# UNIVERSIDAD LA SALLE

## LICENIATURA EN INGENIERÍA COMERCIAL




# "PARÁMETROS DE MARGEN DE SOLVENCIA PARA LOS RAMOS DE AUTOMOTORES Y DESGRAVAMEN HIPOTECARIO EN EL MERCADO ASEGURADOR BOLIVIANO"

Modalidad de titulación: Tesis de Licenciatura

Postulante: Adriel Iosef Brian Astorga Gonzales

Tutor: Iván Orlando Rojas Yanguas

La Paz – Bolivia

2025

# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, nuestro Señor, por permitirme emprender esta etapa de mi vida y por haberme dotado de las habilidades y virtudes que poseo, las cuales me propongo emplear de la mejor manera en beneficio de mi comunidad.

A mis padres y hermanos, por hacer hasta lo imposible por mi bienestar, por depositar siempre su confianza en mí y por brindarme su apoyo incondicional en cada ámbito de mi vida. Asimismo, por acompañarme en los momentos de mayor dificultad, de los cuales, gracias a su fortaleza, logramos salir adelante.

A mi tutor, el distinguido Lic. Iván Rojas, cuyo constante apoyo desde el inicio de este proceso ha sido fundamental para la realización de este trabajo. Le expreso mi profundo agradecimiento por su confianza, orientación, comprensión y paciencia a lo largo de este camino.

A mis amigos y futuros colegas, quienes, incluso en las circunstancias más adversas, me ofrecieron su respaldo, afecto, comprensión y valiosos consejos para perseverar y nunca darme por vencido.

Por último, pero no menos importante, a mis pequeños compañeros de cuatro patas: Squiddals, Botón y Buñuelo, cuya compañía incondicional y alegría iluminan mis días sin importar lo que ocurra a mi alrededor.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN ..... 1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 2
2.1. Identificación del Problema ..... 2
2.2. Descripción del Problema ..... 4
2.3. Formulación del Problema ..... 4
3. OBJETIVOS ..... 4
3.1. Objetivo General ..... 4
3.2. Objetivos Específicos ..... 5
4. JUSTIFICACIÓN ..... 5
4.1. Justificación Teórica ..... 5
4.2. Justificación Práctica ..... 6
4.3. Justificación Social ..... 6
4.4. Justificación Económica ..... 7
4.5. Justificación Metodológica ..... 7
4.6. Viabilidad ..... 7
4.7. Factibilidad ..... 8
5. MARCO TEÓRICO ..... 9
5.1. Marco Histórico ..... 9
5.1.1. Antecedentes ..... 9
5.1.2. Antecedentes Específicos ..... 11
5.1.3. Estudios Relacionados al Cálculo de los Parámetros de Margen de Solvencia en Bolivia… ..... 14
5.2. Marco Referencial ..... 15
5.3. Marco Conceptual ..... 17
5.3.1. Solvencia en el Mercado de Seguros ..... 17

5.3.1.1. Prima ..... 19
5.3.1.2. La prima básica y el recargo de seguridad ..... 19
5.3.1.3. Las reservas técnicas ..... 21
5.3.1.4. Margen de solvencia ..... 22
5.3.2. Bases Teóricas Para el Cálculo del Margen de Solvencia ..... 24
5.3.3. Consideraciones Adicionales Para el Cálculo del Margen de Solvencia ..... 30
5.3.3.1. El papel del reaseguro ..... 30
5.3.3.2. Doble criterio: base primas y base siniestros ..... 31
5.3.4. Análisis de los Dos Principales Ramos de Seguros en el Actual Mercado Asegurador Boliviano ..... 32
5.3.4.1. Automotores ..... 33
5.3.4.2. Desgravamen hipotecario ..... 40
5.4. Marco Legal ..... 48
5.4.1. Ley N° 1883 – Ley de Seguros del Estado Plurinacional de Bolivia ..... 48
5.4.2. Decreto Supremo N° 25201 ..... 50
5.4.3. Resolución Administrativa IS/No. 016/98 ..... 51
6. DISEÑO METODOLÓGICO ..... 55
6.1. Alcances y Limitaciones de la Investigación ..... 55
6.2. Delimitación ..... 55
6.2.1. Temporal ..... 55
6.2.2. Espacial ..... 56
6.3. Sujetos de Investigación ..... 56
6.4. Hipótesis ..... 57
6.5. Variables ..... 57
6.6. Operacionalización de Variables ..... 57

6.7. Enfoque de la Investigación ..... 58
6.8. Tipo de Investigación ..... 59
6.9. Diseño de la Investigación ..... 59
6.10. Población ..... 60
6.11. Muestra ..... 61
6.12. Unidades de Observación ..... 61
6.13. Métodos y Técnicas de Investigación ..... 62
7. MARCO PRÁCTICO ..... 63
7.1. Consideraciones Previas al Tratamiento de los Datos ..... 63
7.1.1. Metodologías Para el Cálculo de los Parámetros de Margen de Solvencia ..... 63
7.1.2. Recopilación y Uso de Cifras Netas ..... 66
7.1.3. Recargo de Seguridad ..... 69
7.1.4. Probabilidad de Quiebra ..... 69
7.1.5. Función de Distribución de Probabilidades "Gamma" ..... 71
7.2. Determinación de las Muestras Actualizadas Para los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario ..... 74
7.2.1. Determinación del "Factor" de Actualización a Partir de la Producción Neta Retenida en el Ramo de Automotores ..... 75
7.2.2. Determinación del "Factor" de Actualización a Partir de la Producción Neta Retenida en el Ramo de Desgravamen Hipotecario ..... 76
7.2.3. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Ramo de Automotores ..... 77
7.2.4. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Ramo de Desgravamen Hipotecario ..... 80
7.3. Determinación de la Distribución de Probabilidades que Gobierna la Siniestralidad en los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario en el Mercado Asegurador Boliviano ..... 82
7.3.1. Distribución de Probabilidades Gamma del Seguro de Automotores ..... 83

7.3.2. Distribución de Probabilidades Gamma del Seguro de Desgravamen Hipotecario 85

7.4. Determinación de los Parámetros de Margen de Solvencia Para los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario ..... 87

7.4.1. Parámetros de Margen de Solvencia del Ramo de Seguros de Automotores ..... 87

7.4.1.1. Probabilidades de quiebra inferiores del ramo de automotores..... 89

7.4.2. Parámetros de Margen de Solvencia del Ramo de Seguros de Desgravamen Hipotecario ..... 90

7.4.2.1. Probabilidades de quiebra inferiores del ramo de desgravamen hipotecario .. 91

7.5. Comparación Entre Distintos Parámetros de Margen de Solvencia ..... 92

7.5.1. Comparación Entre los Nuevos Parámetros de Margen de Solvencia por Ramos de Seguros.. ..... 92

7.5.2. Comparación de los Nuevos Parámetros de Margen de Solvencia por Ramos de Seguros con Parámetros Previos..... 95

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 98

8.1. Conclusiones ..... 98

8.2. Recomendaciones..... 99

9. BIBLIOGRAFÍA ..... 101

10. ANEXOS ..... 106

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Comportamiento de la Siniestralidad ..... 20
GRÁFICO 2. Comportamiento de la Siniestralidad del Total de la Cartera ..... 25
GRÁFICO 3. Distribución Probabilística de Siniestralidad ..... 26
GRÁFICO 4. Probabilidad de Quiebra Vs. Probabilidad de No Quiebra ..... 28
GRÁFICO 5. El Margen de Solvencia Como Recursos Adicionales ..... 29
GRÁFICO 6. Producción Anual del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.) ..... 34
GRÁFICO 7. Producción Directa Neta de Anulaciones por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023 ..... 35
GRÁFICO 8. Producción Total por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023 ..... 36
GRÁFICO 9. Producción Neta Retenida por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023 ..... 37
GRÁFICO 10. Siniestralidad Anual del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.) ..... 37
GRÁFICO 11. Siniestros Directos por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023 ..... 38
GRÁFICO 12. Siniestros Totales por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023 ..... 39
GRÁFICO 13. Siniestros Netos por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023 ..... 39
GRÁFICO 14. Producción Anual del Ramo de Desgravamen Hipotecario entre las gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.) ..... 42
GRÁFICO 15. Producción Directa Neta de Anulaciones por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023 ..... 43
GRÁFICO 16. Producción Total por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023 ..... 44
GRÁFICO 17. Producción Neta Retenida por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023 ..... 44

GRÁFICO 18. Siniestralidad Anual del Ramo de Desgravamen Hipotecario entre las gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.) ..... 45
GRÁFICO 19. Siniestros Directos por Entidad Aseguradora del Ramo Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023 ..... 46
GRÁFICO 20. Siniestros Totales por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023 ..... 47
GRÁFICO 21. Siniestros Netos por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023 ..... 47
GRÁFICO 22. Distribuciones Gamma Con Distintos Parámetros de Forma y Escala ..... 72
GRÁFICO 23. Comparación de las Muestras Siniestrales Con y Sin Descuento Por Crecimiento de Cartera en el Ramo de Automotores ..... 79
GRÁFICO 24. Comparación de las Muestras Siniestrales Con y Sin Descuento Por Crecimiento de Cartera en el Ramo de Desgravamen Hipotecario ..... 81
GRÁFICO 25. Distribución de Probabilidades Gamma que Gobierna la Siniestralidad en Bolivia en el Ramo de Seguros de Automotores ..... 84
GRÁFICO 26. Distribución de Probabilidades Gamma que Gobierna la Siniestralidad en Bolivia en el Ramo de Seguros de Desgravamen Hipotecario ..... 86
GRÁFICO 27. Determinación del Margen de Solvencia en el Ramo de Seguros de Automotores en el Mercado Asegurador Boliviano ..... 89
GRÁFICO 28. Determinación del Margen de Solvencia en el Ramo de Seguros de Desgravamen Hipotecario en el Mercado Asegurador Boliviano ..... 91
GRÁFICO 29. Comparación de las Funciones de Distribución Gamma de los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario ..... 94
GRÁFICO 30. Comparación del Parámetro de Margen de Solvencia del Ramo de Automotores con Parámetros Previos al 0,33% de Probabilidad de Quiebra ..... 96
GRÁFICO 31. Comparación del Parámetro de Margen de Solvencia del ramo de Desgravamen Hipotecario con Parámetros Previos al 0,33% de Probabilidad de Quiebra ..... 97

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Operacionalización de Variables ..... 57
TABLA 2. Producción Neta Retenida y Siniestralidad Neta del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 1992–2023 (en miles de Bs.) ..... 67
TABLA 3. Producción Neta Retenida y Siniestralidad Neta del Ramo de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992–2023 (en miles de Bs.) ..... 68
TABLA 4. Determinación del "Factor" de Actualización de la Muestra Siniestral a Partir de la Muestra de Producción del Seguro de Automotores Entre las Gestiones 1992-2023 (en miles de Bs.) ..... 75
TABLA 5. Determinación del "Factor" de Actualización de la Muestra Siniestral a Partir de la Muestra de Producción del Seguro de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992 - 2023 (en miles de Bs.) ..... 76
TABLA 6. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Seguro de Automotores Entre las Gestiones 1992 - 2023 (en miles de Bs.) ..... 78
TABLA 7. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Seguro de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992 - 2023 (en miles de Bs.) ..... 80
TABLA 8. Parámetros de Margen de Solvencia Correspondientes a Probabilidades de Quiebra Inferiores del Ramo de Automotores ..... 89
TABLA 9. Parámetros de Margen de Solvencia Correspondientes a Probabilidades de Quiebra Inferiores del Ramo de Desgravamen Hipotecario ..... 92
TABLA 10. Comparación de los Parámetros de Margen de Solvencia en los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario con Distintas Probabilidades de Quiebra ..... 94

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Producción Neta Retenida de los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1975–2023 (en miles de Bs.)..... 106
ANEXO 2. Siniestros Retenidos de los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1975–2023 (en miles de Bs.) ..... 107
ANEXO 3. Índice de Precios al Consumidor en Promedio Anual y a Diciembre Entre las Gestiones 1975-2023 (Año Base 2016=100)..... 108
ANEXO 4. Deflactor de la Economía Entre las Gestiones 1975-2023 (Año Base 2023=100).. 109
ANEXO 5. Índice de Siniestralidad Retenido y Promedio del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 1992-2023 (en miles de Bs.) ..... 110
ANEXO 6. Índice de Siniestralidad Retenido y Promedio del Ramo de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992-2023 (en miles de Bs.) ..... 111
ANEXO 7. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 1%..... 112
ANEXO 8. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 1%..... 113
ANEXO 9. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,75%..... 114
ANEXO 10. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,75%..... 115
ANEXO 11. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,67%..... 116
ANEXO 12. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,67%..... 117
ANEXO 13. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,50%..... 118
ANEXO 14. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,50%..... 119
ANEXO 15. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,33%..... 120

ANEXO 16. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,33%..... 121
ANEXO 17. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,25%..... 122
ANEXO 18. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “f(s)” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,25%..... 123

# 1. INTRODUCCIÓN

El sector asegurador juega un papel fundamental en el desarrollo económico de una nación. Promueve el desenvolvimiento de la actividad económica en un ambiente de estabilidad y confianza, protegiendo vidas y bienes contra los riesgos que pudieran acaecer sobre estos.

La transferencia de riesgo del asegurado al asegurador conlleva una serie de procesos antes y después de la extensión de la póliza de seguros, desde el análisis que realiza la compañía de seguros para determinar la factibilidad de otorgar dicha póliza, hasta una correcta inversión de los fondos patrimoniales provenientes de la suma de la producción de las carteras de los distintos ramos de seguros.

En medio de estas actividades se ubican aquellas destinadas a mantener y garantizar la capacidad de la empresa de seguros para hacer frente correcta y puntualmente a las obligaciones que ha contraído; se trata de la solvencia que se traduce como "una promesa de pago" que brinda el asegurador por la confianza depositada por el tomador del seguro.

Para garantizar la solvencia de una compañía de seguros se han desarrollado técnicas que permiten la minimización en el riesgo de quiebra aplicable para cada compañía aseguradora. Una de estas es el denominado Margen de Solvencia, uno de los tres pilares que aseguran la solvencia en gran medida de una empresa dedicada a este rubro.

El Margen de Solvencia responde a los Parámetros de Margen de Solvencia, los cuales, tras numerosos estudios e investigaciones, fueron adaptados al modelo boliviano de solvencia dinámica. No obstante, dada la complejidad y la responsabilidad que supone la gestión de recursos de terceros en un mercado asegurador en constante evolución, se consideró pertinente profundizar en el cálculo de los Parámetros de Margen de Solvencia, pero esta vez no solo siendo concebidos

para el mercado en general, sino haciendo énfasis en los dos ramos más representativos de todo el sector: automotores y desgravamen hipotecario. De esta manera, se busca un modelo más acorde a la realidad del mercado, entendiendo a este como un todo compuesto por diversas partes, las cuales requieren un análisis más detallado y específico que comprenda la importancia del sector en la macroeconomía del país.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para plantear el problema de investigación primero se procederá a la identificación del problema para de esta forma lograr su descripción y llegar a la formulación del problema de investigación.

### 2.1. Identificación del Problema

Según el diccionario MAPFRE de Seguros (2016), el margen de solvencia se define como:

> "Conjunto de recursos constituidos por patrimonio propio no comprometido, coincidente en cierta medida con el patrimonio neto contable que, como mínimo, deben tener las entidades aseguradoras, en todo momento, para garantizar económicamente al máximo los compromisos con sus asegurados.
>
> Se trata de patrimonio libre, no sujeto ni vinculado a obligación alguna, cuya cuantía mínima viene legalmente establecida y se calcula en función del volumen de primas o de siniestros, en los ramos no vida, y en función de las provisiones matemáticas y capitales de riesgo, en ramo de vida. Como su propia denominación indica, representa la solvencia marginal (al margen de la general y de la exigible mediante las provisiones técnicas) que el asegurador debe poseer para poder hacer frente a situaciones de posible siniestralidad futura, que no puedan estar totalmente previstas mediante el correcto cálculo y adecuada cobertura de las provisiones técnicas normales.

> El margen de solvencia incorpora un mayor grado de garantía y solidez al conjunto de medidas que establecen, a largo plazo, el equilibrio técnico-económico del negocio asegurador."

El cálculo probabilístico de los márgenes de solvencia para el mercado asegurador boliviano ha tenido frutos gracias a investigaciones realizadas en el pasado, tal como es la investigación para determinar los parámetros de margen de solvencia mínimos en 1997 (Rojas Yanguas, 1997) incluidos en la Ley de Seguros N° 1883 de fecha 25 de junio de 1998, su Decreto Supremo reglamentario N° 25201 de fecha 16 de octubre de 1998 y su posterior actualización en el año 2019 (Tinta, 2019), cuyos resultados aún no han sido plasmados en una modificación a la mencionada Ley de Seguros.

Se tiene en consideración que en países del continente europeo, así como en México en el caso de Latinoamérica, desde ya hace años estos márgenes de solvencia son calculados de manera individual para cada ramo de seguros y no así de manera general para todos los ramos, tal y como lo indica, por ejemplo, la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 235, párrafos I-IV (LEY DE INSTITUCIONES DE SEGUROS Y DE FIANZAS, 2015).

Sin embargo, a casi treinta años de su establecimiento en Bolivia, estos siguen refiriéndose a los parámetros de márgenes de solvencia del mercado asegurador boliviano como uno solo, sin hacer distinciones entre los diferentes ramos de seguros que existen, destacando de entre estos los ramos de automotores y desgravamen hipotecario que, según datos del anuario estadístico de la gestión 2023 emitido por la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros del Estado Plurinacional de Bolivia (APS), llegan a conformar el 46,89% de la producción neta retenida del

mercado asegurador boliviano (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2024).

### 2.2. Descripción del Problema

Debido a la inminente necesidad de actualizar los parámetros de margen de solvencia en el mercado asegurador boliviano y modernizar su regulación considerando que los ramos de automotores y desgravamen hipotecario llegan a conformar casi el 50% de la totalidad del mercado de seguros, se ha visto conveniente el uso de herramientas de investigación y de estadística para ser aplicadas a determinar los parámetros de margen de solvencia individualizados para los dos ramos más relevantes en el mercado de seguros de Bolivia.

De esta manera, la regulación del mercado de seguros en Bolivia no solo podrá ser actualizada con los parámetros recalculados en 2019, sino que se podrán implementar de manera específica unos nuevos parámetros calculados específicamente para los dos ramos de mayor cuantía económica y modernizar así la regulación de este mercado financiero, tal como se aplica en países más desarrollados.

### 2.3. Formulación del Problema

¿Cuáles son los parámetros de margen de solvencia que las aseguradoras en Bolivia deben mantener en los ramos de automotores y desgravamen hipotecario para minimizar su probabilidad de quiebra?

## 3. OBJETIVOS

### 3.1. Objetivo General

Determinar los parámetros de margen de solvencia para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario en Bolivia.

### 3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar y analizar la siniestralidad de pólizas de los seguros de automotores y desgravamen hipotecario en los últimos treinta y dos años.
- Efectuar el tratamiento de datos para aproximar una muestra de corte transversal en cada ramo de seguros objeto de la investigación.
- Determinar la distribución de probabilidades que gobierna la siniestralidad en el ramo de automotores y desgravamen hipotecario en Bolivia.
- Calcular los parámetros de margen de solvencia en base a una probabilidad de quiebra preestablecida.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Dados los requerimientos de respaldos necesarios para el correcto proceso de investigación, a continuación se presentan las justificaciones pertinentes al tema en cuestión.

### 4.1. Justificación Teórica

En los años posteriores al establecimiento de la metodología correspondiente a la utilizada por la Comunidad Económica Europea (actualmente Unión Europea) para el cálculo de los parámetros de Margen de Solvencia inspirados en el trabajo realizado por el Prof. Campagne (Campagne, 1961), se han ido desarrollando nuevas y mejores teorías aplicables al contexto económico en el mercado asegurador actual, donde distintos países han ido actualizando y adaptando sus normativas con respecto a los avances realizados durante los últimos años en la gestión del riesgo. Tal como refiere el sistema para el cálculo de la solvencia aseguradora denominada Solvencia II.

“El objetivo general de Solvencia II es establecer un mercado asegurador más transparente, profesional, y por tanto más seguro, obteniendo una imagen fiel de la situación de solvencia de las compañías de seguros y de reaseguros.” (Swiss Re, 2013).

De acuerdo a las teorías económicas planteadas, en consecuencia, el presente trabajo se encargará de plasmar los conceptos teóricos preestablecidos para el cálculo diferencial de parámetros de margen de solvencia para los ramos de seguros de automotores y desgravamen hipotecario tal como es aplicado en países más desarrollados.

### 4.2. Justificación Práctica

Siguiendo los estudios propiamente referenciados en este trabajo y tomando en cuenta la necesidad de modernizar y actualizar la ley establecida hace más de un cuarto de siglo, se ha visto pertinente la implementación de parámetros para márgenes de solvencia según los dos principales ramos de seguros descritos en la normativa boliviana.

Es por eso que la propuesta y futura aplicación beneficiará a las empresas de seguros en Bolivia de manera que puedan tener un acercamiento a un contexto más apegado a la realidad, que pueda retornar datos certeros y verídicos conforme a las exigencias actuales del mercado y, de esta forma, poder hacer frente a los imprevistos explicados por el riesgo que asume la aseguradora por cada unidad de riesgo que es admitida en los ramos de automotores y desgravamen hipotecario.

### 4.3. Justificación Social

El hecho de comprometerse con una nueva unidad de riesgo dentro de la cartera de clientes, lleva a la aseguradora a asumir los siniestros que deberá cancelar si es que se cumple lo estipulado en las coberturas básicas según las condiciones generales de la póliza de seguro. Sin embargo, existe una reducida posibilidad de que la empresa no cuente con el capital suficiente para cubrir el

siniestro, lo cual conllevaría a esta a contraer deudas o, simplemente, llegar a la quiebra por no poder hacer frente ante dicho requerimiento para la cancelación de la indemnización.

Por tanto, es de suma importancia, en primer lugar, poner al día los parámetros de margen de solvencia actualizados en 2019, para de esta forma llevar a efecto los parámetros propiamente dichos por ramos de seguros, cuantificando los requerimientos de capital para hacer frente ante repentinos siniestros que puedan acontecer.

### 4.4. Justificación Económica

Mediante el cálculo de los parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros se pretende reforzar el "colchón" que las empresas lleguen a precisar para minimizar la probabilidad de quiebra y por ende el efecto que pueda tener en el mercado asegurador boliviano.

### 4.5. Justificación Metodológica

El presente trabajo se basa en técnicas de investigación cuantitativa, orientadas al análisis del comportamiento del mercado de seguros, cuya implicancia podrá ser aplicada para implementar un modelo de acuerdo a las tendencias en la contemporaneidad al precisar parámetros para los márgenes de solvencia por ramos de seguros aplicables a la normativa boliviana.

### 4.6. Viabilidad

Dada la posibilidad dirigida hacia la obtención de información requerida del mercado de seguros para realizar los cálculos correspondientes a fin de obtener los parámetros de margen de solvencia en los ramos de automotores y desgravamen hipotecario, es viable proseguir con la investigación, rememorando que, a nivel personal, se cuentan con los conocimientos solicitados e imprescindibles a tiempo que son requeridos aplicar para lograr dicho cometido, así como el tiempo necesario para llevar a cabo la investigación.

### 4.7. Factibilidad

El cálculo de los parámetros de margen de solvencia para minimizar la probabilidad de quiebra en el sector de seguros boliviano no supone mayores complicaciones que las preestablecidas, es por eso que se predispone de los recursos financieros suficientes, conjuntamente con los conocimientos técnicos requeridos y necesarios para ser aplicados en la investigación y su posible puesta en marcha en la normativa vigente de seguros.

# 5. MARCO TEÓRICO

## 5.1. Marco Histórico

### 5.1.1. Antecedentes

Desde mediados de la década de los 2000, Bolivia ha ido presentando una sólida estabilidad económica proveniente del crecimiento en las exportaciones de gas natural y otras políticas que lograron (al menos en el corto y mediano plazo) establecer a la economía boliviana como una de las más firmes a nivel regional. Esta solidez, que de alguna manera llegó a permanecer vigente hasta hace algún tiempo, en los últimos años se ha visto intensamente amenazada por los cada vez más evidentes problemas económicos y financieros que el país atraviesa, pero que el gobierno en curso intenta fallidamente solventar a costa de la postergación de las verdaderas consecuencias que ya están empezando a afectar la economía de la nación. Dos décadas de políticas estatistas han llevado a un modelo económico insostenible, con inversiones extranjeras inhibidas y empresas estatales ineficientes; la deuda pública ha aumentado y las reservas de divisas han disminuido significativamente, poniendo en riesgo la estabilidad financiera del país (The Economist, 2023).

Estas dificultades han puesto “en jaque” al modelo económico propuesto inicialmente durante el gobierno encabezado por el señor Evo Morales Ayma y del cual ha continuado haciendo uso su sucesor, el actual presidente Luis Arce Catacora, quien no ha dejado de defender el éxito y vigencia del modelo con el estado como protagonista. En febrero de 2024, el gobierno implementó una serie de estrategias para abordar la severa falta de dólares en el país. Estas medidas representaron un cambio significativo en los fundamentos de su política económica, misma que ha estado vigente desde que Evo Morales y su partido, el Movimiento al Socialismo (MAS), asumieron el control en 2006. (D. Olmo, 2024). Todo esto se hizo luego de que la situación alcanzase su punto más álgido luego de que *Fitch Ratings*, la agencia de calificación crediticia, redujera la calificación de

incumplimiento del emisor en moneda extranjera de Bolivia de B- a CCC; decisión tomada en base a la significativa disminución de las Reservas Internacionales Netas y el aumento de la incertidumbre, lo que incrementa los riesgos para la estabilidad macroeconómica y la capacidad de pago de la deuda (Ibáñez, 2024). Arce admitió con reticencia que 2024 fue un año especialmente difícil para su gobierno debido a la notoria conflictividad social y política, así como a las dificultades económicas, aunque ha asegurado que el país continúa creciendo con una inflación moderada (Baldivieso, 2025).

Sin embargo, los expertos tenían presente que estos problemas no podían seguir siendo encubiertos por mucho más tiempo. El presidente del Colegio Departamental de Economistas de Tarija, Fernando Romero, para el portal web El Mundo (2024), destaca que el gobierno centra sus explicaciones en factores externos y políticos, pero evita abordar las raíces estructurales de la crisis que afecta al país, mismas que según Romero se traducen en los doce años consecutivos de déficit fiscal, una crisis multidimensional y una inflación acumulada del 8,82% al momento de la elaboración de este trabajo, la más alta de los últimos dieciséis años.

La situación económica del país tiene total relevancia con lo que supone el crecimiento o recesión del mercado asegurador boliviano. Según una entrevista al Vicepresidente de Desarrollo Comercial de La Boliviana Ciacruz, Rodrigo Bedoya, por el diario La Razón (2022) en su portal web, afirma: “El desempeño del mercado asegurador boliviano tiene una correlación directa de crecimiento o decrecimiento con el PIB del país, de manera que, si Bolivia crece, también crece el mercado de seguros y viceversa”. Esto deja en claro la importancia de lo que pueda acontecer tanto a nivel económico como social en el país para que el mercado de seguros se vea en alza o en baja.

Debido a la relativa sostenibilidad de la economía boliviana en la pasada década y a inicios de la presente, a pesar de todos los inconvenientes que esta conlleva y que no serán detallados aquí por

tratarse de un caso de estudio distinto a objetos de esta investigación, el mercado asegurador por su parte también presentó una industria estable y creciente; tal como explica Jorge Hugo Parada, gerente General de Nacional Seguros, para el periódico La Razón (2023), la oferta de seguros en el país ha sido creciente, se crean nuevas compañías y otras están en la fase de proyecto; hablando de la demanda, esta también ha aumentado llegando a representar en proporción más del doble del crecimiento del país.

Parada también afirma que el seguro que abarca el mayor porcentaje del mercado asegurador en Bolivia es el desgravamen hipotecario, con una participación del 25% aproximadamente; también los seguros de automotores y salud suponen una parte importante del mercado (Deheza, 2023).

Sin embargo, la cuestionable estabilidad económica tal como se la conocía parece estar llegando a su fin. Esta suposición, que situaría en adversidad a la totalidad del mercado de seguros en Bolivia, fue mencionada por la agencia calificadora de riesgos Moody's Local Bolivia, que afirma:

> "El crecimiento del Sistema Asegurador para el 2024 podría ser menor al del ejercicio 2023, principalmente en Seguros Generales, debido a la correlación entre el nivel de actividad económica y la suscripción de pólizas. La solvencia y liquidez continúan siendo factores que merecen especial seguimiento" (Moody's Local, 2024).

Presunción que a inicios de la gestión 2025 y en miras a lo que significará el año del bicentenario para el futuro económico y social de Bolivia, pareciera haberse cumplido.

### 5.1.2. Antecedentes Específicos

La solvencia en el mercado asegurador global ha tenido considerables avances en el transcurso de los años, desde los primeros estudios teóricos presentados por el Profesor Campagne en 1961, la resolución de las bases técnicas del cálculo del margen de solvencia para la que en ese entonces

era la llamada Comunidad Económica Europea (CEE) en 1975 por el grupo de trabajo encabezado por Bruno de Mori, y estudios posteriores realizados por distintas organizaciones, comunidades y países (Rojas Yanguas, 1997; Varela R., 2010).

En la actualidad, el modelo más avanzado y que supone un referente a nivel internacional es el marco regulatorio de la Unión Europea conocido como Solvencia II, el cual entró en vigor el 1 de enero de 2016 (Pinsent Masons, 2019). Es el predecesor del modelo conocido como Solvencia I, que representó el primer paso hacia una regulación comunitaria de la gestión del riesgo en el sector de seguros en la Unión Europea. No obstante, este último "ha resultado ser insuficiente a la hora de revelar la exposición real al riesgo de las aseguradoras y no ha establecido incentivos adecuados para la gestión basada en el riesgo" (Swiss Re, 2013).

Solvencia II, el sistema normativo creado por la *European Insurance and Occupational Pensions Authority* (EIOPA), es un modelo basado en la gestión integral del riesgo, gestión del consumo de capital, el gobierno corporativo y el *reporting*. Busca promover una gestión y supervisión proactiva consciente del riesgo en las compañías de seguros, con el objetivo de mejorar la protección de los asegurados. Esto se logra incrementando el control y la evaluación de los riesgos (como los de suscripción, de mercado, operacionales y de crédito) a los que se enfrentan las aseguradoras.

A diferencia de Solvencia I, que se basa en un enfoque estandarizado centrado principalmente en los riesgos del seguro (utilizando fórmulas basadas en el volumen de primas y reservas para el seguro no-vida, y en las provisiones técnicas para el seguro de vida), Solvencia II adopta un enfoque más integral, y al igual que Basilea II, engloba un planteamiento integrado por tres pilares:

i. **Pilar 1:** Requisitos cuantitativos.
ii. **Pilar 2:** Requisitos cualitativos y reglas de supervisión.

iii. **Pilar 3:** Reporte y transparencia de mercado.

Estos pilares se basan en principios de evaluación de riesgos más sofisticados y en una mayor supervisión por parte de las autoridades regulatorias, con el fin de asegurar que las compañías de seguros cuenten con suficiente capital para cubrir sus obligaciones en todo momento, fijando el capital regulatorio que las aseguradoras deben resguardar en su balance (Deloitte, 2019; Swiss Re, 2013).

Por otro lado, en América Latina continúan los avances en la incorporación de los requerimientos cualitativos en la gestión de riesgos de las entidades aseguradoras, específicamente en el segundo pilar de los modelos de tipo Solvencia II. En cuanto a los requerimientos cuantitativos (pilar 1), persisten regímenes regulatorios de solvencia del tipo Solvencia I, donde el requerimiento de capital obligatorio se determina principalmente por el riesgo de suscripción, no considerando así los distintos riesgos como el riesgo de mercado, los riesgos operativos, riesgo financiero, entre otros. A pesar de ciertos avances en la gestión de riesgos por parte de algunos países latinoamericanos, aún existen mercados en la región que se encuentran en una fase temprana en la implantación de sistemas regulatorios basados en riesgos (Fundación MAPFRE, 2024).

Son contados (pero no por ello menos importantes) los países en América Latina que han implementado medidas que son consistentes en una regulación basada en riesgos del tipo Solvencia II, además de presentar diversos grados de avance en una transición hacia una regulación basada en riesgos. Se destaca la labor de México y Brasil, quienes obtuvieron en 2015 la equivalencia provisional al régimen de Solvencia II por parte de la Comisión Europea, por un período de diez años (Fundación MAPFRE, 2024).

En México, además de contar con exigencias de solvencia que se determinan conforme al modelo europeo, se presenta un caso particular: en este país “Las exigencias de solvencia se calculan de manera separada para los seguros de vida, jubilación, accidentes, salud, agricultura, automóviles, crédito, terremoto y conjuntamente para el resto de los riesgos” (Melgarejo Armada, 2004). Esta disgregación demuestra los avances del país norteamericano en la transición hacia un modelo de solvencia dinámico y actualizado; no es de sorprender que este lidere los índices de proximidad a una regulación basada en riesgos (I-RBR) de toda la región latinoamericana.

Por su parte, Bolivia se ubica en el grupo de países que, si bien mantienen una regulación basada en Solvencia I, han realizado progresos de manera gradual y a varios niveles de detalle en la implementación de medidas de transición hacia una regulación fundamentada en riesgos (Fundación MAPFRE, 2024). A su vez, la normativa que la rige (Ley de Seguros N° 1883) distingue un doble criterio al momento de diferenciar el cálculo del margen de solvencia: según se concierten los seguros a corto plazo (seguros de accidentes personales, seguros generales, seguros de salud y seguros de fianzas), o a largo plazo (seguros de vida en general). Los requerimientos de solvencia se determinan en base a las primas y siniestros, siempre y cuando estos cálculos sean mayores que el capital mínimo requerido (Melgarejo Armada, 2004).

#### 5.1.3. Estudios Relacionados al Cálculo de los Parámetros de Margen de Solvencia en Bolivia

El cálculo de los parámetros de margen de solvencia en cada país se realiza con metodologías particulares y privadas, pero que en su mayoría derivan de cálculos previos de países pioneros en la implementación de estas medidas.

En el caso de Bolivia, el primer avance en materia de implementación de un modelo “dinámico” de control, referente a la solvencia de mercado, surgió como respuesta a la necesidad de que la

legislación aseguradora se encontrase en sintonía con las regulaciones más recientes y modernas de la época. Este avance se materializó con la implementación de la Ley N° 1883 del 25 de junio de 1998, denominada “Ley De Seguros de la República De Bolivia” (hoy conocida como Ley de Seguros del Estado Plurinacional de Bolivia), la cual introdujo un sistema basado en el entonces novedoso concepto del “Margen de Solvencia”.

El cálculo de este margen se realizó mediante la determinación de la distribución de probabilidades que gobernaba la variable aleatoria “siniestralidad”. A través de tres metodologías, el señor Iván Orlando Rojas Yanguas (1997) determinó los parámetros de margen de solvencia para los seguros de “No Vida” o “Seguros de Daños”, que en la nomenclatura de la entonces entidad reguladora, la Superintendencia Nacional de Seguros y Reaseguros, representaban la totalidad de los ramos denominados “Generales”, de “Fianzas” y de “Personas”, exceptuando los ramos de “Vida Individual” y “Defunción”. Las mencionadas metodologías de cálculo propiciaron el cálculo de los parámetros de margen de solvencia en distintos lugares como fue para la Comunidad Económica Europea, Colombia y Perú. Para su aplicación se hizo uso de la probabilidad de quiebra (riesgo de quiebra) que variaba entre 0,10% y 1,00%, probabilidad que aseguraba una solvencia mínima como parte de una legislación moderna y responsable.

Sin embargo, no existe un criterio único para la elección de una sola probabilidad para cada economía; estudios anteriores se basaban en probabilidades exactas aceptadas dentro del rango debido a la practicidad de hallar valores enteros o facilidades al usar valores pre calculados de sus distribuciones de probabilidades. Los valores a utilizar varían discrecionalmente dependiendo de la metodología utilizada o bien del criterio del investigador (Rojas Yanguas, 1997).

### 5.2. Marco Referencial

El estudio del margen de solvencia tuvo sus inicios en la segunda mitad del siglo XX.

El trabajo realizado para llegar a la estructura actual del margen de solvencia en la Unión Europea tiene sus orígenes en los estudios desarrollados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para luego ser implementados en el ámbito de la Comunidad Económica Europea.

El comité de seguros de la ODCE aprobó el denominado *Informe del Grupo de Trabajo sobre el Control de Seguros*, en el cual se trataba el tema de las garantías suplementarias de seguridad. Es a partir de este estudio que se analizaron los modelos existentes en ese momento en dos países: Reino Unido y Francia.

Debido a la diversidad que existía en la aplicabilidad de los dos estudios se entendió que era necesario encontrar un modelo de margen de solvencia común para todos los estados, teniendo en cuenta el inicio de la actividad mundial o global de algunas entidades aseguradoras. Es así como bajo la dirección del profesor Campagne se elaboró el informe titulado *Estándar Mínimo de Solvencia* (Melgarejo Armada, 2004).

Las discusiones en dicho trabajo arrojaron en principio tres criterios para el cálculo de la cuantía margen de solvencia, los cuales son:

- El volumen de primas.
- El volumen de siniestros.
- Las reservas técnicas.

> "Al analizar la varianza de la distribución estadística de la relación siniestros brutos/primas emitidas del seguro directo, el Grupo del profesor Campagne llegó a la conclusión de que una compañía debe poseer un «patrimonio libre», entendido como una

reserva de capital, de un 25% de sus propias primas, para que pueda garantizar una probabilidad de ruina no superior al 0,03%" (Melgarejo Armada, 2004).

Desde aquel momento diversos países han puesto en vigencia el "Margen de Solvencia Técnicamente Calculado", así como no han sido pocas las aportaciones en materia de investigaciones y estudios que se han realizado desde entonces. Tal como expone el trabajo del profesor Marc Henri Amsler de la Universidad de Lausanne plasmado en sus artículos "*L' équation générale d' équilibre d' un risque collectif*" y "*Ruine et provision de fluctuation*", los cuales dieron pie al cálculo del margen de solvencia en regiones como Colombia (Rojas Yanguas, 1997).

Es con todo esto que el tema que compete a este trabajo —el cálculo de los parámetros de solvencia por ramos de seguros— tiene sus bases en aquellas teorías, con la única diferencia de que el enfoque propuesto elabora un estudio exclusivo para cada ramo mencionado en el título de la presente investigación. Teniendo en claro que los estudios realizados son meramente internos por cada ente regulador, no existe mayor misterio en la procedencia de los mismos. No obstante, es importante mencionar la aplicabilidad de este sistema en países como los que conforman la Unión Europea o México, tal como ya fue estipulado en la *Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas* (artículo 235, párrafos I-IV).

## 5.3. Marco Conceptual

### 5.3.1. Solvencia en el Mercado de Seguros

"La solvencia es una de las condiciones fundamentales para el sector asegurador, debido a que su actividad se basa en la confianza que el cliente deposita en una 'promesa de pago' que le brinda el asegurador" (Rojas Yanguas, 1997).

> "La definición básica de solvencia es la capacidad financiera de afrontar los compromisos presentes y futuros. Una persona, física o jurídica, es solvente cuando dispone o es capaz de reunir los recursos necesarios para atender los compromisos económicos a los que se haya vinculado" (UNESPA, 2019).

Esta constituye un pilar fundamental en la actividad aseguradora debido a que, en buena parte, las prestaciones que el seguro podría pagar son tan importantes como aquellas que está pagando ya. Existe una diferencia temporal en el momento en que el asegurado adquiere la protección y el momento en que la requiere; la solvencia es la herramienta que sirve para que el cliente tenga la certeza de que, si el percance cubierto ocurriera, la aseguradora estará ahí para cubrir lo comprometido (UNESPA, 2019).

La solvencia en una compañía de seguros tiene una importancia tal que antecede al beneficio mismo. Esto se debe a que, como en toda empresa, el rendimiento es algo que se debe maximizar, con la diferencia de que las aseguradoras deben mantener la solvencia de su empresa antes de considerar la generación y maximización de utilidades.

Se encuentra constituida por elementos medibles y no medibles de entre los cuales el estudio de la solvencia se basa en el análisis de los primeros, dejando de un lado los no medibles, no porque se les reste importancia, sino porque, de acuerdo con la legislación vigente, están lejos de poder ser controlados. Estos elementos no medibles corresponden a los requisitos cualitativos del segundo pilar del modelo basado en la gestión integral del riesgo, conocido como Solvencia II. Dado a que este no es el objeto de análisis del presente trabajo, no se ahondará en su explicación.

La solvencia del seguro, conceptualizada desde un punto de vista global, agrupa tres pilares que la constituyen y que serán detallados a continuación. No obstante, antes de proceder con dicha

explicación, es necesario definir uno de los conceptos más importantes dentro del mundo de los seguros: la prima.

#### 5.3.1.1. Prima

> "La prima es el precio del seguro. El tomador del seguro (también llamado asegurado) está obligado al pago de la prima de acuerdo con las condiciones estipuladas en la póliza de seguro. Asimismo, la compañía aseguradora, mediante el cobro de la misma, se obliga a indemnizar o satisfacer un capital, una renta u otras prestaciones convenidas en el caso de que se produzca el evento cuyo riesgo es objeto de cobertura" (Banco Santander S.A., 2022).

#### 5.3.1.2. La prima básica y el recargo de seguridad

A. Prima básica

La Prima Básica ($P$), también conocida como Prima Técnica o Prima Pura de Riesgo, está definida como la unidad más simple y básica del seguro, por cuanto representa el costo real estimado del riesgo asumido. Su cálculo se basa en el "valor medio de la siniestralidad observada" del tipo de riesgo que se trate, por constituir este el evento "más probable" a registrarse de un conjunto de siniestros con probabilidades de acaecimiento inferiores; representa entonces, la esperanza matemática del valor del siniestro en un riesgo dado ($E[s]$) (Rojas Yanguas, 1997).

Esta debe ser correctamente calculada para cada póliza de seguro en particular, conformando así el punto de partida y el primer pilar de solvencia en la gestión aseguradora.

B. Siniestralidad y el Recargo de Seguridad

La siniestralidad "es el conjunto de eventos presentados de forma inesperada y es objeto de cobertura por un seguro. Se diferencia del concepto de "riesgo", pues mientras el primero expresa

una certeza el segundo se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un evento" (Nacional de Seguros, 2021). El valor de la siniestralidad tiende a fluctuar alrededor de la media (prima básica), es por ello que se hace presente el "Recargo de Seguridad" para cubrir un rango de probabilidades de siniestralidad más amplio. Este recargo es calculado como una proporción fija de "$P$" y responde al criterio de cada empresa en particular. Se denominará a estos recargos como "$\theta$", tal que:

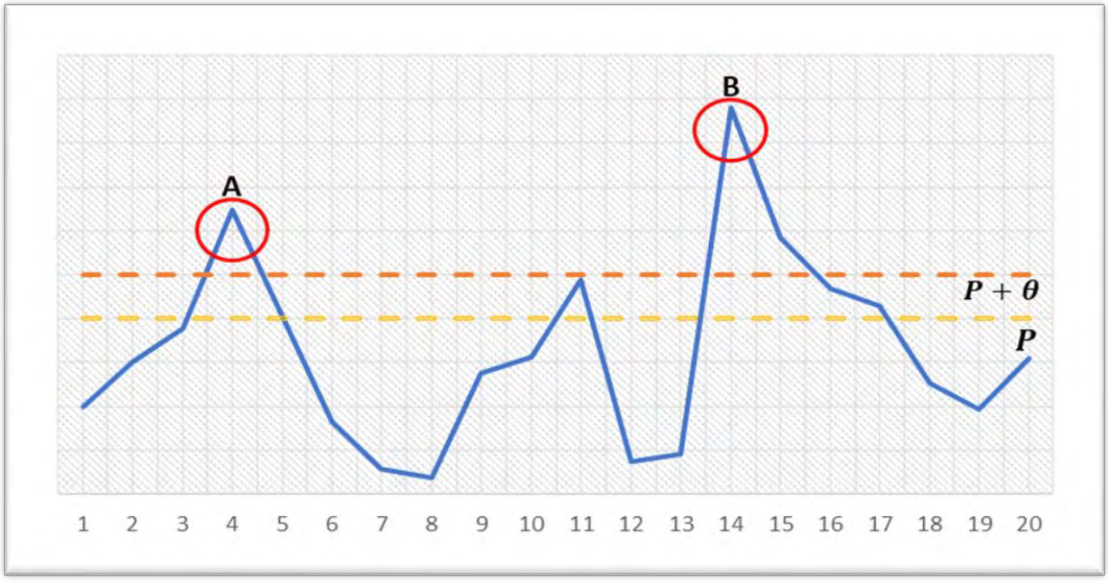
$$\theta = \delta \times P$$

Donde:

$$0 < \delta < 1$$

Considerando lo expuesto, se deduce que la siniestralidad fluctúa alrededor de la media (prima básica), mientras que el recargo de seguridad se entiende como una proporción fija de la prima técnica que se añade a su cobro tal como se presenta en el siguiente gráfico:

GRÁFICO 1. Comportamiento de la Siniestralidad




Fuente: Elaboración propia

En síntesis, el monto de dinero con el que cuenta inicialmente el asegurador para respaldar cierto tipo específico de riesgo (tipificado en una póliza de seguros), está definido por la suma de la prima técnica más el recargo de seguridad:

$$P + \theta = P + (\delta \times P) = P \times (1 + \delta)$$

En donde "$P$" debe estar correctamente calculada, representando el evento más probable a registrarse, es decir:

$$P = E[s]$$

Tal que "s" es la variable aleatoria "monto del siniestro" y "$P$" llega a representar la esperanza matemática de "s".

Entiéndase por "esperanza matemática" o también conocida como "valor esperado" a la medida correspondiente al punto central de una variable aleatoria, también llamado "media" (Newbold et al., 2008).

#### 5.3.1.3. Las reservas técnicas

Las reservas técnicas constituyen el segundo pilar de solvencia en la gestión aseguradora y están definidas como el sistema técnico-económico del que se valen las entidades de seguros para la proyección temporal de los riesgos asumidos por ellas. Dentro de las mismas, siguiendo lo establecido por el artículo 30 de la Ley N° 1883, Ley de Seguros del Estado Plurinacional de Bolivia (1998), se pueden constatar las siguientes:

- Reservas para riesgo en curso
- Reservas matemáticas (exclusivamente para los Seguros de Vida a largo plazo)
- Reservas para primas por cobrar

- Reservas para siniestros pendientes
- Reserva Técnica Especial por riesgo de tasa técnica
- Otras

Las reservas técnicas poseen una importancia fundamental, debido a que constituyen la base de previsión de los eventos asegurados, los cuales pueden ser materializados en forma de siniestros. Estas "deben estar correctamente calculadas y debidamente cubiertas" para garantizar un respaldo financiero coherente ante la posibilidad de un siniestro. Cabe destacar la estrecha relación entre las reservas y el cálculo de la prima, puesto que un correcto cálculo de las reservas técnicas carece de sentido si previamente no se realizó el cobro de una prima pura de riesgo adecuada. Esto se debe a que primas insuficientes darán lugar a la constitución de reservas igualmente insuficientes.

Sin embargo, no serán desarrollados aspectos técnicos ni metodológicos que lleven a la constitución de estas reservas, debido a la amplia gama de los mismos y a que estos no constituyen premisas importantes para los modelos que atañen a la presente investigación. Únicamente es preciso hacer hincapié en que, cualquiera que sea el método utilizado para la constitución de reservas técnicas, estas deben estar correctamente calculadas y responder a los fines para los cuales son constituidas (Rojas Yanguas, 1997).

#### 5.3.1.4. Margen de solvencia

En el pasado estos dos pilares (primas y reservas técnicas) eran los que conformaban la solvencia de una entidad aseguradora. Estos determinan una fuerte base de seguridad, garantizando la disponibilidad de recursos ante la posibilidad de presentarse algún siniestro, constituyendo así la "solvencia estática", debido a que los mismos aseguran la capacidad de la empresa para hacer frente ante las obligaciones emergentes de los compromisos ya adquiridos.

No obstante, surgió la necesidad de mantener una cantidad adicional de recursos disponibles "libremente" para hacer frente a las probabilidades mínimas (pero existentes) de desviaciones pronunciadas de siniestralidad de la cartera en su conjunto.

Así, como se muestra en el gráfico 1, estas desviaciones pronunciadas están situadas muy por encima de la media (valor de la prima) y del recargo de seguridad, representados por los puntos A y B.

Es por esto que se llegó a la conclusión de la necesidad de contar con "recursos adicionales" que vayan a conformar un tercer pilar o "colchón" en la solvencia de la aseguradora, permitiendo así mantener recursos para el pago de las obligaciones emergentes por desviaciones atípicas de siniestralidad en sus carteras.

En un principio estos recursos fueron asimilados como homólogos al del capital mínimo (mismo que según la legislación vigente—Ley 1883—asciende a setecientos cincuenta mil Derechos Especiales de Giro—750.000 D.E.G.—). Sin embargo, el mismo no contemplaba un criterio técnico en función al tamaño del negocio o las potenciales obligaciones que la empresa pudiera contraer, careciendo así de un criterio "dinámico" al asignar un mismo valor a dos empresas de distinto tamaño de cartera. Posteriormente, varios análisis que desembocaron en establecer una relación entre el patrimonio de una compañía de seguros y el volumen potencial de obligaciones que esta podría tener, derivaron en el desarrollo de lo que hoy se conoce como "Margen de Solvencia" contando ahora sí con un criterio "dinámico" para adaptarse a los diferentes tamaños de carteras de cada empresa (Rojas Yanguas, 1997).

Tal como se mencionó al inicio de esta investigación se trata de un "Conjunto de recursos constituidos por patrimonio propio no comprometido, coincidente en cierta medida con el

patrimonio neto contable que, como mínimo, deben tener las entidades aseguradoras, en todo momento, para garantizar económicamente al máximo los compromisos con sus asegurados" (Fundación MAPFRE, 2016).

El Margen de Solvencia, al tratarse de un conjunto de recursos técnicamente calculados para minimizar una cierta "probabilidad de quiebra", constituye un valor por sí mismo, el cual es expresado como la proporción de algún elemento genérico (primas y siniestros en este caso), que permiten definir su connotación dinámica (Rojas Yanguas, 1997).

Por otro lado, es necesario hacer especial énfasis en que, en el cálculo primario de los parámetros de margen de solvencia en Bolivia durante la década de los noventa, se consideraba a la prima básica, las reservas técnicas y el margen de solvencia como cuantías que respaldaban el total de la cartera de cada aseguradora. Sin embargo, para el presente trabajo, este supuesto se quiebra al introducir un análisis de los parámetros de margen de solvencia para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario, mismos que en conjunto y en proporción llegan a conformar la mayor parte del mercado de seguros a nivel nacional, llegando a representar, a febrero de 2025 el 41,20% del total de la cartera del mercado asegurador boliviano (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2025). Por consiguiente, el cálculo de los márgenes de solvencia para estos dos ramos en particular, supondría un gran avance en materia de transición hacia un modelo mucho más dinámico y actualizado, conforme a los estándares vanguardistas de solvencia establecidos en el modelo europeo.

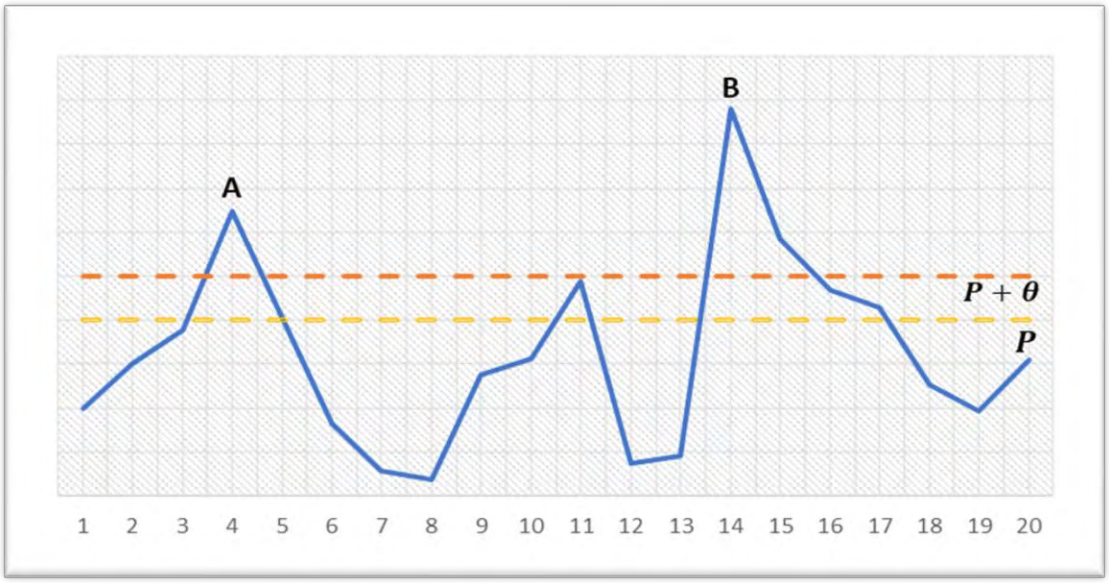
### 5.3.2. Bases Teóricas Para el Cálculo del Margen de Solvencia

El correcto cálculo de las primas y de las reservas técnicas darán a la solvencia estática una muy alta probabilidad de cubrir con los requerimientos de solvencia por desviaciones típicas de siniestralidad (hasta $P + \theta$) que puedan suscitar. A pesar de ello, se prevén fluctuaciones con

probabilidad mínima de siniestralidad (más allá de $P + \theta$), para lo cual la empresa deberá contar con el Margen de Solvencia adecuadamente calculado en forma tal de poder hacer frente ante aquellas oscilaciones (Rojas Yanguas, 1997).

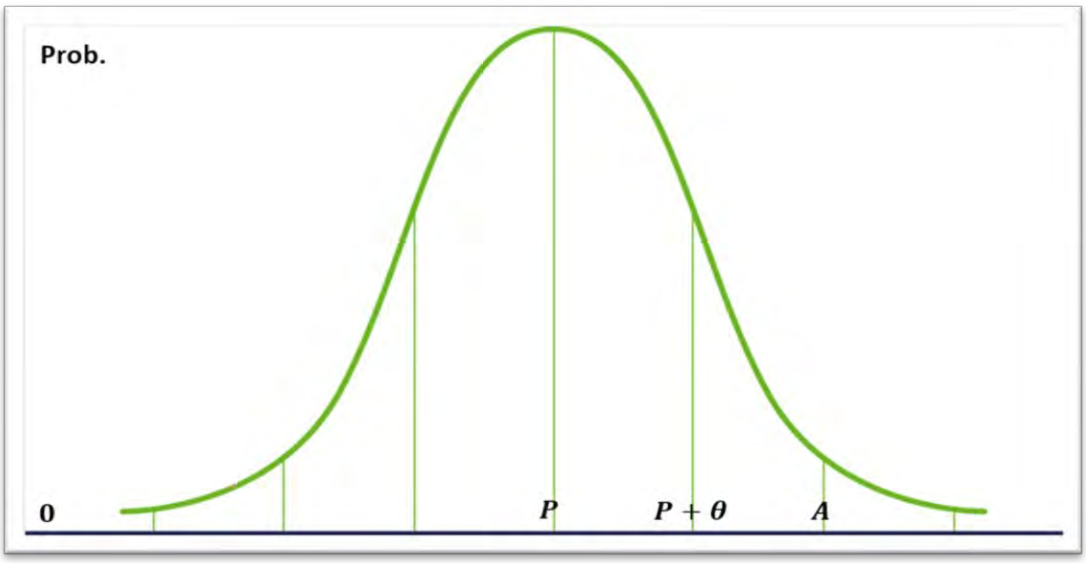
Debido al comportamiento aleatorio de los siniestros, estos pueden ser representados mediante una distribución de probabilidades (por el momento sin considerar a cuál de ellas corresponden), como puede ser apreciado en los gráficos a continuación.

GRÁFICO 2. Comportamiento de la Siniestralidad del Total de la Cartera




Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 3. Distribución Probabilística de Siniestralidad




Fuente: Elaboración propia

El gráfico 2 muestra la evolución de la siniestralidad en una cartera aleatoria. En él se presenta la prima básica ($P$) como el valor promedio (esperanza matemática) de los siniestros, así como el monto total de recursos con los que cuenta una compañía para hacer frente a sus obligaciones ($P + \theta$).

El gráfico 3 muestra la función probabilística (sin especificar cuál por el momento) que distribuye la siniestralidad de la cartera expuesta en el gráfico 2. En el eje horizontal son representados los distintos valores de siniestros, mientras que el eje vertical mide la probabilidad asociada al valor de cada siniestro. En este gráfico de distribución normal (de manera provisional), la prima básica estará situada allí donde la distribución presente la mayor probabilidad de siniestro, esto debido a que "$P$" constituye el evento más probable a registrarse. Valores superiores o inferiores a "$P$" constituirán eventos menos probables y estarán asociados a probabilidades menores de acaecimiento.

Es de especial interés el punto "$P + \theta$", mismo que representa el monto total de efectivo con el que una aseguradora cuenta para hacer frente a sus obligaciones, ya que este constituye la frontera entre la solvencia y la insolvencia en cualquier compañía. Desviaciones de siniestralidad pronunciadas como las representadas por los puntos "A" y "B" en el gráfico 2, estarán más allá de las posibilidades de cobertura de la empresa.

Se identifica el evento "A", en la función de densidad del gráfico 3, como un punto a la derecha de "$P + \theta$", asociado a una probabilidad de suceso pequeña, pero aún probable. Eventos como "A" o "B" darían lugar a la falta de recursos necesarios para su indemnización, lo cual generaría la insolvencia de la aseguradora y su consiguiente liquidación (quiebra). Por ello, la noción de quiebra está asociada al acontecimiento de eventos a la derecha de $P + \theta$, en el gráfico 3.

Una vez concretado el comportamiento y la distribución de la siniestralidad de una cartera de seguros, se define "$s$" como la variable aleatoria "monto de siniestros", tal que:

$$f(s) = su\ función\ de\ densidad$$

Entonces, haciendo el uso de integrales, la probabilidad de quiebra estará dada por:

$$Prob\ [s > (P + \theta)] = \int_{P+\theta}^{\Omega} f(s) \cdot ds$$

Tal que "Ω" es el límite superior de la función "$f(s)$" (en este caso tiende al infinito).

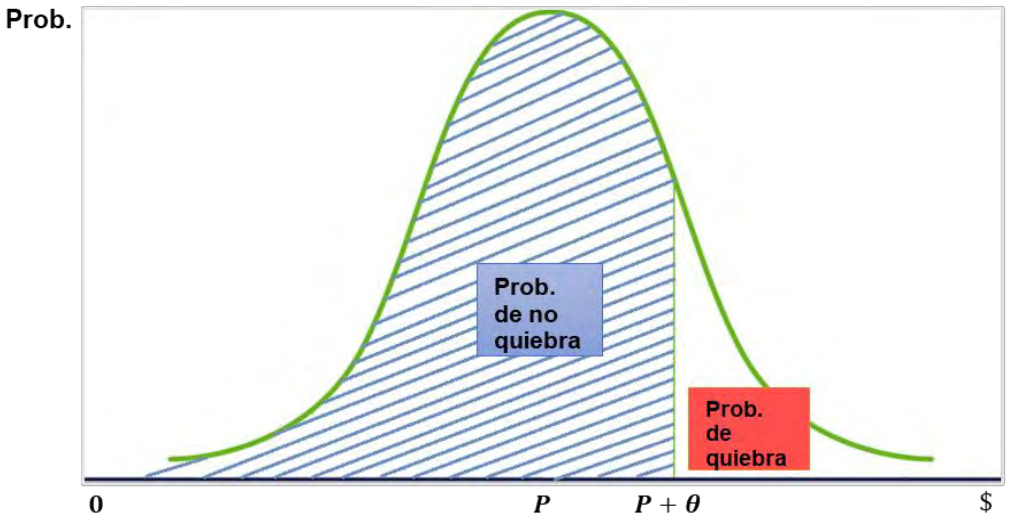
La probabilidad de solvencia o no quiebra será entonces:

$$Prob\ [s \leq (P + \theta)] = \int_{\Theta}^{P+\theta} f(s) \cdot ds$$

Donde "Θ" es el límite inferior de la función "$f(s)$" (en este caso tiende al infinito negativo).

Los conceptos de estas dos ecuaciones son representados gráficamente por las áreas a la derecha y a la izquierda de $P + \theta$, respectivamente, en el gráfico 4.

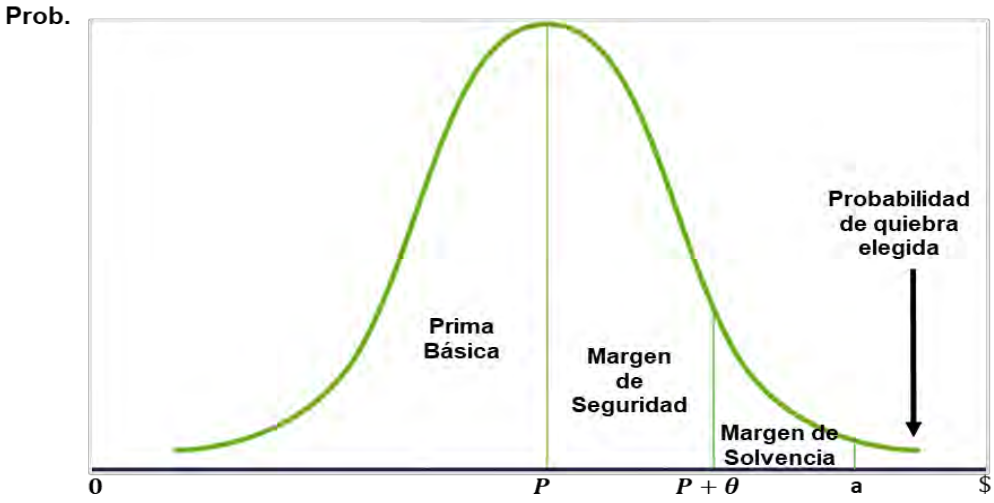
GRÁFICO 4. Probabilidad de Quiebra Vs. Probabilidad de No Quiebra




Fuente: Elaboración propia

Al representar el "Margen de Solvencia" un conjunto de recursos patrimoniales que tienen por objetivo reducir la probabilidad de quiebra, su valor debe añadirse al monto "$P + \theta$", incrementando de esta manera las posibilidades de pago de la compañía ante situaciones de supersiniestralidad, tal como se puede observar en el gráfico 5.

GRÁFICO 5. El Margen de Solvencia Como Recursos Adicionales




Fuente: Elaboración propia

Es aquí donde juega un papel importante la elección de la probabilidad de quiebra, ya que esta debe satisfacer no solo la solvencia deseada, sino también un criterio de rentabilidad.

Sea:

$$\varphi = probabilidad\ de\ quiebra\ elegida$$

Entonces:

$$\varphi = \int_{a}^{\Omega} f(s) \cdot ds$$

O bien, dado a que la integral completa bajo la función de distribución de probabilidades es igual a 1:

$$\varphi = 1 - \int_{0}^{a} f(s) \cdot ds$$

El problema radica en calcular el valor correspondiente al límite inferior "a" de la integral mostrada en la primera ecuación, o bien el límite superior "a" de la integral de la segunda ecuación.

Una vez hallado el valor de la variable "a" correspondiente al monto del supersiniestro, la cuantía que deberá alcanzar el margen de solvencia será igual a la diferencia entre dicho valor y el monto de "$P + \theta$", es decir:

$$Margen\ de\ Solvencia = \mathrm{a} - (P + \theta)$$

$$Margen\ de\ Solvencia = \mathrm{a} - P \cdot (1 + \delta)$$

Sin embargo, para lograr una relación dinámica entre recursos necesarios y volumen de negocios, este monto suele ser presentado como proporción de la prima básica, denominándose entonces Parámetro de Margen de Solvencia (PMS):

$$PMS = \frac{\mathrm{a}}{P} - \frac{P \cdot (1 + \delta)}{P}$$

$$PMS = \frac{\mathrm{a}}{P} - (1 + \delta)$$

Rememorando que $P$ es igual a la siniestralidad observada.

### 5.3.3. Consideraciones Adicionales Para el Cálculo del Margen de Solvencia

#### 5.3.3.1. El papel del reaseguro

Respecto al cálculo del margen de solvencia, en su momento se planteó una cuestión que ponía en tela de juicio la elección del tipo de datos que deberían utilizarse para su determinación. Este asunto generó una controversia a nivel internacional, disgregando a aquellos quienes defendían el uso de cifras brutas (Primas Directas Netas de Anulación) y a quienes abogaban por el uso de cifras netas (Primas Netas Retenidas), generando a su vez cierta incertidumbre ya que no estaba claro si

las cifras a utilizar debían ser aquellas establecidas antes o después de las aceptaciones y cesiones al reaseguro.

Para no alargar más la discusión; al final los expertos se pusieron de acuerdo, inclinándose por el uso de las cifras netas (después de las primas aceptadas y cedidas a reaseguro), en virtud a que dichas obligaciones son las que finalmente la empresa debe afrontar. Adicionando, si el margen de solvencia es una medida que disminuye la probabilidad de quiebra, y el reaseguro es un instrumento de dispersión de riesgos que a su vez permite disminuir las obligaciones financieras de la empresa, no sería del todo adecuado incluir en el análisis cifras cuya responsabilidad se encuentra a cargo de terceros (Rojas Yanguas, 1997).

Por tanto, en la presente investigación y en base a las determinaciones internacionales, se hará uso de las cifras referidas al negocio neto para el cálculo y análisis del margen de solvencia por ramos de seguros.

#### 5.3.3.2. Doble criterio: base primas y base siniestros

El cálculo del margen de solvencia vislumbra dos criterios a la hora de su determinación: primas y siniestros. Según la normativa boliviana y sus distinciones, los seguros de corto plazo deben estar respaldados por el margen de solvencia resultante del monto mayor entre la solvencia en base a las primas y la solvencia en base a siniestros (LEY N° 1883 LEY DE SEGUROS DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, 1998). Esto se debe a que persiste el peligro que conllevaría expresar el margen de solvencia solamente basado en primas, ya que las aseguradoras con primas insuficientes contarían con un margen de solvencia menor al verdaderamente requerido. En base a ello se establece que existen dos parámetros a ser calculados en la búsqueda del margen de solvencia por ramos de seguros: Parámetro de Margen de Solvencia Base Siniestros y Parámetro de Margen de Solvencia Base Primas.

Debido a que el análisis realizado en anteriores puntos se basa en una muestra siniestral en la cual se supone la hipótesis de la solvencia estática lograda, entonces el parámetro al cual se llegó corresponde a la "base siniestros". Para convertir este parámetro a uno en "base primas" es necesario multiplicarlo por el Índice de Siniestralidad promedio de la muestra. Ello implica que la conversión de una base a otra solo requiere la simple división o multiplicación del parámetro por el índice mencionado (Rojas Yanguas, 1997), es decir:

$$PMS_P = PMS_S * IS_{PM}$$

Donde:

- $PMS_P =$ Parámetro de Margen de Solvencia Base Primas
- $PMS_S =$ Parámetro de Margen de Solvencia Base Siniestros
- $IS_{PM} =$ Índice de Siniestralidad Promedio de la Muestra

#### 5.3.4. Análisis de los Dos Principales Ramos de Seguros en el Actual Mercado Asegurador Boliviano

Realizando un análisis puntual del mercado asegurador en Bolivia, en los últimos catorce años se observa una tendencia que se ha repetido y acentuado año tras año. Los dos ramos predominantes, según datos estadísticos disponibles desde la creación de la APS en el año 2009, claramente se ven congregados en dos que no son más que automotores y desgravamen hipotecario (aunque también destaca el ramo de salud o enfermedad, este fue sobrepasado por el de desgravamen a partir de 2010). Si bien el ramo de automotores en cuantía suponía la mayor parte del total del mercado alcanzando a representar el 20,64% en 2009 a comparación del 13,18% del ramo de desgravamen hipotecario en el mismo año (Banco Central de Bolivia, 2010), con el paso del tiempo esta relación se invirtió. En la actualidad, el seguro de desgravamen hipotecario ocupa el primer lugar como el

ramo más grande en todo el mercado, alcanzando el 30,30% en 2023, casi el doble en proporción al seguro de automotores, que representó un 16,59% en el mismo año (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2024).

#### 5.3.4.1. Automotores

La cultura de seguros se refiere a la acumulación de información que las personas obtienen para suscribir uno o más seguros. Esto les permite delegar parcial o totalmente sus riesgos a una organización conocida como aseguradora, mediante la intervención o no de un intermediario, como podría ser una agencia de seguros (Compañía Asesores de Seguros Halcón Ltda., 2019). En Bolivia, la cultura de seguros ha sido tema de lento avance a través de los años; a pesar de que las primeras compañías de seguros (extranjeras en su totalidad) se establecieron en el país a mediados de 1946 (Asociación Boliviana de Aseguradores, 2018), este servicio se centraba en una parte muy exclusiva de la población. Así fue durante varios años hasta la llegada del nuevo siglo en donde la expansión de la globalización y el establecimiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) fueron haciendo mayor conciencia acerca de los beneficios y la importancia que los seguros tenían para resguardar el capital de las personas.

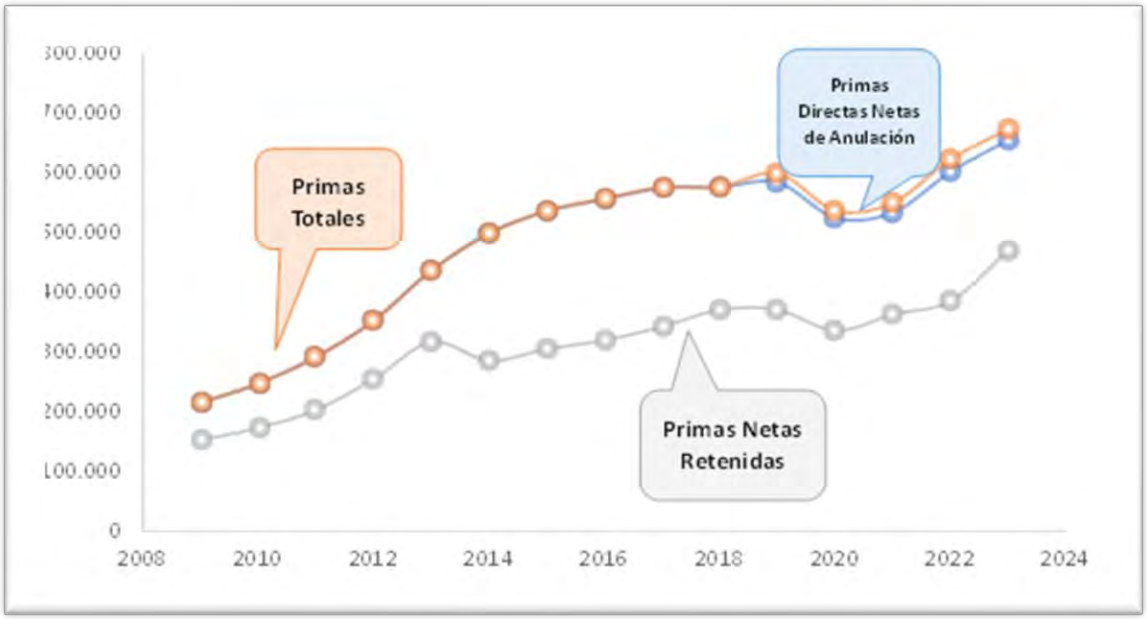
Es con todo ello que la cultura de seguros se fue expandiendo y aunque aún persisten ciertos matices a considerar, hoy en día claramente se tiene una mayor conciencia en tema de seguros. Esto se refleja en el crecimiento del mercado como tal, donde destaca el ramo de automotores, mismo que tuvo un crecimiento sostenido a través de los últimos catorce años, viéndose mermado solamente por la crisis biológica en el año 2020 de la cual el mundo entero continúa recuperándose.

El seguro de automotores o de autos puede definirse como: “un contrato ofrecido por una empresa aseguradora que indemniza económicamente a un conductor cuando este sufre algún imprevisto,

como colisiones, accidentes de tránsito o algún otro siniestro donde se sufran daños físicos o materiales.” (MAPFRE BHD, 2024).

La producción del ramo de automotores en forma de captación de primas desde el año 2009 hasta el 2023 en el mercado boliviano se ve reflejada de la siguiente manera:

GRÁFICO 6. Producción Anual del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.)




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

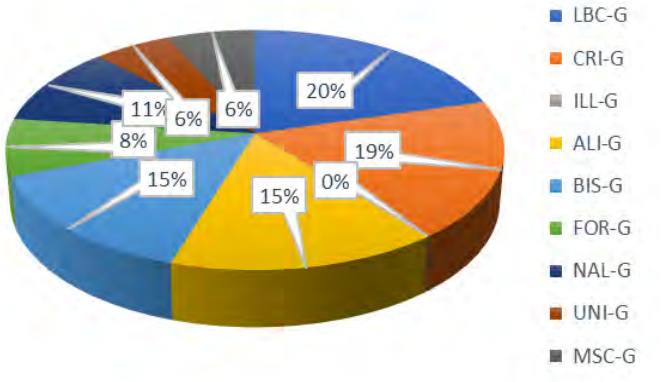
Tal como se observa, la producción del ramo de automotores, si bien presenta un par de caídas en las primas netas retenidas, en general ha tenido un crecimiento que, aunque no muy acentuado, se mantiene en un margen de sostenibilidad con miras a incrementar en años posteriores.

Ahondando un poco más en este ramo, si se hace énfasis en el último año de datos disponible, que es el correspondiente a la gestión 2023, es factible disgregar la producción de este rubro en tres grandes grupos como es la producción directa neta de anulaciones (que corresponde a la colecta

total de primas antes de las aceptaciones y cesiones a reaseguro), la producción total (entendida como el total de primas más las aceptadas en reaseguro nacional y extranjero—si existiera—) y la producción neta retenida (que es el total de primas suscritas menos las cedidas a reaseguro nacional y extranjero); es de esta manera que estos grupos de producción pueden ser exhibidos a su vez por la cuota correspondiente a cada entidad aseguradora.

En el caso de la producción directa neta de anulaciones, en 2023 se alcanzó un total de **Bs. 654.989.000** (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2024), el cual está repartido entre nueve entidades de seguros de la siguiente manera:

GRÁFICO 7. Producción Directa Neta de Anulaciones por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Donde:

LBC-G — La Boliviana Ciacruz de Seguros y Reaseguros S.A.

CRI-G — Seguros y Reaseguros Credinform International S.A.

ILL-G — Seguros Illimani S.A.

ALI-G — Alianza Compañía de Seguros y Reaseguros S.A.

BIS-G — Bisa Seguros y Reaseguros S.A.

FOR-G — Compañía de Seguros y Reaseguros Fortaleza S.A.

NAL-G — Nacional Seguros Patrimoniales y Fianzas S.A.

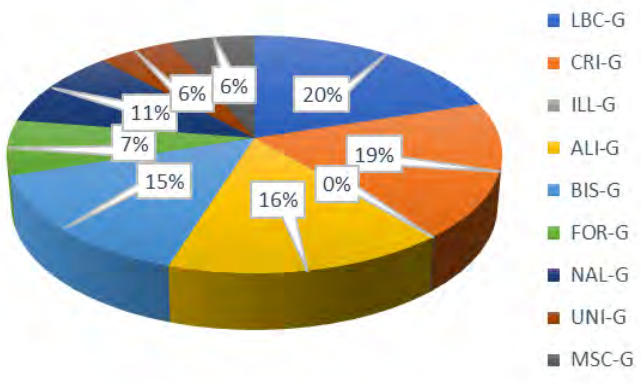
UNI-G — Unibienes Seguros y Reaseguros Patrimoniales S.A.

MSC-G — Mercantil Santa Cruz Seguros y Reaseguros Generales S.A.

Estas abreviaturas pertenecientes a las entidades que conforman el mercado de seguros generales y de fianzas serán utilizadas de la misma manera para los gráficos posteriores.

A su vez, la producción total en 2023 alcanzó los **Bs. 673.300.000,** repartidos como se muestra a continuación:

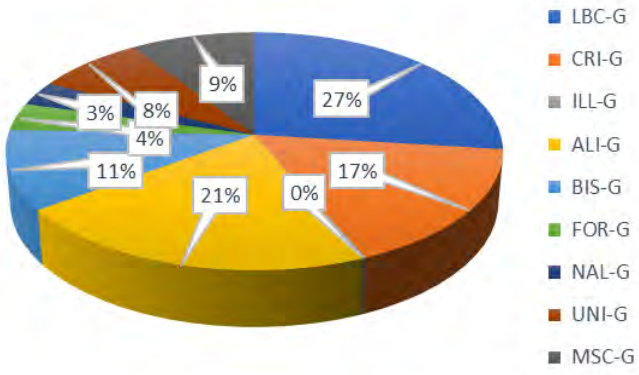
GRÁFICO 8. Producción Total por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Por último, la producción neta retenida, misma que se estableció como la elegida al momento de calcular los parámetros de margen de solvencia, en 2023 asciende a **Bs. 470.201.000** y se conforma de la siguiente manera:

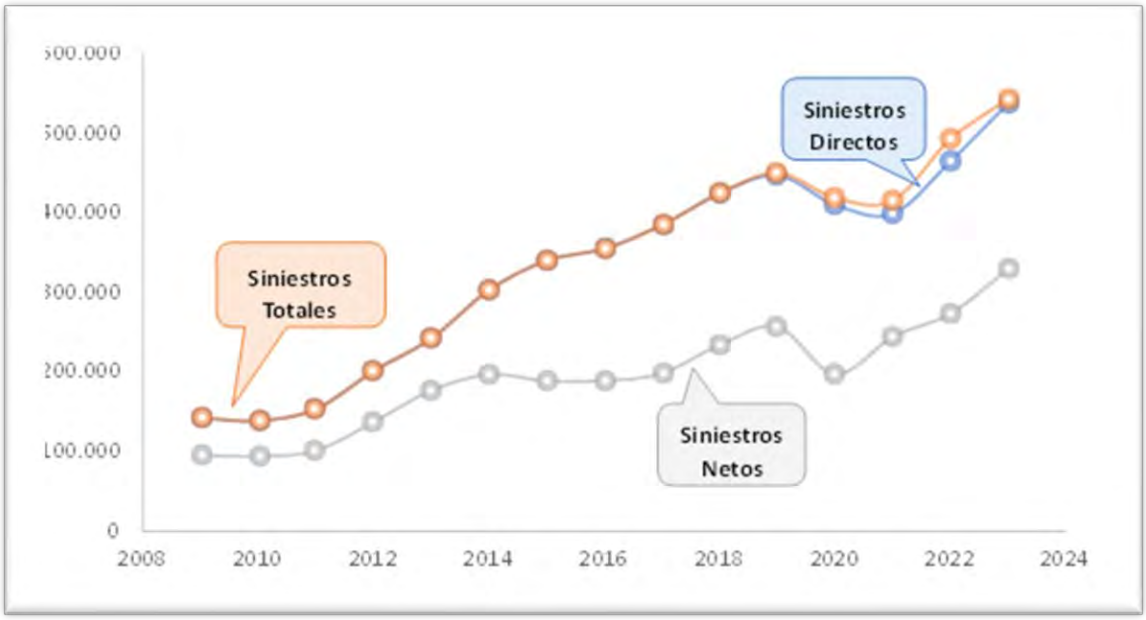
GRÁFICO 9. Producción Neta Retenida por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Por otra parte, el análisis de la siniestralidad resulta de especial interés tanto para profesionales del sector como para quienes buscan comprender la dinámica del mercado asegurador. Este llega a ser menor que la producción en cada grupo anteriormente establecido, pero presentando un comportamiento bastante similar al de su contraparte en la producción.

GRÁFICO 10. Siniestralidad Anual del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.)

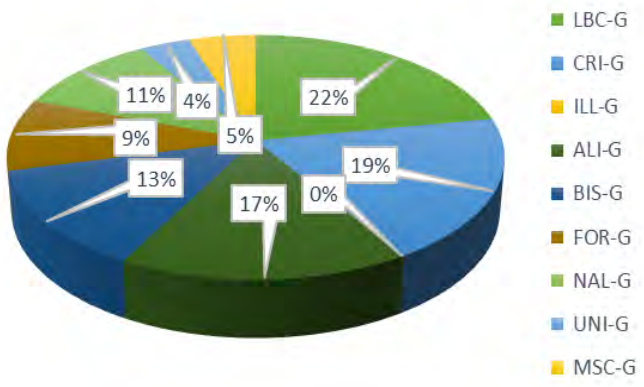



Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Hablando de la siniestralidad, esta también puede clasificarse en tres grupos: siniestros directos (que incluyen las obligaciones asumidas por la empresa antes de considerar los siniestros por reaseguros aceptados y los reembolsos por reaseguros cedidos), siniestros totales (conformados por los siniestros directos más los siniestros por reaseguros aceptados) y siniestros netos (constituidos por los siniestros totales menos los siniestros reembolsados por cesiones a reaseguro nacional y extranjero).

Los siniestros directos son asumidos por las mismas entidades aseguradoras en proporciones bastante similares, alcanzando en 2023 un total de **Bs. 537.605.000,** que se componen como se presenta a continuación:

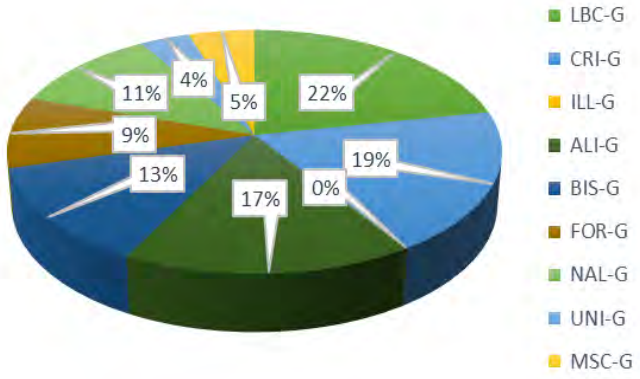
GRÁFICO 11. Siniestros Directos por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Por su parte, los siniestros totales en 2023 ascienden a **Bs. 542.879.000**, mismos que se dispersan de la siguiente manera:

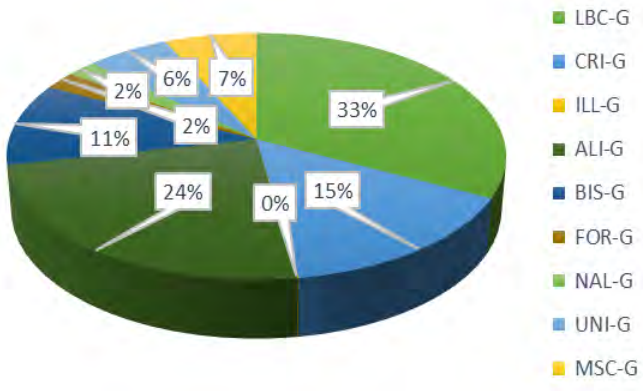
GRÁFICO 12. Siniestros Totales por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Finalmente, el total neto de las obligaciones en el ramo automotores en la totalidad del mercado asegurador presentadas según la nomenclatura como siniestros netos pagados, en 2023 asciende a **Bs. 329.855.000**:

GRÁFICO 13. Siniestros Netos por Entidad Aseguradora del Ramo Automotores, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

#### 5.3.4.2. Desgravamen hipotecario

El seguro de desgravamen hipotecario es un seguro que se contrata como requisito para obtener un crédito con una entidad de intermediación financiera. Se otorga entre tres partes: el prestatario o asegurado (el que contrata el crédito), la compañía de seguros (entidad que otorga la póliza) y el tomador o beneficiario (entidad de intermediación financiera) (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2022b).

Siguiendo el marco de lo establecido en el artículo 1374 del Código de Comercio, el seguro de desgravamen hipotecario, independientemente de la entidad de crédito, constituye un seguro obligatorio para todo contrato de crédito hipotecario de Vivienda y/o Vivienda de Interés Social (Código de Comercio - Decreto Ley N° 14379 Del 25 de Febrero de 1997, 1977). No obstante, en la actualidad, esta cobertura se expandió a todos los créditos ofertados por una entidad financiera.

En el momento en que una persona considera adquirir un crédito, la entidad financiera tiene la opción de ofrecer un seguro de desgravamen complementario al préstamo. Este seguro puede ser ofertado por la propia división de seguros de la entidad o puede ser adquirido de forma independiente por el tomador del crédito, eligiendo este último el seguro según su conveniencia y presentándolo a la entidad financiera, la cual tiene la libertad de aceptarlo o rechazarlo, siempre y cuando cumpla con las mismas coberturas (cláusulas) que el seguro ofertado en primera instancia; no se debe perder de vista que en todo momento el banco permanece como el beneficiario del seguro (Curcuy Cortez & Alvarez Rodriguez, 2024). Tal como lo establece el artículo 38 de la Ley de Seguros 1883, las aseguradoras deben estar comprometidas a fomentar decisiones más informadas y transparentes en la adquisición de seguros por parte del público, basadas en el precio y calidad. Asimismo, se encargarán de proteger contra ofertas que puedan resultar perjudiciales (LEY N° 1883 LEY DE SEGUROS DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, 1998).

Este seguro garantiza que el beneficiario, en caso de fallecimiento o invalidez total y permanente del prestatario, reciba de la aseguradora el monto del saldo insoluto de la deuda del crédito. De esta forma se evita que los garantes del cliente deban asumir dicha obligación y que la entidad reciba el pago correspondiente.

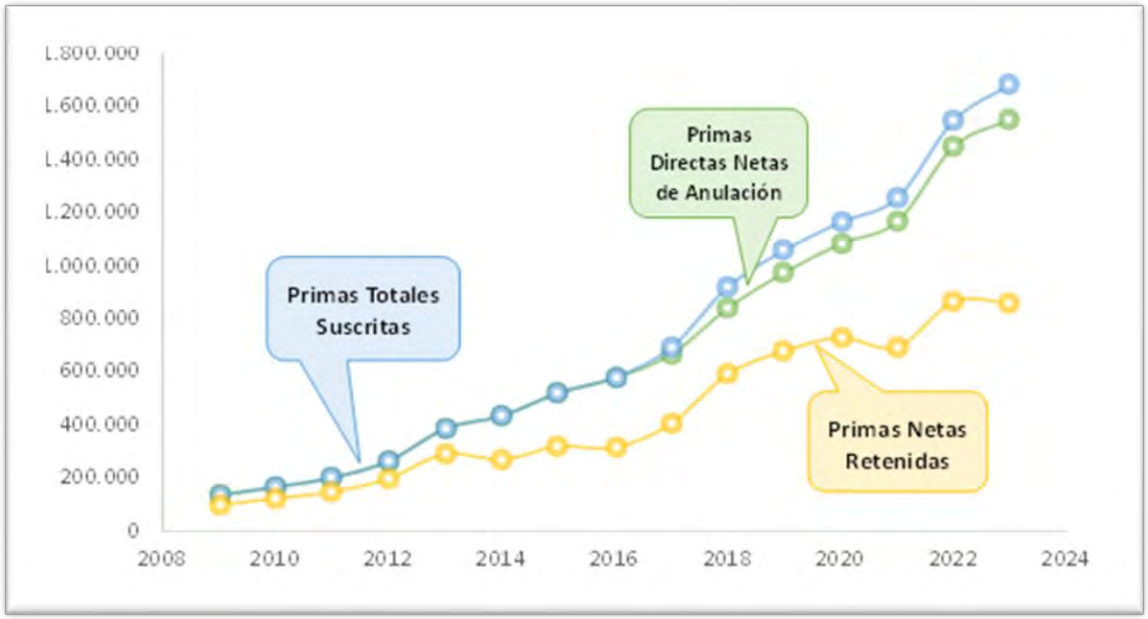
La contratación de este seguro es sumamente importante debido a que elimina el riesgo de incumplimiento de pago por fallecimiento o invalidez total y permanente, brindando así cierta tranquilidad tanto al cliente como al beneficiario y reduciendo la preocupación financiera en tiempos de crisis (Sanchez, 2024).

Cabe destacar que, en la primera mitad de 2023, debido al notable incremento en los índices de siniestralidad a nivel mundial producto de la pandemia por el virus COVID-19, las Autoridades de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI) y de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros (APS) determinaron incrementar la tasa del seguro de desgravamen hipotecario; medida que tuvo como objetivo reducir el impacto sufrido por las entidades aseguradoras, lo que implicó el ajuste correspondiente en las cuotas mensuales de los pagos de créditos, a su vez implementando medidas adicionales para evitar excesos o efectos desproporcionados sobre las operaciones crediticias (Correo del Sur, 2023).

Cambiando, en cuanto al mercado del seguro de desgravamen se refiere, este ha presentado un crecimiento exponencial en términos de producción, mostrando sostenibilidad según los datos públicos presentados por la APS que datan de 2009 hasta 2023, año hasta el cual se dispone de información al momento de realizada esta investigación. El crecimiento de la producción del mercado del seguro de desgravamen hipotecario de corto plazo, además de registrar en promedio un crecimiento del 985,30% (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2024), experimentó un leve descenso en la gestión 2021 debido a la pandemia. Este fenómeno afectó

especialmente al sistema bancario en lo referente al diferimiento de cuotas y a la colocación de préstamos, aspectos que impactan directamente en el ramo asegurador de desgravamen hipotecario. La evolución de la producción de este ramo hasta datos de 2023, se presenta de la siguiente manera:

GRÁFICO 14. Producción Anual del Ramo de Desgravamen Hipotecario entre las gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.)

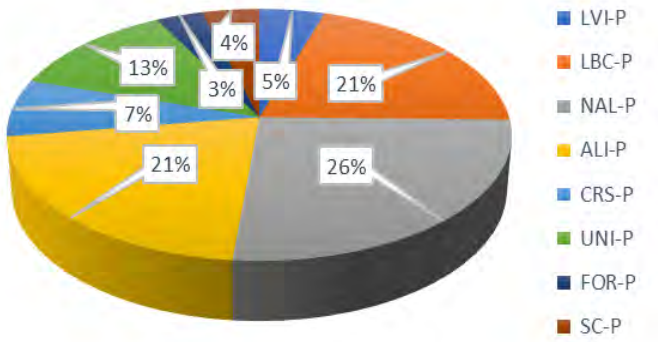



Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Al igual que en el análisis perteneciente al ramo de automotores, en el de desgravamen (y en todos los demás en general) se pueden identificar las mismas tres grandes cuentas: producción directa neta de anulaciones, producción total y producción neta retenida; a su vez estas agrupaciones se presentan por la cuota correspondiente a cada entidad aseguradora que conforman la modalidad de "seguros de personas".

En el caso de la producción directa neta de anulaciones, en 2023 se alcanzó un total de **Bs. 1.550.906.000** (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2024), el cual se encuentra repartido entre ocho entidades de seguros de la siguiente manera:

GRÁFICO 15. Producción Directa Neta de Anulaciones por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Donde:

LVI-P — La Vitalicia Seguros y Reaseguros de Vida S.A.

LBC-P — La Boliviana Ciacruz Seguros Personales S.A.

NAL-P — Nacional Seguros Vida y Salud S.A.

ALI-P — Alianza Vida Seguros y Reaseguros S.A.

CRS-P — Crediseguro S.A Seguros Personales

UNI-P — Seguros y Reaseguros Personales Univida S.A.

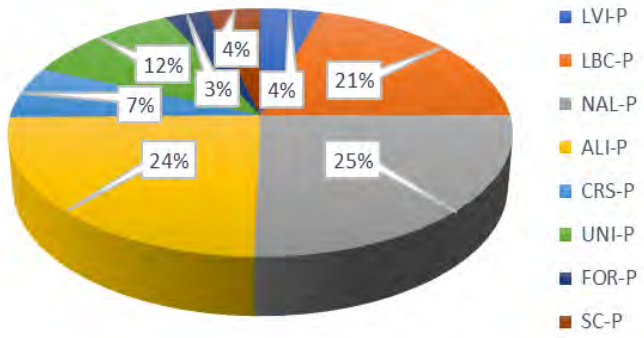
FOR-P — Compañía de Seguros de Vida Fortaleza S.A.

SC-P — Santa Cruz Vida y Salud Seguros y Reaseguros Personales S.A.

Estas abreviaturas pertenecientes a las entidades que conforman el mercado de seguros de personas serán utilizadas de la misma manera para los gráficos posteriores.

A su vez, la producción total en 2023 alcanzó **Bs. 1.683.392.000,** repartidos como se muestra a continuación:

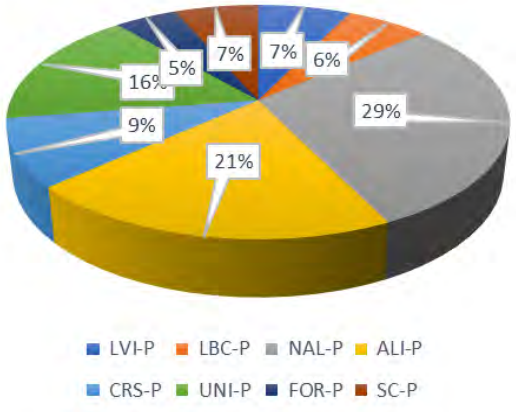
GRÁFICO 16. Producción Total por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Finalmente, la producción neta retenida, misma que se estableció como la elegida para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia, en 2023 asciende a **Bs. 858.528.000** y se conforma del siguiente modo:

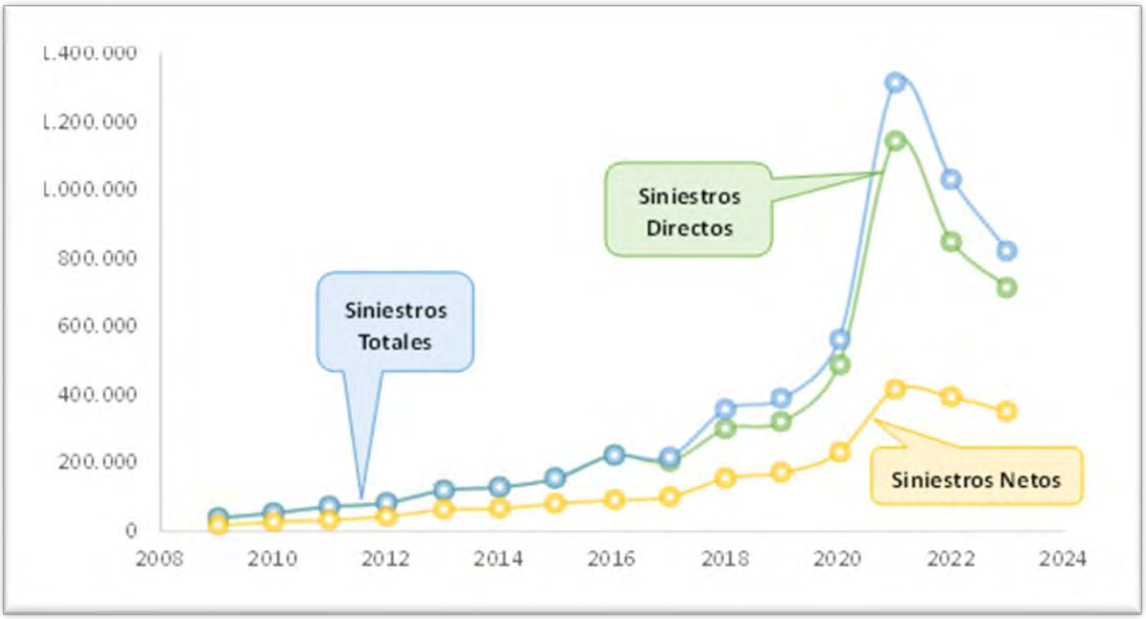
GRÁFICO 17. Producción Neta Retenida por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Por otra parte, la siniestralidad del ramo de desgravamen hipotecario experimentó un crecimiento de acuerdo al de su producción, llegando a representar menos de la mitad de dicha producción en cada año. Sin embargo, es importante hacer especial énfasis en la gestión 2021, cuando la siniestralidad de este ramo a nivel mundial "se disparó", situación que también se hizo presente en Bolivia, donde, después de décadas, casi igualó el nivel de producción, situación que dejaría con graves pérdidas a todo el sector. No obstante, este incremento de la siniestralidad se vio mitigado por los reembolsos por reaseguros cedidos, destacando las cesiones al extranjero, las cuales situaron al ramo de desgravamen hipotecario en 2021 con un saldo de siniestros totales menos los siniestros reembolsados por reaseguros cedidos al extranjero de Bs. 791.759.000, lo que representó un 80,78% de la producción total antes de las cesiones a reaseguro extranjero (Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, 2022a). Este hecho repercutió en todo el mercado asegurador, el cual, hoy en día, continúa recuperándose de lo suscitado en aquel entonces. La evolución de la siniestralidad se presenta a continuación:

GRÁFICO 18. Siniestralidad Anual del Ramo de Desgravamen Hipotecario entre las gestiones 2009-2023 (en miles de Bs.)

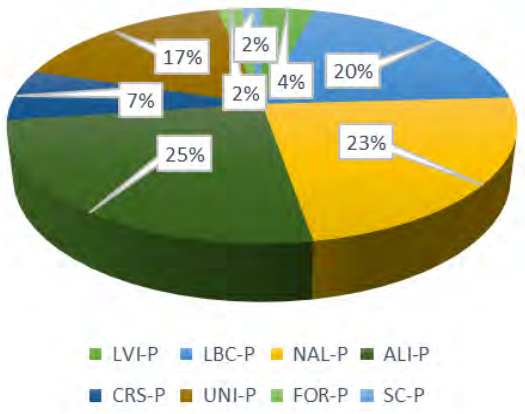



Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

La siniestralidad del desgravamen hipotecario es agrupada de la misma manera que la mostrada en el subtítulo correspondiente a los automotores: siniestros directos, siniestros totales y siniestros netos.

Los siniestros directos son asumidos por las mismas entidades aseguradoras en proporciones bastante similares, alcanzando un total en 2023 de **Bs. 714.019.000,** que se componen como se presenta a continuación:

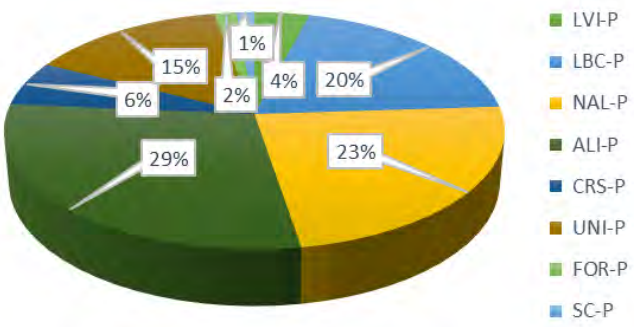
GRÁFICO 19. Siniestros Directos por Entidad Aseguradora del Ramo Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Por su parte, los siniestros totales en 2023 ascienden a **Bs. 821.689.000**, mismos que se dispersan de la siguiente manera:

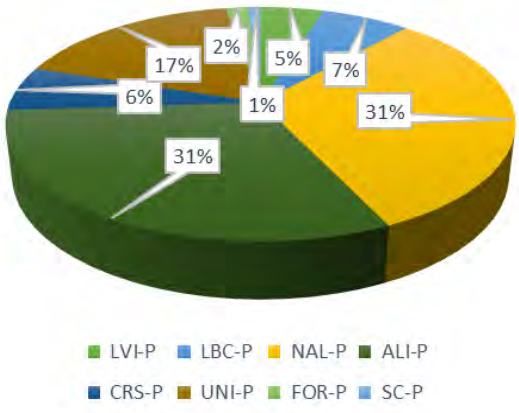
GRÁFICO 20. Siniestros Totales por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Finalmente, el total neto de las obligaciones en el ramo de desgravamen hipotecario en el conjunto del mercado asegurador, presentado según la nomenclatura como siniestros netos pagados, en 2023 asciende a **Bs. 351.376.000**:

GRÁFICO 21. Siniestros Netos por Entidad Aseguradora del Ramo de Desgravamen Hipotecario, Gestión 2023




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

## 5.4. Marco Legal

### 5.4.1. Ley N° 1883 – Ley de Seguros del Estado Plurinacional de Bolivia

El 25 de junio de 1998 es aprobada la Ley de Seguros N° 1883, la cual venía como parte de un plan de modernización del sistema financiero, necesario para ese entonces. En su artículo 1, indica: el alcance de esta Ley comprende la actividad de cargar con riesgos de terceros y conceder sus coberturas, así como contratar seguros en general, el prepago de servicios de índole similar, servicios de intermediación auxiliares de estas actividades por las entidades autorizadas por la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros (LEY N° 1883 LEY DE SEGUROS DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, 1998).

Esta ley se compone de varias disposiciones que van en priori del control y correcto funcionamiento del sistema asegurador en Bolivia. Dentro de su contenido, a fines de apoyar esta investigación, se destacan los artículos 32 y 33, ubicados dentro del Título III, Capítulo I; mismos que refieren el objeto de estudio de este trabajo en forma de los parámetros máximos establecidos para el requerimiento de solvencia y que, según lo establecido por dicha Ley de Seguros (1998), serán detallados a continuación:

> **"ARTÍCULO 32.- MÁRGENES DE SOLVENCIA PARA SEGUROS DE LARGO PLAZO.-** Las entidades aseguradoras o reaseguradoras que administran Seguros de Largo Plazo, Riesgo Profesional y Riesgo Común, deberán acreditar y mantener en todo momento, un margen de solvencia que será el monto que resulte mayor, entre:
>
> 1. La suma del Margen de Solvencia Basado en las Reservas Matemáticas y el Margen de Solvencia Basado en el Capital de Riesgo.
>
>    […]
>
> 2. El capital social mínimo pagado establecido en la presente Ley.

**ARTÍCULO 33.- MÁRGENES DE SOLVENCIA PARA SEGUROS DE CORTO PLAZO.-** Las entidades aseguradoras y reaseguradoras que administran Seguros de Corto Plazo, deberán acreditar y mantener en todo momento, un margen de solvencia que corresponderá al monto mayor entre la Solvencia Basada en Primas, la Solvencia Basada en Siniestros y el Capital Social Mínimo.

El factor de cálculo de primas para el margen de solvencia basado en primas, será establecido por reglamento y no excederá del treinta por ciento (30%).

El factor de cálculo para siniestros será establecido reglamentariamente y no excederá del cuarenta y nueve por ciento (49%).

[…]

Las entidades aseguradoras y reaseguradoras de seguros de personas que operen con seguros de accidentes personales, con seguros de asistencia médica y con seguros complementarios de vida, cuyo cálculo de primas no requieran de cálculo actuarial, deberán calcular para estos seguros, el margen de solvencia de corto plazo. En este caso el margen de solvencia corresponderá a la suma del margen de solvencia de corto plazo y del margen de solvencia de largo plazo.” (LEY N° 1883 LEY DE SEGUROS DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, 1998).

Si bien estos parámetros supusieron en su momento un gran avance hacia una legislación de carácter “dinámico” en materia de seguros, en la actualidad, a casi treinta años de su aplicación, estos se encuentran desactualizados conforme a los cambios que el mercado asegurador fue experimentando con el pasar del tiempo. A pesar de que los mismos fueron actualizados conforme un mercado más reciente en el año 2019 (Tinta, 2019), estos resultados aún no han sido plasmados mediante una modificación a la mencionada Ley de Seguros.

Se espera que esta investigación aporte en materia de una modificación a esta ley que, debido al carácter cambiante del mercado de seguros y de la economía en general, necesita ser periódicamente revisada y actualizada, no solo con unos parámetros de margen de solvencia más recientes, sino con nuevos parámetros que comprendan las diferencias existentes en las distintas modalidades de seguro que existen en cada entidad dedicada a este rubro.

### 5.4.2. Decreto Supremo N° 25201

Este decreto supremo funciona como el reglamento de la Ley 1883 del 25 de junio de 1998, Ley de Seguros (DECRETO SUPREMO Nº 25201, 1998). Dentro de este DS se establece la normativa consecuente a la implementación y cumplimiento de la Ley de Seguros; se destaca el artículo 10 el cual hace mención a los parámetros de margen de solvencia mínimos que deberán ser aplicados por cada entidad aseguradora:

> "**ARTÍCULO 10.- MÁRGENES DE SOLVENCIA.-** […] Los márgenes de solvencia se calcularán de conformidad a norma emitida por la Superintendencia, mediante Factores de Cálculo aprobados por el Comité de Normas Financieras de Prudencia, quedando establecidos los siguientes valores mínimos:
>
> i) El Factor de Cálculo de las reservas matemáticas no podrá ser inferior al cuatro por ciento (4%).
> ii) El Factor de Cálculo de primas no podrá ser inferior a veinticinco por ciento (25%).
> iii) El Factor de Cálculo para siniestros no podrá ser inferior al cuarenta y cinco por ciento (45%)." (DECRETO SUPREMO Nº 25201, 1998).

### 5.4.3. Resolución Administrativa IS/No. 016/98

Por último, el órgano regulador en aquel tiempo, la Superintendencia de Pensiones, Valores y Seguros (1998) emite la Resolución Administrativa No. 016/98, determinando los parámetros exactos del margen de solvencia que las entidades de seguros deben de hacer uso para el cálculo de una correcta solvencia en cada entidad.

En la mencionada resolución, de acuerdo al objeto de estudio del presente trabajo, destaca el artículo 5 (Afinidad Entre Modalidades de Seguro), el cual hace la diferencia entre las modalidades de seguro que se clasifican en seguros de corto y de largo plazo, ubicándose en el primero aquellos ramos que son objeto de interés en este trabajo dentro de los Seguros Generales (Automotores) y Seguros de Personas de corto plazo (Desgravamen Hipotecario CP), mientras que los riesgos de largo plazo no implican un análisis a mayor profundidad por conllevar un análisis de riesgo diferente al propuesto en esta investigación.

Con lo anteriormente establecido, asimismo, se debe agregar que el artículo 6 proporciona el cálculo matemático para los márgenes de solvencia de corto plazo, tal como se muestra a continuación:

> **"ARTÍCULO 6. (DETERMINACIÓN DEL MARGEN DE SOLVENCIA DE RIESGOS DE CORTO PLAZO)**
>
> El Margen de Solvencia de riesgos de corto plazo será igual al valor mayor que resulte entre el cálculo "Base Primas" y el cálculo efectuado sobre "Base Siniestros", expuestos a continuación:
>
> a) Cálculo Base Primas

1. El Monto Base Primas (MBp), es el cero coma veintisiete (0,27) de la suma de: la Producción Directa Neta de Anulaciones de los últimos doce meses, incluido Coaseguro (PD), más la Producción Aceptada en Reaseguro Nacional y Extranjero de los últimos doce meses (PA). Es decir:

$$MBp = 0{,}27 * (\sum_{i=1}^{12} PDi + \sum_{i=1}^{12} PAi)$$

donde i=mes

2. El Factor de Retención (FR), es el valor mayor entre cero coma cinco (0,5) y el cociente de los Siniestros Incurridos Netos de Reaseguro (SR), y los Siniestros Totales (ST), ambos de los últimos 12 meses. Es decir:

$$FR = Max\{\left(\sum_{i=1}^{12} \frac{SRi}{\sum_{i=1}^{12} STi}\right); 0{,}5\}$$

Donde:

SR = Siniestros de riesgos retenidos de los últimos doce (12) meses,

ST = Siniestros Directos (incluyendo los de coaseguro aceptado), más Siniestros Aceptados por Reaseguro Nacional y Extranjero de los últimos doce (12) meses.

3. El Margen de Solvencia Base Primas (MSp), será igual al producto del MBp y el FR. Es decir:

$$MSp = MBp * FR$$

b) Calculo Base Siniestros:

1. La Siniestralidad Básica Promedio (SBP), es el promedio simple de los Siniestros Totales (ST) observados en los últimos tres (3) periodos, correspondientes a treinta y seis (36) meses; vale decir la suma de los Siniestros Totales del periodo en evaluación ($ST_t$), los siniestros totales del periodo anterior ($ST_{t-1}$) y los siniestros totales de hace dos periodos ($ST_{t-2}$); dividido entre tres (3). Es decir:

   $$SBP = \{(ST_t) + (ST_{t-1}) + (ST_{t-2})\}/3$$

   Donde:

   $ST_t$ = Siniestros Totales del periodo en evaluación, correspondiente a los últimos doce (12) meses.

   $ST_{t-1}$= Siniestros Totales del periodo anterior, correspondientes a siniestros del periodo comprendido entre los últimos doce (12) y veinticuatro (24) meses.

   $ST_{t-2}$= Siniestros Totales de hace dos periodos, correspondientes a los siniestros del periodo comprendido entre los últimos veinticuatro (24) y treinta y seis (36) meses.

   En las entidades cuya existencia sea menor a tres (3) años, el denominador será igual a uno (1), dos (2) o tres (3), según sea el caso, al año entero inmediato superior que corresponda. El numerador para estos casos se completará basándose en proyecciones que tome en consideración para los meses faltantes la siniestralidad promedio de los últimos doce (12) meses, o de los meses de existencia, cuando la entidad tenga menos de un año de existencia.

2. El Monto Básico en base siniestro (MBs), resulta de multiplicar la Siniestralidad Básica Promedio (SBP) por el Factor de Cálculo Base Siniestros de cero coma cuarenta y siete (0,47). Es decir:

   $MBs = SPB * 0{,}47$

3. El Margen de Solvencia Base Siniestros (MSs) resulta de multiplicar el Monto Básico en Base Siniestros (MBs) por el FR. Es decir:

   $MSs = MBs * FR$" (Resolución Administrativa IS/No. 016/98, 1998).

Lo expuesto hasta ahora explica lo que ha venido siendo la aplicabilidad de los parámetros de margen de solvencia usados hasta el presente. No obstante, es necesario enfatizar una vez más que estos no responden al desempeño del mercado asegurador boliviano actual, ni mucho menos consideran al mercado como un conjunto compuesto por varias fracciones (ramos) con exigencias específicas para cada una de ellas. Por ello, a partir de este punto, se presentará todo lo referente a los nuevos Parámetros de Margen de Solvencia por ramos de seguros, entendiendo este mercado como uno integral, conformado por varios elementos que dan forma a uno de los segmentos más importantes del sector financiero boliviano.

# 6. DISEÑO METODOLÓGICO

## 6.1. Alcances y Limitaciones de la Investigación

El presente trabajo de investigación busca determinar los parámetros de margen de solvencia para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario en Bolivia, con el objetivo de minimizar la probabilidad de quiebra de las empresas establecidas en el ámbito asegurador. Asimismo, este enfoque hacia una solvencia alineada con el comportamiento del mercado asegurador boliviano actual vendría en favor de los beneficiarios del seguro, al otorgarles mayor seguridad. De esta manera, en caso de ocurrir el siniestro, sin importar el monto asegurado, la compañía no tendría inconveniente alguno en cancelar la indemnización a la cual se comprometió.

Por otro lado, los límites de la investigación están condicionados por la disponibilidad y la fiabilidad de la data que pueda ser recopilada de la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros, siendo que se depende totalmente de los anuarios, estados financieros y demás información estadística que pueda ser facilitada por dicha entidad. La investigación aquí expuesta parte del supuesto de que la información recolectada es fidedigna y refleja fielmente la realidad de los datos proporcionados por cada entidad aseguradora. Por lo tanto, al tomar este supuesto como verídico, no se presentaron mayores dificultades en la recolección de datos, dado a que se trata de información pública (según la normativa vigente) y de acceso general.

## 6.2. Delimitación

### 6.2.1. Temporal

El análisis referente al cálculo de parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros en el mercado asegurador boliviano, con el fin de contar con una muestra estadísticamente significativa, tomará datos de los últimos treinta y dos años de la producción y siniestralidad netas tanto de automotores como de desgravamen hipotecario, es decir, partiendo del año de 1992 hasta 2023,

último año del cual se cuentan con datos oficiales presentados por el ente regulador hasta la fecha de realizada esta investigación.

Esta decisión se basa en que, en el caso del desgravamen hipotecario, anteriormente a los años 90 este ramo agrupaba datos de los saldos deudores de seguros estatales los cuales no representan al actual seguro de desgravamen hipotecario; adicionalmente, en 1991 (y ciertos años previos) no se cuentan con datos referentes a este seguro debido a que aún no se encontraba correctamente definido por lo que era complejo establecer qué siniestros eran los que cubría.

En el caso de los seguros de automotores, la siniestralidad había sufrido cambios estructurales desde los años 70 a los 90, puesto que incrementar la temporalidad de su base de datos hacia abajo podría no ser lo más representativo, por lo que según criterios de investigación se vio conveniente el uso de los datos a partir de 1992, mismo año del cual parte la muestra de desgravamen, equiparando así ambas muestras y facilitando la comparación entre ambas una vez obtenidos los parámetros de margen de solvencia en lo que a cada uno se refiere.

#### 6.2.2. Espacial

El ámbito de análisis comprende a la totalidad del mercado asegurador ubicado dentro de los límites geográficos del Estado Plurinacional de Bolivia.

### 6.3. Sujetos de Investigación

Los sujetos partícipes de esta investigación, de quienes se recabará la información para alcanzar los objetivos planteados al inicio del trabajo, incluyen:

- Todas las entidades fiscalizadas de seguros establecidas en Bolivia que comprenden el mercado asegurador del mismo país.
- La Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros (APS).

### 6.4. Hipótesis

"Los parámetros de margen de solvencia para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario en Bolivia pueden ser calculados a partir de sus correspondientes funciones de densidad."

### 6.5. Variables

- **Variable independiente:** Funciones de densidad.
- **Variable dependiente:** Parámetros de margen de solvencia para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario.

### 6.6. Operacionalización de Variables

TABLA 1. Operacionalización de Variables

| VARIABLES | CONCEPTO | DIMENSIÓN | INDICADOR | INSTRUMENTOS |
|---|---|---|---|---|
| **Funciones de densidad** | Son funciones matemáticas que describen la probabilidad de que una variable aleatoria continua tome un determinado valor. | Estadística | Distribución de probabilidades | Revisión documental<br><br>Análisis y proyección estadística |
| **Parámetros de margen de solvencia para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario** | Proporción porcentual sobre el monto de primas o siniestros de un determinado periodo de una | Estadística | – Distribución de probabilidades Gamma<br>– Parámetros de margen de solvencia | Revisión documental<br><br>Análisis y proyección estadística |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | aseguradora que permite minimizar la probabilidad de quiebra, garantizando a su vez la solvencia de la compañía. | Seguros | – Muestras siniestrales de los dos ramos de seguros<br>– Margen de solvencia<br>– Probabilidad de quiebra<br>– Índice de siniestralidad | Revisión documental |
| | | Económica | Deflactor del PIB | Revisión documental |

Fuente: Elaboración propia

### 6.7. Enfoque de la Investigación

Según el Dr. Roberto Hernández Sampieri (2017) el enfoque cuantitativo "Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías". Se basa en la objetividad y aplica la lógica deductiva. Cuenta con un diseño estructurado y predeterminado antes de la recolección de los datos, presentando finalmente resultados de manera estándar (gráficos, modelos estadísticos, etc.) con reportes que utilizan un tono objetivo e impersonal.

La presente investigación tomará un enfoque totalmente cuantitativo al hacer uso de datos objetos de un análisis estadístico, cuyos resultados serán presentados de manera imparcial, mismos que reflejan la realidad de una población.

### 6.8. Tipo de Investigación

Según Dankhe (1986) los tipos de investigación se clasifican en: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos; esta clasificación es crucial porque la estrategia de investigación cambia según el tipo de estudio. El diseño, los datos recolectados, la forma de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación varían entre estos cuatro tipos de investigación (Hernández Sampieri et al., 2017).

Los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere, sin indicar relación o explicar el porqué de estas. En este tipo de investigación se define qué se medirá y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (Hernández Sampieri et al., 2017).

Por tanto, el tipo de investigación que mejor se ajusta al objeto de estudio (el cálculo de los parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros) es el estudio de alcance descriptivo. Esto es porque al encontrar los parámetros de margen de solvencia a partir de una muestra recolectada del mercado asegurador boliviano, se describe la factibilidad de la aplicación de estos nuevos parámetros, mismos que permitirán minimizar la probabilidad de quiebra de una empresa y que se encontrarán más acorde a la realidad del mercado de seguros, ya que se basan en un estudio menos generalizado para distintos ramos.

### 6.9. Diseño de la Investigación

Una vez establecidos el planteamiento del problema, el alcance de la investigación y la hipótesis, es necesario definir el diseño de investigación a tomar en curso para el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente. El diseño se refiere a la estrategia para obtener y tratar la información deseada y así responder al problema de investigación. Con un enfoque cuantitativo este diseño se utiliza para analizar la veracidad o no de la o las hipótesis formuladas en un contexto

en particular, por lo cual este debe ser seleccionado cuidadosamente (Hernández Sampieri et al., 2017).

La investigación cuantitativa reconoce dos tipos de diseños con sus propias subdivisiones: diseño experimental y no experimental. El diseño no experimental cuantitativo se refiere al tipo de estudio en el que no existe manipulación de variables, es decir, estas son observadas y analizadas en su estado natural. No es posible generar alguna situación ni influir directamente para ver los efectos de una variable independiente sobre otra. En el diseño no experimental las variables ya sucedieron, así como sus efectos (Hernández Sampieri et al., 2017).

El diseño no experimental a su vez se divide en: transversal y longitudinal. El diseño de investigación transversal o transeccional hace uso de datos en un momento dado del tiempo; describe y analiza variables y su interrelación en un momento determinado de manera que "toma una fotografía" de lo que sucede, diferenciándose del diseño longitudinal el cual analiza la evolución de las variables en distintos tiempos. De la misma manera, el diseño transversal se puede clasificar en tres tipos de los cuales, a objeto de este estudio y siguiendo los lineamientos que fueron establecidos en los puntos anteriores, se hará uso del diseño transversal descriptivo el cual tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, análisis que será completamente descriptivo (Hernández Sampieri et al., 2017).

### 6.10. Población

Una población o universo agrupa a todos los elementos que comparten una o varias características en común; estos serán objeto de estudio para los propósitos del problema de investigación. Los parámetros de esta población pueden ser obtenidos mediante un censo, lo cual implica numerar a todos los elementos de una población (Malhotra, 2008).

La población objeto de esta investigación comprende a la totalidad de la producción neta retenida y los siniestros netos pagados por las entidades aseguradoras en los ramos de automotores y desgravamen hipotecario expuestos en los datos recopilados por la Autoridad de Fiscalización de Pensiones y Seguros.

### 6.11. Muestra

La muestra es un subconjunto de elementos representativos de una población, misma que se determina como un reflejo fiel de esta última. Las muestras se categorizan en probabilísticas y no probabilísticas. Mientras que en el primer caso todas las variables tienen la misma probabilidad de ser elegidas por medio de una selección aleatoria de las unidades de análisis, las muestras no probabilísticas, por otro lado, no dependen de probabilidades, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o sus propósitos. Su procedimiento no es mecánico, sino que depende de las decisiones del investigador; claramente las muestras seleccionadas responden a ciertos criterios de investigación (Hernández Sampieri et al., 2017).

La muestra para esta investigación, además de contar como ya se mencionó con un corte de diseño transversal, comprende a la totalidad de producción neta retenida y los siniestros netos pagados por las entidades aseguradoras en los ramos de automotores y desgravamen hipotecario de los últimos treinta y dos años expuestos en los datos recopilados y expuestos públicamente por la Autoridad de Fiscalización de Pensiones y Seguros.

### 6.12. Unidades de Observación

Las unidades de observación o unidades de muestreo (que, por lo general, son los mismos) se centran en el “qué o quiénes”: participantes, objetos, sucesos o colectividades de estudio; lo cual depende del problema y los objetivos de la investigación (Hernández Sampieri et al., 2017).

Las unidades de observación de este estudio refieren a la totalidad de las primas netas retenidas y los siniestros netos de los ramos de automotores y desgravamen hipotecario del mercado asegurador boliviano.

### 6.13. Métodos y Técnicas de Investigación

De acuerdo a los parámetros de la investigación y la recopilación de datos proporcionados por la entidad reguladora encargada del control del mercado de seguros boliviano, se consideró conveniente el uso de la técnica de investigación basada en la revisión documental. Esta técnica consiste en recopilar información acudiendo a la revisión bibliográfica de fuentes previas, como investigaciones, libros, información en diversos formatos, entre otros; añadiendo así conocimiento a lo ya existente (edu.lat, 2024).

# 7. MARCO PRÁCTICO

## 7.1. Consideraciones Previas al Tratamiento de los Datos

### 7.1.1. Metodologías Para el Cálculo de los Parámetros de Margen de Solvencia

Tal como se hizo mención en los puntos 5.1.2 y 5.2 del marco teórico de esta investigación, el cálculo inicial de los parámetros de margen de solvencia, realizado por el Lic. Iván Rojas (1997), determinó los parámetros para los seguros de "No Vida" o "Seguros de Daños", exceptuando los ramos de "Vida Individual" y "Defunción" en el territorio boliviano. Este cálculo se basó en tres metodologías que permitieron determinar los parámetros de margen de solvencia en distintas localidades, metodologías que son detalladas a continuación:

A. La primera metodología corresponde a la utilizada por la Comunidad Económica Europea (actual Unión Europea), misma que se encuentra inspirada en el trabajo del Prof. Campagne: *Standard Minimum de Solvabilité Applicable aux Entreprises D'Assurances* (1961). El aspecto más destacable de esta metodología radica en el uso inicial de la relación "siniestros a primas", es decir, el índice de siniestralidad promedio de la muestra ($IS_{pm}$), el cual podría responder a una distribución de probabilidades gaussiana, con media y varianza conocidas y asociadas a los parámetros muestrales.

   No obstante, pese a la facilidad que implica el uso de la función Gauss, esto supuso serias críticas debido a que algunas de sus características no se ajustan a la realidad de la actividad aseguradora. Entre estas discrepancias destaca el hecho de que esta función se distribuye desde "-∞" hasta "+∞", lo que implicaría la posibilidad de que el IS adoptara valores negativos, lo cual, por razones estadísticas, es algo que queda fuera de la realidad; asimismo, dado que el IS, por naturaleza, oscila entre cero y uno, esto haría que el límite superior "+∞" resultara teóricamente inadecuado. Cabe añadir que, hasta la fecha, no

existen estudios formales que demuestren una correlación entre la función Gauss y el comportamiento del índice de siniestralidad.

Las evaluaciones críticas al método de Campagne motivaron reformulaciones posteriores de esta metodología, centradas en aproximar el IS a la distribución "Beta", la cual presenta la ventaja de estar acotada entre los valores de cero y uno, superando así las limitaciones de la distribución gaussiana antes mencionadas (Rojas Yanguas, 1997).

B. La segunda metodología está basada en los estudios del Profesor Marc-Henry Amsler de la Universidad de Lausanne, plasmados en sus dos publicaciones: *L' Équation Générale d'équilibre d'un Risque Collectif* y *Ruine et Provisión de Fluctuation*. Esta fue utilizada por Santiago Ossorio para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia en Colombia. Los aspectos más significativos de esta metodología radican en la definición de la "Ecuación General de Equilibrio de un Riesgo Colectivo", en donde se afirma que la función característica del riesgo sigue una distribución de tipo "Gamma"; supuestos que han sido ampliamente estudiados en el campo de la teoría del riesgo.

   Adicionalmente, la ecuación del parámetro de margen de solvencia a la que llega esta metodología demanda algunas precisiones adicionales. El desarrollo de esta metodología requiere que la muestra siniestral esté debidamente tratada, de forma tal que represente fielmente a una muestra de corte transversal, aislándola de los efectos que afectan la siniestralidad con el paso del tiempo. Para lograr aquello, primeramente, se parte de la confección de series temporales tanto de siniestros como de primas, de las cuales es posible aislar el efecto de la inflación mediante el Índice de Precios al Consumidor (IPC), obteniendo así las muestras "reales". Posteriormente, es preciso determinar el índice de crecimiento real de la cartera; para ello se trata la muestra de primas ya deflactada,

obteniendo de ella el "índice de crecimiento" que servirá para la determinación de un "factor", el cual, por medio de su producto con los datos de la serie real de siniestros, se podrá obtener la muestra siniestral "actualizada", misma que constituye la muestra buscada para la implementación de la metodología.

C. La tercera metodología se inspira en los trabajos de Hilary Seal y su libro *Survival Probabilities*, enmarcado en la teoría del riesgo acumulativo y posteriormente desarrollada por Sergio Chion Chacon en *Macroquantum* (1991) para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia en el Perú.

   El método retoma las bases teóricas de la metodología II, la cual se basa en la construcción de una serie siniestral actualizada para luego aproximarla directamente a la distribución de probabilidades Gamma. A partir de esta función se determinan la esperanza matemática y la varianza mediante la estimación de sus parámetros, los cuales se aplican a la integral definida en el punto 5.3.2 para el hallazgo del valor siniestral "a" de la cola superior, el cual será utilizado luego en la fórmula del parámetro de margen de solvencia base siniestros y su posterior determinación en el parámetro base primas.

   El punto frágil de esta metodología radica en que este proceso debe aplicarse para cada compañía en particular dentro del mercado de seguros, para luego determinar el parámetro del mercado como un promedio ponderado simple. Sin embargo, la heterogeneidad en el tamaño de las carteras podría generar una dispersión significativa en los resultados. Para mitigar este efecto se propuso unificar el mercado como una única entidad, conformando así una sola muestra agregada. De este modo, es posible el cálculo de un único parámetro de margen de solvencia representativo de todo el sector, eliminando distorsiones derivadas de las diferencias entre las carteras de las aseguradoras (Rojas Yanguas, 1997).

Estas metodologías difieren en aspectos técnicos entre todas ellas; sin embargo, al ser la tercera metodología la que rescata conceptos y tratamientos previos establecidos en las anteriores, la recopilación y el tratamiento de los datos se basará en esta última. Esta misma propició el cálculo inicial de los parámetros de margen de solvencia en 1997, incluidos en la actualidad en la Ley de Seguros N° 1883; su uso posterior para la revalorización en el año 2019; y nuevamente será la elegida para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros en 2025.

#### 7.1.2. Recopilación y Uso de Cifras Netas

En el punto 5.3.3.1 se estableció que las cifras remanentes de las aceptaciones y cesiones a reaseguro tanto de producción como de siniestralidad son las que conformarán la base de datos para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia en virtud a que dichas obligaciones son las que finalmente una compañía de seguros debe afrontar.

Las muestras que serán presentadas a continuación fueron construidas en base a los datos proporcionados por la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros referentes a las primas netas retenidas y a los siniestros netos de los ramos de automotores y desgravamen hipotecario desde 1992 hasta 2023, último año del cual se cuentan con datos oficiales a la fecha de realizado este trabajo.

**i. Muestra del Seguro de Automotores**

A continuación, se presenta la muestra referente a automotores de primas y siniestros netos correspondientes al periodo situado entre 1992 y 2023:

TABLA 2. Producción Neta Retenida y Siniestralidad Neta del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 1992–2023 (en miles de Bs.)

| Año | Automotores | |
|---|---|---|
| | Primas netas retenidas | Siniestros netos |
| **1992** | 45.134,100000 | 30.655,600000 |
| **1993** | 54.461,500000 | 44.431,100000 |
| **1994** | 63.422,900000 | 51.644,900000 |
| **1995** | 75.217,800000 | 62.739,900000 |
| **1996** | 92.402,700000 | 60.709,300000 |
| **1997** | 120.063,100000 | 65.663,800000 |
| **1998** | 152.201,000000 | 76.965,420000 |
| **1999** | 134.818,680000 | 75.831,370000 |
| **2000** | 110.750,223440 | 67.519,481890 |
| **2001** | 79.265,000000 | 63.652,000000 |
| **2002** | 87.815,000000 | 55.204,000000 |
| **2003** | 92.415,693620 | 58.093,751500 |
| **2004** | 94.183,913620 | 58.411,876400 |
| **2005** | 89.167,850010 | 56.651,431590 |
| **2006** | 110.044,610000 | 65.026,000000 |
| **2007** | 109.772,570000 | 75.745,420000 |
| **2008** | 141.240,080000 | 88.742,040000 |
| **2009** | 152.914,000000 | 95.784,000000 |
| **2010** | 172.949,000000 | 94.251,000000 |
| **2011** | 200.936,260000 | 100.396,100000 |
| **2012** | 254.885,000000 | 137.476,000000 |
| **2013** | 317.010,000000 | 176.949,000000 |
| **2014** | 285.560,000000 | 197.029,000000 |
| **2015** | 305.401,000000 | 188.999,000000 |
| **2016** | 319.728,000000 | 189.067,000000 |
| **2017** | 342.479,000000 | 198.658,000000 |
| **2018** | 370.997,000000 | 234.309,000000 |
| **2019** | 370.750,000000 | 256.958,000000 |
| **2020** | 336.036,000000 | 197.477,000000 |
| **2021** | 363.389,000000 | 244.627,000000 |
| **2022** | 385.537,000000 | 273.579,000000 |
| **2023** | 460.202,000000 | 329.854,000000 |

Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

### ii. Muestra del Seguro de Desgravamen Hipotecario

A continuación, se presenta la muestra referente a desgravamen hipotecario de primas y siniestros netos correspondientes al periodo situado entre 1992 y 2023:

TABLA 3. Producción Neta Retenida y Siniestralidad Neta del Ramo de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992–2023 (en miles de Bs.)

| Año | Desgravamen Hipotecario | |
|---|---|---|
| | Primas netas retenidas | Siniestros netos |
| **1992** | 80,500000 | 23,200000 |
| **1993** | 978,700000 | 234,000000 |
| **1994** | 1.746,000000 | 556,000000 |
| **1995** | 413,200000 | 35,800000 |
| **1996** | 4.127,100000 | 990,600000 |
| **1997** | 1.139,800000 | 482,500000 |
| **1998** | 9.173,840000 | 1.387,720000 |
| **1999** | 19.613,620000 | 7.891,440000 |
| **2000** | 21.905,011250 | 7.768,945780 |
| **2001** | 27.782,000000 | 11.897,000000 |
| **2002** | 30.088,000000 | 12.555,000000 |
| **2003** | 28.908,579180 | 12.119,819360 |
| **2004** | 32.790,175250 | 9.709,618940 |
| **2005** | 43.568,085720 | 13.102,848480 |
| **2006** | 57.627,310000 | 13.599,950000 |
| **2007** | 63.413,890000 | 10.699,438000 |
| **2008** | 104.166,650000 | 15.194,600000 |
| **2009** | 97.623,000000 | 18.419,000000 |
| **2010** | 123.167,000000 | 27.432,000000 |
| **2011** | 146.138,580000 | 33.668,880000 |
| **2012** | 198.038,000000 | 43.224,000000 |
| **2013** | 290.795,000000 | 63.994,000000 |
| **2014** | 269.015,000000 | 67.516,000000 |
| **2015** | 319.413,000000 | 82.163,000000 |
| **2016** | 315.166,000000 | 91.888,000000 |
| **2017** | 405.723,000000 | 100.658,000000 |
| **2018** | 592.147,000000 | 156.305,000000 |
| **2019** | 678.220,000000 | 172.299,000000 |
| **2020** | 728.757,000000 | 232.224,000000 |
| **2021** | 692.560,000000 | 415.593,000000 |
| **2022** | 865.233,000000 | 393.765,000000 |
| **2023** | 858.528,000000 | 351.376,000000 |

Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

### 7.1.3. Recargo de Seguridad

El recargo de seguridad, explicado más a detalle en el punto 5.3.1.2, es de prestar especial atención, ya que se encuentra presente de manera explícita en la metodología a utilizar para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia.

Naturalmente, el recargo de seguridad constituye una variable no definida. El mismo varía entre cada aseguradora dependiendo de la política de riesgos que cada una contemple, datos que comúnmente son de índole privada.

En un análisis de mercado agregado como el que corresponde a este estudio, es necesario encontrar un valor representativo de los distintos recargos de seguridad utilizados por cada empresa. Si bien existen métodos para el cálculo exacto del recargo de seguridad para cada compañía en función a sus características propias, estos se basan en parámetros de margen de solvencia dados, lo cual pone en tela de juicio la necesidad de decidir entre el cálculo de uno u otro (Rojas Yanguas, 1997).

Dado que este trabajo busca determinar los parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros, se considera necesario fijar una proporción de la prima básica, la cual será entendida como el recargo de seguridad preestablecido para el tratamiento de los datos. Por ello, en la presente investigación, el recargo de seguridad se determinará como una proporción fija del 10% de las primas básicas, identificando este valor con la desviación estándar del índice de siniestralidad observado para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario en los periodos de 1992 a 2023.

### 7.1.4. Probabilidad de Quiebra

Algo que no puede ser pasado por alto y que merece ser explicado es la relación inversa que existe entre la probabilidad de quiebra y el margen de solvencia de cada aseguradora. Esto responde al

hecho de que, disminuir la probabilidad de quiebra de una compañía de seguros implica mayores requerimientos de solvencia, es decir, montos más elevados de margen de solvencia. Sin embargo, dado que en la distribución los siniestros tienden al infinito, el margen de solvencia puede aumentar de manera desproporcionada, haciendo que dicha disminución sea nada rentable e, irónicamente, pueda llevar a la empresa a la quiebra.

Por tanto, al ser el margen de solvencia un instrumento que minimiza la probabilidad de quiebra, se considera necesario fijar una probabilidad de quiebra que sirva para el tratamiento de la distribución de probabilidades que permitirá el cálculo de los parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros, constituyéndose una variable de decisión.

Considerando que existen estudios de margen de solvencia a nivel internacional que aceptan una probabilidad de quiebra por debajo de 1%, que probabilidades inferiores al 0,5% podrían determinar problemas de rentabilidad, y que este estudio corresponde a un análisis de mercado agregado que podría servir como base para una legislación, se considerará únicamente el criterio de "solvencia". Por lo tanto, el presente trabajo pretende determinar los parámetros de margen de solvencia referidos a una "solvencia mínima" que deba contemplar el mercado de seguros en su conjunto, por lo cual se fija la probabilidad de quiebra en su límite inferior de solvencia de 1%.

Sin embargo, cabe aclarar que de igual manera se determinarán parámetros con probabilidades de quiebra inferiores, sobre todo por temas de comparación con trabajos previos y con los actuales parámetros de margen de solvencia insertos en la normativa, mismos que contemplan distintas probabilidades de quiebra.

### 7.1.5. Función de Distribución de Probabilidades "Gamma"

Tal como se ha indicado previamente, los estudios que propiciaron la creación de la metodología utilizada para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia en Bolivia en 1997, concluyeron que la "función característica del riesgo" responde a una distribución de probabilidades de tipo "Gamma", representando la variable aleatoria siniestros.

> "La distribución gamma es una distribución de probabilidad continua definida por dos parámetros característicos, $\alpha$ y $\lambda$. Es decir, la distribución gamma depende del valor de sus dos parámetros: $\alpha$ es el parámetro de forma y $\lambda$ es el parámetro de escala" (Academia Balderix, 2024).

El parámetro de forma "$\beta$" (que no cambia más que en el nombre con respecto a "$\alpha$") determina la configuración de la distribución gamma. Cuando este parámetro es menor a 1, la distribución gamma se aproxima al eje y transcurre sin tocarlo (asintótica). Al aumentar el parámetro de forma por encima de 1, el gráfico se muestra más extendido y la dispersión general disminuye.

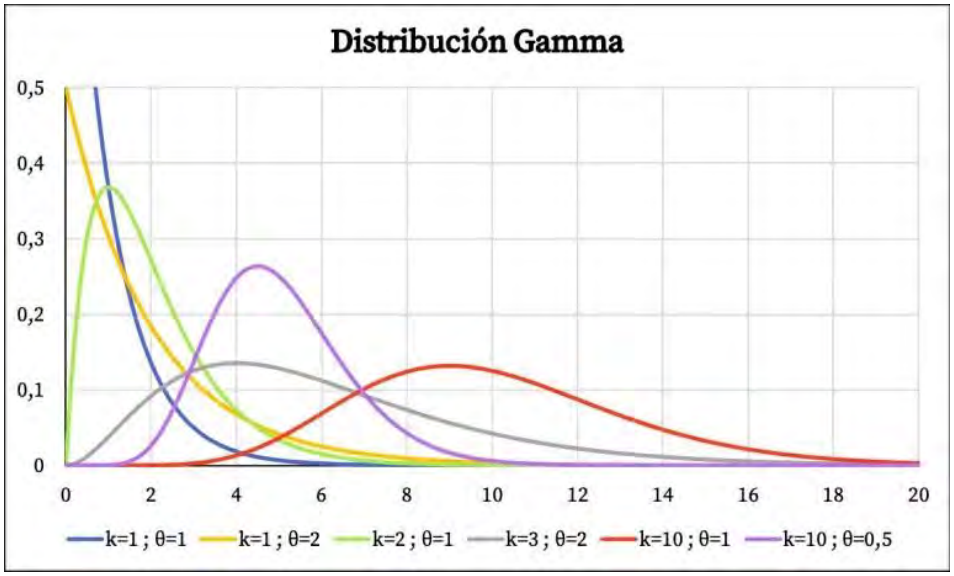
El segundo parámetro que influye en una distribución gamma es el parámetro de escala "$\theta$" (entendiéndose como $\lambda$). En estudios de tasas, este parámetro puede interpretarse como el tiempo promedio entre la ocurrencia de eventos. Se puede asumir que la probabilidad de observar un número determinado de eventos en un periodo específico disminuye a medida que aumenta el tiempo promedio entre eventos. Dados los factores $\beta$ y $\theta$ conocidos, es posible evaluar las probabilidades utilizando los cálculos pertenecientes a la distribución gamma y obteniendo de esta manera resultados relevantes de esta función de distribución de probabilidades (Ricardo, 2020).

Los gráficos de la función gamma presentan ciertas consideraciones, de entre las cuales destacan:

- Las formas reales de la distribución gamma pueden ser bastante variables, existiendo un número infinito de patrones de esta distribución.
- Su función de densidad está definida para valores de x entre 0 e infinito, lo que constituye una de las propiedades más básicas de la función gamma. Cuando x es negativo, la función gamma es efectivamente igual a cero.
- Las distintas funciones gamma suelen presentar sesgos a la derecha, esto significa que la concentración de datos de la función de distribución de probabilidades generalmente se encontrará en el lado izquierdo del gráfico.

Gráficamente, la función de distribución gamma presenta las siguientes formas con distintos parámetros de forma y escala que están representados por los símbolos $k$ y $\theta$:

GRÁFICO 22. Distribuciones Gamma Con Distintos Parámetros de Forma y Escala




Fuente: Distribución Gamma (probabilidadyestadistica.net) (Academia Balderix, 2024)

La distribución gamma presenta una función de densidad con dominio para todos los valores positivos, misma que se define como:

$$f(s) = \frac{\beta * \theta}{\Gamma(\beta)} * (\beta * \theta * s)^{\beta-1} * e^{(-\beta*\theta*s)}$$

En la cual, $\Gamma(\beta)$ se define como:

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} x^{\beta-1} * e^{-x}\, dx$$

Y en donde el valor esperado y la varianza de la variable aleatoria "x" con distribución gamma son representados respectivamente de la siguiente manera:

$$E(x) = \frac{1}{\theta}$$

$$V(x) = \frac{1}{\beta * \theta^2}$$

Una vez hallados los parámetros de forma y escala a partir de la esperanza matemática y la varianza de las muestras previamente tratadas, estos pueden ser insertados en la función de densidad de la distribución gamma y en su definición. Posteriormente, teniendo ya determinada la probabilidad de quiebra, se reemplaza la función de densidad en la ecuación final presentada en el marco teórico, en donde se pretende encontrar la "cola" superior de la integral que es representada por la variable "$a$". Este valor, que es el objetivo final del cálculo, se determina mediante aproximaciones sucesivas para finalmente ser utilizado en la ecuación del parámetro de margen de solvencia base siniestros, y el producto de este valor por el índice de siniestralidad promedio de la muestra permite obtener el parámetro de margen de solvencia base primas.

## 7.2. Determinación de las Muestras Actualizadas Para los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario

Tanto en cuanto se tuvo presente en puntos previos, la acción inicial para determinar los márgenes de solvencia implica estimar las muestras siniestrales exentas del efecto inflacionario y del crecimiento de la cartera. Por ello, en primer lugar, se deflactará la serie de "primas netas retenidas", aislándolas del efecto de la inflación, para luego determinar el crecimiento de la cartera mediante un índice de crecimiento.

El término "deflactar" hace alusión a eliminar de un valor monetario los efectos producidos por el incremento de los precios (inflación) que sufrió a través de los años. Consiste en convertir una magnitud expresada en términos nominales en otra expresada en términos reales (Redes Sociales, 2023).

Una vez obtenida la serie real de primas a partir de la serie nominal, es necesario determinar el crecimiento (incremento en el número de pólizas suscritas) que experimentó dicha serie a través de los años, tomando como base bien el primer o último año de estudio. En este caso, el año base fue fijado en 2023, el último año de estudio, contando así con una muestra actualizada y representativa de la gestión más reciente, de la cual se obtienen los datos para, de esta forma, acercar lo más posible dicha muestra a la realidad actual del mercado de seguros.

El resultado del crecimiento de la cartera permitirá precisar un "factor", mismo que será la base para aislar el efecto del crecimiento en la serie siniestral (luego de haberla deflactado), atribuido al simple crecimiento de la cartera (Rojas Yanguas, 1997). Este factor se define como:

$$Factor = \frac{1}{índice\ de\ crecimiento\ de\ primas} * 100$$

El producto de este factor por la serie real de siniestros da como resultado la serie de siniestros actualizada, misma que será el pilar para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia.

### 7.2.1. Determinación del "Factor" de Actualización a Partir de la Producción Neta Retenida en el Ramo de Automotores

A continuación, se presenta la muestra correspondiente a la producción del ramo de seguros de automotores, misma en donde se exhiben las cifras nominales, las cifras reales, el deflactor proveniente del IPC, el índice de crecimiento y el factor que servirá para la actualización de la serie siniestral.

TABLA 4. Determinación del "Factor" de Actualización de la Muestra Siniestral a Partir de la Muestra de Producción del Seguro de Automotores Entre las Gestiones 1992-2023
(en miles de Bs.)

| Año | Deflactor | PRODUCCIÓN NETA RETENIDA - AUTOMOTORES | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Primas nominales | Primas reales | Índice de crecimiento | Factor |
| **1992** | 22,769785 | 45.134,10 | 198.219,26 | 43,072230 | **2,321682** |
| **1993** | 24,710991 | 54.461,50 | 220.393,83 | 47,890672 | **2,088089** |
| **1994** | 26,657100 | 63.422,90 | 237.921,23 | 51,699304 | **1,934262** |
| **1995** | 29,373449 | 75.217,80 | 256.074,12 | 55,643852 | **1,797144** |
| **1996** | 33,024629 | 92.402,70 | 279.799,36 | 60,799248 | **1,644757** |
| **1997** | 34,579843 | 120.063,10 | 347.205,45 | 75,446315 | **1,325446** |
| **1998** | 37,233392 | 152.201,00 | 408.775,54 | 88,825241 | **1,125806** |
| **1999** | 38,037823 | 134.818,68 | 354.433,22 | 77,016879 | **1,298417** |
| **2000** | 39,788162 | 110.750,22 | 278.349,68 | 60,484240 | **1,653323** |
| **2001** | 40,423153 | 79.265,00 | 196.088,12 | 42,609141 | **2,346914** |
| **2002** | 40,796156 | 87.815,00 | 215.253,12 | 46,773617 | **2,137957** |
| **2003** | 42,158080 | 92.415,69 | 219.212,29 | 47,633928 | **2,099344** |
| **2004** | 44,028544 | 94.183,91 | 213.915,58 | 46,482974 | **2,151325** |
| **2005** | 46,405174 | 89.167,85 | 192.150,66 | 41,753548 | **2,395006** |
| **2006** | 48,391480 | 110.044,61 | 227.404,93 | 49,414154 | **2,023712** |
| **2007** | 52,603603 | 109.772,57 | 208.678,81 | 45,345045 | **2,205313** |
| **2008** | 59,972829 | 141.240,08 | 235.506,78 | 51,174654 | **1,954092** |
| **2009** | 61,979177 | 152.914,00 | 246.718,35 | 53,610881 | **1,865293** |
| **2010** | 63,529717 | 172.949,00 | 272.233,23 | 59,155160 | **1,690470** |
| **2011** | 69,808736 | 200.936,26 | 287.838,27 | 62,546072 | **1,598821** |
| **2012** | 72,962234 | 254.885,00 | 349.338,26 | 75,909766 | **1,317354** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **2013** | 77,147862 | 317.010,00 | 410.912,23 | 89,289536 | **1,119952** |
| **2014** | 81,595128 | 285.560,00 | 349.971,87 | 76,047447 | **1,314969** |
| **2015** | 84,908773 | 305.401,00 | 359.681,33 | 78,157271 | **1,279471** |
| **2016** | 87,986299 | 319.728,00 | 363.383,85 | 78,961814 | **1,266435** |
| **2017** | 90,469666 | 342.479,00 | 378.556,72 | 82,258816 | **1,215675** |
| **2018** | 92,524805 | 370.997,00 | 400.970,31 | 87,129198 | **1,147721** |
| **2019** | 94,226595 | 370.750,00 | 393.466,41 | 85,498631 | **1,169609** |
| **2020** | 95,114109 | 336.036,00 | 353.297,74 | 76,770145 | **1,302590** |
| **2021** | 95,814447 | 363.389,00 | 379.263,26 | 82,412346 | **1,213410** |
| **2022** | 97,487910 | 385.537,00 | 395.471,60 | 85,934351 | **1,163679** |
| **2023** | 100,000000 | 460.202,00 | 460.202,00 | 100,000000 | **1,000000** |

Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Cabe aclarar que el deflactor utilizado para ajustar el efecto de la inflación en el presente estudio corresponde al Índice de Precios al Consumidor (IPC) con base en 2016, publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), mismo que fue tratado para ser llevado a una base 2023, que corresponde al último año de estudio disponible a fecha de realizado este trabajo.

### 7.2.2. Determinación del "Factor" de Actualización a Partir de la Producción Neta Retenida en el Ramo de Desgravamen Hipotecario

A continuación, se presenta la muestra correspondiente a la producción del ramo de seguros de desgravamen hipotecario, misma en donde se exhiben las cifras nominales, las cifras reales, el deflactor proveniente del IPC, el índice de crecimiento y el factor que servirá para la actualización de la serie siniestral.

TABLA 5. Determinación del "Factor" de Actualización de la Muestra Siniestral a Partir de la Muestra de Producción del Seguro de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992 - 2023 (en miles de Bs.)

| **Año** | **Deflactor** | PRODUCCIÓN NETA RETENIDA - DESGRAVAMEN HIPOTECARIO | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Primas nominales** | **Primas reales** | **Índice de crecimiento** | **Factor** |
| **1992** | 22,769785 | 80,50 | 353,54 | 0,041180 | **2.428,384843** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **1993** | 24,710991 | 978,70 | 3.960,59 | 0,461323 | **216,767936** |
| **1994** | 26,657100 | 1.746,00 | 6.549,85 | 0,762916 | **131,075983** |
| **1995** | 29,373449 | 413,20 | 1.406,71 | 0,163852 | **610,308042** |
| **1996** | 33,024629 | 4.127,10 | 12.497,04 | 1,455635 | **68,698526** |
| **1997** | 34,579843 | 1.139,80 | 3.296,14 | 0,383929 | **260,464672** |
| **1998** | 37,233392 | 9.173,84 | 24.638,74 | 2,869882 | **34,844634** |
| **1999** | 38,037823 | 19.613,62 | 51.563,47 | 6,006032 | **16,649928** |
| **2000** | 39,788162 | 21.905,01 | 55.054,09 | 6,412615 | **15,594263** |
| **2001** | 40,423153 | 27.782,00 | 68.727,94 | 8,005323 | **12,491688** |
| **2002** | 40,796156 | 30.088,00 | 73.752,05 | 8,590523 | **11,640735** |
| **2003** | 42,158080 | 28.908,58 | 68.571,86 | 7,987143 | **12,520121** |
| **2004** | 44,028544 | 32.790,18 | 74.474,81 | 8,674710 | **11,527763** |
| **2005** | 46,405174 | 43.568,09 | 93.886,27 | 10,935726 | **9,144341** |
| **2006** | 48,391480 | 57.627,31 | 119.085,65 | 13,870911 | **7,209332** |
| **2007** | 52,603603 | 63.413,89 | 120.550,47 | 14,041530 | **7,121731** |
| **2008** | 59,972829 | 104.166,65 | 173.689,74 | 20,231109 | **4,942883** |
| **2009** | 61,979177 | 97.623,00 | 157.509,35 | 18,346443 | **5,450648** |
| **2010** | 63,529717 | 123.167,00 | 193.873,05 | 22,582030 | **4,428300** |
| **2011** | 69,808736 | 146.138,58 | 209.341,39 | 24,383758 | **4,101091** |
| **2012** | 72,962234 | 198.038,00 | 271.425,35 | 31,615201 | **3,163035** |
| **2013** | 77,147862 | 290.795,00 | 376.932,03 | 43,904454 | **2,277673** |
| **2014** | 81,595128 | 269.015,00 | 329.694,93 | 38,402350 | **2,604007** |
| **2015** | 84,908773 | 319.413,00 | 376.183,74 | 43,817295 | **2,282204** |
| **2016** | 87,986299 | 315.166,00 | 358.198,95 | 41,722454 | **2,396791** |
| **2017** | 90,469666 | 405.723,00 | 448.463,02 | 52,236272 | **1,914379** |
| **2018** | 92,524805 | 592.147,00 | 639.987,30 | 74,544721 | **1,341477** |
| **2019** | 94,226595 | 678.220,00 | 719.775,56 | 83,838332 | **1,192772** |
| **2020** | 95,114109 | 728.757,00 | 766.192,32 | 89,244884 | **1,120512** |
| **2021** | 95,814447 | 692.560,00 | 722.813,75 | 84,192216 | **1,187758** |
| **2022** | 97,487910 | 865.233,00 | 887.528,51 | 103,377934 | **0,967324** |
| **2023** | 100,000000 | 858.528,00 | 858.528,00 | 100,000000 | **1,000000** |

Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

### 7.2.3. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Ramo de Automotores

A partir del factor proveniente de la muestra de la producción neta retenida, es posible actualizar la muestra siniestral del ramo de automotores, previamente siendo deflactada para ajustar el efecto de la inflación.

TABLA 6. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Seguro de Automotores Entre las Gestiones 1992 - 2023 (en miles de Bs.)

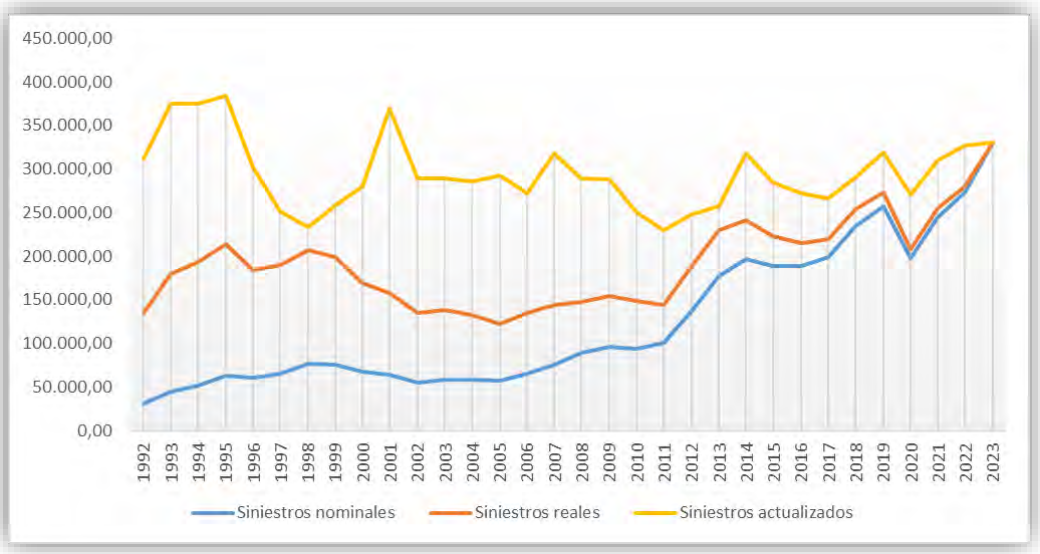
| Año | Deflactor | SINIESTROS NETOS - AUTOMOTORES | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Siniestros nominales | Siniestros reales | Siniestros actualizados |
| **1992** | 22,769785 | 30.655,60 | 134.632,80 | **312.574,49** |
| **1993** | 24,710991 | 44.431,10 | 179.802,99 | **375.444,69** |
| **1994** | 26,657100 | 51.644,90 | 193.737,88 | **374.739,82** |
| **1995** | 29,373449 | 62.739,90 | 213.593,92 | **383.858,97** |
| **1996** | 33,024629 | 60.709,30 | 183.830,38 | **302.356,33** |
| **1997** | 34,579843 | 65.663,80 | 189.890,39 | **251.689,42** |
| **1998** | 37,233392 | 76.965,42 | 206.710,74 | **232.716,21** |
| **1999** | 38,037823 | 75.831,37 | 199.357,81 | **258.849,50** |
| **2000** | 39,788162 | 67.519,48 | 169.697,41 | **280.564,68** |
| **2001** | 40,423153 | 63.652,00 | 157.464,22 | **369.555,01** |
| **2002** | 40,796156 | 55.204,00 | 135.316,67 | **289.301,27** |
| **2003** | 42,158080 | 58.093,75 | 137.799,80 | **289.289,18** |
| **2004** | 44,028544 | 58.411,88 | 132.668,20 | **285.412,46** |
| **2005** | 46,405174 | 56.651,43 | 122.079,99 | **292.382,31** |
| **2006** | 48,391480 | 65.026,00 | 134.374,89 | **271.936,04** |
| **2007** | 52,603603 | 75.745,42 | 143.992,84 | **317.549,22** |
| **2008** | 59,972829 | 88.742,04 | 147.970,41 | **289.147,84** |
| **2009** | 61,979177 | 95.784,00 | 154.542,23 | **288.266,53** |
| **2010** | 63,529717 | 94.251,00 | 148.357,34 | **250.793,58** |
| **2011** | 69,808736 | 100.396,10 | 143.815,95 | **229.936,03** |
| **2012** | 72,962234 | 137.476,00 | 188.420,77 | **248.216,77** |
| **2013** | 77,147862 | 176.949,00 | 229.363,45 | **256.876,07** |
| **2014** | 81,595128 | 197.029,00 | 241.471,52 | **317.527,45** |
| **2015** | 84,908773 | 188.999,00 | 222.590,66 | **284.798,41** |
| **2016** | 87,986299 | 189.067,00 | 214.882,32 | **272.134,48** |
| **2017** | 90,469666 | 198.658,00 | 219.585,20 | **266.944,28** |
| **2018** | 92,524805 | 234.309,00 | 253.239,12 | **290.647,82** |
| **2019** | 94,226595 | 256.958,00 | 272.702,20 | **318.955,05** |
| **2020** | 95,114109 | 197.477,00 | 207.621,14 | **270.445,16** |
| **2021** | 95,814447 | 244.627,00 | 255.313,27 | **309.799,79** |
| **2022** | 97,487910 | 273.579,00 | 280.628,64 | **326.561,66** |
| **2023** | 100,000000 | 329.854,00 | 329.854,00 | **329.854,00** |

Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

Cabe señalar que esta serie “actualizada” representa una aproximación lo más fiel posible a una muestra de siniestralidad de corte transversal a 2023, ya que, si bien parte de series históricas, el

descuento de los efectos temporales (inflación y crecimiento de cartera) permite obtener una muestra que se aproxima a un escenario contrafactual.

GRÁFICO 23. Comparación de las Muestras Siniestrales Con y Sin Descuento Por Crecimiento de Cartera en el Ramo de Automotores




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

De acuerdo con la comparación gráfica de las distintas muestras siniestrales en el ramo de automotores, la siniestralidad real es menor que la actualizada en todos los periodos previos al último, debido a que esta refleja un menor número primas retenidas en cada año; es decir, sin considerar el ajuste por el crecimiento de la cartera en el último año de estudio. Por ello, la siniestralidad actualizada coincide con la siniestralidad real en este último año, que es el periodo base para el crecimiento de la cartera. Esto también explica por qué la serie siniestral actualizada representa una aproximación lo más fiel posible a una muestra de corte transversal a 2023, ya que esta equipara el volumen de siniestralidad como si en cada año existiera el mismo volumen de primas, considerando únicamente las variaciones de siniestralidad propias de cada año y, por supuesto, ya habiendo sido eliminado el efecto de la inflación.

### 7.2.4. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Ramo de Desgravamen Hipotecario

A partir del factor proveniente de la muestra de la producción neta retenida, es posible actualizar la muestra siniestral del ramo de desgravamen hipotecario, previamente siendo deflactada para ajustar el efecto de la inflación.

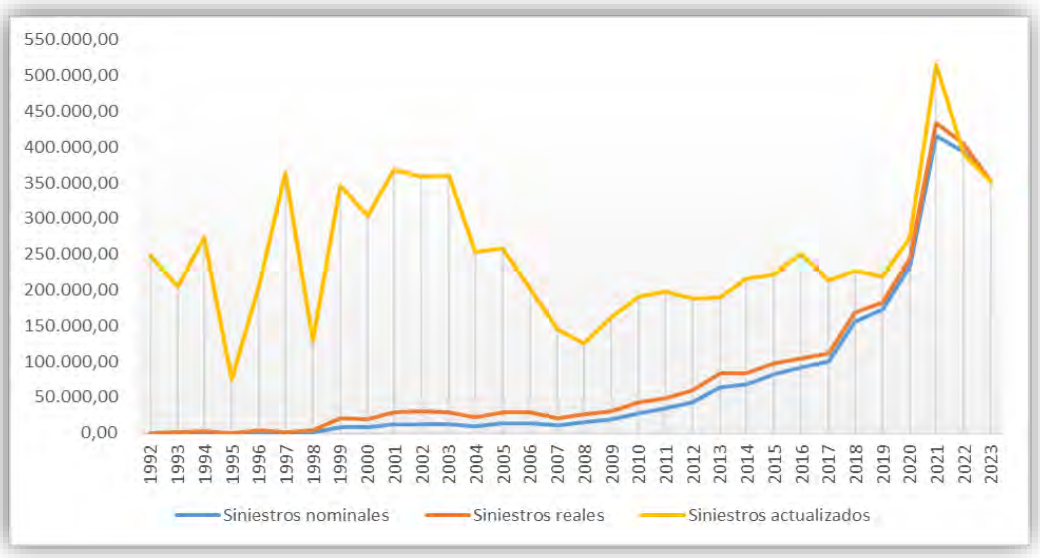
TABLA 7. Determinación de la Muestra Siniestral Actualizada del Seguro de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992 - 2023 (en miles de Bs.)

| Año | Deflactor | SINIESTROS NETOS - DESGRAVAMEN HIPOTECARIO | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Siniestros nominales | Siniestros reales | Siniestros actualizados |
| **1992** | 22,769785 | 23,20 | 101,89 | **247.426,70** |
| **1993** | 24,710991 | 234,00 | 946,95 | **205.267,76** |
| **1994** | 26,657100 | 556,00 | 2.085,75 | **273.391,51** |
| **1995** | 29,373449 | 35,80 | 121,88 | **74.383,60** |
| **1996** | 33,024629 | 990,60 | 2.999,58 | **206.066,69** |
| **1997** | 34,579843 | 482,50 | 1.395,32 | **363.431,97** |
| **1998** | 37,233392 | 1.387,72 | 3.727,08 | **129.868,90** |
| **1999** | 38,037823 | 7.891,44 | 20.746,30 | **345.424,36** |
| **2000** | 39,788162 | 7.768,95 | 19.525,77 | **304.490,03** |
| **2001** | 40,423153 | 11.897,00 | 29.431,15 | **367.644,79** |
| **2002** | 40,796156 | 12.555,00 | 30.774,96 | **358.243,12** |
| **2003** | 42,158080 | 12.119,82 | 28.748,51 | **359.934,82** |
| **2004** | 44,028544 | 9.709,62 | 22.053,01 | **254.221,87** |
| **2005** | 46,405174 | 13.102,85 | 28.235,75 | **258.197,30** |
| **2006** | 48,391480 | 13.599,95 | 28.104,02 | **202.611,19** |
| **2007** | 52,603603 | 10.699,44 | 20.339,74 | **144.854,18** |
| **2008** | 59,972829 | 15.194,60 | 25.335,81 | **125.231,92** |
| **2009** | 61,979177 | 18.419,00 | 29.718,05 | **161.982,60** |
| **2010** | 63,529717 | 27.432,00 | 43.179,79 | **191.213,07** |
| **2011** | 69,808736 | 33.668,88 | 48.230,18 | **197.796,34** |
| **2012** | 72,962234 | 43.224,00 | 59.241,61 | **187.383,30** |
| **2013** | 77,147862 | 63.994,00 | 82.949,80 | **188.932,55** |
| **2014** | 81,595128 | 67.516,00 | 82.745,14 | **215.468,94** |
| **2015** | 84,908773 | 82.163,00 | 96.766,21 | **220.840,22** |
| **2016** | 87,986299 | 91.888,00 | 104.434,44 | **250.307,52** |
| **2017** | 90,469666 | 100.658,00 | 111.261,60 | **212.996,83** |
| **2018** | 92,524805 | 156.305,00 | 168.933,08 | **226.619,77** |
| **2019** | 94,226595 | 172.299,00 | 182.856,02 | **218.105,51** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **2020** | 95,114109 | 232.224,00 | 244.153,05 | **273.576,52** |
| **2021** | 95,814447 | 415.593,00 | 433.747,74 | **515.187,46** |
| **2022** | 97,487910 | 393.765,00 | 403.911,62 | **390.713,57** |
| **2023** | 100,000000 | 351.376,00 | 351.376,00 | **351.376,00** |

Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

GRÁFICO 24. Comparación de las Muestras Siniestrales Con y Sin Descuento Por Crecimiento de Cartera en el Ramo de Desgravamen Hipotecario




Fuente: Elaboración propia en base a los anuarios estadísticos de la APS

De acuerdo con la comparación gráfica de las distintas muestras siniestrales en el ramo de desgravamen hipotecario, el comportamiento de la siniestralidad real y la actualizada es similar al observado en la comparación previa del ramo de automotores. Sin embargo, existe una excepción en 2022, único periodo en el que la siniestralidad real supera a la actualizada. Esto se debe a dos motivos: en primer lugar, el efecto rebote provocado por la pandemia mundial por el virus COVID-19, mismo que afectó a todos los mercados a nivel global y que propició un incremento repentino en la cartera como resultado del decrecimiento en la gestión previa, el cual se redujo ligeramente en el periodo actual; en segundo lugar, dado que el nivel de primas retenidas fue mayor en 2022 y al ajustar los datos tomando como año base 2023, el factor de crecimiento en el año con mayor volumen de primas resulta negativo respecto al año base, lo cual, sumado a que los niveles de

cartera en los últimos años se encuentran más cercanos al nivel del año base que en los primeros periodos, determina que la siniestralidad ajustada (actualizada) a un mismo nivel de cartera sea menor que la siniestralidad real únicamente en ese periodo, ya que es el único en el que el volumen de cartera supera al del año base. Por supuesto que ambas muestras de siniestralidad coinciden en el periodo base de la actualización.

Estas muestras siniestrales suponen la base para el cálculo de los parámetros de forma ($\beta$) y de escala ($\theta$), mismos que definen la función de densidad de la distribución de probabilidades gamma, la cual propiciará el cálculo de los parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros.

### 7.3. Determinación de la Distribución de Probabilidades que Gobierna la Siniestralidad en los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario en el Mercado Asegurador Boliviano

Una vez obtenidas las muestras correspondientes a los siniestros actualizados de los seguros de automotores y desgravamen hipotecario de los últimos treinta y dos años junto con su tratamiento correspondiente, el siguiente paso consiste en la determinar la distribución de probabilidades que gobierna la siniestralidad de los mismos; distribución que ya se estableció, sigue una función de probabilidades de tipo "gamma". Por ello, lo que se hará a continuación será determinar los estadígrafos necesarios para el cálculo de los parámetros de forma y escala. Entiéndase por estadígrafo a un tipo de función estadística que se vale de la información recolectada para su inferencia en la obtención de una conclusión en forma de un número real (El Pensante, 2016).

Seguidamente, una vez obtenidos los estadígrafos, es factible determinar la función de probabilidades para cada ramo objeto de la investigación. Asimismo, estas funciones se representarán gráficamente para facilitar la visualización de los datos.

### 7.3.1. Distribución de Probabilidades Gamma del Seguro de Automotores

De la muestra siniestral actualizada perteneciente al ramo de automotores de los últimos treinta y dos años, se pueden obtener los siguientes estadígrafos, que cabe aclarar, se encuentran expresados en miles de bolivianos:

$$Media = E(s) = 294.972{,}64$$

$$Varianza = V(s) = 1.631.552.640{,}54$$

$$Desviación\ estándar = \sigma = 40.392{,}48$$

A partir de los estadígrafos conseguidos es posible calcular los parámetros de forma y de escala, mismos que fueron definidos en puntos previos:

$$\beta = \frac{E(s)^2}{V(s)} = 53{,}328870$$

$$\theta = \frac{1}{E(s)} = 0{,}000003$$

Hallados los parámetros de forma y de escala, la función gamma que distribuye la siniestralidad del seguro de automotores en Bolivia presenta la siguiente forma:

$$f(s) = \frac{\beta * \theta}{\Gamma(\beta)} * (\beta * \theta * s)^{\beta-1} * e^{(-\beta*\theta*s)}$$

Reemplazando:

$$f(s) = \frac{53{,}32887 * 0{,}000003}{\Gamma(\beta)} * (53{,}32887 * 0{,}000003 * s)^{53{,}32887-1} * e^{(-53{,}32887*0{,}000003*s)}$$

En la cual $\Gamma(\beta)$ se define:

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} x^{\beta-1} * e^{-x}\, dx$$

Reemplazando:

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} x^{53,32887-1} * e^{-x}\, dx$$

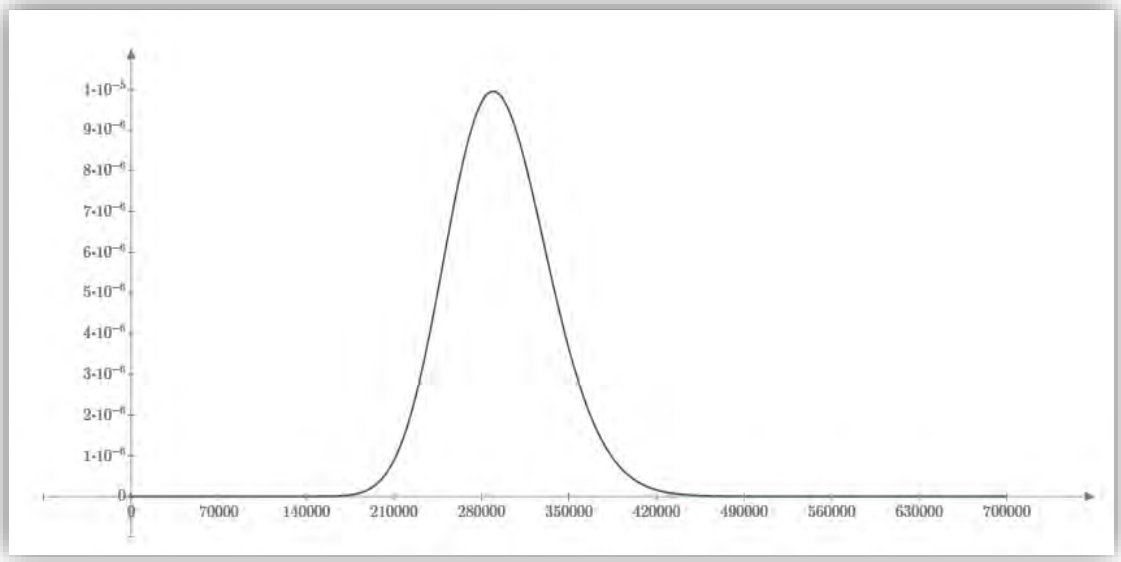
$$\Gamma(\beta) = (2.970341211409 * 10^{68})$$

Con todo esto, la función gamma que distribuye la siniestralidad en Bolivia en el ramo de seguros de automotores fue definida como:

$$f(s) = \frac{53,32887 * 0,000003}{2.9703412114 * 10^{68}} * (53,32887 * 0,000003 * s)^{53,32887-1} * e^{(-53,32887*0,000003*s)}$$

Cuya representación gráfica se presenta a continuación:

GRÁFICO 25. Distribución de Probabilidades Gamma que Gobierna la Siniestralidad en Bolivia en el Ramo de Seguros de Automotores




Fuente: Elaboración propia en el software matemático PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

Función "gamma" de esperanza matemática igual a la media muestral (P): **294.972,64**; varianza: **1.631.552.640,54** y desviación estándar: **40.392,48**; expresados en miles de Bs. Actualizados.

### 7.3.2. Distribución de Probabilidades Gamma del Seguro de Desgravamen Hipotecario

De la muestra siniestral actualizada perteneciente al ramo de desgravamen hipotecario de los últimos treinta y dos años, se pueden obtener los siguientes estadígrafos, que cabe aclarar, se encuentran expresados en miles de bolivianos:

$$Media = E(s) = 250.724{,}72$$

$$Varianza = V(s) = 8.670.653.985{,}05$$

$$Desviación\ estándar = \sigma = 93.116{,}35$$

A partir de los estadígrafos conseguidos es posible calcular los parámetros de forma y de escala, mismos que fueron definidos en puntos previos:

$$\beta = \frac{E(s)^2}{V(s)} = 7{,}250074$$

$$\theta = \frac{1}{E(s)} = 0{,}000004$$

Hallados los parámetros de forma y de escala, la función gamma que distribuye la siniestralidad del seguro de desgravamen hipotecario en Bolivia presenta la siguiente forma:

$$f(s) = \frac{\beta * \theta}{\Gamma(\beta)} * (\beta * \theta * s)^{\beta-1} * e^{(-\beta*\theta*s)}$$

Reemplazando:

$$f(s) = \frac{7{,}250074 * 0{,}000004}{\Gamma(\beta)} (\,7{,}250074 * 0{,}000004 * s)^{7{,}250074-1} * e^{(-7{,}250074*0{,}000004*s)}$$

En la cual $\Gamma(\beta)$ se define:

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} x^{\beta-1} * e^{-x}\, dx$$

Reemplazando:

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} x^{7,250074\,-1} * e^{-x}\, dx$$

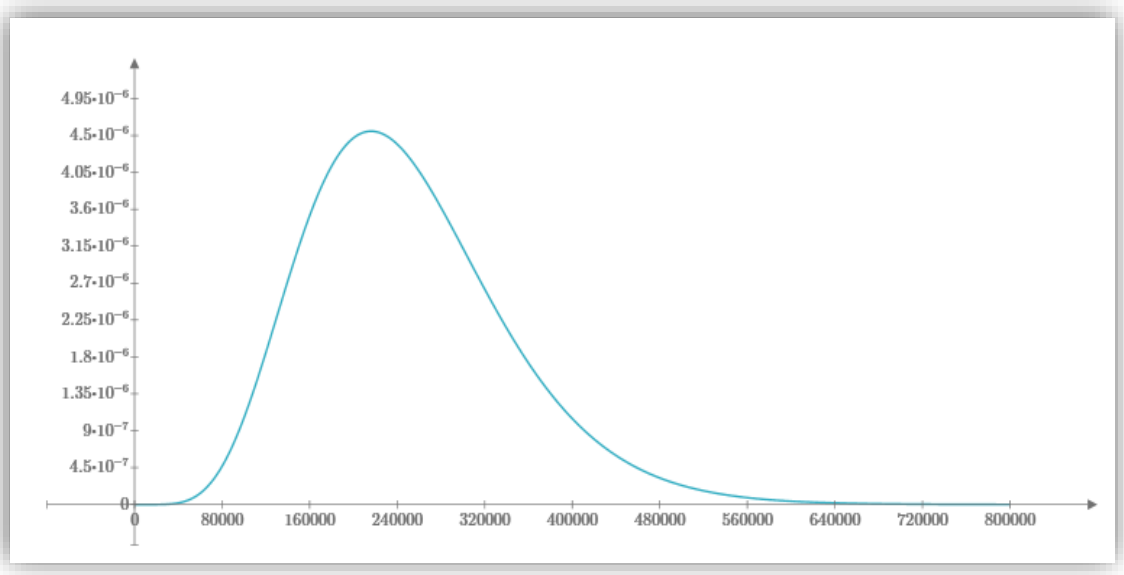
$$\Gamma(\beta) = (1.155544409511 * 10^3)$$

Con todo esto, la función gamma que distribuye la siniestralidad en Bolivia en el ramo de seguros de desgravamen hipotecario fue definida como:

$$f(s) = \frac{7,250074 * 0,000004}{1.1555444095 * 10^{68}} * (7,250074 * 0,000004 * s)^{7,250074-1} * e^{(-7,250074*0,000004*s)}$$

Cuya representación gráfica se presenta a continuación:

GRÁFICO 26. Distribución de Probabilidades Gamma que Gobierna la Siniestralidad en Bolivia en el Ramo de Seguros de Desgravamen Hipotecario




Fuente: Elaboración propia en el software matemático PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

Función "gamma" de esperanza matemática igual a la media muestral (P): **250.724,72**; varianza: **8.670.653.985,05** y desviación estándar: **93.116,35**; expresados en miles de Bs. Actualizados.

## 7.4. Determinación de los Parámetros de Margen de Solvencia Para los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario

Para el cálculo de los parámetros de margen de solvencia propiamente dichos, se hará uso de toda la teoría desarrollada a lo largo de la investigación. Este proceso comienza en el punto 5.3.2, donde se estableció una fórmula que, una vez determinada la función de probabilidades gamma en el punto anterior, será de utilidad para encontrar el valor de la siniestralidad "a", mismo que se determina a partir de la "cola superior" de la integral y representa la probabilidad de quiebra que ya anteriormente fue fijada en 1%.

La ecuación a la cual se llegó en el punto referente a las bases teóricas para el cálculo del margen de solvencia se define como:

$$\varphi = 1 - \int_0^{\mathrm{a}} f(s) \cdot ds$$

$$0{,}01 = 1 - \int_0^{\mathrm{a}} f(s) \cdot ds$$

Donde la variable "a" representa el valor buscado, mismo que será encontrado por aproximaciones sucesivas, contemplando un error de aproximación inferior a un diez milésimo, estrictamente por debajo de 1%, es decir:

$$0 \leq [0{,}01 - \varphi] < 1 * 10^{-4}$$

Donde $\varphi$ representa la probabilidad de quiebra elegida.

### 7.4.1. Parámetros de Margen de Solvencia del Ramo de Seguros de Automotores

El parámetro "a" que permite una probabilidad de quiebra del 1% para el ramo de seguros de automotores fue determinado en **396.983,135572** miles de Bs. Actualizados.

Con un recargo de seguridad equivalente a 10% definido en la ecuación del parámetro de margen de solvencia base siniestros reproducida a continuación, es posible el cálculo de este parámetro para el ramo de seguros de automotores:

$$PMS_s = \frac{\text{a}}{E(s)} - 1 - \delta$$

$$PMS_s = \frac{396.983{,}14}{294.972{,}64} - 1 - 0{,}10$$

$$\boldsymbol{PMS_s} = 0{,}2458 = \mathbf{24{,}58}\%$$

Para su conversión a una base primas es necesaria su multiplicación por el índice de siniestralidad promedio de la muestra, como indica la fórmula en el punto 5.3.3.2 y que se presenta a continuación:

$$PMS_P = PMS_S * IS_{PM}$$

Donde $IS_{PM}$ es el índice de siniestralidad promedio de la muestra del ramo de automotores, mismo que asciende a:

$$IS_{PMA} = 0{,}6410 = 64{,}10\%$$

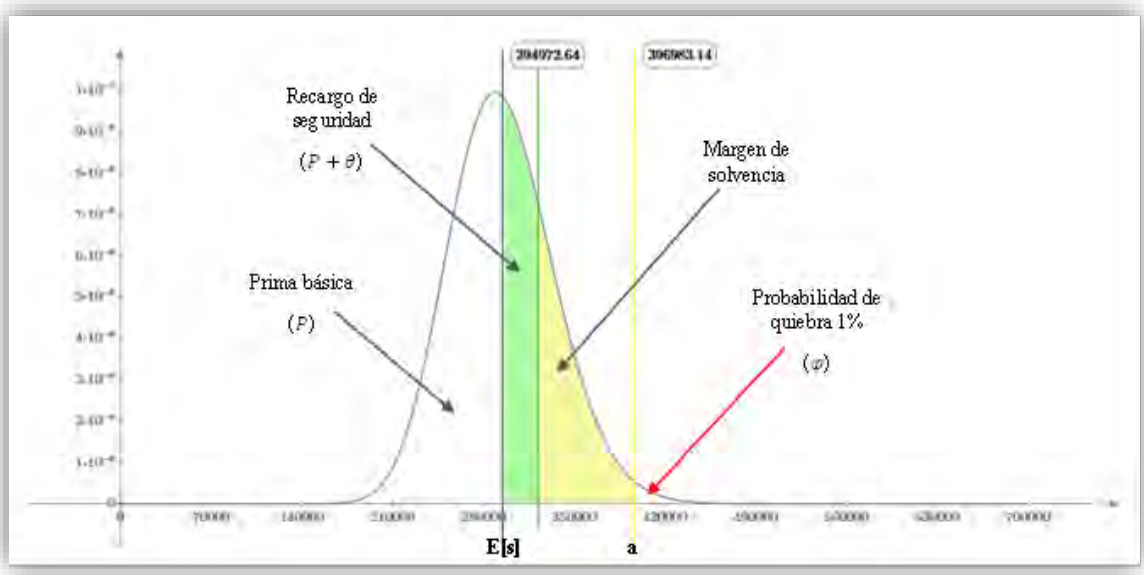
Por tanto, el mencionado parámetro de margen de solvencia base primas resultaría:

$$PMS_P = 0{,}2458 * 0{,}6410$$

$$\boldsymbol{PMS_P} = 0{,}1576 = \mathbf{15{,}76}\%$$

Cuya representación gráfica se presenta a continuación:

GRÁFICO 27. Determinación del Margen de Solvencia en el Ramo de Seguros de Automotores en el Mercado Asegurador Boliviano




Fuente: Elaboración propia en el software matemático PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

#### 7.4.1.1. Probabilidades de quiebra inferiores del ramo de automotores

Adicionalmente, se presentan los parámetros de margen de solvencia calculados a partir de la función gamma estimada para el ramo de seguros en cuestión, considerando probabilidades de quiebra inferiores. Los cálculos se detallan en los anexos y sus resultados se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 8. Parámetros de Margen de Solvencia Correspondientes a Probabilidades de Quiebra Inferiores del Ramo de Automotores

| Probabilidad de quiebra | Automotores | |
|---|---|---|
| | PMSs | PMSp |
| 1% | 24,58% | 15,76% |
| 0,75% | 26,36% | 16,89% |
| 0,67% | 27,04% | 17,33% |
| 0,50% | 28,78% | 18,45% |
| 0,33% | 31,13% | 19,95% |
| 0,25% | 32,75% | 20,99% |

Fuente: Elaboración propia

### 7.4.2. Parámetros de Margen de Solvencia del Ramo de Seguros de Desgravamen Hipotecario

El parámetro "a" que permite una probabilidad de quiebra del 1% para el ramo de seguros de desgravamen hipotecario fue determinado en **516.344,431451** miles de Bs. Actualizados.

Con un recargo de seguridad equivalente a 10% definido en la ecuación del parámetro de margen de solvencia base siniestros reproducida a continuación, es posible el cálculo de este parámetro para el ramo de seguros de desgravamen hipotecario:

$$PMS_s = \frac{\mathrm{a}}{E(s)} - 1 - \delta$$

$$PMS_s = \frac{516.344{,}43}{250.724{,}72} - 1 - 0{,}10$$

$$\boldsymbol{PMS_s} = 0{,}9594 = \mathbf{95{,}94}\%$$

Para su conversión a una base primas es necesaria su multiplicación por el índice de siniestralidad promedio de la muestra, como indica la fórmula en el punto 5.3.3.2 y que se presenta a continuación:

$$PMS_P = PMS_S * IS_{PM}$$

Donde $IS_{PM}$ es el índice de siniestralidad promedio de la muestra del ramo de desgravamen hipotecario, mismo que asciende a:

$$IS_{PMDH} = 0{,}2920 = 29{,}20\%$$

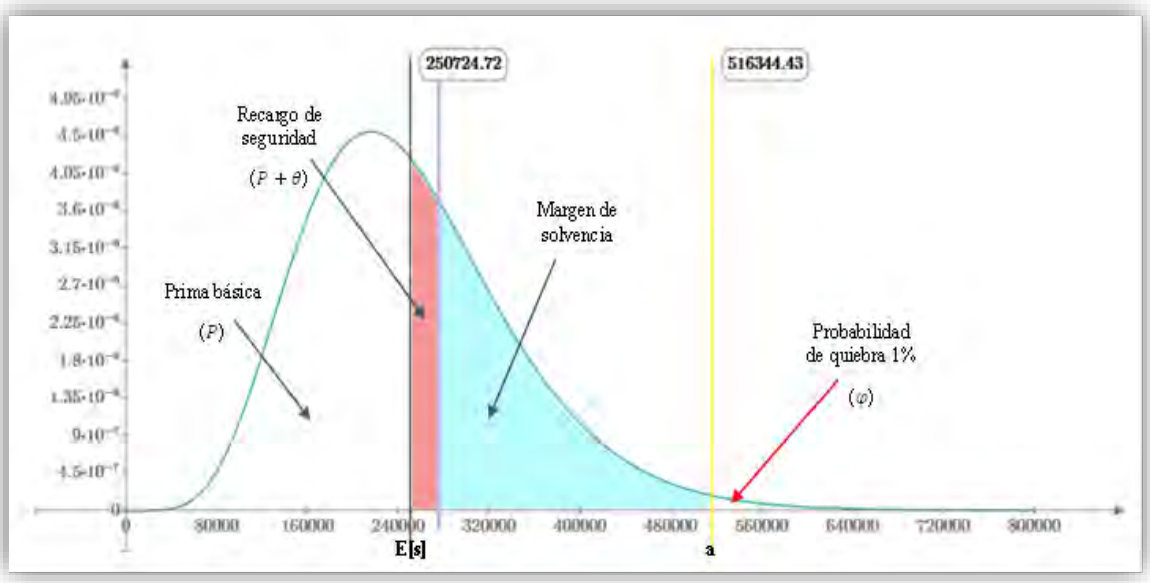
Por tanto, el mencionado parámetro de margen de solvencia base primas resultaría:

$$PMS_P = 0{,}9594 * 0{,}2920$$

$$\boldsymbol{PMS_P} = 0{,}2802 = \mathbf{28{,}02}\%$$

Cuya representación gráfica se presenta a continuación:

GRÁFICO 28. Determinación del Margen de Solvencia en el Ramo de Seguros de Desgravamen Hipotecario en el Mercado Asegurador Boliviano




Fuente: Elaboración propia en el software matemático PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

7.4.2.1. Probabilidades de quiebra inferiores del ramo de desgravamen hipotecario

Adicionalmente, se presentan los parámetros de margen de solvencia calculados a partir de la función gamma estimada para el ramo de seguros en cuestión, considerando probabilidades de quiebra inferiores. Los cálculos se detallan en los anexos y sus resultados se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 9. Parámetros de Margen de Solvencia Correspondientes a Probabilidades de Quiebra Inferiores del Ramo de Desgravamen Hipotecario

| Probabilidad de quiebra | Desgravamen Hipotecario | |
|---|---|---|
| | PMSs | PMSp |
| 1% | 95,94% | 28,02% |
| 0,75% | 102,31% | 29,88% |
| 0,67% | 104,78% | 30,60% |
| 0,50% | 111,12% | 32,45% |
| 0,33% | 119,76% | 34,97% |
| 0,25% | 125,79% | 36,74% |

Fuente: Elaboración propia

### 7.5. Comparación Entre Distintos Parámetros de Margen de Solvencia

A continuación, se realizará una comparación de los parámetros de margen de solvencia calculados por ramos de seguro entre sí, con los parámetros originales calculados en 1997, con los parámetros actualmente establecidos en la Ley de Seguros y con los parámetros recalculados en 2019.

#### 7.5.1. Comparación Entre los Nuevos Parámetros de Margen de Solvencia por Ramos de Seguros

En primera instancia, se hace la comparación de los parámetros de margen de solvencia encontrados en el presente trabajo para ambos ramos de seguro objetos de estudio, considerando distintas probabilidades de quiebra. Primeramente, se advierte la ya explicada relación inversa entre la probabilidad de quiebra elegida y los requerimientos de solvencia, donde la reducción de uno implica necesariamente el incremento del otro. Asimismo, se evidencia una clara diferencia entre los parámetros de ambos ramos: el ramo de automotores presenta parámetros reducidos en comparación con los estimados para el ramo de desgravamen hipotecario, especialmente en lo que respecta al parámetro de margen de solvencia base siniestros; esto se explica por la alta varianza (y, en consecuencia, una alta desviación estándar) que presenta la muestra siniestral elegida; es decir, al existir una mayor variabilidad en los siniestros del ramo de desgravamen hipotecario, la

función de probabilidades se representa gráficamente “más extendida” en comparación con la de automotores, situación que demanda que, para minimizar la probabilidad de quiebra, se requieran mayores montos de margen de solvencia con valores muy por encima de la media muestral (rememorando que la prima básica representa el valor promedio de los siniestros).

Estos elevados parámetros de margen de solvencia en el ramo de desgravamen hipotecario también responden al célebre binomio entre rentabilidad y riesgo de una inversión, el cual indica que, cuanto mayor es la rentabilidad potencial de una inversión, mayor es el riesgo (de incumplimiento) que se debe asumir (BBVA AM España, 2020). En este sentido, el ramo de desgravamen hipotecario, al ser un rubro con alta rentabilidad, evidenciado por su reducido índice de siniestralidad (29,20%), el cual refleja la relación directa entre la siniestralidad y la producción neta en cada año de operaciones, el mismo se encuentra muy por debajo del índice del ramo de automotores (64,10%). Esto corrobora la alta rentabilidad que presenta este segmento de seguros, la cual se presupone viene acompañada de elevados niveles de riesgo, y por lo tanto, elevados parámetros de margen de solvencia, los cuales, como se ha venido explicando a lo largo de la investigación, tienen como objetivo reducir a un mínimo la probabilidad de quiebra que pueda provocar la insolvencia por desviaciones atípicas e imprevistas de siniestralidad.

Es de esta manera que el cálculo de los nuevos PMS del ramo en cuestión, a su vez incluye la desviación de supersiniestralidad presente en el año 2021, producto de la crisis sanitaria mundial por el virus COVID-19, incorporando la posibilidad de acaecimiento de una situación similar y cumpliendo de esta manera a cabalidad el objetivo principal del margen de solvencia.

En la tabla siguiente se presenta la comparación relativa de los parámetros de margen de solvencia con distintas probabilidades de quiebra en los ramos de automotores y desgravamen hipotecario, evidenciando lo expuesto y ya habiendo sido comprendida la procedencia de estas variaciones.

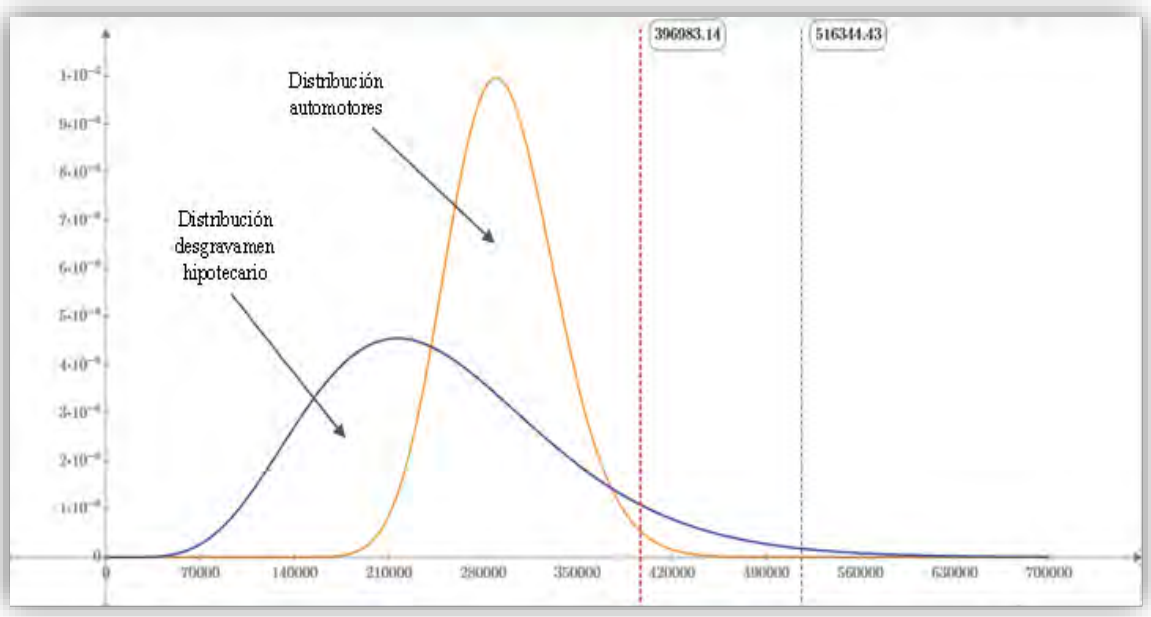
TABLA 10. Comparación de los Parámetros de Margen de Solvencia en los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario con Distintas Probabilidades de Quiebra

| Probabilidad de quiebra | Automotores | | Desgravamen Hipotecario | |
|---|---|---|---|---|
| | PMSs | PMSp | PMSs | PMSp |
| **1%** | 24,58% | 15,76% | 95,94% | 28,02% |
| **0,75%** | 26,36% | 16,89% | 102,31% | 29,88% |
| **0,67%** | 27,04% | 17,33% | 104,78% | 30,60% |
| **0,50%** | 28,78% | 18,45% | 111,12% | 32,45% |
| **0,33%** | 31,13% | 19,95% | 119,76% | 34,97% |
| **0,25%** | 32,75% | 20,99% | 125,79% | 36,74% |

Fuente: Elaboración propia

De manera gráfica, es posible entender con mayor claridad las diferencias que existen entre las distribuciones de cada ramo y todo lo que ello conlleva, demostrando una vez más por qué el ramo de desgravamen hipotecario requiere mayores montos de solvencia en comparación con el ramo de seguros de automotores.

GRÁFICO 29. Comparación de las Funciones de Distribución Gamma de los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario



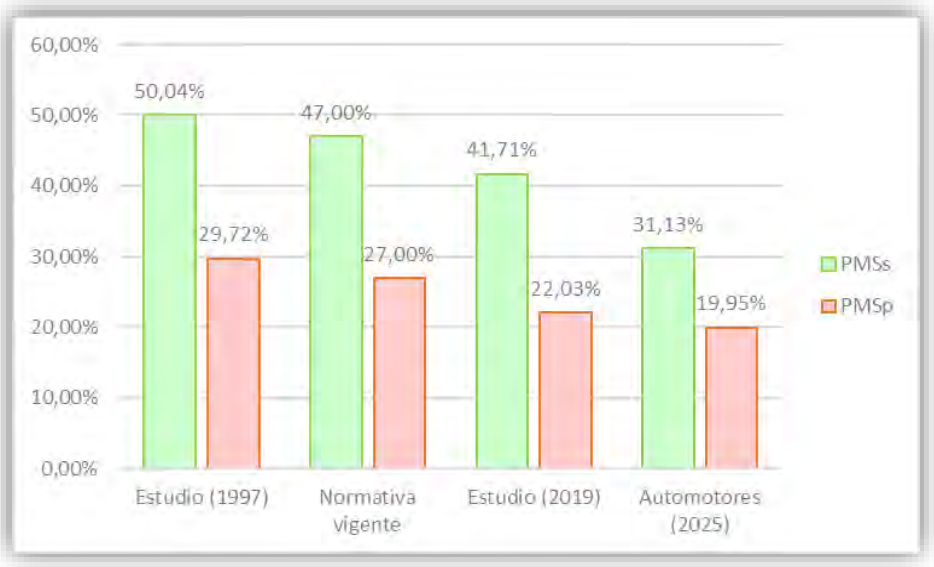

Fuente: Elaboración propia en el software matemático PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

### 7.5.2. Comparación de los Nuevos Parámetros de Margen de Solvencia por Ramos de Seguros con Parámetros Previos

El cálculo de parámetros de margen de solvencia para el mercado asegurador boliviano no es una novedad. Como ya se puntualizó, el primer trabajo para encontrar unos parámetros representativos en primera instancia fue llevado a cabo por el Lic. Iván Rojas Yanguas, quien en 1997 determinó los parámetros de margen de solvencia para los seguros de daños, tanto en base siniestros como en base primas. Los resultados alcanzados en este estudio fueron plasmados en la Ley N° 1883, en el Decreto Supremo N° 25201 y en la Resolución Administrativa IS/No. 016/98, refiriéndose a los montos máximos, mínimos y exactos, respectivamente. Posteriormente, estos parámetros fueron recalculados conforme a un mercado más actual por la Ing. Elizabeth Tinta Gomez en el año 2019, con la excepción de que, al momento de la redacción de esta tesis, estos últimos resultados aún no fueron incorporados en alguna normativa jurídica.

Al realizar la comparación entre todos estos parámetros, se reafirma la justificación para la elaboración de esta investigación, debido a que se busca determinar nuevos parámetros conforme a la realidad de cada ramo de seguros, entendiendo las diferencias de riesgo y, por ende, de rentabilidad entre cada uno de ellos. De esta manera, es comprensible la reducción sustancial de los parámetros de margen de solvencia en el ramo de automotores en comparación con las estimaciones previas, lo que verifica que la normativa ya no responde a la actualidad del mercado de seguros, especialmente si se lo desglosa en sus distintos ramos. Esto demuestra que las compañías de seguros podrían hacer mejor uso de todo ese efectivo, evitando así la ineficiencia en la asignación de recursos y beneficiando a todos los implicados dentro del rubro. El gráfico comparativo se presenta a continuación:

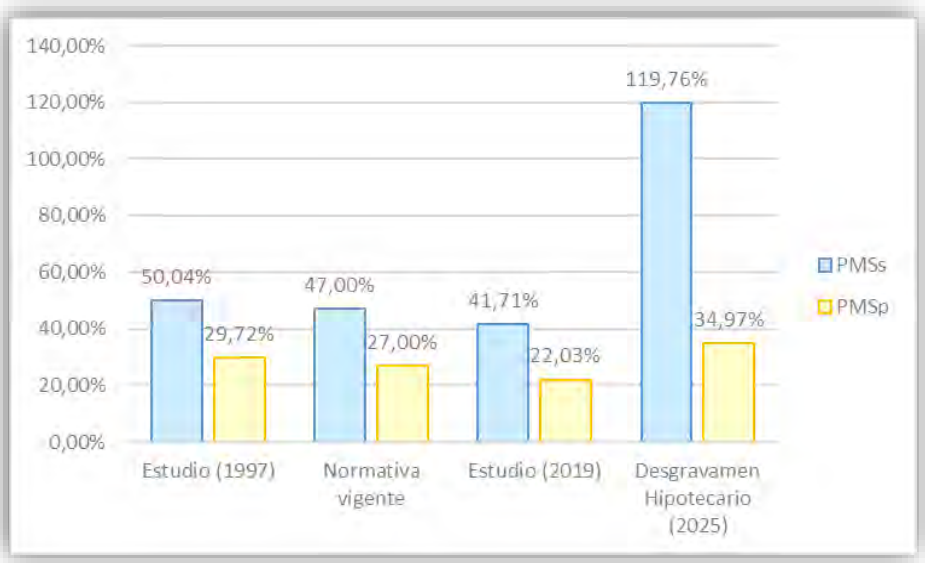
GRÁFICO 30. Comparación del Parámetro de Margen de Solvencia del Ramo de Automotores con Parámetros Previos al 0,33% de Probabilidad de Quiebra




Fuente: Elaboración propia

En otro orden de ideas, el nuevo cálculo de los parámetros de margen de solvencia para el ramo de desgravamen hipotecario dispuso que este requiere de mayores recursos al tratarse de un área de riesgo elevado, lo que contrasta así la conclusión determinada para el ramo de automotores, en donde es requerido un menor margen de solvencia. Si bien, a primera vista, esto pudiera parecer contraproducente para el fin de toda empresa, que se refiere a la generación de riqueza, en el mediano y largo plazo resulta sumamente significativo para una compañía de seguros, puesto que de esta manera se logra reducir a un mínimo el riesgo mediante la correcta asignación de recursos en lo que al margen de solvencia se refiere. Esto permite ahora la disposición de un criterio coherente para la aplicación de un nuevo parámetro de margen de solvencia específico para un ramo de seguros. El gráfico comparativo se presenta a continuación:

GRÁFICO 31. Comparación del Parámetro de Margen de Solvencia del ramo de Desgravamen Hipotecario con Parámetros Previos al 0,33% de Probabilidad de Quiebra




Fuente: Elaboración propia

Con todo lo anterior, una vez concluido el tratamiento y la presentación de los datos para determinar nuevos parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros, es que:

> Se acepta la hipótesis del presente trabajo de investigación, la cual afirmaba que: "Los parámetros de margen de solvencia para los ramos de automotores y desgravamen hipotecario en Bolivia pueden ser calculados a partir de sus correspondientes funciones de densidad", habiendo sido demostrado un criterio prudente y eficaz a la hora de aplicar estos indicadores con toda la tesis en retrospectiva que los respalda.

Por último, se reitera la gran utilidad de este nuevo cálculo, con el fin de estar en línea con una solvencia más cercana a la realidad y sin otro propósito más que beneficiar a todos los implicados en el ámbito de los seguros, llevando así un paso más allá el modelo dinámico establecido hace ya varios años atrás.

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente, a continuación se darán las conclusiones y recomendaciones correspondientes al presente trabajo de investigación.

## 8.1. Conclusiones

Es con todo el desarrollo y la explicación que se fue realizando a lo largo de este estudio referente al cálculo de los parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros que se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- La recopilación y el análisis de los datos referentes a la producción y la siniestralidad de las pólizas de seguros de automotores y desgravamen hipotecario de los últimos treinta y dos años fueron llevados a cabo con éxito, al tratarse de información de acceso público; siendo explicados los criterios de investigación que llevaron a la elección de la temporalidad, misma que determinó la muestra más representativa para ambos ramos de seguro y que, en efecto, derivó en un adecuado tratamiento e interpretación de los datos.
- A partir de la recopilación de datos para determinar las muestras de los seguros objeto de la investigación, se pudo efectuar el tratamiento correspondiente para aproximar una muestra de corte transversal, es decir, una muestra con cifras lo más cercanas posible a como si fueran expuestas en un momento dado del tiempo. Este objetivo se alcanzó aislando los efectos inflacionarios de cada muestra (producción y siniestralidad) y el crecimiento de cartera al que se ve expuesta la siniestralidad con el paso del tiempo.
- Tal como se determinó y se ha venido aplicando desde décadas atrás en los cálculos de parámetros de margen de solvencia, la función característica del riesgo responde a una distribución de tipo “Gamma”, representando la variable aleatoria siniestros. Esta distribución sigue vigente hoy en día y es aplicable a cada ramo de seguros.

- Con una probabilidad de quiebra y un recargo de seguridad preestablecidos, los parámetros de margen de solvencia fueron exitosamente calculados a partir de sus respectivas funciones de densidad, logrando así el objetivo general, los objetivos específicos y aceptando la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación.
- Los parámetros de Margen Mínimo de Solvencia del ramo de **Automotores** para el mercado asegurador boliviano, contemplando una probabilidad de quiebra de uno por cien (1%), alcanzan el $\mathbf{15,75}\%$ base primas y $\mathbf{24,58}\%$ base siniestros.
- Los parámetros de Margen Mínimo de Solvencia del ramo de **Desgravamen Hipotecario** para el mercado asegurador boliviano, contemplando una probabilidad de quiebra de uno por cien (1%), alcanzan el $\mathbf{28,02}\%$ base primas y $\mathbf{95,94}\%$ base siniestros.
- La búsqueda de estos nuevos parámetros de margen de solvencia por ramos de seguros ha permitido identificar diferencias significativas que existen entre dichos parámetros y los establecidos previamente, tales como son los incluidos en la normativa vigente. Esta situación evidencia la obsolescencia progresiva de los parámetros actuales, los cuales ya no responden adecuadamente al mercado de seguros boliviano actual, especialmente si este se desglosa en sus distintos ramos. Esta investigación proporciona evidencia concluyente sobre la eficacia en la determinación de estos nuevos parámetros, adaptados a las necesidades de un mercado en constante evolución.

### 8.2. Recomendaciones

La implementación del margen de solvencia y sus respectivos parámetros supuso un antes y un después en lo que respecta a la puesta en marcha de un modelo dinámico de solvencia. Esta situación debe impulsar el desarrollo continuo de nuevas investigaciones y estudios que acerquen la normativa a una en línea con los modelos más actuales aceptados internacionalmente.

Con este trabajo, queda demostrada la relevancia que puede tener un estudio individualizado para las partes que conforman un todo, refiriéndose al margen de solvencia. Este, para cumplir su objetivo principal de garantizar económicamente al máximo los compromisos con los asegurados, es pertinente que se encuentre adecuadamente estimado, entendiendo la implicancia de la elección de unos parámetros que ya no responden a la realidad del mercado asegurador local, en comparación con unos que sí consideran la particularidad de cada ramo. En este sentido, se pretende destacar las diferencias existentes entre los parámetros de margen de solvencia de los ramos de automotores y de desgravamen hipotecario entre sí y con otros parámetros, habiendo sido puntualizada la razón que llevó a que el nuevo cálculo haya arrojado unos parámetros menores y otros mayores, respectivamente, en relación con los parámetros previos determinados para la totalidad del mercado de seguros de daños patrimoniales.

Se comprenden las necesidades y los beneficios tanto para las aseguradoras como para los asegurados que implica la disminución o el incremento del margen de solvencia en el ramo que así lo requiera, cumpliendo así con el objetivo fundamental de poder hacer frente a situaciones de posible siniestralidad futura que no puedan estar totalmente previstas mediante el correcto cálculo y la adecuada cobertura de las provisiones técnicas regulares.

Para finalizar, se exhorta a quien corresponda a considerar todo lo aquí expuesto. Esta decisión podría resultar trascendental y representaría un avance decisivo hacia una solvencia en consonancia con los modelos internacionalmente reconocidos, en los que varios otros países ya se encuentran trabajando. Bolivia no debe demeritar esta oportunidad si aspira a integrarse a ese exclusivo grupo de naciones que progresan hacia un sistema regulatorio basado en riesgos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA


Academia Balderix. (2024). *Distribución gamma*. ProbabilidadyEstadística.Net. https://www.probabilidadyestadistica.net/distribucion-gamma/#:~:text=¿Qué es la distribución gamma%3F La distribución gamma,distribución gamma es la letra griega mayúscula Γ.

Asociación Boliviana de Aseguradores. (2018). *Breve Reseña del Seguro en Bolivia*. https://www.ababolivia.org/historia.php

Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros. (2022a). *ANUARIO DE SEGUROS 2021*.

Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros. (2022b). *SEGURO DE DESGRAVAMEN HIPOTECARIO Y SEGURO DE TODO RIESGO DAÑOS A LA PROPIEDAD*.

Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros. (2024). *Anuario de seguros 2023*.

Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros. (2025). *BOLETÍN ESTADÍSTICO MENSUAL DE SEGUROS AL 28 DE FEBRERO DE 2025*. https://www.aps.gob.bo/images/webdocs/DE/UNE/DS/Estadisticas/Boletin Estadistico Mensual de Seguros/2025/Febrero.pdf

Baldivieso, G. (2025). *Bolivia, ante el reto de levantar su economía golpeada por la inflación y falta de dólares*. Brújula Noticias. https://brujuladigital.net/economia/2025/01/01/bolivia-ante-el-reto-de-levantar-su-economia-golpeada-por-la-inflacion-y-falta-de-dolares-41523

Banco Central de Bolivia. (2010). *ANUARIO ESTADÍSTICO*.

Banco Santander S.A. (2022). *¿Qué es la prima de un seguro?*

BBVA AM España. (2020). *El binomio rentabilidad riesgo en una inversión*. BBVA Asset Management. https://www.bbvaassetmanagement.com/es/actualidad/el-binomio-rentabilidad-riesgo-en-una-inversion/#:~:text=Existe una relación inversa entre riesgo y rentabilidad,será el riesgo que debemos asumir y viceversa.

Campagne. (1961). *“Standard Minimum de Solvabilité Applicable aux Enterprises D’’ Assurances".”*

Código de Comercio - Decreto Ley N° 14379 Del 25 de Febrero de 1997 (1977).

Compañía Asesores de Seguros Halcón Ltda. (2019). *Cómo fomentar una cultura de seguros*. HALCÓN Asesosres de Seguros Ltda. https://halconseguros.com/Novedades/Cultura-de-seguros

Correo del Sur. (2023). *Confirman incremento de tasa del seguro de desgravamen por créditos y anuncian acciones para “evitar excesos.”* Correo Del Sur. https://correodelsur.com/economia/20230406_confirman-incremento-de-tasa-del-seguro-de-desgravamen-por-creditos-y-anuncian-acciones-para-evitar-excesos.html

Curcuy Cortez, G. E., & Alvarez Rodriguez, G. L. (2024). *Acerca del seguro de Desgravamen Hipotecario*.

D. Olmo, G. (2024). *Las inéditas medidas económicas que adoptó el gobierno de Bolivia para combatir la grave escasez de dólares en el país*. BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/articles/c3gkkzjpqk0o

DECRETO SUPREMO Nº 25201 (1998).

Deheza, P. (2022). *Bedoya: El mercado asegurador boliviano tiene correlación directa con el PIB*. La Razón. https://www.la-razon.com/energias-negocios/2022/06/17/el-mercado-asegurador-boliviano-tiene-correlacion-directa-con-el-pib/

Deheza, P. (2023). *‘Existe una recuperación notoria en el mercado asegurador.’* La Razón. https://www.la-razon.com/financiero/2023/11/26/existe-una-recuperacion-notoria-en-el-mercado-asegurador/

Deloitte. (2019). *SOLVENCIA II*.

edu.lat. (2024). *Técnicas de investigación*. Edu.Lat. https://definicion.edu.lat/concepto/tecnicas-de-investigacion.html

El Pensante. (2016). *¿Qué es estadístico o estadígrafo?* https://elpensante.com/que-es-estadistico-o-

estadigrafo/

Fundación MAPFRE. (2016). margen de solvencia (solvency margin). In *Diccionario MAPFRE de Seguros*. https://www.fundacionmapfre.org/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/margen-de-solvencia/

Fundación MAPFRE. (2024). *PERSPECTIVAS DE LOS REGÍMENES DE REGULACIÓN DE SOLVENCIA EN SEGUROS*.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2017). *Metodología de la Investigación* (6th ed.).

Huanca Dorado, M. (2024). *Déficit, inflación y escasez de divisas amenazan el año 2025*. El Mundo. https://elmundo.com.bo/deficit-inflacion-y-escasez-de-divisas-amenazan-el-ano-2025/

Ibáñez, E. (2024). *Fitch Ratings rebaja calificación de Bolivia de 'B-' a 'CCC' y advierte de 'riesgos' por rebaja de las RIN*. La Razón. https://www.la-razon.com/economia/2024/02/06/fitch-ratings-rebaja-calificacion-de-bolivia-de-b-a-ccc-y-advierte-de-riesgos-por-rebaja-de-las-rin/

LEY DE INSTITUCIONES DE SEGUROS Y DE FIANZAS (2015). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/174495/Ley_de_Instituciones_de_Seguros_y_Fianzas.pdf

LEY N° 1883 LEY DE SEGUROS DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA (1998).

Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de mercados* (Quinta edi). PEARSON EDUCACIÓN.

MAPFRE BHD. (2024). *¿Qué es seguro de auto?* MAPFRE BHD. https://www.mapfrebhd.com.do/particulares/seguros-de-auto/articulos/que-es-seguro-auto/

Melgarejo Armada, J. (2004). *El margen de solvencia de las entidades aseguradoras en Iberoamérica*.

Moody's Local. (2024). *Desempeño financiero y principales desafíos para el sistema asegurador en 2024*.

https://dkf1ato8y5dsg.cloudfront.net/uploads/52/504/1-financiero.pdf

Nacional de Seguros. (2021). *La siniestralidad en Nacional de Seguros*.

Newbold, P., Carlson, W. L., & Thorne, B. M. (2008). *Estadística para Administración y Economía* (SEXTA EDIC). PEARSON EDUCATION S.A.

Pinsent Masons. (2019). *Solvencia II: el régimen normativo de la Unión Europea para aseguradoras*. https://www.pinsentmasons.com/es-es/out-law/guia/solvency-ii-the-eu-regulatory-regime-for-insurers

Redes Sociales. (2023). *¿Qué es deflactar el IRPF y cómo la inflación está afectando a tu nómina?* Bakinter. https://www.bankinter.com/blog/finanzas-personales/deflactacion-irpf-subida-impuestos-nomina

Resolución Administrativa IS/No. 016/98 (1998).

Ricardo, R. (2020). *Distribución gamma: definición, ecuaciones y ejemplos*. Estudyando. https://estudyando.com/distribucion-gamma-definicion-ecuaciones-y-ejemplos/

Rojas Yanguas, I. O. (1997). *MARGEN MÍNIMO DE SOLVENCIA PARA EL MERCADO ASEGURADOR BOLIVIANO*. Universidad Católica Boliviana.

Sanchez, D. (2024). *Seguro de Desgravamen (Guía detallada)*. Consultelivia. https://consultelivia.com/seguro/seguro-de-desgravamen-en-bolivia/

Swiss Re. (2013). *¿Qué sabe usted acerca de Solvencia II?*

The Economist. (2023). *Bolivia está al borde de una crisis económica y su modelo está en quiebra*. Infobae. https://www.infobae.com/economist/2023/04/19/bolivia-esta-al-borde-de-una-crisis-economica-y-su-modelo-esta-en-quiebra/

Tinta, E. (2019). *"MINIMIZACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE QUIEBRA EN SEGUROS DE DAÑOS*

*PATRIMONIALES PARA EL MERCADO ASEGURADOR BOLIVIANO A TRAVES DE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MARGEN DE SOLVENCIA, 1993 A 2017."* Escuela Militar de Ingenieria.

UNESPA. (2019). LA SOLVENCIA ASEGURADORA. *Unespa.Es*.

Varela R., C. A. (2010). *Origen del sistema regulatorio de solvencia para las aseguradoras no-vida en los países de la EEC*.

## 10. ANEXOS

ANEXO 1. Producción Neta Retenida de los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1975–2023 (en miles de Bs.)

| Año | Automotores | Desgravamen Hipotecario (a) |
|---|---|---|
| **1975** | 0,078175 | |
| **1976** | 0,091228 | |
| **1977** | 0,116575 | |
| **1978** | 0,120329 | |
| **1979** | 0,088382 | |
| **1980** | 0,152686 | 0,000163 |
| **1981** | 0,197493 | 0,000233 |
| **1982** | 0,481871 | |
| **1983** | 1,278731 | |
| **1984** | 14,248000 | |
| **1985** | 1.545,129368 | 0,013870 |
| **1986** | 8.587,531215 | |
| **1987** | 12.410,039690 | 3,874360 |
| **1988** | 18.014,210000 | 5,065000 |
| **1989** | 20.455,000000 | 1.069,000000 |
| **1990** | 28.379,000000 | 36,000000 |
| **1991** | 34.463,000000 | |
| **1992** | 45.134,100000 | 80,500000 |
| **1993** | 54.461,500000 | 978,700000 |
| **1994** | 63.422,900000 | 1.746,000000 |
| **1995** | 75.217,800000 | 413,200000 |
| **1996** | 92.402,700000 | 4.127,100000 |
| **1997** | 120.063,100000 | 1.139,800000 |
| **1998** | 152.201,000000 | 9.173,840000 |
| **1999** | 134.818,680000 | 19.613,620000 |
| **2000** | 110.750,223440 | 21.905,011250 |
| **2001** | 79.265,000000 | 27.782,000000 |
| **2002** | 87.815,000000 | 30.088,000000 |
| **2003** | 92.415,693620 | 28.908,579180 |
| **2004** | 94.183,913620 | 32.790,175250 |
| **2005** | 89.167,850010 | 43.568,085720 |
| **2006** | 110.044,610000 | 57.627,310000 |
| **2007** | 109.772,570000 | 63.413,890000 |
| **2008** | 141.240,080000 | 104.166,650000 |
| **2009** | 152.914,000000 | 97.623,000000 |
| **2010** | 172.949,000000 | 123.167,000000 |
| **2011** | 200.936,260000 | 146.138,580000 |
| **2012** | 254.885,000000 | 198.038,000000 |
| **2013** | 317.010,000000 | 290.795,000000 |
| **2014** | 285.560,000000 | 269.015,000000 |
| **2015** | 305.401,000000 | 319.413,000000 |
| **2016** | 319.728,000000 | 315.166,000000 |
| **2017** | 342.479,000000 | 405.723,000000 |
| **2018** | 370.997,000000 | 592.147,000000 |
| **2019** | 370.750,000000 | 678.220,000000 |
| **2020** | 336.036,000000 | 728.757,000000 |
| **2021** | 363.389,000000 | 692.560,000000 |
| **2022** | 385.537,000000 | 865.233,000000 |
| **2023** | 460.202,000000 | 858.528,000000 |

Fuente: Elaboración propia en base a las Memorias Anuales de la Ex - SNSR, Ex - SPVS y Anuarios Estadísticos de la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros

ANEXO 2. Siniestros Retenidos de los Ramos de Automotores y Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1975–2023 (en miles de Bs.)

| Año | Automotores | Desgravamen Hipotecario (a) |
|---|---|---|
| **1975** | 0,045289 | |
| **1976** | 0,065005 | |
| **1977** | 0,070453 | |
| **1978** | 0,089114 | |
| **1979** | 0,067786 | |
| **1980** | 0,106947 | 0,000131 |
| **1981** | 0,144247 | 0,000000 |
| **1982** | 0,386716 | 0,000000 |
| **1983** | 0,938447 | 0,000000 |
| **1984** | 8,092000 | 0,000000 |
| **1985** | 1.443,986010 | 0,000661 |
| **1986** | 4.863,853194 | 0,452904 |
| **1987** | 7.511,914600 | 1,875190 |
| **1988** | 10.222,819000 | 4,620000 |
| **1989** | 11.668,000000 | 146,000000 |
| **1990** | 16.807,000000 | |
| **1991** | 21.793,000000 | |
| **1992** | 30.655,600000 | 23,200000 |
| **1993** | 44.431,100000 | 234,000000 |
| **1994** | 51.644,900000 | 556,000000 |
| **1995** | 62.739,900000 | 35,800000 |
| **1996** | 60.709,300000 | 990,600000 |
| **1997** | 65.663,800000 | 482,500000 |
| **1998** | 76.965,420000 | 1.387,720000 |
| **1999** | 75.831,370000 | 7.891,440000 |
| **2000** | 67.519,481890 | 7.768,945780 |
| **2001** | 63.652,000000 | 11.897,000000 |
| **2002** | 55.204,000000 | 12.555,000000 |
| **2003** | 58.093,751500 | 12.119,819360 |
| **2004** | 58.411,876400 | 9.709,618940 |
| **2005** | 56.651,431590 | 13.102,848480 |
| **2006** | 65.026,000000 | 13.599,950000 |
| **2007** | 75.745,420000 | 10.699,438000 |
| **2008** | 88.742,040000 | 15.194,600000 |
| **2009** | 95.784,000000 | 18.419,000000 |
| **2010** | 94.251,000000 | 27.432,000000 |
| **2011** | 100.396,100000 | 33.668,880000 |
| **2012** | 137.476,000000 | 43.224,000000 |
| **2013** | 176.949,000000 | 63.994,000000 |
| **2014** | 197.029,000000 | 67.516,000000 |
| **2015** | 188.999,000000 | 82.163,000000 |
| **2016** | 189.067,000000 | 91.888,000000 |
| **2017** | 198.658,000000 | 100.658,000000 |
| **2018** | 234.309,000000 | 156.305,000000 |
| **2019** | 256.958,000000 | 172.299,000000 |
| **2020** | 197.477,000000 | 232.224,000000 |
| **2021** | 244.627,000000 | 415.593,000000 |
| **2022** | 273.579,000000 | 393.765,000000 |
| **2023** | 329.854,000000 | 351.376,000000 |

Fuente: Elaboración propia en base a las Memorias Anuales de la Ex - SNSR, Ex - SPVS y Anuarios Estadísticos de la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros

ANEXO 3. Índice de Precios al Consumidor en Promedio Anual y a Diciembre Entre las Gestiones 1975-2023 (Año Base 2016=100)

| Año | IPC Promedio Anual 2016=100 | IPC a diciembre 2016=100 |
|---|---|---|
| **1975** | 0,000068 | 0,000069 |
| **1976** | 0,000071 | 0,000073 |
| **1977** | 0,000077 | 0,000081 |
| **1978** | 0,000085 | 0,000092 |
| **1979** | 0,000102 | 0,000134 |
| **1980** | 0,000150 | 0,000165 |
| **1981** | 0,000198 | 0,000207 |
| **1982** | 0,000443 | 0,000821 |
| **1983** | 0,001663 | 0,003518 |
| **1984** | 0,022974 | 0,080106 |
| **1985** | 2,722312 | 6,625157 |
| **1986** | 10,245041 | 10,995340 |
| **1987** | 11,738634 | 12,167674 |
| **1988** | 13,617039 | 14,784345 |
| **1989** | 15,683278 | 17,232989 |
| **1990** | 18,368204 | 20,336697 |
| **1991** | 22,307045 | 23,289642 |
| **1992** | 24,997995 | 25,725535 |
| **1993** | 27,129164 | 28,120058 |
| **1994** | 29,265715 | 30,516364 |
| **1995** | 32,247881 | 34,354669 |
| **1996** | 36,256359 | 37,085838 |
| **1997** | 37,963763 | 39,582063 |
| **1998** | 40,876985 | 41,320573 |
| **1999** | 41,760135 | 42,615348 |
| **2000** | 43,681759 | 44,069345 |
| **2001** | 44,378889 | 44,476941 |
| **2002** | 44,788394 | 45,564805 |
| **2003** | 46,283593 | 47,359513 |
| **2004** | 48,337097 | 49,549499 |
| **2005** | 50,946300 | 51,981645 |
| **2006** | 53,126983 | 54,552225 |
| **2007** | 57,751296 | 60,949268 |
| **2008** | 65,841661 | 68,171544 |
| **2009** | 68,044346 | 68,351374 |
| **2010** | 69,746620 | 73,260267 |
| **2011** | 76,640092 | 78,317820 |
| **2012** | 80,102186 | 81,873537 |
| **2013** | 84,697411 | 87,178683 |
| **2014** | 89,579879 | 91,706959 |
| **2015** | 93,217791 | 94,415200 |
| **2016** | 96,596479 | 98,194583 |
| **2017** | 99,322863 | 100,860240 |
| **2018** | 101,579114 | 102,380272 |
| **2019** | 103,447438 | 103,884283 |
| **2020** | 104,421803 | 104,580798 |
| **2021** | 105,190675 | 105,523019 |
| **2022** | 107,027900 | 108,818364 |
| **2023** | 109,785818 | 111,123491 |

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Instituto Nacional de Estadística

ANEXO 4. Deflactor de la Economía Entre las Gestiones 1975-2023 (Año Base 2023=100)

| Año | Deflactor 2023=100 |
|---|---|
| **1975** | 0,000062 |
| **1976** | 0,000065 |
| **1977** | 0,000070 |
| **1978** | 0,000077 |
| **1979** | 0,000093 |
| **1980** | 0,000137 |
| **1981** | 0,000180 |
| **1982** | 0,000403 |
| **1983** | 0,001515 |
| **1984** | 0,020926 |
| **1985** | 2,479658 |
| **1986** | 9,331843 |
| **1987** | 10,692305 |
| **1988** | 12,403277 |
| **1989** | 14,285340 |
| **1990** | 16,730944 |
| **1991** | 20,318694 |
| **1992** | 22,769785 |
| **1993** | 24,710991 |
| **1994** | 26,657100 |
| **1995** | 29,373449 |
| **1996** | 33,024629 |
| **1997** | 34,579843 |
| **1998** | 37,233392 |
| **1999** | 38,037823 |
| **2000** | 39,788162 |
| **2001** | 40,423153 |
| **2002** | 40,796156 |
| **2003** | 42,158080 |
| **2004** | 44,028544 |
| **2005** | 46,405174 |
| **2006** | 48,391480 |
| **2007** | 52,603603 |
| **2008** | 59,972829 |
| **2009** | 61,979177 |
| **2010** | 63,529717 |
| **2011** | 69,808736 |
| **2012** | 72,962234 |
| **2013** | 77,147862 |
| **2014** | 81,595128 |
| **2015** | 84,908773 |
| **2016** | 87,986299 |
| **2017** | 90,469666 |
| **2018** | 92,524805 |
| **2019** | 94,226595 |
| **2020** | 95,114109 |
| **2021** | 95,814447 |
| **2022** | 97,487910 |
| **2023** | 100,000000 |

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Instituto Nacional de Estadística

ANEXO 5. Índice de Siniestralidad Retenido y Promedio del Ramo de Automotores Entre las Gestiones 1992-2023 (en miles de Bs.)

| Año | Automotores | | |
|---|---|---|---|
| | Primas Netas Retenidas | Siniestros Netos | Índice de Siniestralidad Retenido |
| **1992** | 45.134,10 | 30.655,60 | 67,92% |
| **1993** | 54.461,50 | 44.431,10 | 81,58% |
| **1994** | 63.422,90 | 51.644,90 | 81,43% |
| **1995** | 75.217,80 | 62.739,90 | 83,41% |
| **1996** | 92.402,70 | 60.709,30 | 65,70% |
| **1997** | 120.063,10 | 65.663,80 | 54,69% |
| **1998** | 152.201,00 | 76.965,42 | 50,57% |
| **1999** | 134.818,68 | 75.831,37 | 56,25% |
| **2000** | 110.750,22 | 67.519,48 | 60,97% |
| **2001** | 79.265,00 | 63.652,00 | 80,30% |
| **2002** | 87.815,00 | 55.204,00 | 62,86% |
| **2003** | 92.415,69 | 58.093,75 | 62,86% |
| **2004** | 94.183,91 | 58.411,88 | 62,02% |
| **2005** | 89.167,85 | 56.651,43 | 63,53% |
| **2006** | 110.044,61 | 65.026,00 | 59,09% |
| **2007** | 109.772,57 | 75.745,42 | 69,00% |
| **2008** | 141.240,08 | 88.742,04 | 62,83% |
| **2009** | 152.914,00 | 95.784,00 | 62,64% |
| **2010** | 172.949,00 | 94.251,00 | 54,50% |
| **2011** | 200.936,26 | 100.396,10 | 49,96% |
| **2012** | 254.885,00 | 137.476,00 | 53,94% |
| **2013** | 317.010,00 | 176.949,00 | 55,82% |
| **2014** | 285.560,00 | 197.029,00 | 69,00% |
| **2015** | 305.401,00 | 188.999,00 | 61,89% |
| **2016** | 319.728,00 | 189.067,00 | 59,13% |
| **2017** | 342.479,00 | 198.658,00 | 58,01% |
| **2018** | 370.997,00 | 234.309,00 | 63,16% |
| **2019** | 370.750,00 | 256.958,00 | 69,31% |
| **2020** | 336.036,00 | 197.477,00 | 58,77% |
| **2021** | 363.389,00 | 244.627,00 | 67,32% |
| **2022** | 385.537,00 | 273.579,00 | 70,96% |
| **2023** | 460.202,00 | 329.854,00 | 71,68% |
| **Índice de Siniestralidad Promedio** | | | **64,10%** |

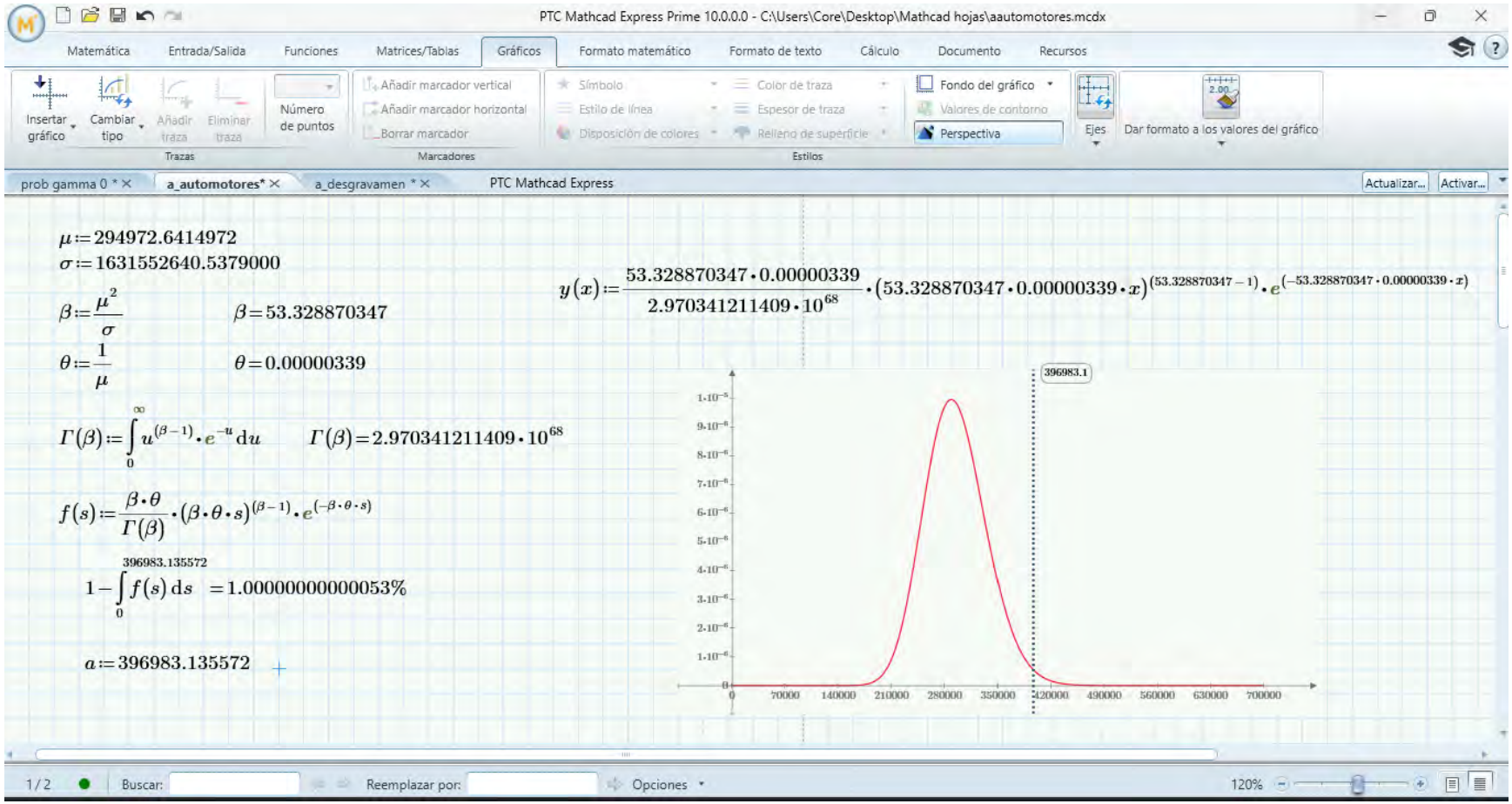
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Instituto Nacional de Estadística

ANEXO 6. Índice de Siniestralidad Retenido y Promedio del Ramo de Desgravamen Hipotecario Entre las Gestiones 1992-2023 (en miles de Bs.)

| Año | Desgravamen Hipotecario | | |
|---|---|---|---|
| | Primas Netas Retenidas | Siniestros Netos | Índice de Siniestralidad Retenido |
| **1992** | 80,50 | 23,20 | 28,82% |
| **1993** | 978,70 | 234,00 | 23,91% |
| **1994** | 1.746,00 | 556,00 | 31,84% |
| **1995** | 413,20 | 35,80 | 8,66% |
| **1996** | 4.127,10 | 990,60 | 24,00% |
| **1997** | 1.139,80 | 482,50 | 42,33% |
| **1998** | 9.173,84 | 1.387,72 | 15,13% |
| **1999** | 19.613,62 | 7.891,44 | 40,23% |
| **2000** | 21.905,01 | 7.768,95 | 35,47% |
| **2001** | 27.782,00 | 11.897,00 | 42,82% |
| **2002** | 30.088,00 | 12.555,00 | 41,73% |
| **2003** | 28.908,58 | 12.119,82 | 41,92% |
| **2004** | 32.790,18 | 9.709,62 | 29,61% |
| **2005** | 43.568,09 | 13.102,85 | 30,07% |
| **2006** | 57.627,31 | 13.599,95 | 23,60% |
| **2007** | 63.413,89 | 10.699,44 | 16,87% |
| **2008** | 104.166,65 | 15.194,60 | 14,59% |
| **2009** | 97.623,00 | 18.419,00 | 18,87% |
| **2010** | 123.167,00 | 27.432,00 | 22,27% |
| **2011** | 146.138,58 | 33.668,88 | 23,04% |
| **2012** | 198.038,00 | 43.224,00 | 21,83% |
| **2013** | 290.795,00 | 63.994,00 | 22,01% |
| **2014** | 269.015,00 | 67.516,00 | 25,10% |
| **2015** | 319.413,00 | 82.163,00 | 25,72% |
| **2016** | 315.166,00 | 91.888,00 | 29,16% |
| **2017** | 405.723,00 | 100.658,00 | 24,81% |
| **2018** | 592.147,00 | 156.305,00 | 26,40% |
| **2019** | 678.220,00 | 172.299,00 | 25,40% |
| **2020** | 728.757,00 | 232.224,00 | 31,87% |
| **2021** | 692.560,00 | 415.593,00 | 60,01% |
| **2022** | 865.233,00 | 393.765,00 | 45,51% |
| **2023** | 858.528,00 | 351.376,00 | 40,93% |
| **Índice de Siniestralidad Promedio** | | | **64,10%** |

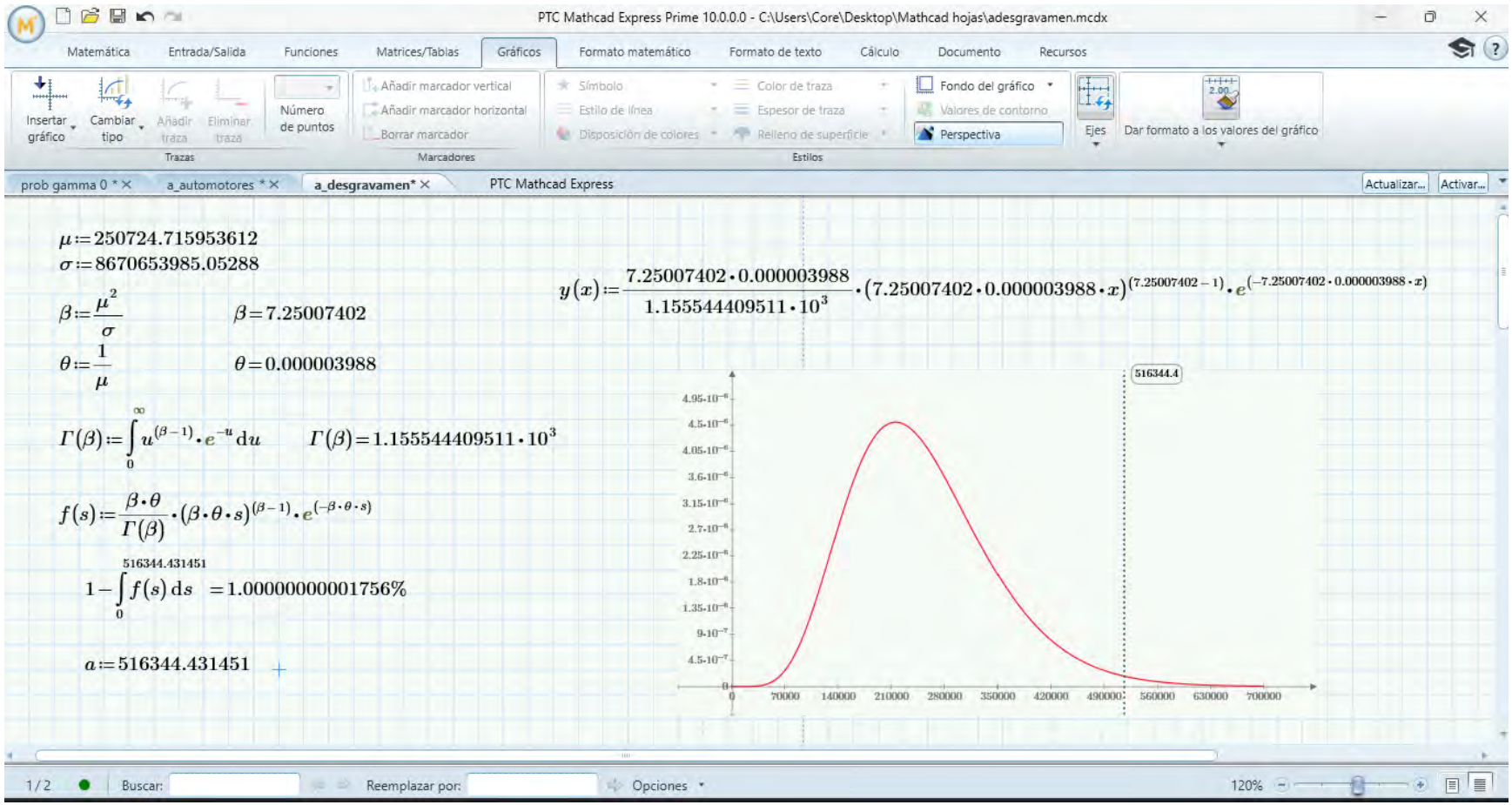
Fuente: Elaboración Propia en base a los datos del Instituto Nacional de Estadística

ANEXO 7. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 1%



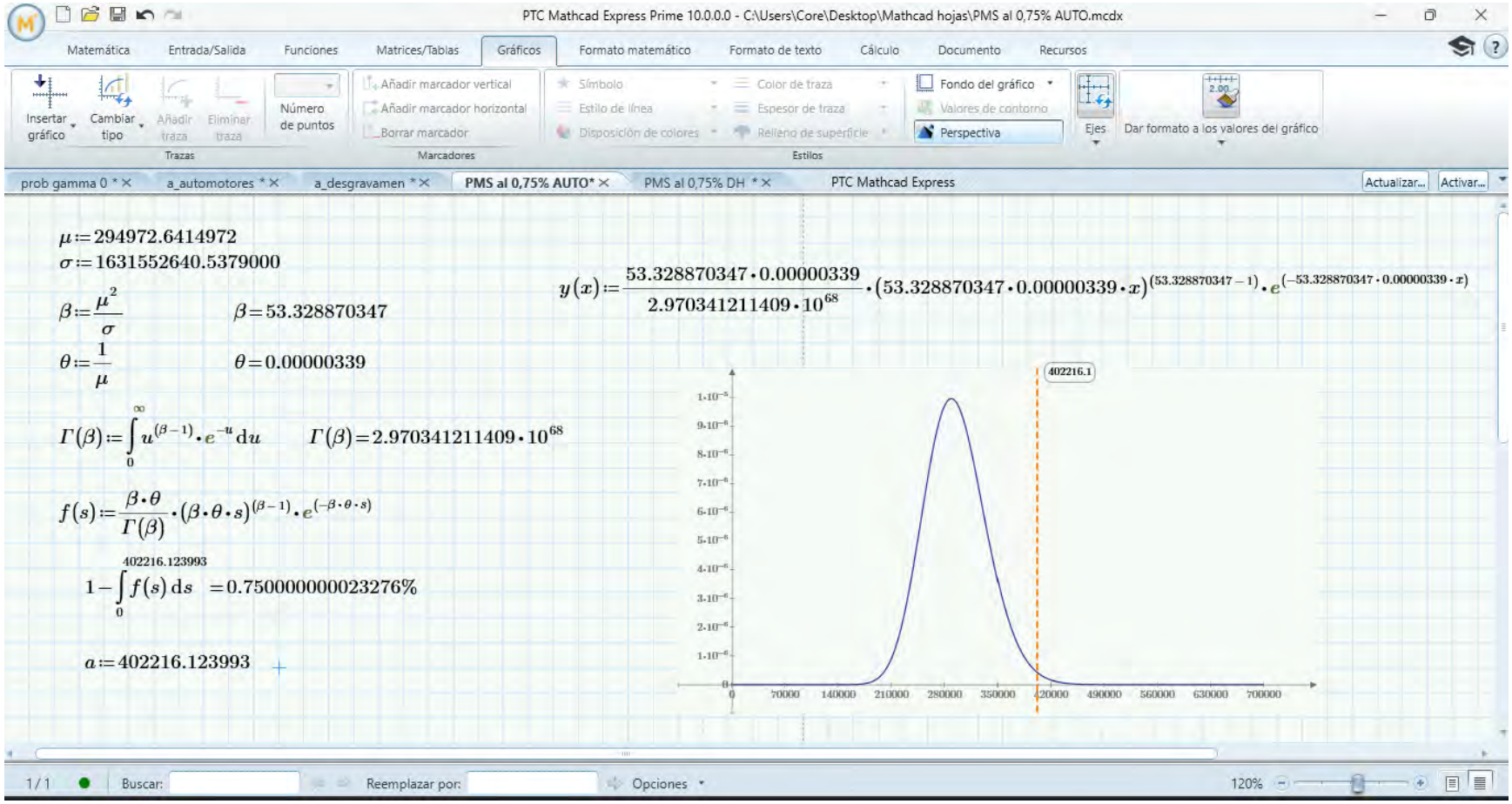
Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 8. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 1%



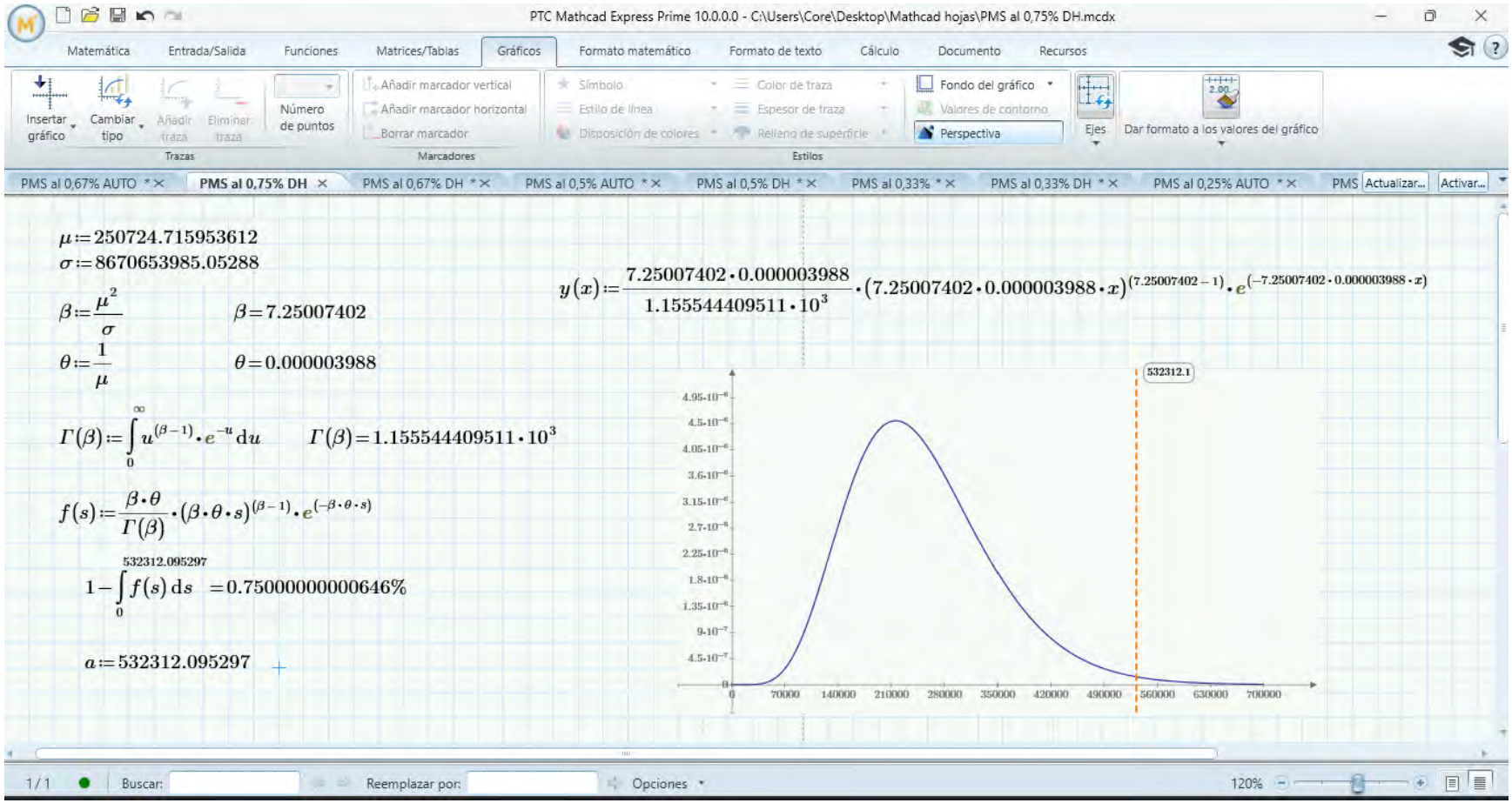

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 9. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,75%



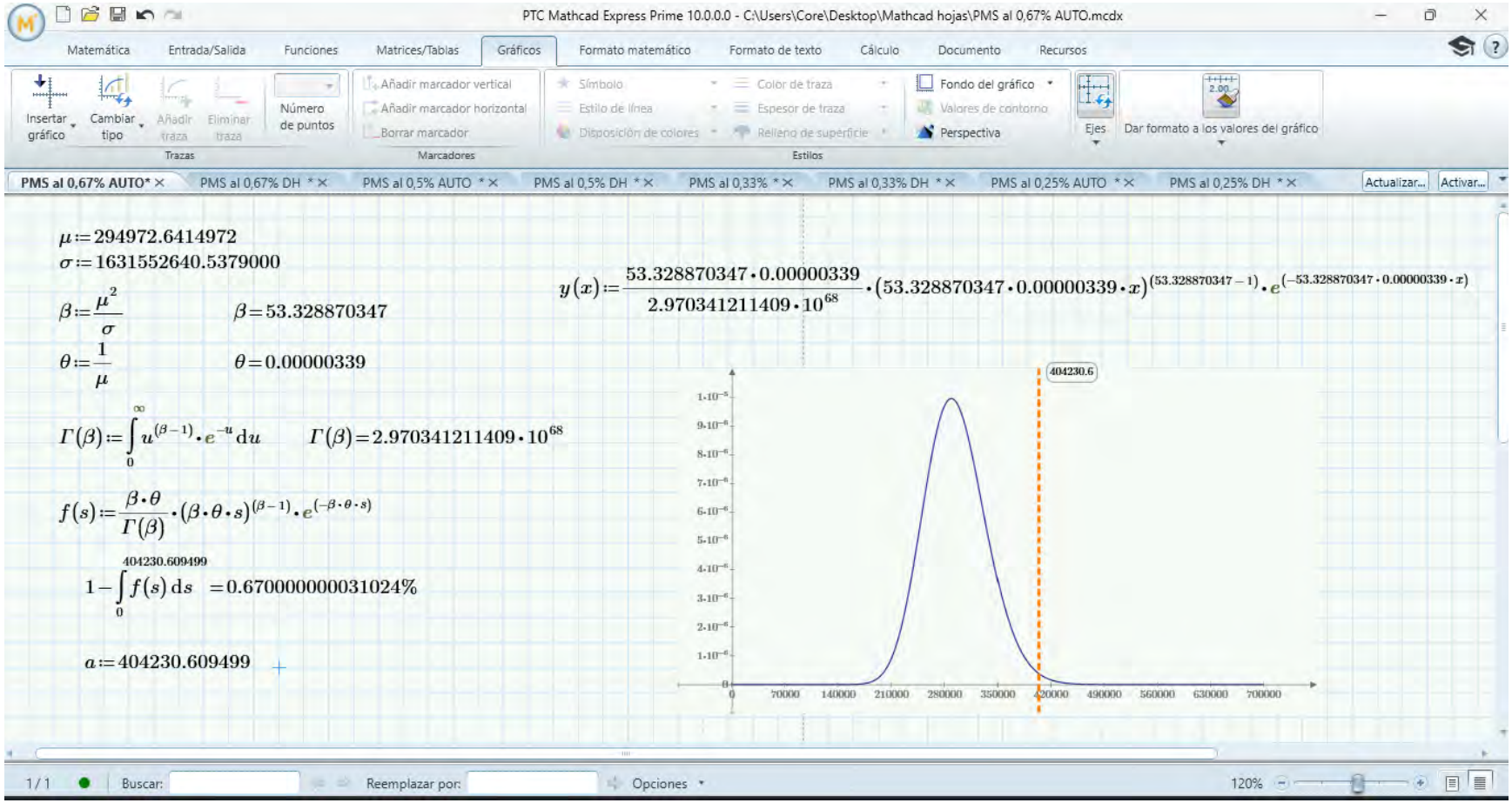

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 10. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,75%



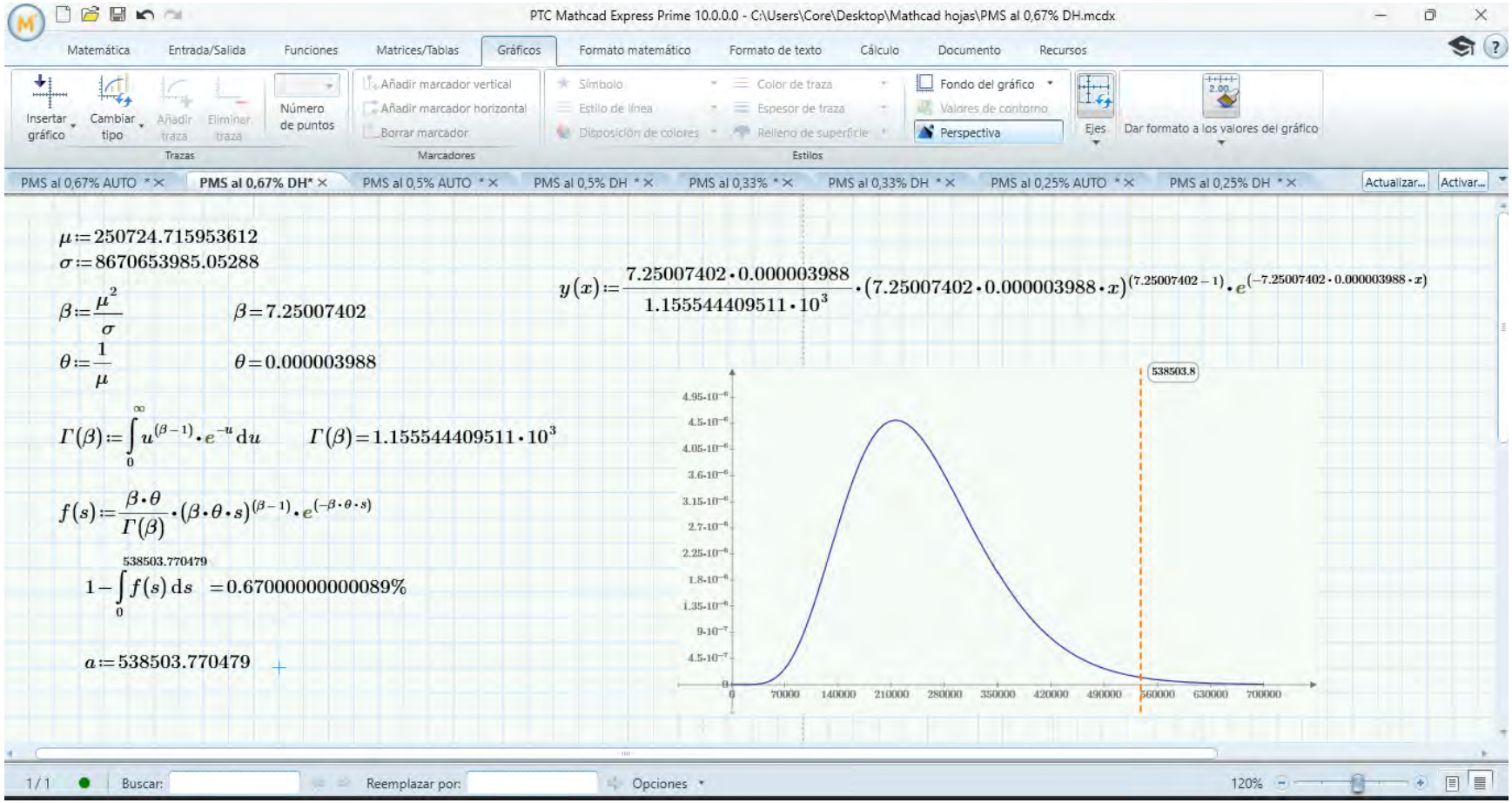

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 11. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,67%



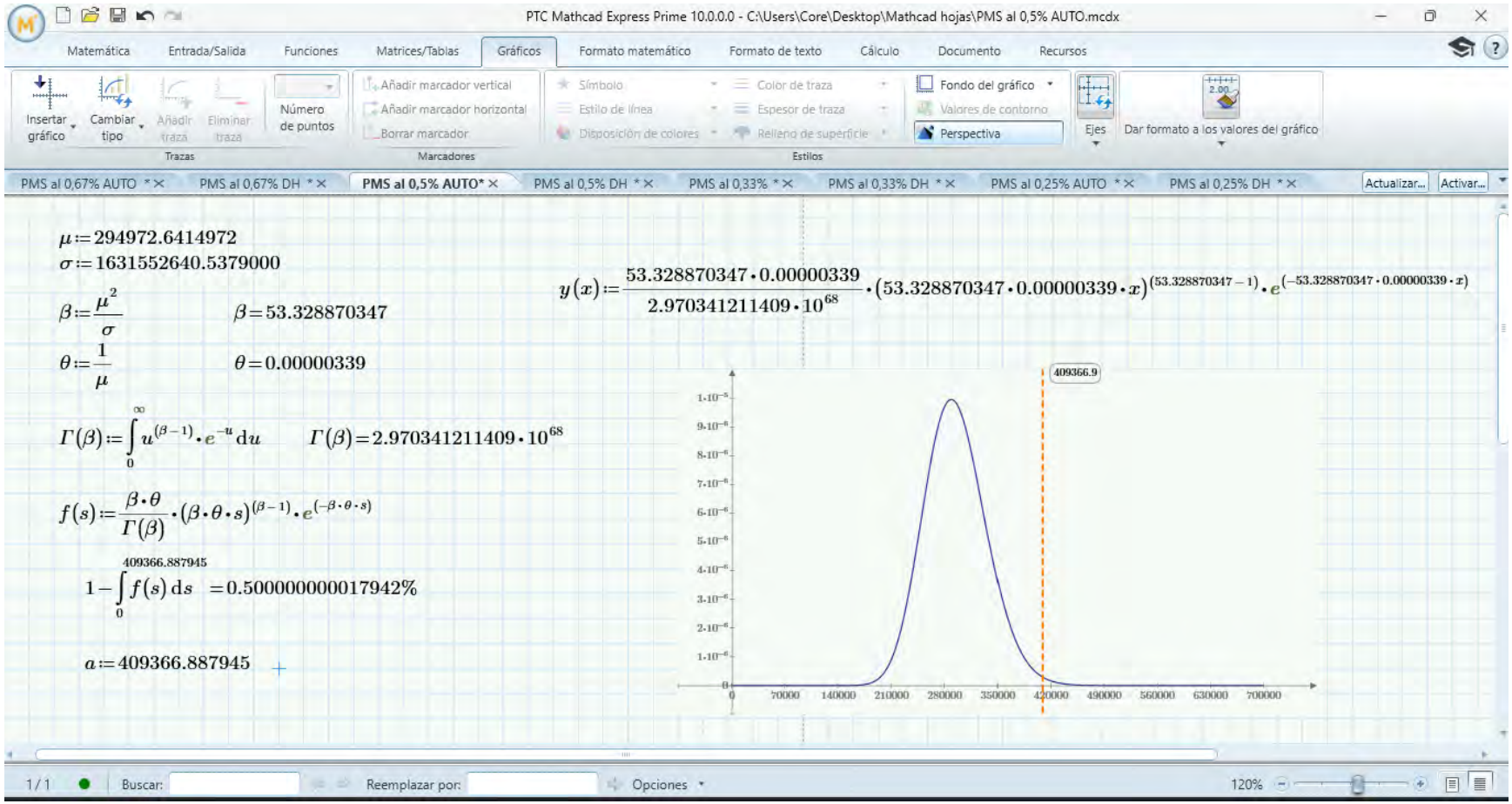

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 12. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,67%



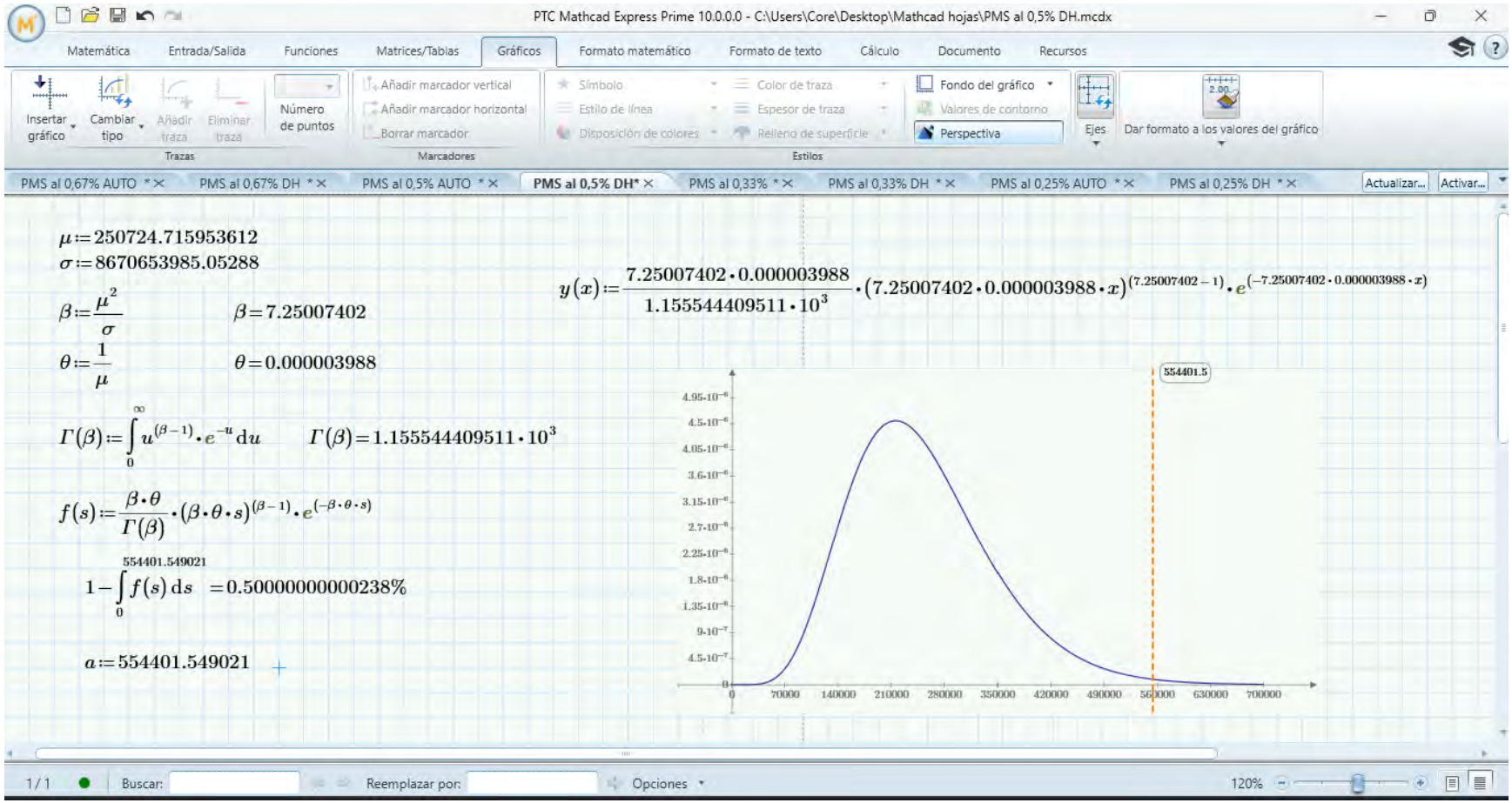

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 13. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,50%



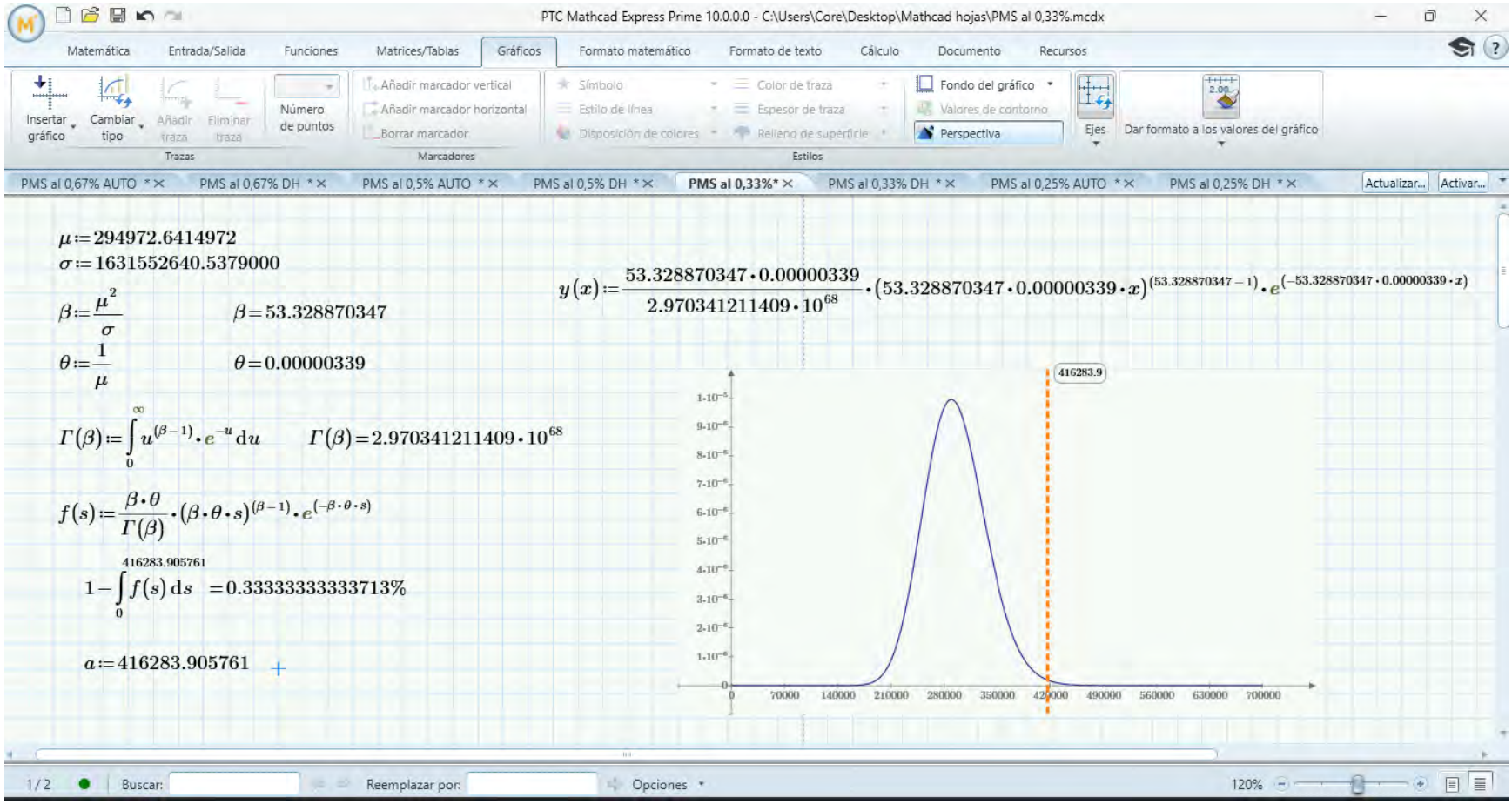

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 14. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,50%



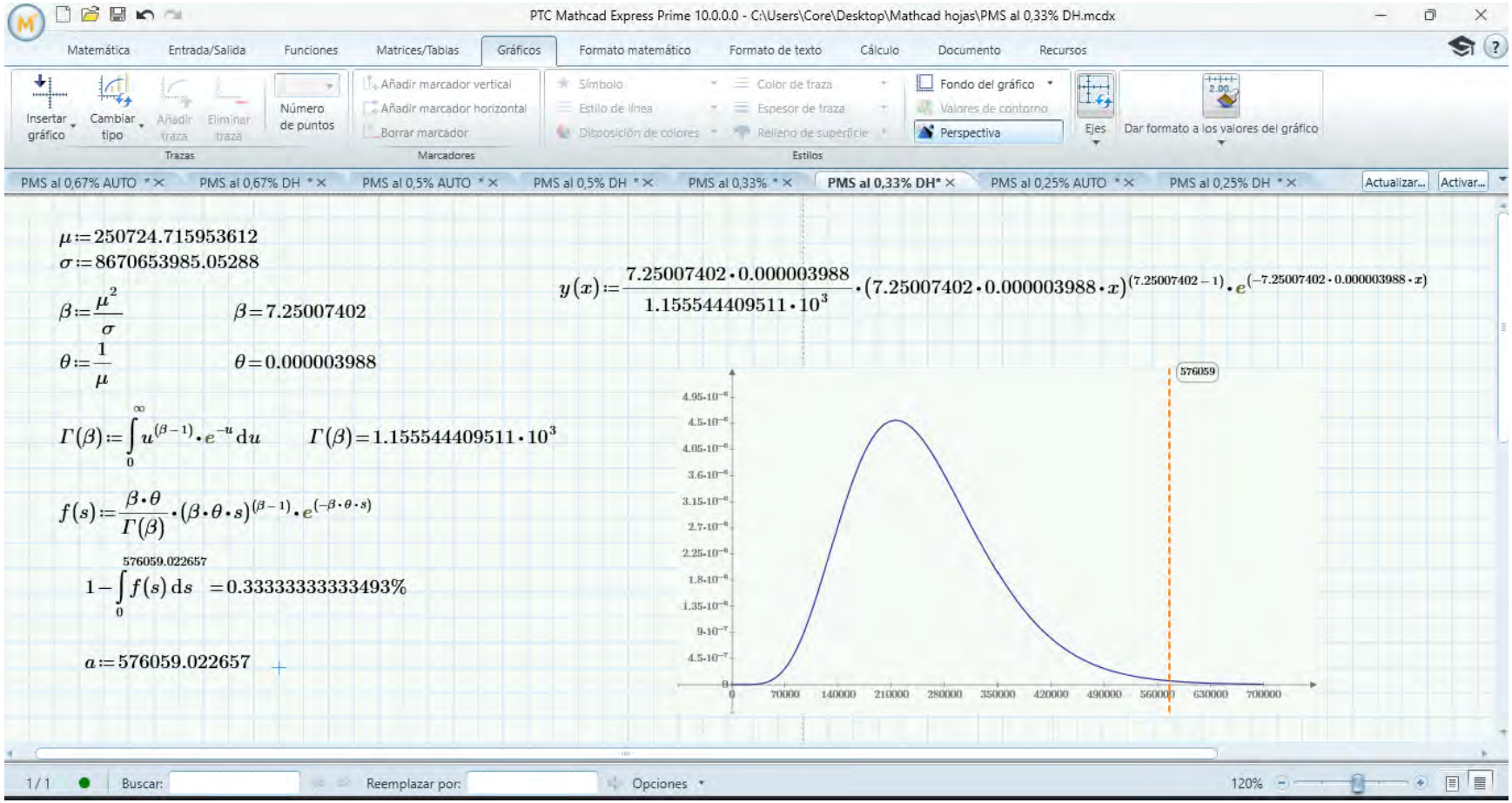

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 15. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,33%



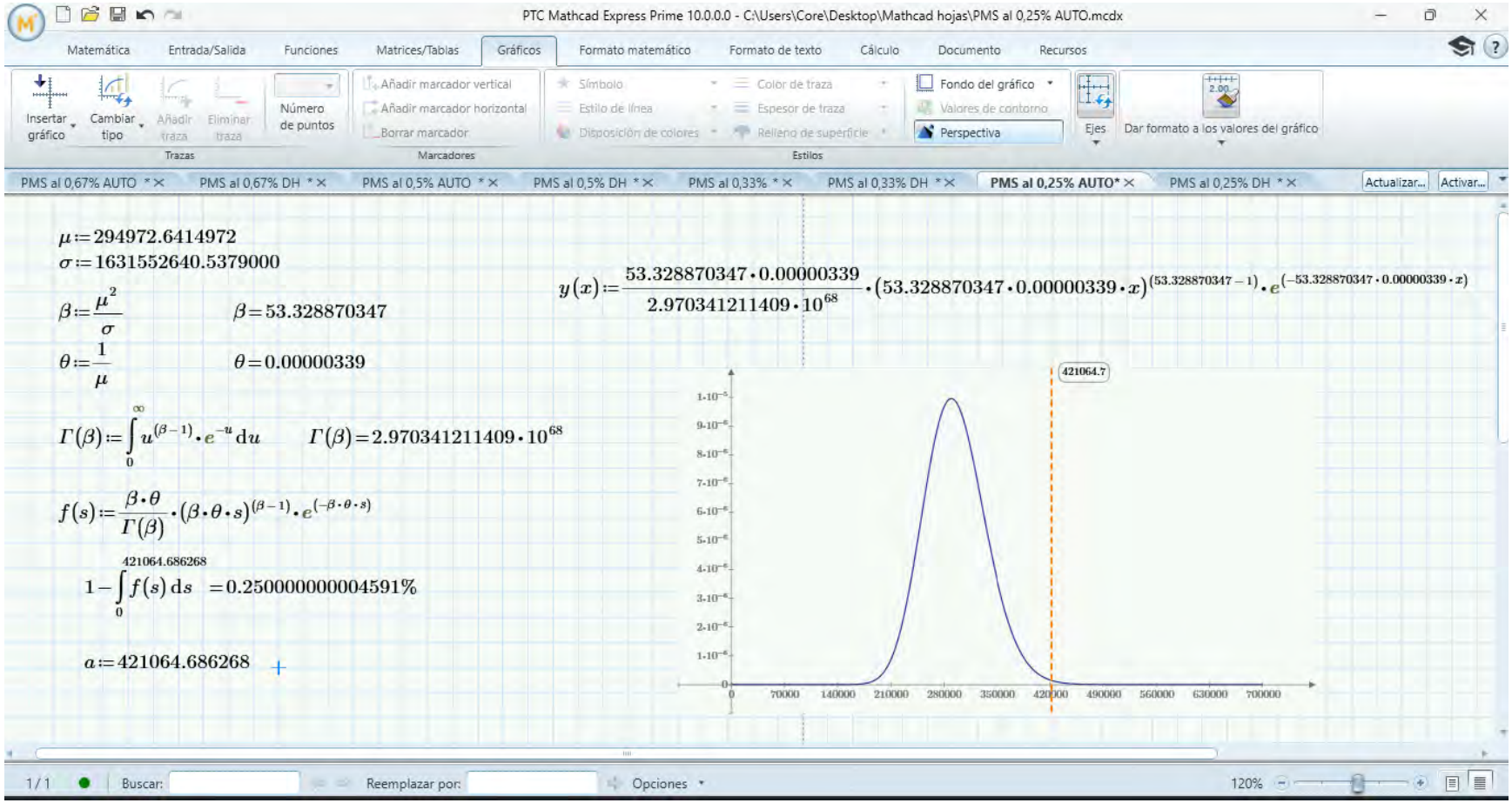

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 16. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,33%



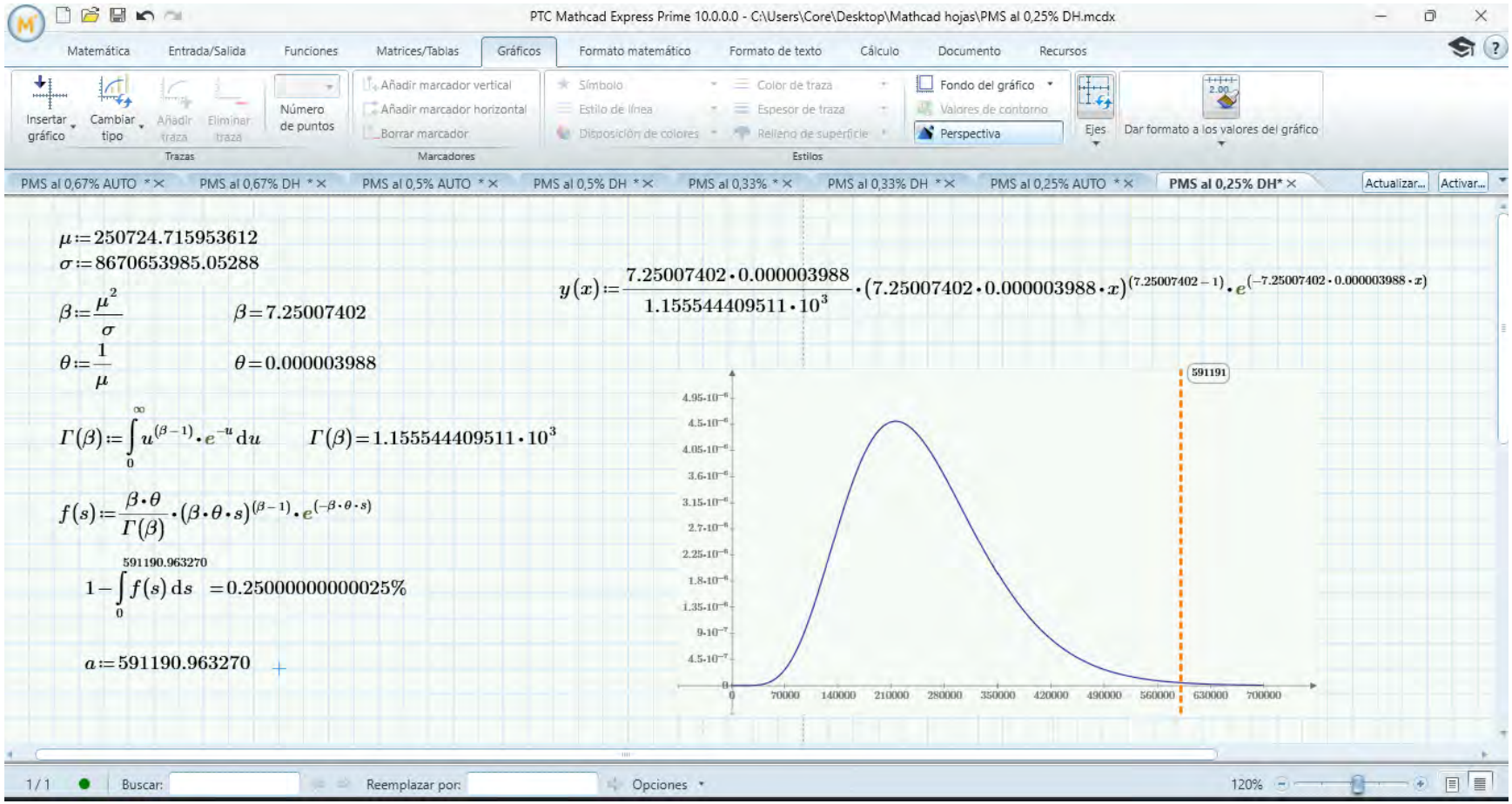

Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 17. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Automotores con Probabilidad De Quiebra al 0,25%




Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0

ANEXO 18. Determinación del Límite Superior “a” de la Integral de “$f(s)$” del Ramo de Desgravamen Hipotecario con Probabilidad De Quiebra al 0,25%



Fuente: Elaboración propia en el software PTC Mathcad Express Prime 10.0.0.0