asegurados cada entidad aseguradora correrá con el importe de las indemnizaciones a los ocupantes de aquel que tenga asegurado. En el caso de los terceros no ocupantes, se podrá formular la reclamación a cualquiera de estas entidades; aquella a quién se dirija la reclamación estará obligada al pago de la totalidad de la indemnización, sin perjuicio del derecho de repetición a prorrata, de las compañías entre sí”.¹

3.2.2 ¿Qué es un accidente de tránsito?

Los accidentes de tránsito son hechos de la circulación en donde interviene al menos un vehículo automotor que genera daños materiales o lesiones personales propios o a terceros, con ocasión de su circulación. Para el caso del Seguro Obligatorio, de acuerdo con el Decreto 3990 de 2007, es un “suceso ocasionado o en el que haya intervenido al menos un vehículo automotor en movimiento, en una vía pública o privada con acceso al público, destinada al

¹ Estatuto Orgánico del Sistema Financiero, numeral 5 del Artículo 194

tránsito de vehículos, personas y/o animales, y que, como consecuencia de su circulación o tránsito, cause daño en la integridad física de las personas”.

3.2.3 ¿Qué es el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito SOAT?

Es un instrumento de protección para todas las víctimas de accidentes de tránsito, orientado a cubrir las lesiones o muerte de personas que están involucradas en un accidente de tránsito, independiente de quién tuvo la culpa en el evento, es decir, cada pasajero de un vehículo será atendido con cargo a la póliza que respalda ese vehículo. La atención se presta a todas las personas involucradas en el accidente y que pueden ser el conductor, acompañantes o peatones.

3.2.4 ¿Por qué deben asegurarse los vehículos con SOAT?

Para garantizar los recursos requeridos en la atención de víctimas de accidentes de tránsito, los generadores del riesgo deben aportar de manera solidaria los recursos que se requieren para brindar las prestaciones a que tiene derecho cada víctima o sus beneficiarios. El generador del riesgo es el vehículo, en cabeza de su propietario, en la medida en que el aparato es el instrumento que con motivo de su circulación puede generar lesiones y/o muerte de las personas. Por lo anterior, la legislación colombiana estableció la obligación para todos los vehículos que transiten por el territorio nacional, de contar con una póliza vigente SOAT.

3.2.5 ¿Quién debe tomar el SOAT?

Todo propietario de un vehículo que transita por el territorio colombiano debe tener vigente en todo momento una póliza SOAT. Adicionalmente este será uno de los requisitos para poder efectuar transacciones con el vehículo.

3.2.6 Coberturas

Las coberturas buscan facilitar la prestación de todos los servicios requeridos para que la atención a esas víctimas sea inmediata e integral. Por esta razón, cada víctima de accidente de tránsito tiene derecho a: el traslado desde el sitio del accidente al centro de salud más cercano; la atención médica completa desde la atención inicial de urgencias hasta la rehabilitación final. En los casos en los que la víctima presenta una incapacidad permanente, el SOAT brinda una cobertura, así como para la familia de las víctimas fatales, quienes tienen derecho a una indemnización por muerte y gastos funerarios. Este seguro, a diferencia de lo que ocurre con otros seguros como el que respalda el crédito de un vehículo, tiene una función netamente social y así está definido en la misma Ley. Por ello, el esquema incorporado en Colombia está fundamentado en los principios de solidaridad y universalidad. Ello quiere decir, que los propietarios de vehículo, generadores del riesgo “accidente de tránsito” aportan unos recursos a partir de los cuales se brinda la atención a todas las víctimas de accidentes de tránsito (sin importar que sea conductor, peatón o pasajero), independiente de quien tenga la culpa en el evento.

Dado esto las coberturas su cuantía está definida en salarios mínimos diarios vigentes y es actualizada cada año con el incremento del salario mínimo mensual vigente.

Ilustración 2 Coberturas SOAT

Cobertura	Cuantía
Gastos de transporte y movilización de las víctimas [1]	Hasta 10 SMLDV*
Gastos médicos, quirúrgicos, farmacéuticos y hospitalarios	Hasta 800 SMLDV*
Incapacidad permanente [2]	Hasta 180 SMLDV*
Muerte de la víctima [3]	750 SMLDV*


Fuente: Seguros Mundial presentación programa de educación financiera viva

3.2.7 Tarifas SOAT

Al igual que las coberturas, las tarifas están también regidas por ley y la superintendencia financiera realiza una revisión periódica de las mismas teniendo en cuenta los factores de frecuencia y severidad de la siniestralidad del parque automotor asegurado determinando la suficiencia de estas.

Teniendo en cuenta los factores anteriormente mencionados, la Superintendencia Financiera de Colombia calcula las tarifas máximas que pueden cobrar las entidades aseguradoras para expedir el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito – SOAT para cada una de las 36 categorías de vehículos automotores en Salarios Mínimos Diarios Legales Vigentes (SMDLV).

Ilustración 3 Tarifas SOAT 2018



TARIFAS MÁXIMAS COMERCIALES DEL SOAT 2018

Código	CLASE DE VEHICULO	SUBTIPO	EDAD	Tasa comercial (CE03B-17 SFC)	Valor Prima ¹	Contribución 50% ADRES ²	Subtotal prima y contribución	Tasa RUNT ³	TOTAL A PAGAR
100	MOTOS	Ciclomotor		4,13	107.500	53.750	161.250	1.800	163.050
110	MOTOS	Menos de 100 c.c.		8,60	223.900	111.950	335.850	1.800	337.650
120	MOTOS	De 100 a 200 c.c.		11,55	300.700	150.350	451.050	1.800	452.850
130	MOTOS	Más de 200 c.c.		13,03	339.300	169.650	508.950	1.800	510.750
140	MOTOS	Motocarros, tricimóto, cuadríciclos		13,03	339.300	169.650	508.950	1.800	510.750
211	CAMPEROS Y CAMIONETAS	Menos de 1500 c.c.	0 a 9 años	13,57	353.300	176.650	529.950	1.800	531.750
212	CAMPEROS Y CAMIONETAS	Menos de 1500 c.c.	10 años o mas	16,32	424.900	212.450	637.350	1.800	639.150
221	CAMPEROS Y CAMIONETAS	1500 a 2500	0 a 9 años	16,21	422.100	211.050	633.150	1.800	634.950
222	CAMPEROS Y CAMIONETAS	1500 a 2500	10 años o mas	19,21	500.200	250.100	750.300	1.800	752.100
231	CAMPEROS Y CAMIONETAS	Más de 2500 c.c.	0 a 9 años	19,02	495.300	247.650	742.950	1.800	744.750
232	CAMPEROS Y CAMIONETAS	Más de 2500 c.c.	10 años o mas	21,83	568.400	284.200	852.600	1.800	854.400
310	CARGA O MIXTO	Menos de 5 toneladas		15,21	396.000	198.000	594.000	1.800	595.800
320	CARGA O MIXTO	De 5 a 15 toneladas		21,98	572.300	286.150	858.450	1.800	860.250
330	CARGA O MIXTO	Más de 15 toneladas		27,80	723.900	361.950	1.085.850	1.800	1.087.650
410	OFICIALES ESPECIALES	Menos de 1500 c.c.		17,12	445.800	222.900	668.700	1.800	670.500
420	OFICIALES ESPECIALES	1500 a 2500		21,59	562.200	281.100	843.300	1.800	845.100
430	OFICIALES ESPECIALES	Más de 2500 c.c.		25,89	674.200	337.100	1.011.300	1.800	1.013.100
511	AUTOS FAMILIARES	Menos de 1500 c.c.	0 a 9 años	7,64	198.900	99.450	298.350	1.800	300.150
512	AUTOS FAMILIARES	Menos de 1500 c.c.	10 años o mas	10,14	264.000	132.000	396.000	1.800	397.800
521	AUTOS FAMILIARES	1500 a 2500	0 a 9 años	9,31	242.400	121.200	363.600	1.800	365.400
522	AUTOS FAMILIARES	1500 a 2500	10 años o mas	11,59	301.800	150.900	452.700	1.800	454.500
531	AUTOS FAMILIARES	Más de 2500 c.c.	0 a 9 años	10,88	283.300	141.650	424.950	1.800	426.750
532	AUTOS FAMILIARES	Más de 2500 c.c.	10 años o mas	12,91	336.100	168.050	504.150	1.800	505.950
611	VEHICULOS PARA SEIS O MAS PASAJEROS	Menos de 2500	0 a 9 años	13,65	355.400	177.700	533.100	1.800	534.900
612	VEHICULOS PARA SEIS O MAS PASAJEROS	Menos de 2500	10 años o mas	17,43	453.900	226.950	680.850	1.800	682.650
621	VEHICULOS PARA SEIS O MAS PASAJEROS	2500 o más	0 a 9 años	18,28	476.000	238.000	714.000	1.800	715.800
622	VEHICULOS PARA SEIS O MAS PASAJEROS	2500 o más	10 años o mas	21,96	571.800	285.900	857.700	1.800	859.500
711	AUTOS DE NEGOCIOS Y TAXIS	Menos de 1500 c.c.	0 a 9 años	9,47	246.600	123.300	369.900	1.800	371.700
712	AUTOS DE NEGOCIOS Y TAXIS	Menos de 1500 c.c.	10 años o mas	11,84	308.300	154.150	462.450	1.800	464.250
721	AUTOS DE NEGOCIOS Y TAXIS	1500 a 2500	0 a 9 años	11,78	306.700	153.350	460.050	1.800	461.850
722	AUTOS DE NEGOCIOS Y TAXIS	1500 a 2500	10 años o mas	14,57	379.400	189.700	569.100	1.800	570.900
731	AUTOS DE NEGOCIOS Y TAXIS	Más de 2500 c.c.	0 a 9 años	15,21	396.000	198.000	594.000	1.800	595.800
732	AUTOS DE NEGOCIOS Y TAXIS	Más de 2500 c.c.	10 años o mas	17,85	464.800	232.400	697.200	1.800	699.000
810	BUSES Y Busetas de Servicio Público Urbano			22,72	591.600	295.800	887.400	1.800	889.200
910	SERVICIO PUBLICO INTERMUNICIPAL	Menor 10 pasajeros		22,47	585.100	292.550	877.650	1.800	879.450
920	SERVICIO PUBLICO INTERMUNICIPAL	10 o más pasajeros		32,62	849.400	424.700	1.274.100	1.800	1.275.900

SMDLV = Salarios Mínimos Legales Diarios Vigentes

(1) Conforme la Circular 038 de 2017 de la Superintendencia Financiera de Colombia

(2) Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud

(3) Resolución 3499 de 2017, Ministerio de Transporte

Fuente: Pagina FASECOLDA.

3.3 Prima Pura

Actualmente Fasecolda (Federación de Aseguradores Colombianos) realiza el estudio de tarifa del ramo SOAT el cual se conoce como cálculo de la prima pura, que tiene como objeto proyectar para el año siguiente del año de cálculo las primas puras que se deberían tener en cuenta en el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT), con base en la siniestralidad y frecuencia histórica del ramo. El método que se ha empleado para dicha proyección es el de tarificación para cada categoría de riesgo o clases, según la Circular Externa 004 de 2009 de la Superintendencia Financiera de Colombia que definió 35 categorías o tipos de vehículo. Este método estima un costo anual promedio para cada clase de tarificación.

Ampliando la metodología mencionada anteriormente, se define la prima comercial (PC) de seguro como la cantidad de dinero necesaria para absorber el riesgo y permitir a la empresa aseguradora cubrir los gastos de administración, adquisición y otros inherentes a su operación (valor de prima actual). Por otro lado, la prima pura (PP) de riesgo es la requerida para absorber el costo de los siniestros y no incluye ningún otro costo más que el de los reclamos; representa el costo estimado de las reclamaciones y es el elemento más importante en la tarificación (valor de prima estimada). La prima pura es una medida del gasto por siniestros por unidad de exposición y corresponde al valor necesario para cubrir el costo esperado atribuible exclusivamente a las reclamaciones que genera el riesgo cubierto. Este valor puede obtenerse como el cociente entre el valor total de las reclamaciones (valor de los siniestros) y el número de unidades de exposición al riesgo (número de pólizas emitidas y expuestas), esto es:

$$PP = \frac{\text{Valor total de las reclamaciones}}{\text{Número de expuestos}}$$

La prima pura también puede expresarse de la siguiente forma:

$$PP = \frac{\text{Número de reclamaciones}}{\text{Número de expuestos}} * \frac{\text{Valor total de las reclamaciones}}{\text{Número de reclamaciones}}$$

La frecuencia, definida como cociente entre el número de reclamaciones y el número de expuestos, es una medida de la tasa de reclamaciones por unidad de riesgo, mientras que la severidad, definida como el cociente entre el valor total de las reclamaciones y el número de reclamaciones, es una medida del costo promedio por reclamación.

3.4 Serie de tiempo

Una serie de tiempo se define como: “Un conjunto de observaciones de una variable medida en puntos sucesivos en el tiempo o en periodos de tiempo” (Anderson, Sweeney, & Williams, 2008)

3.5 Modelo

3.5.1 Modelo VAR

El método Vector AutoRegressive [7] (VAR, por su definición en inglés) es una extensión de los modelos autorresivos de media móvil (ARMA [3,8], por su definición en inglés) que involucran diferentes variables. Este modelo fue introducido por Sims, 1980 [7], para el análisis de series temporales exógenas y endógenas. En su forma más básica, un modelo VAR está constituido por un grupo K de variables endógenas

$$\mathbf{y}_t = (y_{1t}, \dots, y_{kt}, \dots, y_{Kt}) \quad (1)$$

Donde $k= 1, \dots, K$. Un modelo VAR (p) de orden p se define como:

$$\mathbf{y}_t = A_1 \mathbf{y}_{t-1} + \dots + A_p \mathbf{y}_{t-p} + \mathbf{u}_t \quad (2)$$

Donde A_i es la matriz de coeficientes de dimensiones $(K \times K)$ donde $i = 1, \dots, p$ y u_t es un vector de dimensión K para el cual la esperanza matemática $E(u_t) = 0$ cuya matriz de covarianza

$$E(u_t u_t^T) = \Sigma_u \quad (3)$$

Es una matriz invariante positiva y definida, conocida como ruido blanco. Una condición necesaria de un modelo VAR(p) es su estabilidad. Esto significa que el modelo produce series de tiempo estacionarias cuya estructura de la media, varianza y covarianza son invariante en el tiempo. Esto se puede chequear evaluando el polinomio característico.

$$\det(I_K - A_1 z - \dots - A_p z^p) \neq 0 \quad \text{for } |z| \leq 1 \quad (4)$$

Si la solución a la ecuación anterior tiene raíces para $z=1$, entonces alguna o todas las variables en el modelo VAR (p) están integradas y son de primer orden e.g. I (1). Puede ocurrir que sea necesario cointegrar variables en el modelo.

En la práctica, la estabilidad de un modelo VAR (p) puede ser analizada calculando los valores verdaderos de la matriz de coeficientes A. Un modelo VAR (p) puede ser escrito como de primer orden, VAR (1)

$$\xi_t = A \xi_{t-1} + v_t \quad (5)$$

Donde

$$\xi_t = \begin{bmatrix} y_t \\ \vdots \\ y_{t-p+1} \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_{p-1} & A_p \\ I & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & I & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & I & 0 \end{bmatrix}, \quad v_t = \begin{bmatrix} u_t \\ \mathbf{0} \\ \vdots \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Por lo que la dimensión del vector E_t y v_t es $(K \times 1)$ y las dimensiones de la matriz A son $(K \times K)$. Si el módulo de los valores verdaderos de A es menor a 1, el modelo VAR (p) es estable. Los coeficientes del modelo VAR (p) pueden ser estimados eficientemente usando mínimos cuadrados separadamente a cada ecuación.

Finalmente, el modelo es utilizado para predecir en un tiempo $h \geq 1$ usando una función recursiva de la forma:

$$y_{T+h|T} = A_1 y_{T+h-1|T} + \dots + A_p y_{T+h-p|T} \quad (7)$$

Donde

$$y_{T+j|T} = y_{T+j} \quad (8)$$

Para $j \leq 0$.

En el lenguaje de programación R [6] existen funciones y librerías [5] para calibrar modelos VAR(p) y para evaluar su desempeño.

3.5.2 Test de diagnóstico del modelo

Es importante verificar en el modelo si existe correlación y auto correlación entre las variables, si existe heterocedasticidad en el modelo y chequear si los errores del modelo tienen una distribución normal. Los siguientes test se aplican modelos univariados y multivariados

Test de heterocedasticidad para chequear correlación e independencia de las variables [1]

Test de Jarque-Bera [4] se utiliza para chequear normalidad en los valores residuales del modelo.

Test de Portmanteau y el de Breusch-Godfrey [2] se utilizan para chequear correlación serial de los residuos de los modelos.

4. Marco Metodológico

La metodología que se trabajará en este estudio y que ayudará en la solución de los objetivos planteados se basa en:

4.1 Metodología

4.1.1 Unidad de análisis

La información pertenece a una de las entidades aseguradoras top 5 que comercializan el producto SOAT en el país, sin embargo, por confidencialidad no se revela el nombre de esta. La primera base de datos con la que contamos contempla el número de pólizas expuestas y emitidas por zona desde el año 2012 hasta el 2017 segmentada trimestralmente por cada tipo de vehículo (Ilustración 4), la segunda refleja el valor de siniestros (Ilustración 5) por zona y por tipo de vehículo para el mismo plazo. Estas contienen información de todos los diferentes tipos de vehículos para los cuales existe la póliza SOAT.

Ilustración 4 Muestra de base de datos polizas

REGION	COD_TARIFA	AÑO	TRIMESTRE	EXPUESTOS
PACIFICO	121	2012	1	919
PACIFICO	111	2012	1	812
PACIFICO	511	2012	1	309
PACIFICO	512	2012	1	260
PACIFICO	521	2012	1	250

Fuente propia.

Ilustración 5 Muestra de base de datos siniestros

REGION	COD_TARIFA	AÑO	TRIMESTRE	Incurrido_Ultimate
AMAZONICA	121	2012	4	62,899,755
AMAZONICA	121	2012	4	29,175,044
AMAZONICA	121	2012	3	25,786,579
AMAZONICA	121	2012	2	21,859,496
AMAZONICA	121	2012	3	19,541,230

Fuente propia.

A partir de esto identificamos nuestras variables de estudio y filtramos la información según el tipo de motocicletas (de 100 C.C a 200 C.C) este procedimiento nos arrojó 2 nuevas bases (siniestros y pólizas) de datos cada una con 120 datos.

Las bases de datos que usaremos para este proyecto se describen a continuación:

4.1.1.1 Base de datos siniestros 121.

Contiene los datos referentes a los siniestros últimos que involucran motocicletas de 100 C.C a 200 C.C para las zonas Amazónica, Andina, Caribe, Orinoquia y Pacífica; desde el año 2012 hasta el 2017 divididos trimestralmente para un total de 24 datos por cada zona. (Anexo 1)

4.1.1.2 Base de datos pólizas 121.

Contiene los datos referentes a las pólizas expuestas y emitidas para motocicletas de 100 C.C a 200 C.C en las zonas Amazónica, Andina, Caribe, Orinoquia y Pacífica; desde el año 2012 hasta el 2017 divididos trimestralmente para un total de 24 datos por cada zona. (Anexo 2)

4.1.2 Tratamiento de los datos en R

Una vez las bases de datos están definidas, procedemos a realizar el cargue y posterior análisis en el software R (sugerido y visto en el programa académico) aplicando los métodos estadísticos necesarios, con el fin de proyectar trimestralmente al año 2018 cada una de las variables; en este caso usamos series de tiempos multivariados y modelos vectoriales autorregresivos (VAR). Esto con el fin de hacer los cálculos y hacer una comparación de lo establecido con lo que se propone en este proyecto.

4.1.3 Análisis de los resultados

Teniendo los datos organizados, analizamos cada uno de ellos y obtenemos las conclusiones.

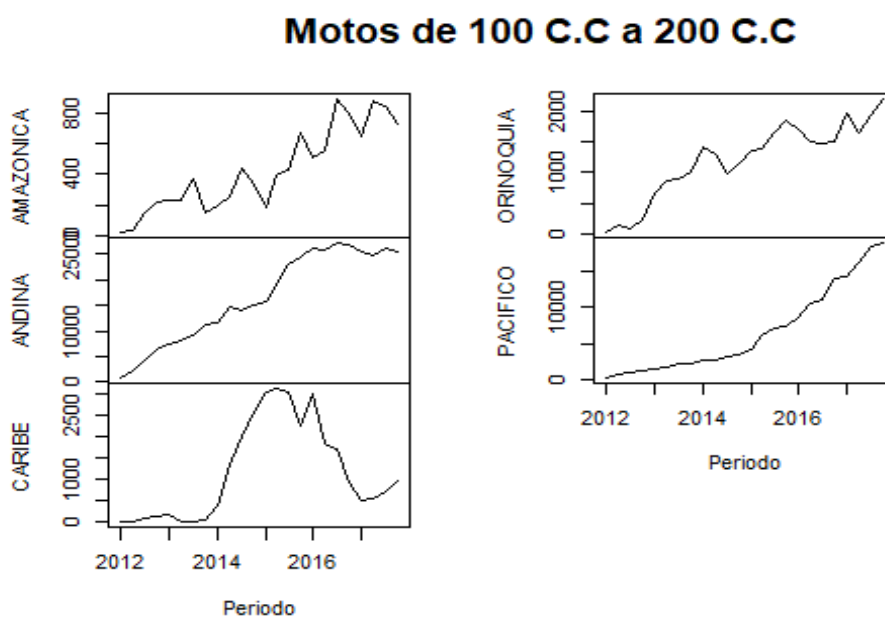
5. Análisis y Resultados

En este capítulo analizaremos los modelos usados para la serie de tiempo de valores de siniestros y números de pólizas, los resultados de los pronósticos para cada zona en las dos series (siniestros y pólizas) y finalmente haremos el cálculo de la prima pura calculando el exceso o defecto para cada región.

5.1. Valor siniestro

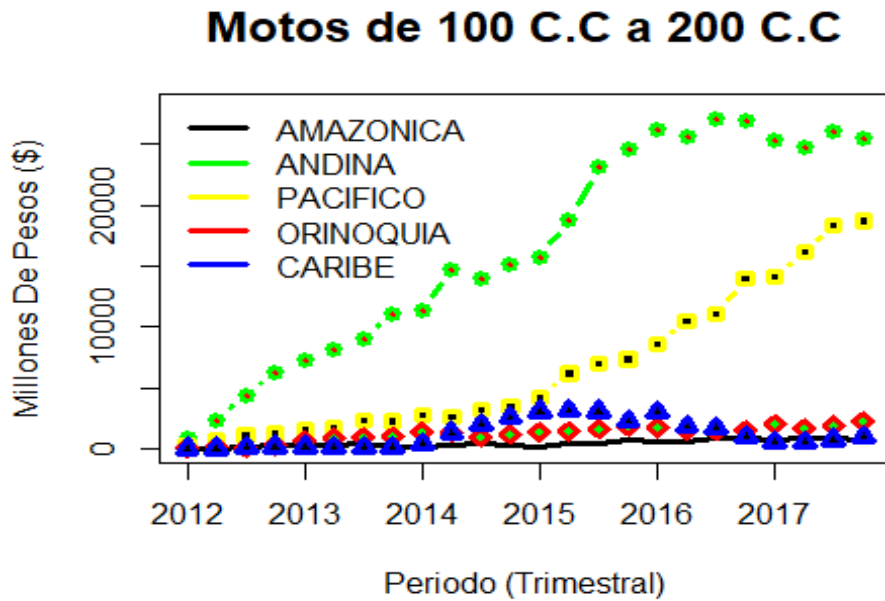
En las siguientes graficas podemos ver el comportamiento de la serie de tiempo para cada una de las zonas de forma individual (Gráfica 3) y de forma comparativa (Gráfica 4).

Gráfica 3 Series Valor Siniestros por zonas



Fuente propia

Gráfica 4 Valor Siniestro todas las zonas



Fuente propia

5.1.1 Modelo Siniestros

Para la serie de siniestros usamos un modelo VAR (2) el cual se eligió según el mejor BIC.

Ilustración 6 Ecuación VAR (2) Siniestros

$$\vec{Y}_t = \begin{bmatrix} 239.59 \\ 2038.21 \\ -438.7 \\ -495.13 \\ 356.07 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -16.95 \\ 236.46 \\ 293.97 \\ 213.44 \\ 81.37 \end{bmatrix} t + \begin{bmatrix} -0.48 & 0.025 & -0.055 & -0.192 & -0.23 \\ 0.99 & 0.55 & -0.23 & 2.22 & 0.61 \\ 0.49 & -0.17 & 0.6 & 0.46 & -0.18 \\ 0.57 & 0.039 & -0.24 & 0.62 & 0.05 \\ 0.51 & -0.044 & 0.477 & -1.32 & 0.346 \end{bmatrix} \vec{Y}_{t-1} + \begin{bmatrix} -0.6 & 0.02 & 0.02 & 0.07 & 0.08 \\ -7.73 & 0.14 & 0.92 & -0.65 & -0.51 \\ -0.71 & -0.01 & 0.24 & 0.32 & 0.02 \\ 0.74 & -0.11 & 0.15 & -0.22 & -0.21 \\ -1.43 & 0.13 & -0.29 & -0.02 & 0.77 \end{bmatrix} \vec{Y}_{t-2} + \begin{bmatrix} 90.49 \\ 739 \\ 447.4 \\ 162.1 \\ 726.1 \end{bmatrix}$$

Fuente propia

BIC: 1625.397

5.1.2 Test de Correlación Serial

Portmanteau Test: No hay correlación serial de los residuos del modelo, p-value = 0.9975

5.1.3 Test de normalidad multivariada

Hay normalidad en los valores residuales del modelo,

JB Test: p-value=0.5151

Skewness: p-value=0.2503

Kurtosis: p-value=0.7678

5.1.4. Test heterocedasticidad

No hay heterocedasticidad entre las variables,

ARCH: p-value=1

5.1.5. Prueba del modelo para el año 2017 in/out sample

En la siguiente tabla se encuentra una prueba del modelo de siniestros para el año 2017, comparando los datos reales contra los pronosticados realizando el cálculo del margen de error y el MAPE (Error porcentual absoluto medio) para cada región.

Tabla 1 Prueba in/out sample VAR (2) siniestros

Periodo	AMAZONICA			ANDINA			
	Real	Predicción	% error	Real	Predicción	% error	
2017-1	\$ 686,452,200	\$ 652,537,604	4.9%	\$ 28,470,770,000	\$ 25,359,001,366	10.9%	
2017-2	\$ 1,058,982,500	\$ 881,506,167	16.8%	\$ 31,150,360,000	\$ 24,832,649,404	20.3%	
2017-3	\$ 1,199,734,300	\$ 847,880,123	29.3%	\$ 32,899,410,000	\$ 26,141,707,815	20.5%	
2017-4	\$ 1,052,645,700	\$ 727,588,281	30.9%	\$ 31,549,860,000	\$ 25,562,639,902	19.0%	
MAPE			20.5%	MAPE			17.7%

Periodo	CARIBE			ORINOQUIA			
	Real	Predicción	% error	Real	Predicción	% error	
2017-1	\$ 425,389,541	\$ 513,186,629	-20.6%	\$ 1,920,232,000	\$ 1,956,919,681	-1.9%	
2017-2	\$ 468,753,210	\$ 552,280,602	-17.8%	\$ 2,267,800,000	\$ 1,644,799,270	27.5%	
2017-3	\$ 629,871,600	\$ 736,677,321	-17.0%	\$ 2,140,215,000	\$ 1,928,281,646	9.9%	
2017-4	\$ 987,575,000	\$ 968,086,766	2.0%	\$ 2,216,519,000	\$ 2,191,926,450	1.1%	
MAPE			-13.4%	MAPE			9.1%

Periodo	PACIFICO		
	Real	Predicción	% error
2017-1	\$ 16,430,180,000	\$ 14,121,224,950	14.1%
2017-2	\$ 18,610,200,000	\$ 16,164,097,349	13.1%
2017-3	\$ 21,233,610,000	\$ 18,370,032,719	13.5%
2017-4	\$ 23,885,860,000	\$ 18,704,167,576	21.7%
MAPE			15.6%

Fuente propia

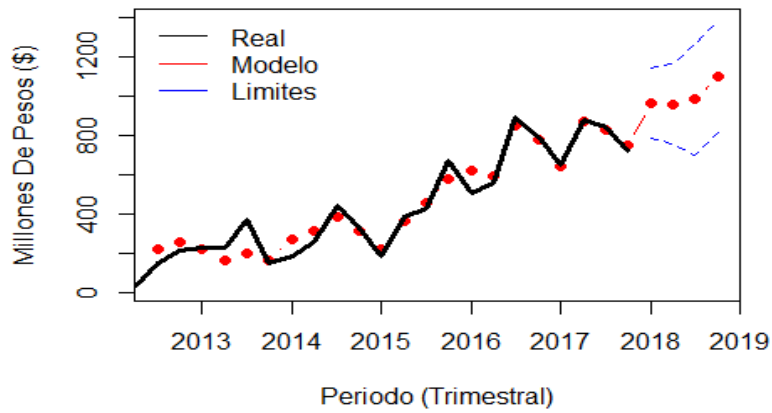
5.1.6. Graficas de los modelos, proyección vs valores reales.

A continuación, veremos los gráficos de cada una de las zonas, donde encontraremos la serie real, la serie generada por nuestro modelo y el pronóstico para el año 2018 para la base de datos valor de siniestros, vale aclarar que el eje Y de los gráficos se manejan en millones de pesos.

Esta primera grafica (Gráfica 5) nos muestra el comportamiento de la serie de tiempo de siniestros para la zona Amazónica, la cual muestra una tendencia creciente.

Gráfica 5 Modelo, predicción vs real (Zona Amazónica Siniestros)

ZONA AMAZONICA (Motos 100 a 200 C.C)

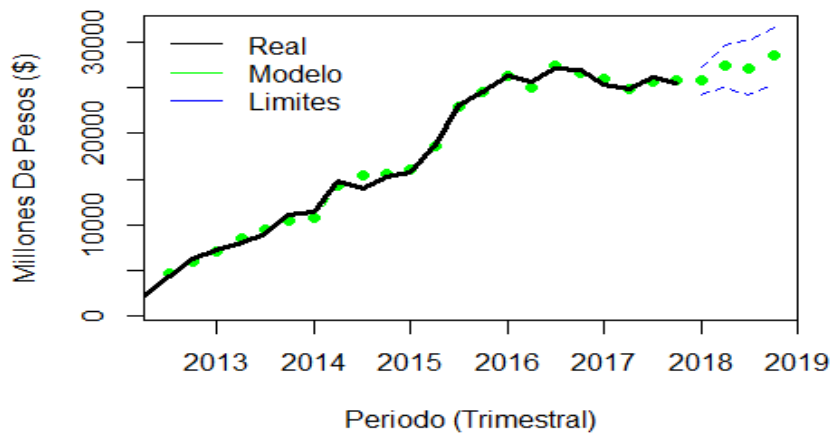


Fuente propia

La siguiente grafica (Gráfica 6) nos muestra el comportamiento de la serie de tiempo de siniestros para la zona Andina, con una tendencia creciente.

Gráfica 6 Modelo, predicción vs real (Zona Andina Siniestros)

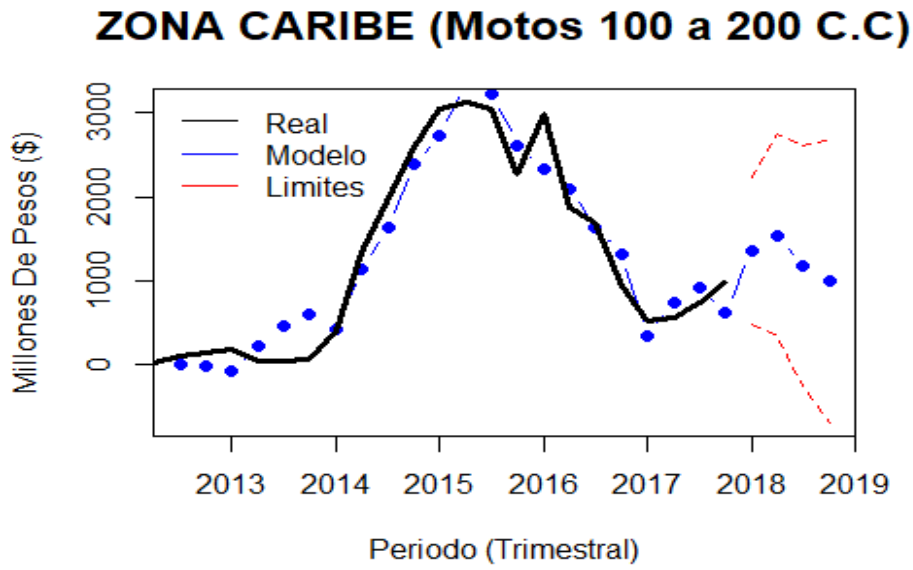
ZONA ANDINA (Motos 100 a 200 C.C)



Fuente propia

Zona Caribe (Gráfica 7) tuvo un crecimiento importante entre el año 2014 y 2015, pero para el siguiente año tuvo una caída importante.

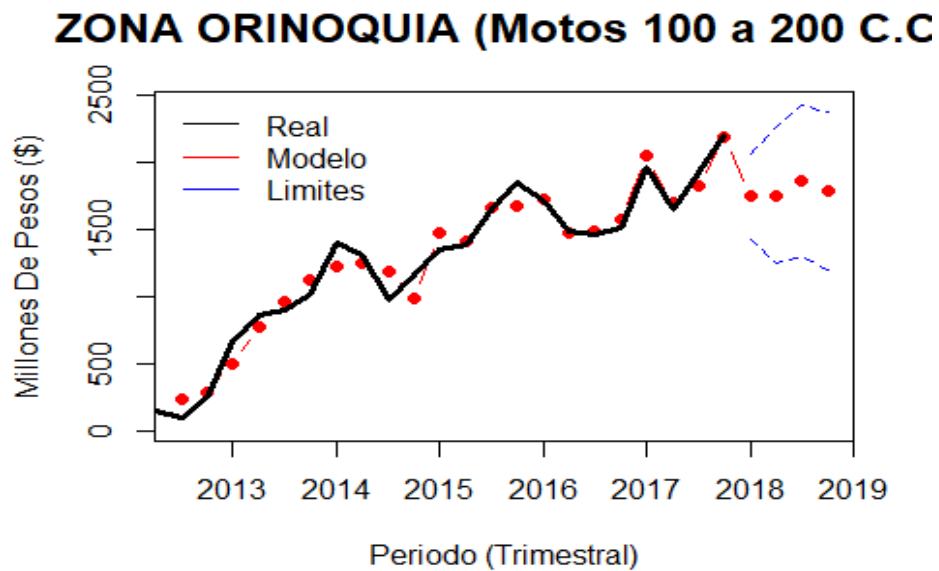
Gráfica 7 Modelo, predicción vs real (Zona Caribe Siniestros)



Fuente propia

Zona Orinoquia (Gráfica 8) ha estado creciendo desde el año 2012.

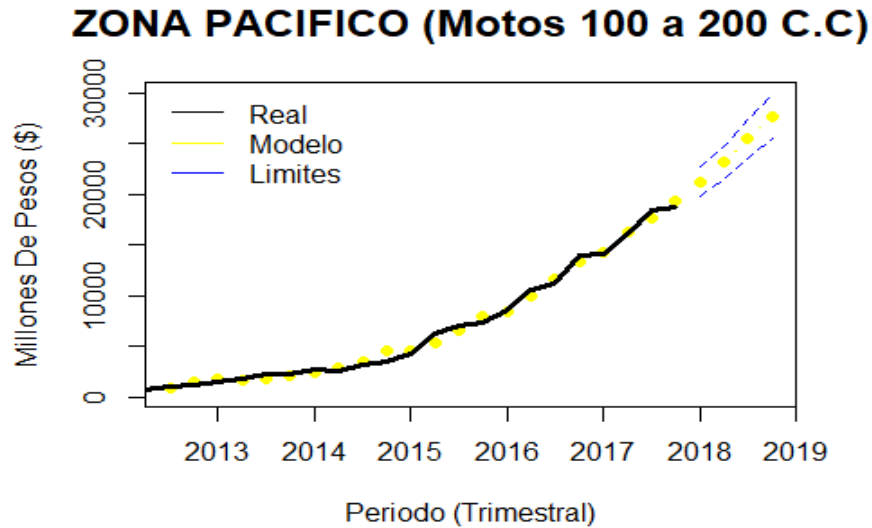
Gráfica 8 Modelo, predicción vs real (Zona Orinoquia Siniestros)



Fuente propia

Zona Pacifico (Gráfica 9) ha estado creciendo constantemente desde el año 2012.

Gráfica 9 Modelo, predicción vs real (Zona Pacifico Siniestros)

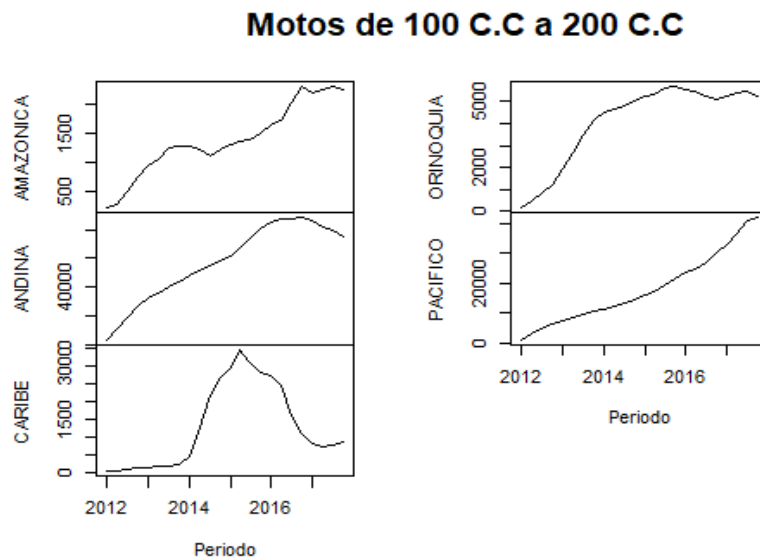


Fuente propia

5.2. Número de pólizas

En las siguientes graficas (Gráfica 10 y Gráfica 11) se puede observar el comportamiento de la serie por cada una de las zonas para el número de pólizas.

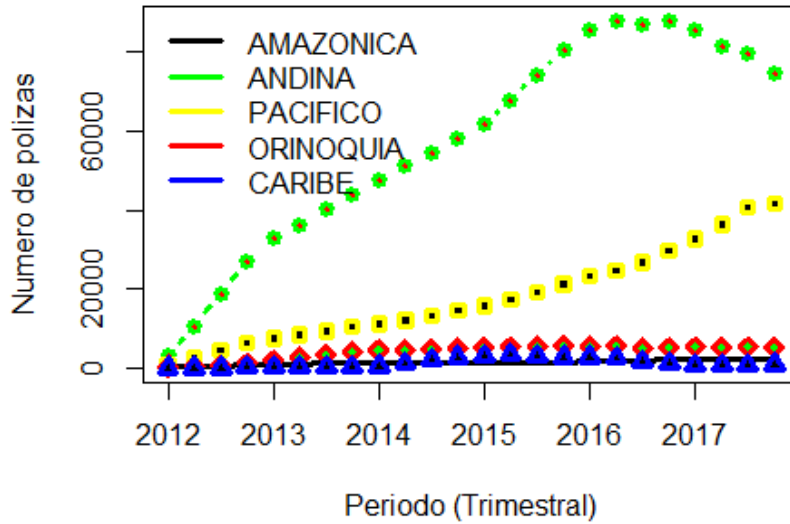
Gráfica 10 Serie Número de Pólizas por zonas



Fuente propia

Gráfica 11 Número de Pólizas todas las zonas

Motos de 100 C.C a 200 C.C

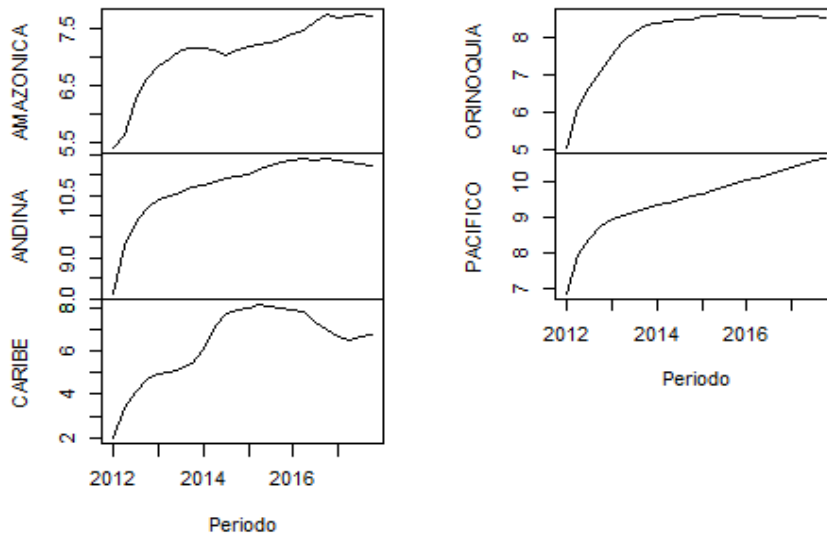


Fuente propia

Para la creación del modelo usamos los valores de la serie en logaritmo, esto para obtener una homogeneidad de los valores, como se muestra en las siguientes graficas (Gráficas 12 y Gráfica 13) y poder obtener una predicción más exacta.

Gráfica 12 Logaritmo del número de pólizas por zonas

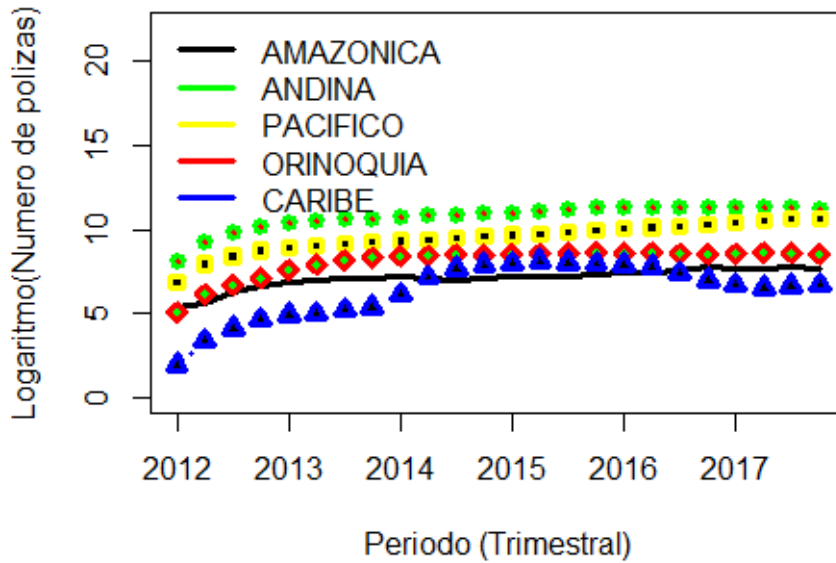
Motos de 100 C.C a 200 C.C



Fuente propia

Gráfica 13 Logaritmo número de pólizas todas las zonas

Motos de 100 C.C a 200 C.C



Fuente propia

5.2.1. Modelo Número de pólizas

Para la serie de número de pólizas, usamos la base en logaritmo y generamos un modelo VAR (2) el cual se eligió según el mejor

Ilustración 7 Ecuación VAR (2) Numero de pólizas

$$\vec{Y}_t = \begin{bmatrix} 7.33 \\ 3.28 \\ -2.35 \\ -0.486 \\ 6.03 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.07 \\ 0.02 \\ -0.084 \\ -0.051 \\ 0.054 \end{bmatrix} t + \begin{bmatrix} 0.05 & -0.17 & -1.47 & 0.15 & -0.089 \\ -0.23 & 1.3 & 1.38 & -0.16 & -0.215 \\ -0.202 & -0.05 & 0.82 & -0.0006 & -0.049 \\ 0.061 & 0.04 & -1.1 & 0.662 & -0.177 \\ -0.054 & -0.372 & 1.15 & 0.59 & 0.549 \end{bmatrix} \vec{Y}_{t-1} + \begin{bmatrix} -0.02 & -0.12 & 0.08 & 0.172 & -0.005 \\ 0.78 & -0.46 & -2.12 & -0.089 & 0.253 \\ 0.10 & 0.047 & -0.28 & 0.068 & 0.034 \\ -0.065 & 0.087 & 2.23 & -0.066 & 0.159 \\ -0.14 & 0.176 & 0.46 & -0.116 & -0.187 \end{bmatrix} \vec{Y}_{t-2} + \begin{bmatrix} 0.036 \\ 0.016 \\ 0.163 \\ 0.025 \\ 0.023 \end{bmatrix}$$

Fuente propia

BIC: -370.728

5.2.2. Test de Correlación Serial

Portmanteau Test: No hay correlación serial de los residuos del modelo, p-value =0.4777

5.2.3. Test de Normalidad Multivariada

Hay normalidad en los valores residuales del modelo,

JB Test: p-value=0.5161

Skewness: p-value=0.6213

Kurtosis: p-value=0.3412

5.2.4. Test heterocedasticidad

No hay heterocedasticidad entre las variables,

ARCH: p-value=1

5.2.5. Prueba del modelo para el año 2017 in/out sample

En la siguiente tabla se encuentra una prueba del modelo de pólizas para el año 2017, comparando los datos reales contra los pronosticados realizando el cálculo del margen de error y el MAPE (Error porcentual absoluto medio) para cada región.

Tabla 2 Prueba in/out sample VAR (2) Pólizas

Periodo	AMAZONICA			ANDINA			
	Real	Predicción	% error	Real	Predicción	% error	
2017-1	2,174	2,250	-3.5%	85,883	86,025	-0.2%	
2017-2	2,241	2,011	10.3%	81,637	83,717	-2.5%	
2017-3	2,292	1,980	13.6%	79,651	80,634	-1.2%	
2017-4	2,237	2,228	0.4%	74,603	78,032	-4.6%	
MAPE			5.2%	MAPE			-2.1%

Periodo	CARIBE			ORINOQUIA			
	Real	Predicción	% error	Real	Predicción	% error	
2017-1	788	781	0.9%	5,248	4,487	14.5%	
2017-2	691	883	-27.8%	5,379	4,632	13.9%	
2017-3	780	993	-27.3%	5,439	4,846	10.9%	
2017-4	838	1,035	-23.5%	5,253	4,935	6.1%	
MAPE			-19.4%	MAPE			11.3%

Periodo	PACIFICO		
	Real	Predicción	% error
2017-1	32,756	29,340	10.4%
2017-2	36,471	29,420	19.3%
2017-3	40,747	32,938	19.2%
2017-4	41,674	35,365	15.1%
MAPE			16.0%

Fuente propia

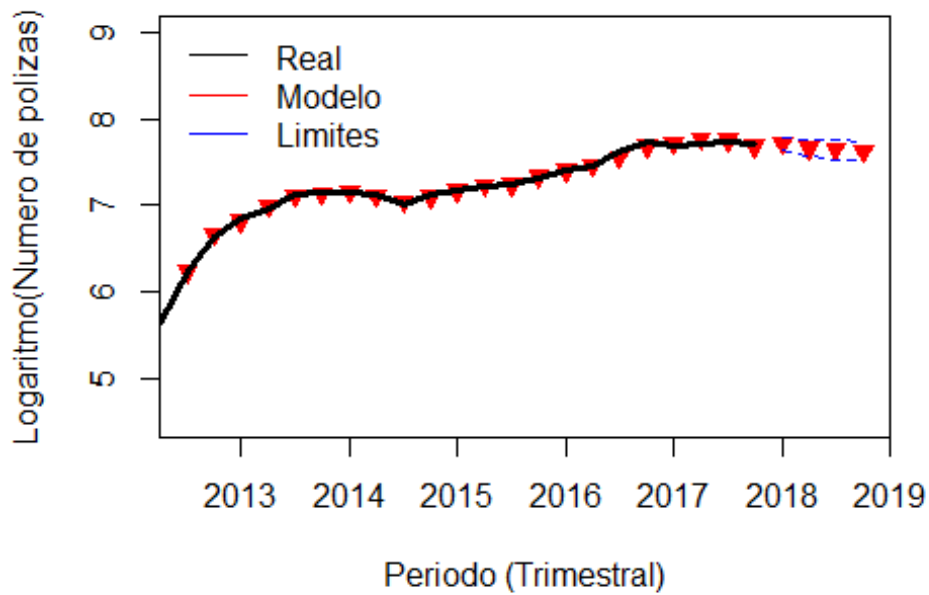
5.2.6. Graficas de los modelos, proyección vs valores reales.

A continuación, conoceremos los gráficos de cada una de las zonas, donde veremos la serie real, la serie generada por nuestro modelo y el pronóstico para el año 2018 para la base de datos número de pólizas, vale aclarar que fue necesario hacer una transformación logarítmica a la base para poder manejarla mejor y llegar a unos datos más exactos.

A continuación, vemos la gráfica (Gráfica 14) comportamiento correspondiente a la zona Amazónica la cual presenta una tendencia estable a través de los años.

Gráfica 14 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Amazónica)

ZONA AMAZONICA (Motos 100 a 200 C.C)

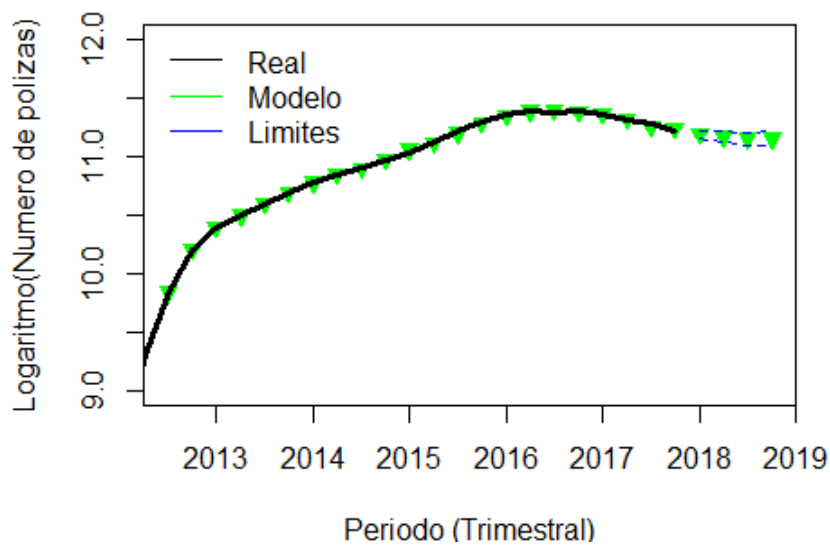


Fuente propia

En la siguiente grafica (Gráfica 15) podemos ver el comportamiento de la zona Andina que tiene un crecimiento importante en los 4 primeros años luego presenta una pequeña disminución.

Gráfica 15 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Andina)

ZONA ANDINA (Motos 100 a 200 C.C)

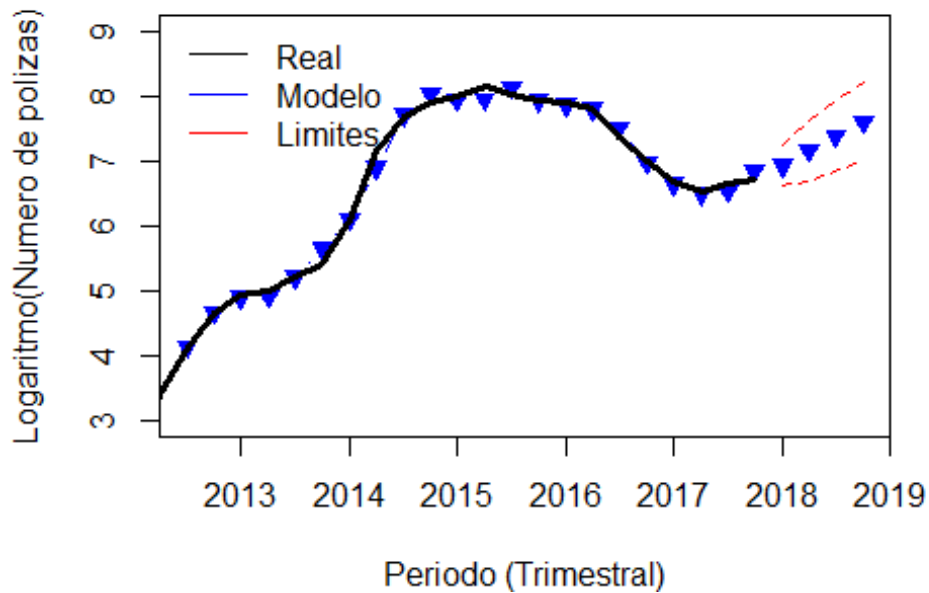


Fuente propia

La zona Caribe (Grafica 16) podemos notar un crecimiento en los primeros 3 años, pero a partir del año 2016 decrece y luego toma fuerza para 2018.

Gráfica 16 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Caribe)

ZONA CARIBE (Motos 100 a 200 C.C)

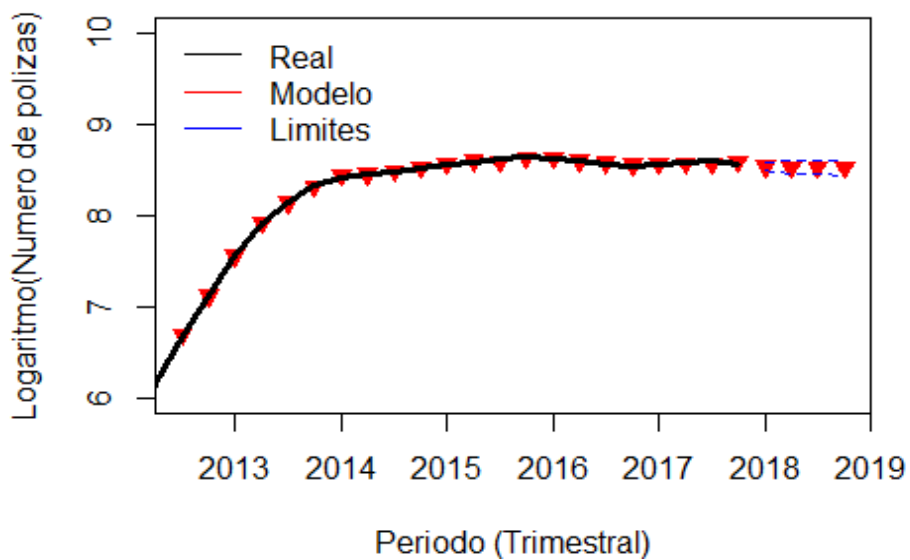


Fuente propia

La zona Orinoquia (Grafica 17) se estabiliza a partir del año 2014.

Gráfica 17 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Orinoquia)

ZONA ORINOQUIA (Motos 100 a 200 C.C)

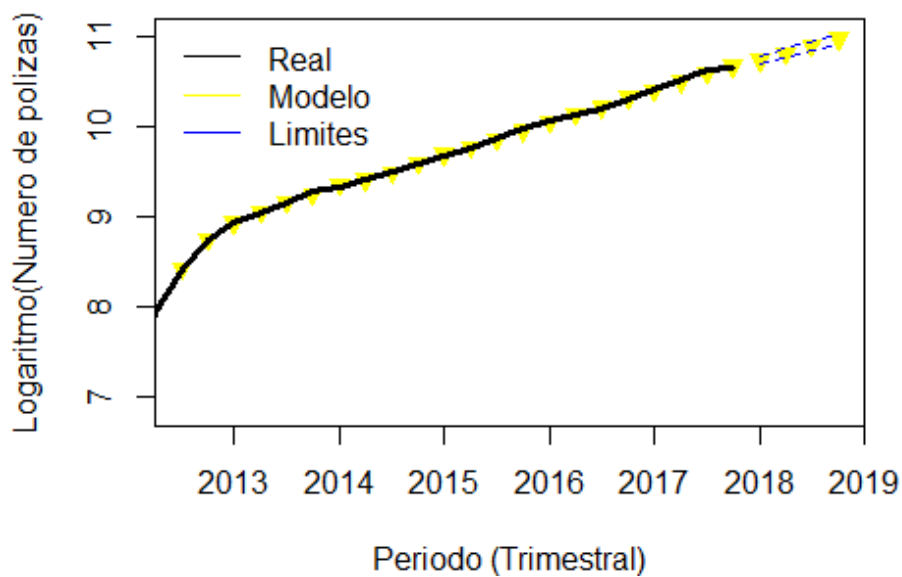


Fuente propia

La zona Pacifico (Grafica 16) ha tenido una tendencia creciente en lo corrido de los 6 años.

Gráfica 18 Modelo, Predicción y Real logaritmo número de pólizas (Zona Pacifico)

ZONA PACIFICO (Motos 100 a 200 C.C)



Fuente propia

5.3 Resultados

Con los modelos VAR anteriormente descritos obtenemos la proyección para los cuatro trimestres del año 2018 tanto para el valor de los siniestros, como el número de pólizas emitidas y expuestas por región para la tarifa de motocicletas de 100 a 200 centímetros cúbicos. Dado esto se procede a realizar el cálculo de la prima pura como se describió en el marco conceptual así:

$$PP = E(s) * E(f)$$

Donde,

PP corresponde a la prima pura

E(s) corresponde a la severidad esperada

E(f) corresponde a la frecuencia esperada

$$E(f) = \frac{\text{Número de Siniestros}}{\text{Número de pólizas}} \quad E(s) = \frac{\text{Valor total de los Siniestros}}{\text{Número de Siniestros}}$$

Por tanto, la prima pura está dada por:

$$PP = \frac{\text{Valor total de los Siniestros}}{\text{Número de pólizas}}$$

A continuación, veremos el valor de los siniestros y el número de pólizas esperados para el año 2018 para cada zona. Se calculará el valor esperado de la prima pura para cada zona y se será comparada con el valor actual que tiene la póliza SOAT determinando un exceso o defecto para cada región.

Para la zona Amazónica los valores pronosticados para los siniestros del año 2018 tienen una caída de \$3.832.800 millones de pesos del primer a al segundo trimestre, para después subir en \$140.634.500 millones de pesos desde el segundo trimestre al cuarto. Por el contrario, el número de pólizas tiene una caída desde el primer trimestre al cuarto de un total de 193.

El valor de la prima pura para esta zona del país debe ser de \$472.381 pesos el cual se encuentra en 57.1 % por encima de la prima comercial actual para todo el país (Tabla 2).

Tabla 3 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Amazónica

ZONA AMAZONICA		
Periodo	Valor Siniestros	Número de Pólizas
2018-1	\$966.208.900	2.245
2018-2	\$962.376.100	2.129
2018-3	\$986.951.000	2.081
2018-4	\$1.103.010.600	2.052
Total	\$4.018.546.600	8.507
Prima Pura (PP)	\$472.381	

Valor Actual	\$300.700
Exceso o Defecto	57,1%

Fuente propia

En la zona Andina vemos que la diferencia entre la prima pura actual, y la calculada según el pronóstico arrojado por el modelo, es de un 28.1 % estando por encima generando así pérdidas para la compañía.

Tabla 4 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Andina

ZONA ANDINA		
Periodo	Valor Siniestros	Número de Pólizas
2018-1	\$25.747.650.000	72.524
2018-2	\$27.386.310.000	70.786
2018-3	\$27.169.270.000	69.597
2018-4	\$28.480.700.000	69.600
Total	\$108.783.930.000	282.507
Prima Pura (PP)	\$385.066	
Valor Actual	\$300.700	
Exceso o Defecto	28,1%	

Fuente propia

En la zona Caribe el caso es mucho más crítico pues podemos notar que el defecto en esta zona es del 184.1 % siendo una prima pura casi 3 veces la prima comercial actual.

Tabla 5 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Caribe

ZONA CARIBE		
Periodo	Valor Siniestros	Número de Pólizas
2018-1	\$1.354.285.000	1.028
2018-2	\$1.538.568.000	1.288
2018-3	\$1.167.058.000	1.612
2018-4	\$996.876.000	1.992
Total	\$5.056.787.000	5.920
Prima Pura (PP)	\$854.187	
Valor Actual	\$300.700	
Exceso o Defecto	184,1%	

Fuente propia

La zona Orinoquia es la que menos defecto presenta en el valor de la prima pura, pues con un 17.3 % es la zona del país que se aproxima más al valor actual (Tabla 5).

Tabla 6 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Orinoquia

ZONA ORINOQUIA		
Periodo	Valor Siniestros	Número de Pólizas
2018-1	\$1.742.520.000	5.101
2018-2	\$1.752.723.000	5.071
2018-3	\$1.858.900.000	5.059
2018-4	\$1.787.108.000	5.019
Total	\$7.141.251.000	20.250
Prima Pura (PP)	\$352.654	
Valor Actual	\$300.700	
Exceso o Defecto	17,3%	

Fuente propia

La zona Pacifico es la segunda zona con valores de siniestros y número de pólizas más altos, pero a diferencia de la zona Andina esta presenta un déficit más alto siendo del 57.2%.

Tabla 7 Comparativo y resultado PP con Prima actual zona Pacifico

ZONA PACIFICO		
Periodo	Valor Siniestros	Número de Pólizas
2018-1	\$21.256.830.000	45.575
2018-2	\$23.146.650.000	49.432
2018-3	\$25.435.480.000	53.438
2018-4	\$27.625.480.000	57.806
Total	\$97.464.440.000	206.251
Prima Pura (PP)	\$472.553	
Valor Actual	\$300.700	
Exceso o Defecto	57,2%	

Fuente propia

6. Conclusiones y Recomendaciones

- En la mayoría de las regiones del país presenta un crecimiento tanto valor de siniestros como en número de pólizas para el año 2018.
- La región caribe presenta un defecto considerable en el valor de la prima pura ya que su valor estimado está muy por encima del valor actual, esto indica que la siniestralidad supera proporcionalmente a las demás regiones.
- Todas las regiones muestran un defecto frente al cálculo actual de la prima comercial, la cual confirma la manifestación del gremio asegurador, cuando indican que el SOAT representa un déficit financiero, especialmente en las motocicletas de 100 a 200 C.C.
- Para obtener un punto de equilibrio el valor de la prima comercial para motocicletas de 100 a 200 C.C debería aumentar.
- El valor de la prima pura es diferente en todas las zonas del país, lo que indica que existe una diferenciación geográfica que afecta el costo del seguro SOAT.
- Se debe realizar este mismo estudio teniendo en cuenta la información del total de las compañías de seguros que comercializan SOAT en el país, puesto que el análisis actual se determinó con la información de una sola aseguradora, al no contar con la información suficiente y detallada de todo el sector.

7. Bibliografía

Seguros Mundial (2016) presentación programa de educación financiera “viva seguro”.
Obtenido de <https://www.segurosmundial.com.co/media/02SOAT+WEB.pdf>

Fasecolda (2018): Seguro obligatorio de accidentes de tránsito. Obtenido de
http://www.fasecolda.com/files/8713/9101/6703/el_seguro_obligatorio_de_accidentes_de_transito.pdf

Fasecolda: Metodología para calcular la prima pura proyectada del SOAT. Obtenido de:
<https://revista.fasecolda.com/index.php/revfasecolda/article/download/28/25/>

Fasecolda: Estadísticas del sector. Obtenido de
<http://www.fasecolda.com/index.php/fasecolda/estadisticas-del-sector/ciudades-y-ramos/>

Alta accidentalidad de motos tiene en jaque el futuro del SoatAlta accidentalidad de motos
tiene en jaque el futuro del Soat. (23 de 5 de 2016). Dinero, 1. Obtenido de
<https://www.dinero.com/pais/articulo/el-soat-puede-acabarse-por-alta-accidentalidad-de-motos/223835>

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). Estadística para administración y
economía. Cengage Learning Editores, S.A.

Registro Único Nacional De Tránsito. (septiembre de 2018). Obtenido de
<http://www.runt.com.co/node/53607>

[1] Bera AK, Jarque CM (1980). “Efficient Tests for Normality, Homoscedasticity and Serial
Independence of Regression Residuals.” *Economics Letters*, 6(3), 255–259.

[2] Breusch TS (1978). “Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models.” *Australien
Economic Papers*, 17, 334–355.

[3] Hamilton JD (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press, Princeton.

[4] Jarque CM, Bera AK (1987). “A Test for Normality of Observations and Regression
Residuals.” *International Statistical Review*, 55, 163–172.

[5] Pfaff B (2008). “VAR, SVAR and SVEC Models: Implementation Within R Package
vars.” *Journal of Statistical Software*, 27(4). URL <http://www.jstatsoft.org/v27/i04/>.

[6] R Development Core Team (2008). *R: A Language and Environment for Statistical
Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-
900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

[7] Sims CA (1980). “Macroeconomics and Reality.” *Econometrica*, 48, 1–48.

[8] Würtz D (2007). *fArma: Rmetrics – ARMA Time Series Modelling*. R package version
260.72, URL <http://CRAN.R-project.org/package=fArma>.

