

**Universidad Andina Simón Bolívar**

**Sede Ecuador**

**Área de Gestión**

Maestría en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros

**Aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados en una empresa de seguros**

Alexandra Maribel Machado Acosta

Tutor: Edison Xavier Carrillo Lanas

Quito, 2022





## **Cláusula de cesión de derechos de publicación de tesis**

Yo, Alexandra Maribel Machado Acosta, autora de la tesis intitulada “Aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados en una empresa de seguros” mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Quito, marzo 2022

Alexandra Maribel Machado Acosta



## Resumen

Las empresas de seguros de vida deben efectuar reservas para obligaciones pendientes, las cuales deben asegurar el cumplimiento de obligaciones futuras, principalmente el pago de siniestros. La presente investigación estudia las reservas IBNR *incurred but not reported* para siniestros ocurridos y no reportados, por tal motivo se busca aplicar el método Chain-Ladder el cuál está dispuesto en la normativa ecuatoriana; y, los métodos Link Ratio con sus enfoques pesimista, optimista, de medias simples y de medias sin mínimo ni máximo los cuales son métodos alternativos para la estimación de dichas reservas, con la finalidad de no sobrestimar ni subestimar las mismas, identificar los beneficios y limitaciones de aplicarlos; y, evaluar el desempeño y validez de dichos métodos mediante Back-Testing.

En este estudio se exponen teorías, disposiciones legales e investigaciones previas relacionadas, a las metodologías propuestas Chain-Ladder y Link Ratio, con el propósito de recomendar el método que mejor se acople a las necesidades de las empresas de seguros.

Se utilizó como información la base de los siniestros pagados de cada uno de los cuatro trimestres de los años 2017, 2018 y 2019; y, la base de siniestros reservados con fecha de corte al 31 de diciembre de 2019, de una empresa de seguros de vida, para el seguro de vida colectiva.

Al aplicar los métodos propuestos, se evidenció que los métodos Chain-Ladder y Link Ratio enfoque de medias simples y medias sin mínimo ni máximo tienen un buen desempeño; y, estiman equilibradamente las reservas IBNR. Adicionalmente, se identificó que los métodos Link Ratio enfoque pesimista y optimista no son aplicables, dado que efectuadas las validaciones mediante Back-Testing se encontraron evidencias de que el primero sobreestima las reservas, mientras que el segundo método las subestima.

Una vez efectuada la aplicación de los métodos alternativos, se concluye que la aplicación del método Chain-Ladder es el método que mejor desempeñó evidenció en cuanto a pago de siniestros.

Palabras clave: seguros, reservas IBNR, métodos de estimación, siniestro



Este trabajo lo dedico a Dios, por brindarme muchas bendiciones entre ellas principalmente mi salud y la de mi familia; trabajo para poder desarrollarme como profesional.

Con muchísimo cariño y amor a mis padres Germán y Elisa, quienes me guiaron y educaron para que culmine este proceso con su ejemplo de perseverancia.

A mi hermana Daniela quien ha sido siempre un pilar y una amiga incondicional; a mi cuñado Danilo quien es como otro hermano en el que puedo confiar; a mis sobrinos Justin y Danna quienes llenan de alegría y regocijo mi vida.

A mis tíos Teresa y Edwin quienes siempre me han regalado su cariño como otros padres.

A mi compañero de vida mi amado esposo Romel, por su infinito apoyo.

A mis amigos Isabel, Gabriela y Alfred por su compañerismo y apoyo académico.

A mis amigos de la Dirección Regional de Seguros de Quito, por colaborar con este sueño con sus palabras de cariño y soporte.





## **Agradecimientos**

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad Andina Simón Bolívar y a mis profesores que infundieron muchos conocimientos en mí, los cuáles hicieron que crezca profesionalmente.

A mi tutor el ingeniero Xavier Carillo, quien apoyó este sueño con su asesoría, sugerencias y recomendaciones.

A la Intendencia de Compañías de Quito, de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, en la cual laboro, por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios.



## Tabla de contenidos

Figuras y Tablas .....	15
Introducción.....	19
Capítulo primero: Planteamiento del problema.....	21
1. Descripción de la realidad problemática .....	21
2. Pregunta central .....	23
3. Objetivo general y específicos.....	23
4. Justificación .....	24
5. Delimitación del problema .....	25
6. Metodología de investigación.....	26
6.1. Tipo de estudio .....	26
6.2. Fuentes .....	26
6.3. Métodos.....	27
Capítulo segundo: Marco teórico .....	29
1. Bases teóricas .....	29
1.1. Riesgo.....	29
1.2. Seguro.....	29
1.3. Reservas técnicas.....	30
1.4. Siniestro.....	31
2. Antecedentes de la investigación.....	33
2.1. Investigaciones internacionales previas .....	33
2.2. Investigaciones regionales previas .....	36
2.3. Investigaciones nacionales previas.....	37
3. Marco normativo .....	37
3.1. Marco normativo internacional .....	37
3.2. Marco normativo nacional .....	40
Capítulo tercero: Análisis del sector asegurador .....	47
1. Sistema de seguros en Ecuador .....	47

1.1.	Crecimiento Económico y Sistema de Seguros.....	47
1.2.	Primas netas emitidas por seguro .....	49
2.	Sistema de seguros de vida en el Ecuador .....	50
2.1.	Concentración geográfica empresas de seguros de vida .....	52
2.2.	Prima neta emitida y Siniestros pagados.....	52
2.3.	Activos, Pasivos y Patrimonio .....	54
2.4.	Inversiones financieras brutas y Reservas técnicas.....	56
2.5.	Retención y cesión .....	57
3.	Aspectos organizacionales.....	58
3.1.	Organigrama estructural.....	58
3.2.	Estructura organizacional.....	59
Capítulo cuarto: Métodos de estimación de reservas técnicas IBNR.....		61
1.	Métodos de Estimación de Reservas IBNR.....	61
2.	Triángulos de siniestralidad.....	62
3.	Método Chain Ladder.....	63
3.1.	Procedimiento para estimar reservas IBNR - método Chain-Ladder.....	64
4.	Método Link Ratio .....	65
4.1.	Procedimiento para estimar reservas IBNR - método Link Ratio.....	65
5.	Método Chain-Ladder normativa ecuatoriana.....	67
5.1.	Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana .....	68
5.2.	Matrices de siniestros pagados.....	72
5.3.	Matriz de siniestros pagados acumulados .....	72
5.4.	Matriz de proyección de siniestralidad acumulada .....	72
5.5.	Matriz de reservas de siniestros avisados.....	73
5.6.	Otras consideraciones para la metodología.....	73
6.	Back-Testing.....	73
Capítulo quinto: Aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR.....		77
1.	Fuente de información .....	77
2.	Procesamiento de información .....	78
3.	Aplicación Método Chain Ladder .....	79

3.1. Matriz de siniestros pagados .....	80
3.2. Matriz de siniestros acumulados .....	81
3.3. Factores de cadencia de siniestralidad .....	82
3.4. Matriz de proyección de siniestros acumulados.....	83
3.5. Matriz de siniestros reservados avisados .....	84
3.6. Reserva IBNR neta – método Chain-Ladder.....	85
4. Aplicación del método Link Ratio enfoque pesimista.....	85
4.1. Matriz de link ratios o ratios de enlace .....	86
4.2. Factores de cadencia de siniestralidad .....	87
4.3. Matriz de proyección de siniestros acumulada .....	87
4.4. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque pesimista .....	88
5. Aplicación del método Link Ratio enfoque optimista.....	88
5.1. Factores de desarrollo.....	89
5.2. Matriz de proyección de siniestros acumulada .....	89
5.3. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque optimista .....	90
6. Aplicación del método Link Ratio enfoque de medias simples .....	90
6.1. Factores de desarrollo.....	91
6.2. Matriz de proyección de siniestros acumulados.....	91
6.3. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque de medias simples .....	92
7. Aplicación del método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo ....	92
7.1. Factores de desarrollo.....	93
7.2. Matriz de proyección de siniestros acumulados.....	93
7.3. Reserva IBNR neta – método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo.....	94
8. Comparación de resultados de los métodos propuestos .....	94
9. Back-Testing.....	98
9.1. Back-Testing método Chain-Ladder .....	102
9.2. Back-Testing método Link Ratio – enfoque pesimista .....	103
9.3. Back-Testing método Link Ratio – enfoque optimista .....	104
9.4. Back-Testing método Link ratio – enfoque de medias simples .....	105
9.5. Back-Testing método Link Ratio – enfoque de medias sin mínimo ni máximo	

9.6. Back-Testing normativa ecuatoriana.....	107
10. Definición del modelo .....	108
11. Análisis del impacto financiero .....	109
12. Beneficios y Limitaciones .....	111
Conclusiones y Recomendaciones .....	113
Conclusiones .....	113
Recomendaciones .....	115
Lista de Referencias.....	117
Anexos .....	125
Anexo 1. Prima neta emitida por seguro.....	125
Anexo 2. Prima neta emitida por compañía.....	126
Anexo 3. Siniestros pagados por compañía .....	127
Anexo 4. Activos, Pasivos y Patrimonio por compañía .....	128
Anexo 5. Inversiones financieras brutas y Reservas técnicas por compañía.....	129
Anexo 6. Retención y Cesión por compañía.....	130

## Figuras y Tablas

Figura 1. Elementos del contrato de seguros .....	30
Figura 2. Ciclo de vida del siniestro .....	32
Figura 3. Etapas del ciclo de vida del siniestro .....	32
Figura 4. Solvencia II .....	38
Figura 5. Pilares de Solvencia II.....	38
Figura 6. Marco normativo nacional .....	40
Figura 7. Empresas de seguros .....	40
Figura 8. Elementos del contrato de seguros.....	41
Figura 9. Ciclo de vida del siniestro .....	42
Figura 10. Vida individual y vida colectiva .....	43
Figura 11. Exclusión en el contrato de seguro de vida.....	43
Figura 12. Clasificación de los riesgos.....	44
Figura 13. Reservas técnicas .....	45
Figura 14. Retención y cesión .....	46
Figura 15. Crecimiento Producto Interno Bruto y Prima Neta Emitida .....	48
Figura 16. Prima neta emitida por seguro .....	49
Figura 17. Concentración geográfica de empresas de seguros de vida .....	52
Figura 18. Participación de prima neta emitida por compañía.....	53
Figura 19. Participación de siniestros pagados por compañía.....	54
Figura 20. Activos, pasivos y patrimonio por compañía.....	55
Figura 21. Inversiones financieras y reservas técnicas por compañía.....	56
Figura 22. Retención y cesión por compañía .....	57
Figura 23. Organigrama estructural.....	58
Figura 24. Métodos de estimación de reservas IBNR .....	61
Figura 25. Triángulos de siniestros .....	62
Figura 26. Triángulos de siniestros - pasado y futuro .....	62
Figura 27. Metodología de cálculo de reservas IBNR.....	68

Figura 28. Matriz de siniestros pagados .....	72
Figura 29. Matriz de siniestros pagados acumulados .....	72
Figura 30. Matriz de proyección de siniestralidad acumulada .....	73
Figura 31. Matriz de reservas de siniestros avisados.....	73
Figura 32. Bases de datos a utilizarse.....	78
Figura 33. Reserva IBNR método Chain-Ladder (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real) .....	102
Figura 34. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque pesimista (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real) .....	103
Figura 35. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque optimista (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real) .....	104
Figura 36. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque de medias simples (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real) .....	105
Figura 37. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real).....	106
Tabla 1. Marco normativo internacional .....	39
Tabla 2. Clasificación de los riesgos .....	42
Tabla 3. Producto interno bruto y prima neta emitida.....	47
Tabla 4. Participación de primas netas emitidas por seguro .....	50
Tabla 5. Entidad por seguro de vida.....	51
Tabla 6. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder .....	64
Tabla 7. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio .....	66
Tabla 8. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana.....	69
Tabla 9. Procedimiento para establecer las probabilidades asociadas al número de excepciones observadas.....	75
Tabla 10. Trimestres considerados .....	77
Tabla 11. Matriz de siniestros pagados .....	80
Tabla 12. Matriz de siniestros acumulados .....	81



Tabla 13. Factores de cadencia de siniestralidad.....	82
Tabla 14. Matriz de proyección de siniestros acumulados.....	83
Tabla 15. Matriz de siniestros reservados avisados.....	84
Tabla 16. Reserva IBNR neta.....	85
Tabla 17. Matriz de link ratios.....	86
Tabla 18. Factores de cadencia de siniestralidad.....	87
Tabla 19. Matriz de proyección de siniestros acumulados.....	87
Tabla 20. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque pesimista .....	88
Tabla 21. Factores de desarrollo.....	89
Tabla 22. Matriz de proyección de siniestros acumulada.....	89
Tabla 23. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque optimista.....	90
Tabla 24. Factores de desarrollo.....	91
Tabla 25. Matriz de proyección de siniestros acumulados.....	91
Tabla 26. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque de medias simples .....	92
Tabla 27. Factores de desarrollo.....	93
Tabla 28 Matriz de proyección de siniestros acumulados.....	93
Tabla 29. Reserva IBNR neta – método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo .....	94
Tabla 30. Estimaciones de las reservas IBNR por método.....	94
Tabla 31. Factores de cadencia por método .....	96
Tabla 32. Factores de cadencia de siniestralidad por método .....	96
Tabla 33. Reserva IBNR Pura .....	97
Tabla 34. Número de estimaciones consideradas para el Back-Testing.....	98
Tabla 35. Parámetros para establecer las probabilidades asociadas al número de excepciones observadas.....	98
Tabla 36. Probabilidades de observar k excepciones .....	99
Tabla 37. Probabilidad de N estimaciones, k de ellas han caído por debajo o encima de los reales.....	100
Tabla 38. Resumen Back-Testing por método .....	101
Tabla 39. Back-Testing método Chain-Ladder .....	102
Tabla 40. Back-Testing método Link Ratio - enfoque pesimista.....	103

Tabla 41. Back-Testing método Link Ratio- enfoque optimista .....	104
Tabla 42. Back-Testing método Link Ratio - enfoque de medias simples.....	105
Tabla 43. Back-Testing método Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo.	106
Tabla 44. Estimaciones de Reservas IBNR (trimestres 2017-2019) .....	107
Tabla 45. Back-Testing normativa ecuatoriana.....	107
Tabla 46. Índices financieros.....	109
Tabla 47. Beneficios .....	111
Tabla 48. Limitaciones .....	112
Tabla 49. Prima neta emitida por seguro.....	125
Tabla 50. Prima neta emitida por compañía .....	126
Tabla 51 Siniestros pagados por compañía .....	127
Tabla 52. Activos, pasivos y patrimonio por compañía .....	128
Tabla 53. Inversiones financieras brutas y reservas técnicas por compañía .....	129
Tabla 54. Retención y Cesión por compañía.....	130

## Introducción

Con el fin de cumplir con las obligaciones futuras con asegurados y/o beneficiarios, las empresas de seguros de vida en Ecuador deben estimar reservas, especialmente las reservas para siniestros ocurridos y no reportados IBNR, es así que esta investigación se efectuó para aplicar los métodos Chain-Ladder y Link Ratio.

El capítulo primero corresponde al planteamiento del problema, en el cuál se establece la necesidad de afrontar posibles pérdidas económicas debido al riesgo de insuficiencia o sobreestimación de reservas IBNR.

En el capítulo segundo se dan a conocer teorías, conceptos y normativa en la que se enmarca el tema de análisis. También se hace hincapié a estudios relacionados a la presente tesis, como investigaciones previas internacionales, regionales y nacionales.

En el tercer capítulo que corresponde a Análisis del sector asegurador se realiza un diagnóstico del sector con énfasis en las empresas de seguros de vida, donde se estudian características técnico-financieras y organizacionales.

Métodos de estimación de reservas técnicas IBNR es el capítulo cuarto, aquí se detalla el procedimiento de cada uno de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio y el enfoque de los mismos que existe en la normativa ecuatoriana.

Posteriormente en el capítulo quinto, se aplican los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR, en el cual se establece la fuente y procesamiento de la información, se analizan los resultados y se define el desempeño de dichos métodos mediante Back-Testing, así como beneficios y limitaciones de los mismos.

En el último apartado se realizan conclusiones y recomendaciones en función de los objetivos planteados en esta investigación.



## **Capítulo primero**

### **Planteamiento del problema**

#### **1. Descripción de la realidad problemática**

En el Ecuador, están autorizadas para operar en el ramo de vida 23 empresas de seguros al 31 de diciembre de 2019, las que se encuentran reguladas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SCVS) desde 2015. La normativa y disposiciones a la que estas empresas están sujetas son: Código Orgánico Monetario y Financiero Libro III Ley General de Seguros (LGS) y su Reglamento, Libro III de la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros (CRMFVS), Código de Comercio, entre otras disposiciones realizadas por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera (JPRMF) y el organismo de control (SVCS). Por otra parte, también se incorporan estándares y buenas prácticas internacionales que son principios y normas recomendadas en Solvencia II por la IAIS (Asociación Internacional de Supervisores de Seguros) y la ASSAL (Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina).

Establecidos en la normativa descrita anteriormente, se encuentran requerimientos regulatorios relevantes de describir, entre los cuales constan: 1) capital legal para constituir una aseguradora de US\$ 8'000,000.00; 2) requerimientos de solvencia, los cuales se encuentran especificados de la siguiente manera: provisiones técnicas, gestión de riesgos, capital adecuado e inversiones obligatorias. Las reservas técnicas deberán estar invertidas, al menos en el (60%) del capital pagado y la reserva legal, en inversiones definidas por la JPRMF, en segmentos y porcentajes, guardando concordancia entre liquidez, seguridad, rentabilidad y diversificación. Las reservas técnicas se clasifican en reservas: riesgos en curso, matemáticas, obligaciones pendientes, desviación de siniestros y sucesos de catástrofe; y, se constituyen de manera mensual. (EC 2014, arts. 14, 21, 22, 23 ).

Esta investigación estudiará a las reservas para obligaciones pendientes, específicamente las reservas para siniestros ocurridos y no reportados IBNR *incurred but*

*not reported*, las cuales corresponden al monto registrado en el pasivo, que equivale al costo último total estimado de atender todas las reclamaciones derivadas de los siniestros que habiendo ocurrido hasta cierta fecha de corte, no han sido avisados (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 72).

Las reservas IBNR se constituyen debido a la necesidad de afrontar las posibles pérdidas financieras que pueden surgir dados distintos escenarios como: notificación tardía del siniestro por parte del asegurado o beneficiario, complicaciones en la obtención de los documentos probatorios del siniestro, políticas o procedimientos inadecuados de la aseguradora o como resultado de circunstancias legales.

La normativa ecuatoriana dispone a las empresas de seguros, aplicar el método Chain Ladder para la estimación de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados IBNR, metodología que emplea la información histórica de los siniestros de cada seguro, también conocido como triángulos de siniestralidad o triángulos *run-off*; no obstante, el organismo de control permite que las empresas de seguros estimen las reservas IBNR empleando una metodología alternativa diferente al método Chain-Ladder, siempre y cuando existan validaciones semestrales y sea revisada por parte de un actuario (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 79-80).

El método Link Ratio con sus distintos enfoques, se construye al igual que el método Chain-Ladder a partir de triángulos de siniestros, distinguiéndose de la manera en la que se obtiene los factores de cadencia de siniestralidad según el enfoque que se emplee pesimista, optimista, de medias simples o de medias sin mínimo ni máximo (Aguilar Jurado 2015, 44).

En consecuencia, el presente estudio pretende estimar las reservas para siniestros ocurridos y no reportados IBNR en una empresa de seguros de vida en Ecuador, mediante la aplicación de los métodos conocidos como Chain-Ladder y Link Ratio con sus diferentes enfoques pesimista, optimista, de medias simples y de medias sin mínimo ni máximo; todos estos métodos parten del triángulo de siniestros acumulados.

La propuesta de aplicar estos métodos de estimación de reservas IBNR, permitirá a las empresas de seguros de vida, determinar cuál de ellos se acopla a sus necesidades de información, experiencia de cartera, historial de siniestralidad, etc. y así puedan minimizar el riesgo de insuficiencia de reservas técnicas, de tal manera que puedan evitar pérdidas

financieras y patrimoniales derivadas de este riesgo, procurando la adecuada administración de la compañía a corto y largo plazo y evitando que incurra en problemas de insolvencia, generando valor agregado a la empresa, protegiendo los intereses de los accionistas y garantizando el cumplimiento de obligaciones con los asegurados y/o beneficiarios y otras obligaciones con terceros.

Adicionalmente, en la normativa vigente no existe requerimiento de capital para este riesgo, por tanto no se cuenta con colchones financieros en caso de que exista insuficiencia de reservas que superen la capacidad de la compañía, en tal virtud y considerando que los métodos Chain-Ladder y Link Ratio tienen como propósito salvaguardar el patrimonio de las empresas de seguros de vida, el presente estudio identificará el método que más se ajuste a la realidad de dichas compañías en el Ecuador.

## **2. Pregunta central**

¿Cuáles son los elementos para aplicar los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados en una empresa de seguros de vida en Ecuador?

## **3. Objetivo general y específicos**

### **Objetivo general**

Aplicar los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados en una empresa de seguros de vida en Ecuador.

### **Objetivos específicos**

- Conocer las principales teorías y conceptos relacionados a los métodos Chain-Ladder y Link Ratio.

- Describir las principales características de las empresas de seguros de vida
- Identificar los beneficios y limitaciones que surgen de la aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio.

#### **4. Justificación**

La administración de riesgos es una disciplina fundamental para las operaciones de las empresas, por cuanto, la deficiente gestión de riesgos puede ocasionar pérdidas financieras y patrimoniales.

Uno de los riesgos de una empresa de seguros de vida es el riesgo de insuficiencia de reservas técnicas, el cual puede administrarse mediante el empleo de metodologías que permitan realizar una adecuada determinación de las reservas para siniestros ocurridos y no reportados IBNR.

Por las razones previamente señaladas la presente investigación propende aplicar los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados, dichas metodologías, al ser utilizadas de manera correcta permiten administrar una empresa de seguros de vida, de tal manera, que garanticen el cumplimiento de las obligaciones adquiridas fundamentalmente con los asegurados y beneficiarios. La importancia de estimar adecuadamente las reservas IBNR, reside en que mientras las proyecciones desarrolladas mediante el empleo de estas metodologías más se acerquen a los siniestros realmente pagados, mitigará el riesgo de insuficiencia de reservas técnicas.

La propuesta de esta tesis radica, en que las empresas de seguros acogiendo las recomendaciones del marco de solvencia para el sector, es decir, Solvencia II, deben utilizar metodologías empleadas a nivel mundial, de acuerdo al tamaño de la empresa, la complejidad de los riesgos asumidos, y la información histórica disponible; por esta razón la presente investigación considera aplicar el método Link Ratio con sus diferentes enfoques pesimista, optimista, de medias simples y de medias sin mínimo ni máximo.

Este proyecto, es relevante para la sociedad ya que constituye una guía para estimar las reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados mediante la aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio la cual beneficiará a más de las empresas de seguros



de vida, a las compañías de seguros generales, empresas de seguros de asistencia médica y medicina prepagada e incluso al organismo del control, es decir, la SCVS, puesto que este estudio permitirá conocer los beneficios y limitaciones que surgen de desarrollar otros métodos diferentes al normativo, procurando siempre tener como finalidad la protección de la solvencia de las entidades; y, resguardar el cumplimiento de obligaciones con los asegurados y/o beneficiarios.

## **5. Delimitación del problema**

La presente investigación analizará las empresas de seguros de vida en Ecuador, mismas que geográficamente se encuentran principalmente en Quito y Guayaquil. Cabe señalar, que el análisis propuesto se efectuará con la información siniestral de una empresa de seguros de vida, para el seguro de vida colectiva, correspondiente a (12) doce trimestres de los años 2017, 2018 y 2019, para los cálculos de las reservas IBNR, puesto que, para realizar las proyecciones al trimestre de análisis se requiere información del pasado, fecha de cálculo final de cada trimestre, es decir, al 31 de diciembre de 2019. La información que se empleará para la investigación se obtendrá de una empresa de seguros de vida, la cual se mantendrá en confidencialidad por sigilo; y, de estructuras reportadas mensualmente por las compañías al ente de control. Adicionalmente, se obtendrá información de la página web de la SCVS para conocer sobre el sector asegurador, con énfasis en las empresas de seguros de vida.

Se clasifica a los riesgos en: riesgos inherentes a la actividad aseguradora, riesgos de mercado, liquidez y crédito, riesgo operacional, entre otros riesgos del entorno organizacional. Dentro de los riesgos inherentes a la actividad aseguradora se encuentra el riesgo de insuficiencia de reservas técnicas que es la probabilidad de perder valores económicos debido a la inadecuada valuación de reservas (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 227-230).

El presente estudio busca minimizar este último riesgo, mediante la aplicación de las metodologías propuestas Chain-Ladder y Link Ratio en una aseguradora de vida para estimar las reservas IBNR.

Debe señalarse que previamente a lo descrito en el párrafo precedente, se realizará un diagnóstico técnico-financiero y organizacional a las empresas de seguro de vida en Ecuador. Una vez realizado dicho análisis, se expondrá dos metodologías que permitan un mejor ajuste a las necesidades de estas instituciones, en cuanto a la determinación de reservas para siniestros ocurridos y no reportados IBNR, en consideración principalmente a que cumplan con las obligaciones con terceros (asegurados y beneficiarios); y, con una adecuada gestión y administración de riesgos.

Finalmente, en función de las deducciones extraídas derivadas de la aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio se escogerá cuál de ellos tiene mejor bondad de ajuste mediante Back-Testing.

## **6. Metodología de investigación**

### **6.1. Tipo de estudio**

El presente análisis es un estudio con un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo, puesto que se efectuará un diagnóstico a los principales aspectos técnico-financieros y organizacionales de las empresas de seguros de vida; con miras a detallar y analizar el actual problema que enfrentan al estimar las reservas IBNR a través de una base histórica de los siniestros ocurridos, avisados y pagados ya que su mala estimación podría derivar en pérdidas patrimoniales y financieras. Cabe indicar, que se describe el procedimiento para la aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio se podría satisfacer dicho problema. Adicional, se darán a conocer los beneficios y limitaciones de aplicar dichas metodologías.

### **6.2. Fuentes**

#### **6.2.1. Primarias**

Se recurrirá a expertos en la materia como actuarios y matemáticos, a quienes se aplicará la herramienta de entrevistas, con el fin de obtener información tendiente a conocer la importancia de aplicar los métodos propuestos.

### **6.2.2. Secundarias**

Para la realización de este estudio, se acudirá a reportes y estadísticas públicos del organismo de control, Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, además de libros, artículos científicos, tesis, y otras fuentes escritas sobre métodos para la estimación de reservas técnicas para el efecto, algunos de los principales autores que avalan la presente investigación son: Miguel Ángel Aguilar Jurado con su tesis “Métodos para la Estimación de Provisiones Técnicas de Seguros de No Vida”; Juan Espejo Fernández con su investigación “Provisiones Técnicas de Prestaciones Pendientes: el método Chain-Ladder estocástico desde un punto de vista práctico en Solvencia II”; Didier Villanueva con su estudio “Metodologías de Cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos No Avisados (IBNR)”; y, María Alejandra Ramírez con su publicación “Método Global de Cálculo de la Provisión de Siniestros Pendientes, a partir de la utilización de la información histórica completa e incompleta de una compañía de seguros”; entre otros documentos relevantes.

## **6.3. Métodos**

### **6.3.1. Empíricos**

El método empírico que se utilizará es la entrevista a expertos como actuarios y matemáticos, para recolectar información de forma tal que se conocerá la opinión de los mismos, con el fin de obtener sustentos teóricos para la aplicación de los modelos propuestos.

### **6.3.2. Teóricos**

Se aplicará el método deductivo, mismo que parte de lo general a lo particular; es decir, que de la teoría de los Modelos Chain-Ladder y Link Ratio se podrán realizar abstracciones y aplicarlas al caso particular de empresas de seguros de vida en Ecuador.



## **Capítulo segundo**

### **Marco teórico**

En este capítulo se desarrollan conceptos, normativa e investigaciones previas sobre aspectos que tendrán relevancia para el presente análisis; y, que sirven como referencia y avalan el presente trabajo.

#### **1. Bases teóricas**

##### **1.1. Riesgo**

Puede considerarse riesgo a la posibilidad de incurrir en pérdidas dado un evento adverso y que derive un efecto económico negativo; en seguros, riesgo se puede señalar como dos definiciones: como la posibilidad de que un evento considerado peligroso se materialice produciendo un daño denominado siniestro (Fundación Mapfre 2021).

De acuerdo a la Asociación Internacional de Supervisores de Seguros, los riesgos se pueden dividir en: riesgos técnicos (suscripción, tarificación, valuación de reservas, reaseguro), riesgos financieros (mercado, crédito y liquidez), riesgo operacional, entre otros (IAIS 2002, 5-7).

La Administración de Riesgos comprende aquellas acciones sistematizadas para gestionar y vigilar una organización con respecto al riesgo, que incluye evaluar, tratar, aceptar y comunicar los riesgos (Casares San José-Martí 2013, 21).

El proceso de administración de riesgos es continuo, el cual se debe efectuar de manera sistemática, dicho proceso permitirá mermar pérdidas y maximizar oportunidades (Cuello Lascano, Pallares Caro y Wehdeking Arcieri 2008, 97).

##### **1.2. Seguro**

El seguro es una operación en la cual el asegurado a cambio de una cantidad monetaria, recibe una prestación de una compañía de seguros, la cual se hará efectiva en caso de siniestro entregar un capital, renta o asistencia. La póliza es aquel documento en

que la aseguradora establece condiciones como riesgos cubiertos (cobertura), suma asegurada, prima, indemnización, formalización en caso de siniestro, derechos y obligaciones del asegurado o beneficiario y del asegurador (Fundación Mapfre Estudios 1990, 14).

Los seguros permiten mermar la incertidumbre monetaria, puesto que mediante la póliza, ya que por cierta cantidad económica llamada prima, la aseguradora debe garantizar determinado pago futuro en el acontecimiento de que ocurra cualquier suceso adverso para lo cual se tiene cobertura en el contrato (Comisión para el Mercado Financiero 2021).

El seguro está basado en la Ley de los Grandes Números, teorema básico de la estadística, que supone que cuanto más grande es una muestra, existe más probabilidad de que los resultados que se obtengan sean fiables y acordes a la realidad, lo que traduce al seguro como un intercambio de riesgos (Manzano Martos 2012, 4).

Los elementos que conforman el contrato de seguros, como se muestra en la siguiente figura, fundamentalmente son:

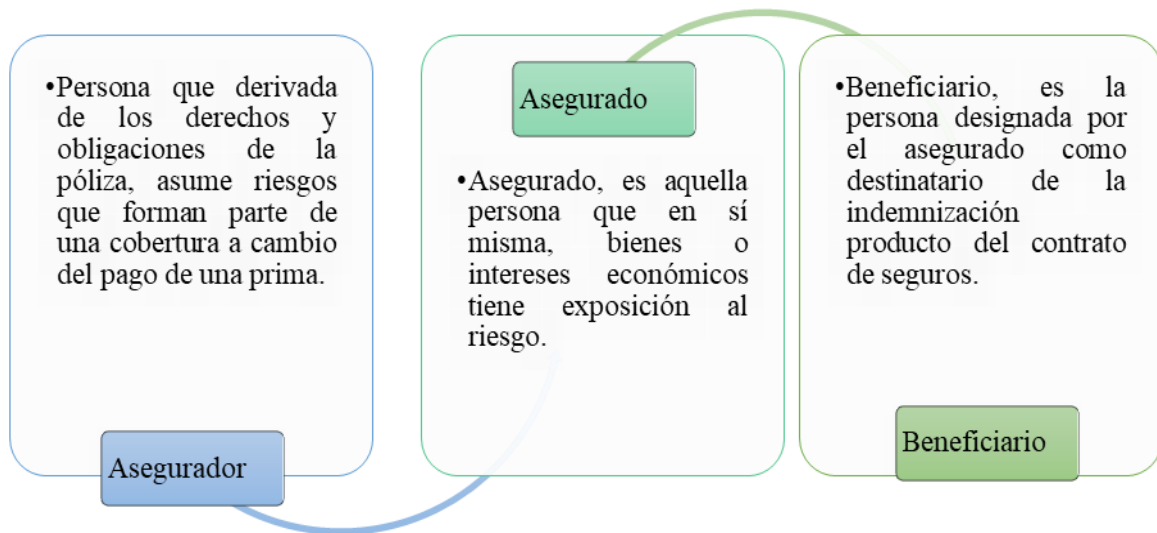


Figura 1. Elementos del contrato de seguros  
Fuente: (Fundación Mapfre Estudios 1990, 41).  
Elaboración propia

### 1.3. Reservas técnicas

Las reservas técnicas, son partidas fundamentales dentro del pasivo de las empresas de seguros, éstas deben reflejar el monto correspondiente a los compromisos asumidos derivados de las pólizas. Las provisiones técnicas deben constituirse y mantenerse como un monto suficiente para cumplir las obligaciones adquiridas producto de las operaciones directas de seguros (Aguilar Jurado 2015, 27).

Las provisiones técnicas se llaman también reservas legales y obligatorias, son reservas económicas que las empresas de seguros deben efectuar con el fin de cumplir con los compromisos derivados de las pólizas, que constituyen responsabilidades futuras. (Fundación Mapfre Estudios 1990, 148).

Las reservas IBNR también conocidas como provisiones de siniestros pendientes de declarar engloban el monto proyectado de los siniestros ocurridos antes de un período determinado y no declarados hasta la fecha de cierre de dicho periodo (Aguilar Jurado 2015, 29).

La reserva IBNR es un monto de recursos que la aseguradora debe reservar para soportar obligaciones futuros de siniestros que ya ocurrieron, a determinada fecha de corte, no obstante, no se han notificado con suficiente información (Villanueva 2015, 14).

Uno de los riesgos a los que se encuentra expuesta una empresa de seguros, es el riesgo de reservas técnicas, el cual está asociado con la variación no esperada de la reserva IBNR hasta el momento de su liquidación (CL, Superintendencia de Valores y Seguros de Chile 2017, 3).

#### **1.4. Siniestro**

Siniestro es la expresión del riesgo con cobertura, que producido un evento adverso cubierto por el contrato de seguros, considerando las coberturas y límites de sumas aseguradas. Es aquel evento negativo que se materializó, establecido en el contrato y derivó pérdidas económicas, lo cual origina la obligación de pago de la aseguradora hacia el asegurado o beneficiarios (Fundación Mapfre Estudios 1990, 33-34).

“Siniestro IBNR *incurred but not reported* o siniestro tardío, es un siniestro ya ocurrido pero aún no avisado y, por consiguiente, desconocido al asegurador y al reasegurador” (Rodríguez 2011, 4).

“Siniestros IBNER *incurred but no enough reserved*, significa el encarecimiento de siniestros conocidos que sobrepasan la reserva originalmente constituida para siniestros, o sea, pérdidas sobre la liquidación de siniestros conocidos” (Rodríguez 2011, 5).

Un siniestro sigue un ciclo de vida, en la figura que se observa a continuación, se pueden distinguir algunas de las etapas:

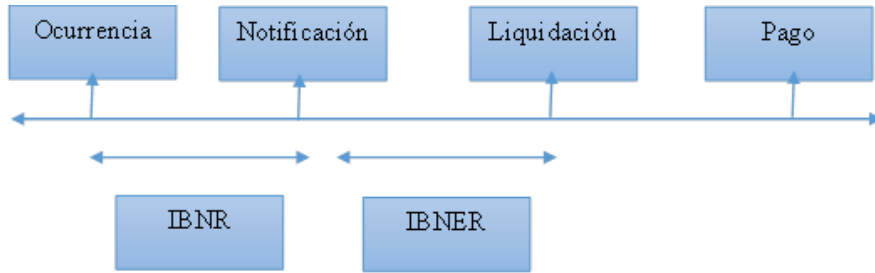


Figura 2. Ciclo de vida del siniestro  
 Fuente: (Aguilar Jurado 2015, 31).  
 Elaboración propia

En la ilustración anterior el ciclo de vida del siniestro está compuesto por algunas etapas que se detallan a continuación:

Ocurrencia	Notificación	Liquidación	Pago
<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta etapa corresponde a que se dio el siniestro, no obstante, el asegurado o beneficiario no ha dado aviso a la aseguradora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Significa que el siniestro ha ocurrido y ha sido informado a la aseguradora mismo que consta con la apertura del expediente del siniestro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa en la que la aseguradora tiene que establecer las circunstancias en las que se originó el siniestro; así como verificar si las coberturas otorgadas con la póliza cubren dicho siniestro; y, establecer el monto de la indemnización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se acredita la indemnización para reponer o restituir las pérdidas o daños causados por el siniestro.</li> </ul>

Figura 3. Etapas del ciclo de vida del siniestro  
 Fuente: (Aguilar Jurado 2015, 31).  
 Elaboración propia

Los motivos por los que pueden darse siniestros IBNR es por: “avisos tardíos, tramitación retrasada, reconocimiento tardío o sentencias judiciales” (Rodríguez 2011, 4).



Avisos tardíos: pueden darse debido a que el asegurado no tiene conocimiento del siniestro o se encuentra imposibilitado físicamente para cumplir con el plazo establecido de notificación. En los casos de seguros de vida, ocurre cuando el asegurado no comunica al beneficiario sobre la existencia de la póliza de seguro de vida.

Tramitación retrasada: dentro de las cláusulas de los contratos de seguros se determinan los documentos a presentar en caso de siniestro, mismos que el asegurado o beneficiario está obligado a proporcionar a la compañía aseguradora, no obstante, en muchos de los casos la obtención de estos documentos puede demorar.

Reconocimiento tardío: una vez que el asegurado o beneficiario haya concluido con la formalización del reclamo, la compañía de seguros debe realizar los procedimientos de análisis técnico en cuanto a coberturas, exclusiones y demás condiciones establecidas en las pólizas; este procedimiento puede llegar a demorar como consecuencia de cuestiones administrativas, políticas internas, procedimientos inadecuados o determinación de vicios del contrato.

Sentencias judiciales: el pago del siniestro puede aplazarse en razón de encontrarse intervenido por procesos legales, ya sea por la naturaleza del riesgo considerando que existen coberturas que pueden estar sujetas a dictámenes judiciales, o por la negativa del siniestro por parte de las aseguradoras y que lleva al asegurado o beneficiario a acudir a instancias de solución de conflictos como: reclamo administrativo ante el ente regulador, arbitraje o mediadores o ante jueces competentes.

## **2. Antecedentes de la investigación**

### **2.1. Investigaciones internacionales previas**

En el sistema asegurador español como lo menciona Aguilar Jurado (2015, 7) en su disertación “Métodos para la estimación de provisiones técnicas de seguros de no vida”, determinar las provisiones técnicas refleja un problema de predicción estadística, los actuarios han estimado las reservas empleando como insumo hojas de cálculo, sin distinguir el origen estocástico y sin haber determinado un modelo estadístico formal, el método con mayor popularidad es Chain Ladder, que es el método más empleado por los actuarios en las empresas de seguros a nivel mundial.

Adicionalmente Aguilar Jurado, indica que la metodología Link Ratio utiliza para el efecto ratios, los que se expresan como valores relativos de los siniestros. Los enfoques del Link Ratio basados en los factores de desarrollo se pueden dividir en pesimista, optimista, de medias simples y chain-ladder (44).

Brown L. y Lennox (2015, 62-65) en el libro *Introduction to Ratemaking and Loss Reserving for Property an Casualty Insurance* citan que actualmente, muchos de los actuarios incluyen en sus estudios alguna forma de la metodología Chain-Ladder. El supuesto principal del método es que el pasado es suficientemente representativo del futuro y que existe una consistencia en elementos tales como patrones de liquidación. Por otra parte, indica que la metodología Link Ratio se constituye partiendo de la matriz de siniestros acumulados, de allí se calculan los factores de cadencia de año a año y a estos se denominan link ratios.

De Andrés Sánchez (2006, 3) en España en su artículo de “Cálculo de las Provisiones para Siniestros Pendientes de Declaración con Regresión Borrosa” menciona que una de las más importantes reservas técnicas en las empresas de seguros, es el importe destinado para siniestros IBNR, se pueden clasificar en métodos clásicos en los que se aplica una perspectiva determinística, y el segundo denominado como estocástico. Los métodos clásicos más populares se basan en triángulos de siniestralidad, entre los más comunes se puede indicar el método Chain-Ladder y Link Ratio.

En su tesis de masterado en España, García González (2016, 3,14) “Estimación de Provisiones Técnicas en Seguros de no Vida” señala que en la actualidad los actuarios disponen de múltiples opciones para estimar las reservas técnicas, entre ellos el más conocido y hoy en día el más empleado a nivel internacional en el sector asegurador, es el método conocido como Chain Ladder. Los actuarios conocen las desventajas que tiene Chain Ladder, debido a los resultados que arroja el modelo y no desde el aspecto estadístico.

Lozano y González (2010, 35) en su libro *Métodos Estocásticos de Estimación de las Provisiones Técnicas en el Marco de Solvencia II* indica que los métodos se dividen en grupos: 1) métodos sencillos y 2) métodos globales; estos últimos caracterizados porque emplean algoritmos para eliminar las influencias de datos y se encuentran basados en el triángulo de siniestros  $c$ ; en donde las filas corresponden a la fecha de ocurrencia y las

columnas a la fecha de pago, existen muchas metodologías en este mismo grupo, donde los más conocidos son el Chain Ladder y Bornhuetter-Ferguson.

En este mismo grupo también está el modelo Link Ratio, que está establecido en variaciones que una vez calculadas, constituyen el elemento primordial para deducir los factores de proyección (49).

En su artículo Asensio (2010, 173-175) “Análisis Metodológico de los Métodos Estadísticos en el Cálculo de las Reservas o Provisiones Técnicas de Prestaciones en los Seguros no Vida” en España, analiza que existen modelos en base al triángulo de siniestros en cual la información considerada son los pagos acumulados de riesgos homogéneos, entre varios métodos que calculan el valor medio de los pagos proyectados en referencia a los pagos reales, en la práctica los más utilizados son: Chain-Ladder, Link Ratio, Separación-Taylor, Primas-Pentikainen, Bornhutter-Ferguson, etc. La matriz de siniestros acumulados se completa con la matriz de siniestros.

En su disertación Espejo Fernández (2014, 13) “Provisiones técnicas de prestaciones pendientes: el método Chain-Ladder estocástico desde un punto de vista práctica en Solvencia II” menciona que los métodos deterministas no emplean estadística para la determinación de las reservas técnicas, sin embargo, han resultado ser actualmente los más empleados por las aseguradoras. Estos modelos basados en los datos del pasado recolectados en forma de triángulos, intentando proyectar el valor de la reserva, para en el futuro pagar siniestros. Algunos de los modelos se encuentran: Grossing-up, Link Ratio, Chain-Ladder Clásico, Variantes de Chain-Ladder, Mínimos Cuadrados de De Vylder y Separación de Taylor.

También indica Fernández, que el método Link Ratio se conforma mediante una matriz de siniestros acumulados, matriz de link ratios y factores de desarrollo proyectados mientras que el modelo Chain-Ladder emplea un factor de cadencia y efectuar interpolaciones con la finalidad de pronosticar la siniestralidad y con posterioridad la provisión (14-15).

En México, se señala que para las provisiones técnicas principalmente la reserva (IBNR), existen varios modelos para determinar la estimación de esta reserva como: modelos empíricos muy empleados y de fácil uso, y modelos estocásticos complejos. Chain Ladder es una de las metodologías empíricas más empleadas, este método es de aplicación

sencilla de generalmente da buenos resultados. La desventaja primordial es que no utiliza estadísticos que permitan determinar intervalos de confianza para las reservas (De Alba y Bonilla 2002, 3).

En el mercado asegurador mexicano, se expresa que la metodología Chain-Ladder estima las reservas de prestaciones, basado en los triángulos de siniestros, realizando una interpolación de siniestros en el futuro en base a siniestros históricos, con el empleo de factores de cadencia que son factores de multiplicación, los cuales permiten llenar el triángulo de siniestros y convertirlo en un rectángulo, en consecuencia, la provisión se obtiene de la diferencia entre las estimaciones de los siniestros finales y los últimos siniestros conocidos. (Pérez Flores 2016, 76).

El método Chain-Ladder determina que los pronósticos obtenidos con esta metodología son puntuales, y aplicados con un método bootstrap se obtienen zonas de confianza de provisiones técnicas y el error en la muestra es necesario ya que no se conoce la función de distribución de los siniestros pagados (Álvarez Jareño y Coll Serrano 2012, 135-136).

## **2.2. Investigaciones regionales previas**

Torres Aya y Garzón Tafur (2018, 70) en su tesis “Análisis de la metodología Chain Ladder para el cálculo de la Reserva de Siniestros No Avisados (IBNR) del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) en Colombia” concluye que dicho método es el más utilizado tanto a nivel local como internacional debido a su fácil empleo y por ello origina mayor seguridad a las entidades de seguros.

Otro estudio en Colombia, exhibe el trabajo “Metodologías de Cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos No Avisados (IBNR)” que las aseguradoras emplean métodos para determinar las reservas, los métodos más populares son el Chain-Ladder, Bornhuetter-Ferguson, Bootstrapping, los cuales pronostican la última pérdida esperada y la reserva IBNR (Villanueva 2015, 6).

En Perú, se estudia los métodos Chain Ladder con modelos univariados y multivariados en la determinación de provisiones técnicas de una empresa de seguros. Chain Ladder es el más empleado por las entidades del sector asegurador,

fundamentalmente por su fácil uso y también porque no necesita un *software* especializado y no tiene supuestos probabilísticos (Mazuelos Vizcarra 2013, 1).

En Nicaragua la monografía “Alternativas de Cálculo de Reservas para Siniestros Pendientes de Declaración (IBNR)” indica que la estimación de las reservas IBNR de las empresas de seguros se puede analizar mediante metodologías deterministas, entre las cuales se encuentran el método Chain-Ladder y la Lógica Borrosa (Moreno, Estrada y Gutiérrez 2007).

### **2.3. Investigaciones nacionales previas**

La utilización del método Link Ratio y su estimación en las reservas IBNR, tiene como propósito aplicar dicha metodología con la finalidad de definir criterios con mayor objetividad actuarial, para constituir dicha reserva. Los enlaces o ratios se construyen mediante el uso de los datos de siniestros históricos, para así construir un triángulo, convirtiéndolo en un rectángulo (Ramírez 2016, 15).

Además, concluye que las metodologías Link Ratio y Chain-Ladder son determinísticas y que los resultados obtenidos de los modelos estarán fundamentadas en la calidad de la información (84).

La tesis “Análisis del efecto financiero producido por la conformación de las reservas IBNR y reservas de desviación de siniestralidad de acuerdo a la nueva normativa emitida por la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador” menciona que el propósito de constituir estas provisiones es reflejar adecuadamente el principio de acumulación. Existen dos aspectos a señalar: calidad de la información y back-testing (Ruales Salgado 2012, 8).

La metodología de estimación de la reserva IBNR puede realizarse a través de tres métodos: Chain-Ladder, Básico y Transitorio; la información requerida corresponde a 12 trimestres, 4 trimestres y productos nuevos y poca experiencia siniestral; en ese orden respectivamente (Ronquillo Noboa 2016, 81).

## **3. Marco normativo**

### **3.1. Marco normativo internacional**

Dentro de este contexto, existen principios básicos, estándares y guías metodológicas recomendadas en Solvencia II por la IAIS (Asociación Internacional de Supervisores de Seguros) que incluye a los reguladores y supervisores de seguros de 200 jurisdicciones, con sede en Suiza; y, otros documentos efectuados por la Asociación Latinoamericana de Supervisores de seguros (ASSAL).

Solvencia II es la reglamentación prudencial de aplicación al sector asegurador, el objetivo de la misma es definir y desarrollar un esquema que consista en fijar requerimientos de capital para las entidades de seguros, basados en el perfil de los riesgos asumidos y la administración de los mismos (Aguilar 2008, 1).

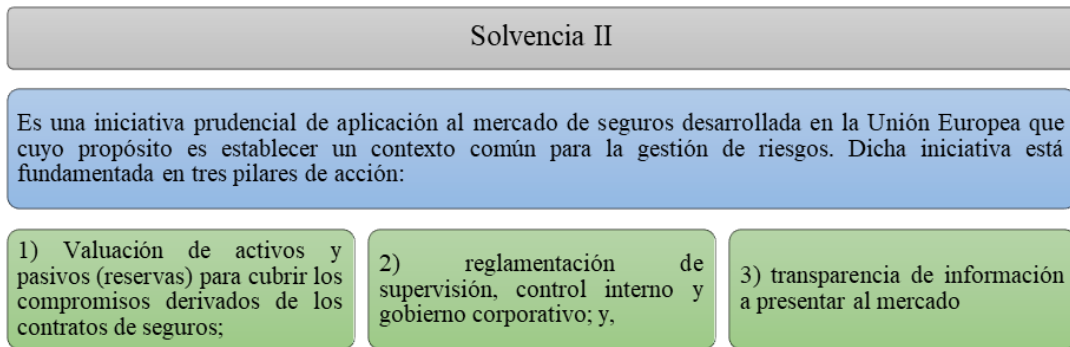


Figura 4. Solvencia II

Fuente: (Pons Cardell y Sarrasí Vizcarra 2017, 1).

Elaboración propia

Los Pilares de Solvencia II son fundamentos en los que se basa Solvencia II, y los cuáles se señalan en la siguiente ilustración:

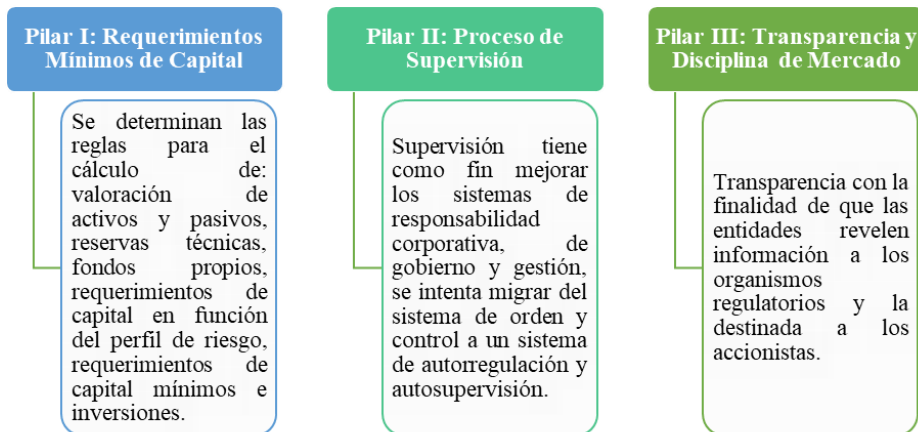


Figura 5. Pilares de Solvencia II

Fuente: (Pons Cardell y Sarrasí Vizcarra 2017, 1).

Elaboración propia

Dentro del marco normativo Solvencia II, Pilar I, se incorporan nuevos criterios de referencia como la valuación de reservas; es así, que a continuación se muestra la normativa internacional en países en referencia como Colombia, Chile y Perú respecto a las metodologías que emplean para la estimación de reservas IBNR, la cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1.

**Marco normativo internacional**

<b>País</b>	<b>Comentario</b>	<b>Normativa</b>	<b>Ente de control</b>
Colombia	Para la estimación de la reserva de siniestros ocurridos no avisados, se deberán utilizar metodologías que tengan en cuenta el comportamiento de los siniestros o métodos validados técnicamente con suficiente desarrollo tanto teórico como práctico para esta estimación, sobre la base de siniestros incurridos o pagados, netos de recobro y salvamentos, expresados en pesos corrientes a la fecha de cálculo.	Decreto 2973 de 2013 “Reservas Técnicas de las entidades aseguradoras”	Superintendencia Financiera de Colombia
Chile	Las compañías deberán determinar esta reserva por los siniestros ocurridos a la fecha de los estados financieros y que no han sido reportados a la aseguradora (“OYNR”). Las obligaciones por siniestros ocurridos se contabilizarán sin considerar descuento alguno por responsabilidad de los reaseguradores. Para la estimación de las reservas de OYNR las aseguradoras deberán utilizar el método estándar de aplicación general, que corresponderá al método de desarrollo de siniestros incurridos, también llamado “método de los triángulos de siniestros incurridos modificado según Bornhuetter-Ferguson”.	Norma de Carácter General N° 306 “Imparte instrucciones sobre Constitución de Reservas Técnicas en Seguros”	Superintendencia de Valores y Seguros de Chile
Perú	La constitución de la IBNR será obligatoria para todos los riesgos de seguros, con excepción de los seguros en forma de renta vitalicia, tanto para el seguro directo como para el reaseguro aceptado, y se estimará utilizando métodos estadísticos. Para tales efectos, los siniestros deberán ser clasificados por períodos de ocurrencia y de desarrollo y su cálculo se realizará al menos por riesgo de seguro. El periodo de base estadística para el cálculo de esta reserva, debe depender del desarrollo de los siniestros de acuerdo a la experiencia de cada tipo de riesgo. El método a utilizar deberá ser acorde con las características de la cartera y experiencia siniestral por cada riesgo o agrupamiento realizado. La IBNR deberá estimarse utilizando el importe bruto de los siniestros sin considerar el efecto del reaseguro. Asimismo, de manera separada se calculará la participación por reaseguro cedido de acuerdo a contratos de reaseguro proporcional de cada póliza. También se podrá reconocer la participación por reaseguro cedido de contratos de reaseguro no proporcional, siempre y cuando se pueda determinar en forma concreta y objetiva el monto de la participación del reasegurador.	Resolución SBS No. 4095 “Reglamento de la Reserva de Siniestros”	Superintendencia de Banca, Seguros y AFP República del Perú

Fuente: (CO, Sistema Único de Información Normativa 2013) (CL, Superintendencia de Valores y Seguros de Chile 2011) (PE, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP 2013)

Elaboración propia

### 3.2. Marco normativo nacional

En relación a la normativa nacional ecuatoriana referente al tema de estudio en seguros, es importante mencionar la siguiente:

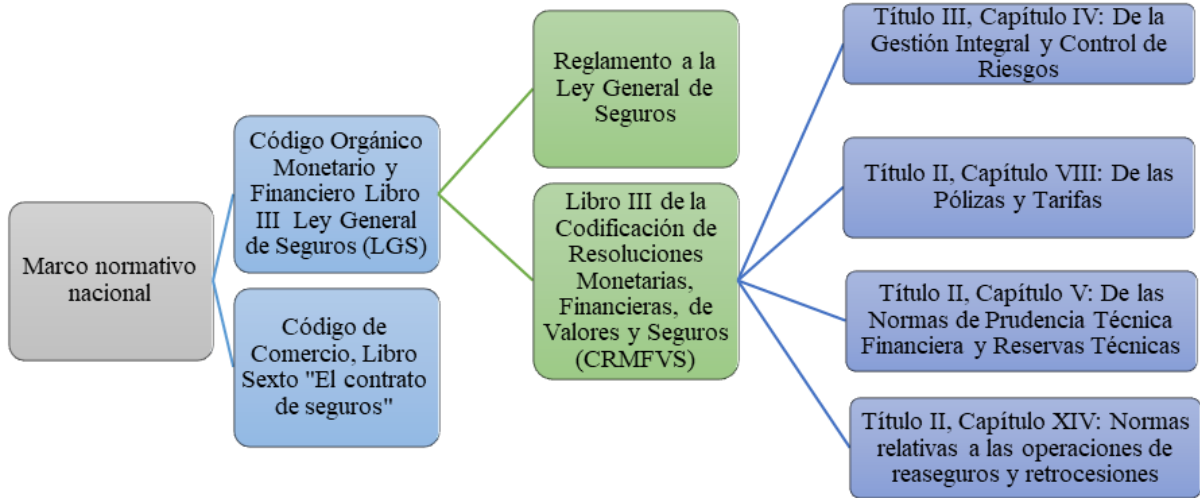


Figura 6. Marco normativo nacional  
Fuente y elaboración propias

#### 3.2.1. Código Orgánico Monetario y Financiero Libro III Ley General de Seguros

Para el presente estudio, es importante indicar lo que la Ley General de Seguros señala sobre las empresas de seguros, lo cual se muestra en la siguiente figura:

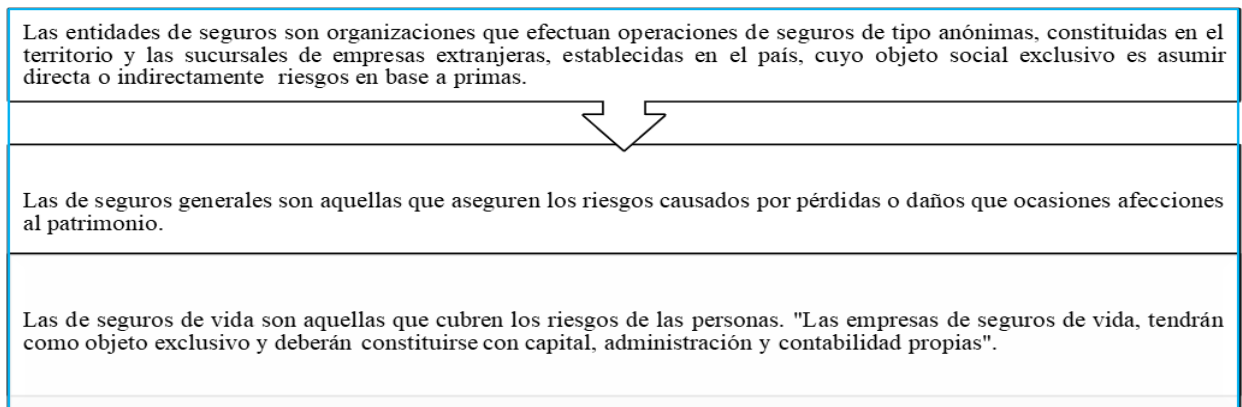


Figura 7. Empresas de seguros  
Fuente: (EC, Código Orgánico Monetario y Financiero Libro III Ley General Seguros 2014, art. 3).  
Elaboración propia

#### 3.2.2. Código de Comercio

Seguro es un convenio en el que la compañía de seguros está obligada a realizar una indemnización dentro de las condiciones delimitadas dado un acontecimiento incierto que



puede ocasionar daños o pérdidas, a cambio del pago de la prima por parte del asegurado o contratante. El contrato de seguros se prueba y perfecciona mediante un documento privado, en el que deberán constar los aspectos mencionados anteriormente, y se denominará póliza (EC, Código de Comercio 2019, art. 690).

Los elementos de la póliza de seguros se explican en la siguiente figura:

Solicitante o tomador, asegurado y beneficiario	Solicitante o tomador: Quien contrata el seguro y que traslada los riesgos al asegurador.
	Asegurado: Quien este interesada en la traslación de los riesgos.
	Beneficiario: Quien ha de percibir, en caso de siniestro, el producto del seguro.
Asegurador	Empresa autorizada para operar y que asume los riesgos establecidos en la póliza.
Interés asegurable	Debe ser lícito, cuantificable en valor económico. Contituye interés asegurable la vida y la salud.
Riesgo Asegurable	Evento incierto que de ocurrir la aseguradora están en la obligación de cumplir con lo convenido en la póliza. Los hechos ciertos, salvo la muerte, y los imposibles, no constituyen riesgo.
Prima	Precio de la prestación del seguro
Obligación del asegurador de efectuar el pago del seguro en caso de siniestro	Siniestro es la ocurrencia del riesgo asegurado que consta con cobertura en la póliza.
Monto asegurado	Límite de responsabilidad

Figura 8. Elementos del contrato de seguros

Fuente: (EC, Código de Comercio 2019, arts. 691-695).

Elaboración propia

El Código de Comercio establece especificaciones y plazos atinentes al ciclo de vida del siniestro, en cuanto a obligaciones y derechos que tienen las aseguradoras y los asegurados y beneficiarios, como se puede observar en la siguiente figura:

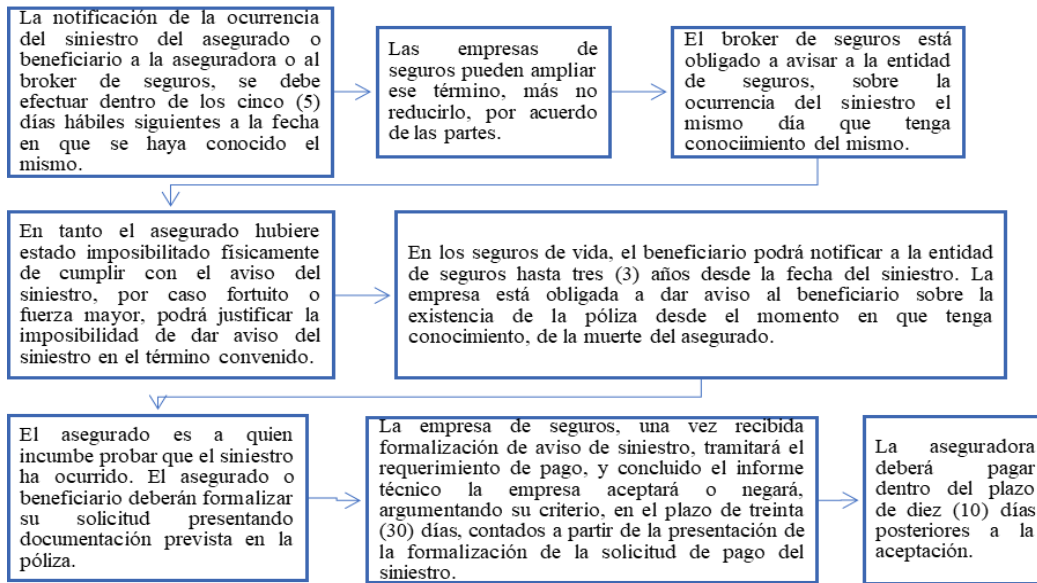


Figura 9. Ciclo de vida del siniestro  
 Fuente: (EC, Código de Comercio 2019, arts. 718, 723, 726).  
 Elaboración propia

### 3.2.3. Norma de las Pólizas y tarifas

La categorización de los riesgos por ramos, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.  
**Clasificación de los riesgos**

Por su naturaleza	Por regulación	Ramos	Nombre seguro	Código
Personas	Vida	Vida	Vida Individual	1
			Vida Colectiva	2
	Generales	Asistencia Médica	Asistencia Médica	3
		Accidentes Personales	Accidentes Personales	4

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 126).  
 Elaboración propia

Como se puede observar los seguros de vida individual y colectiva pertenecen al ramo de vida; que por su naturaleza protege el patrimonio de personas.

Es importante para el estudio, señalar que riesgos cubre el seguro de vida individual y el seguro de vida colectiva o vida grupo, como se señala en la siguiente figura:

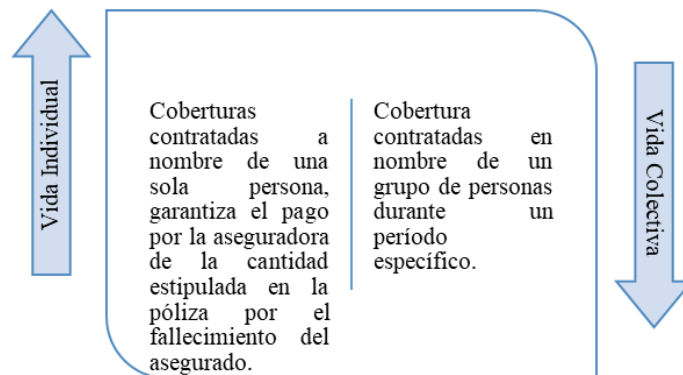


Figura 10. Vida individual y vida colectiva

Fuente: (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017).

Elaboración propia

En el condicionado general de las pólizas de seguros de vida se establece como exclusión, lo que señala la siguiente figura:

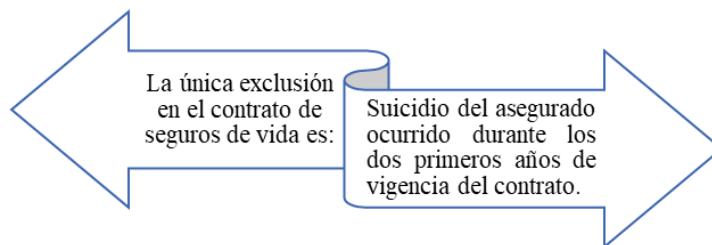


Figura 11. Exclusión en el contrato de seguro de vida

Fuente: (EC, Código de Comercio 2019, 109).

Elaboración propia

### 3.2.4. Norma de la Gestión Integral y Control de Riesgos

La clasificación de los riesgos a los que se encuentra expuesta una empresa de seguros de vida es la siguiente:

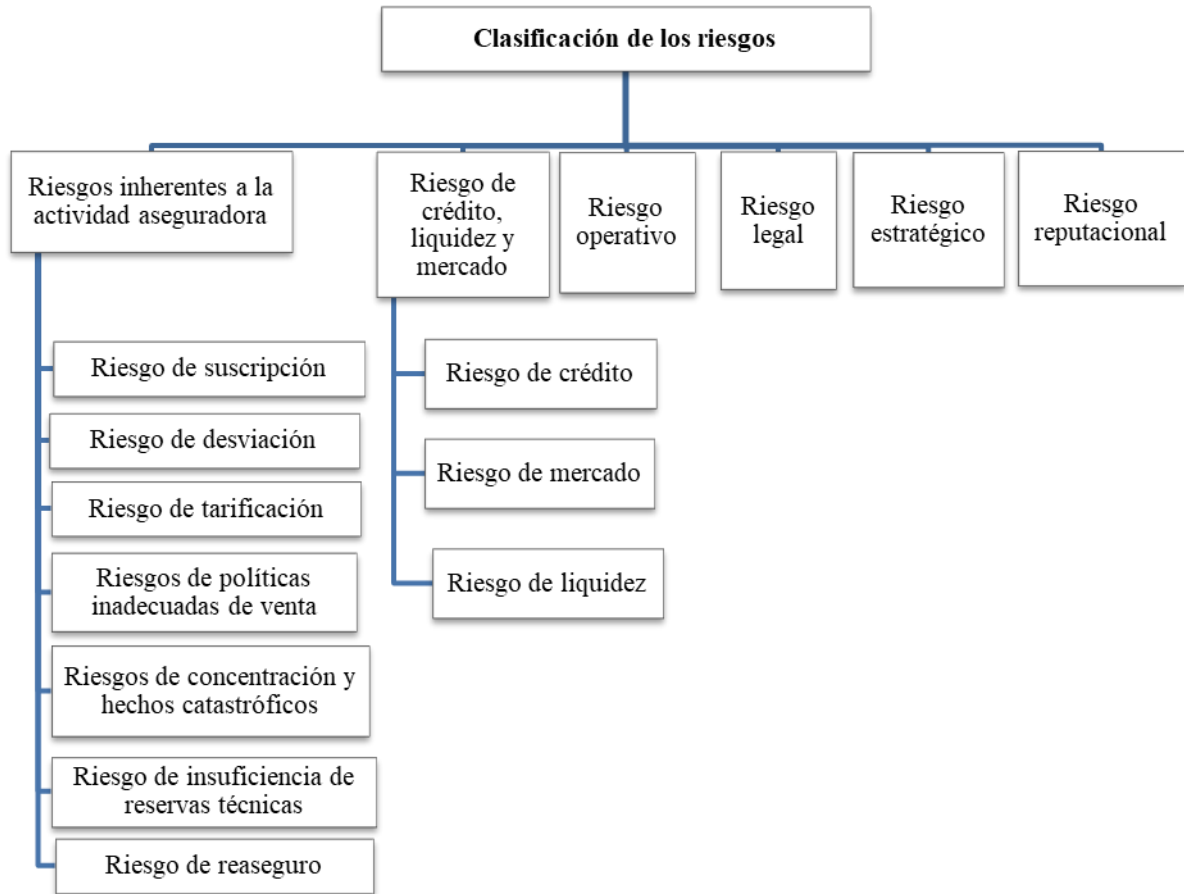


Figura 12. Clasificación de los riesgos

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 227-230).

Elaboración propia

El riesgo de insuficiencia de reservas técnicas señala que es la probabilidad de pérdida por la subestimación en la determinación de las provisiones y obligaciones con terceros como beneficios y rendimientos garantizados, entre otras (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 228).

### 3.2.5. Norma de Prudencia Técnica Financiera y Reservas Técnicas

La normativa contempla las reservas técnicas que una empresa de seguros de vida debe constituir, como se observa en el siguiente gráfico:

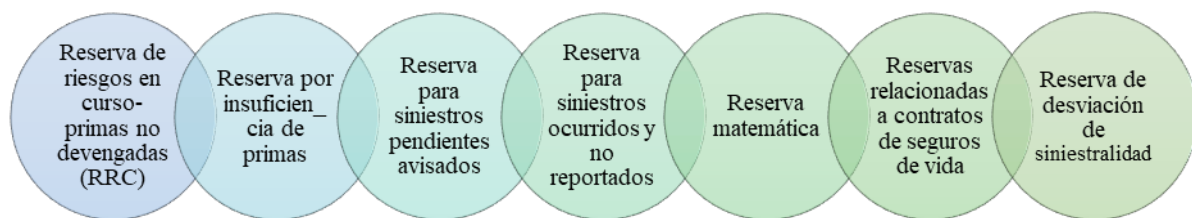


Figura 13. Reservas técnicas

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 71-72).

Elaboración propia

“Reserva para siniestros pendientes avisados.- Es el monto reservado en el balance de un asegurador para cumplir con el costo último total estimado de atender todas las reclamaciones derivadas de los siniestros que han ocurrido y han sido avisados, hasta el final del balance mensual o cierre de ejercicio económico”. (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 71-72)

Al estimar esta provisión, las compañías de seguros deben emplear procedimientos técnicos de reconocimiento para determinar el siniestro. La provisión deberá originarse en cuanto se conozca mediante cualquier medio la ocurrencia del siniestro (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 78).

“Reserva para siniestros ocurridos y no reportados.- Corresponde al monto reservado en el balance de un asegurador para cumplir con el costo último total estimado de atender todas las reclamaciones derivadas de los siniestros que habiendo ocurrido hasta el final del balance mensual o cierre de ejercicio económico, no han sido avisados”. (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 72)

### 3.2.6. Norma relativa a las operaciones de reaseguros y retrocesiones

Establecido en la CRMFVS, se señala que las empresas de seguros deberán retener un porcentaje de la prima neta emitida en los seguros de vida individual y vida colectiva, lo que es importante mencionar para el presente estudio, puesto que incidirá en la estimación de la reserva IBNR, por lo expuesto, la siguiente figura detalla lo indicado:

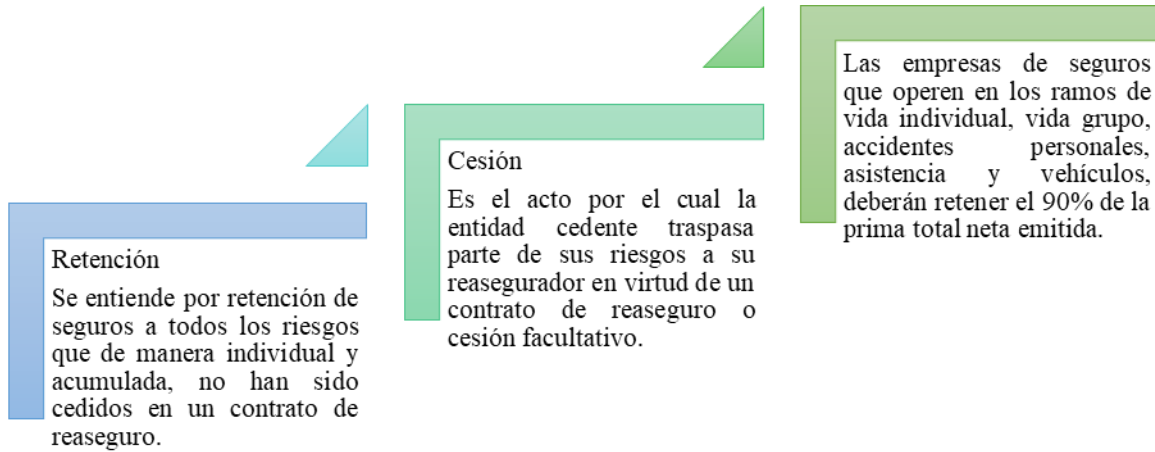


Figura 14. Retención y cesión

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 158, 160, 170).

Elaboración propia

## Capítulo tercero

### Análisis del sector asegurador

En este capítulo se realiza un análisis del entorno de las empresas de seguro de vida en Ecuador, se describen las características técnico-financieras y organizacionales en el período de análisis al 31 de diciembre de 2019.

#### 1. Sistema de seguros en Ecuador

De acuerdo con la información publicada por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, el sistema de seguros privados en Ecuador está conformado para la fecha de corte al 31 de diciembre de 2019 por 30 empresas de seguros nacionales en los ramos de vida y generales y 1 empresa de reaseguros nacional. La información utilizada para realizar este diagnóstico pertenece a la derivada de la página web de la SCVS, misma que es remitida por parte de las empresas de seguros al ente de control de forma mensual para su verificación y supervisión.

#### 1.1. Crecimiento Económico y Sistema de Seguros

Se analizó el crecimiento económico mediante el Producto Interno Bruto y el crecimiento del sector asegurador a través de las primas netas emitidas, como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 3.  
Producto interno bruto y prima neta emitida

AÑO	PIB (Millones de dólares)	PIB (Millones de dólares de 2007)	Crecimiento PIB (%)	Prima Neta Emitida	Crecimiento PNE (%)
2013	95.129.659	67.546.128	4,95%	1.659,31	11,74%
2014	101.726.331g	70.105.362	3,79%	1.702,92	2,63%
2015	99.290.381	70.174.677	0,10%	1.664,88	-2,23%
2016	99.937.696	69.314.066	-1,23%	1.617,95	-2,82%
2017	104.295.862	70.955.691	2,37%	1.631,10	0,81%

AÑO	PIB (Millones de dólares)	PIB (Millones de dólares de 2007)	Crecimiento PIB (%)	Prima Neta Emitida	Crecimiento PNE (%)
2018	107.562.008	71.870.517	1,29%	1.689,04	3,55%
2019	108.108.009	71.909.217	0,05%	1.797,39	6,41%

Fuente: BCE (2021), Superintendencia de Bancos (2021) y Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia

En Ecuador el Producto Interno Bruto (PIB) en términos constantes del 2007 como año base, alcanzó en 2019 el monto de US\$ 71.909.217 millones de dólares con respecto al 2018, existiendo una tasa de crecimiento de 0,05%, mientras que las primas netas emitidas (PNE) del sistema de seguros ecuatoriano en 2019 ascendieron a US\$ 1.797,39 millones de dólares, evidenciándose un incremento de 6,41% en relación al 2018.

En este sentido, para visualizar lo expuesto, se presenta el siguiente gráfico:

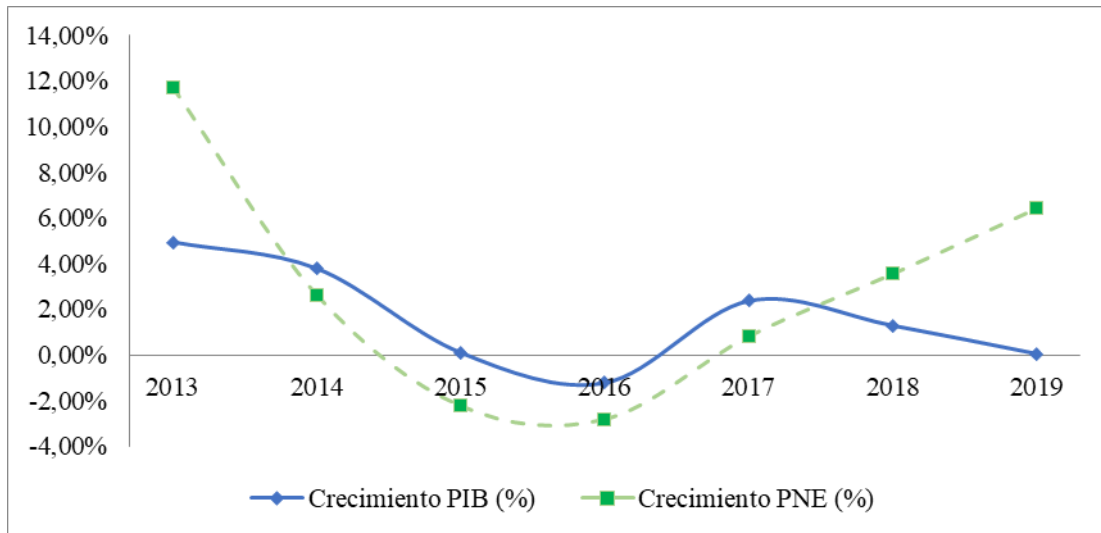


Figura 15. Crecimiento Producto Interno Bruto y Prima Neta Emitida

Fuente: BCE (2021), Superintendencia de Bancos (2021) y Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia

De allí, se puede analizar que a pesar que el crecimiento económico se ha ido estancando, se identifica que a partir del 2017 se ha dado un incremento paulatino en las primas netas emitidas del mercado de seguros del Ecuador.



## 1.2. Primas netas emitidas por seguro

De 37 seguros que se encuentran operando en el mercado asegurador ecuatoriano (Ver Anexo 1, Tabla 42), se observa que los que lideran en cuanto a primas netas emitidas son los seguros de vida colectiva, vehículos, incendio y líneas aliadas, accidentes personales, asistencia médica, responsabilidad civil, transporte, todo riesgo petrolero y riesgos catastróficos los cuales corresponden a US\$ 1.449.171.292,89 que significa el 80,63% del total de primaje por seguro, como se puede observar en la ilustración:

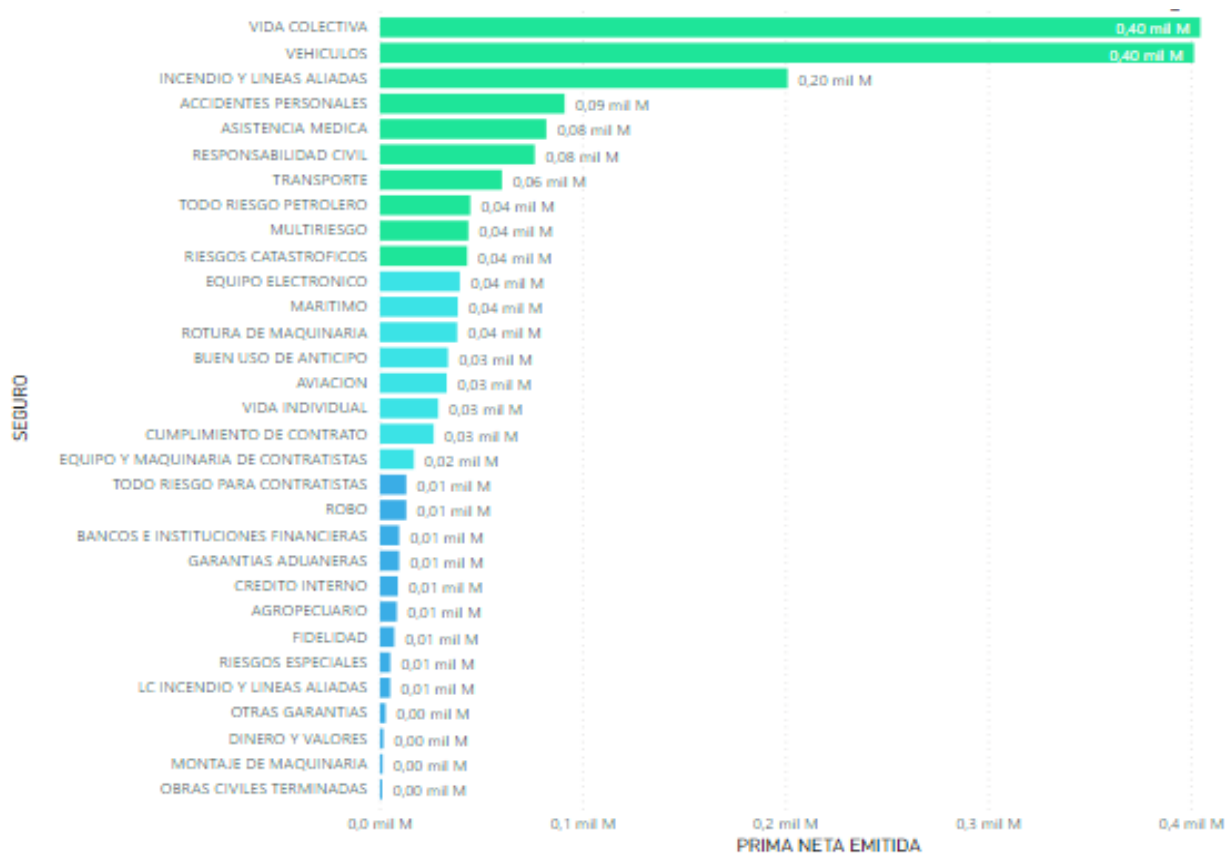


Figura 16. Prima neta emitida por seguro

Fuente: (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, Reporte Gerencial 2021).

Elaboración propia

En complemento del gráfico anterior, es relevante indicar que del ranking de los 10 seguros que tienen mayor participación en primas netas emitidas en el sector asegurador en el año 2019, el seguro de vida colectiva es el que lidera la participación de primas netas emitidas con un valor que asciende a US\$ 404.620.743,56 que representa el 22,51% del

total de prima neta emitida total US\$ 1.797.388.994,53, por debajo de vida colectiva se encuentra el seguro de vehículos con un valor de US\$ 404.498.888,51 en prima neta emitida que representa el 22,34% con respecto al total, como se puede notar en la tabla siguiente:

Tabla 4.  
**Participación de primas netas emitidas por seguro**

No.	SEGURO	PRIMA NETA EMITIDA	% PARTICIPACIÓN MERCADO
1	VIDA COLECTIVA	404.620.743,56	22,51%
2	VEHICULOS	401.498.888,51	22,34%
3	INCENDIO Y LINEAS ALIADAS	201.178.628,32	11,19%
4	ACCIDENTES PERSONALES	91.241.052,59	5,08%
5	ASISTENCIA MEDICA	82.177.824,19	4,57%
6	RESPONSABILIDAD CIVIL	76.468.958,49	4,25%
7	TRANSPORTE	60.327.515,76	3,36%
8	TODO RIESGO PETROLERO	44.714.966,01	2,49%
9	MULTIRIESGO	43.762.663,16	2,43%
10	RIESGOS CATASTROFICOS	43.180.052,30	2,40%

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).  
Elaboración propia

Adicionalmente agregando al seguro de vida individual que asciende a US\$ 28.901.631,38 a las primas netas emitidas del seguro de vida colectiva, se pueden indicar que ambos suman US\$ 433.522.374,94 que representan el 24,12% de las primas netas emitidas totales.

En función de lo planteado se deriva que esta investigación tenga como foco de estudio a las empresas de seguros de vida, puesto que en estos seguros se concentra un estimado de la cuarta parte del primaje total.

## 2. Sistema de seguros de vida en el Ecuador

Con fecha de análisis diciembre 2019, activamente las empresas de seguros que operan en el ramo de vida, en los seguros de vida individual y colectiva corresponden a 23 aseguradoras.

En el portal de información de la página web, en el catastro de las empresas de seguros, se puede evidenciar los ramos y seguros en los que se encuentran autorizada para operar las referidas empresas. Para la investigación se ha analizado las 23 entidades de seguros de vida, como se puede evidenciar en la siguiente tabla:

Tabla 5.  
**Entidad por seguro de vida**

No.	ENTIDAD	VIDA INDIVIDUAL	VIDA COLECTIVA
1	PICHINCHA	1	1
2	EQUIVIDA COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	1	1
3	SEGUROS SUCRE S.A.	1	1
4	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR	1	1
5	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.		1
6	BMI	1	1
7	AIG METROPOLITANA		1
8	BUPA ECUADOR S.A.	1	1
9	LIBERTY SEGUROS S.A.		1
10	GENERALI	1	1
11	LATINA SEGUROS C.A.	1	1
12	UNIDOS		1
13	ECUATORIANO SUIZA	1	1
14	MAPFRE ATLAS	1	1
15	ASEGURADORA DEL SUR	1	1
16	HISPANA	1	1
17	EQUINOCCIAL		1
18	INTEROCEANICA C.A. DE SEGUROS.	1	1
19	SWEADEN COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	1	1
20	CONDOR	1	1
21	CONSTITUCION C.A.S		1
22	LA UNIÓN	1	1
23	ZURICH SEGUROS		1
	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>16</b>	<b>23</b>

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).  
Elaboración propia

Es evidente que de las 23 entidades objeto de estudio, el 100% opera en el seguro de vida colectiva; y, 16 de ellas operan en vida individual. También se identifica que 16 de las empresas operan tanto en vida individual como colectiva; y, que 7 de ellas operan exclusivamente en el seguro de vida colectiva.

### 2.1. Concentración geográfica empresas de seguros de vida

De un total de 23 empresas de seguros que operan en el ramo de vida geográficamente, 15 de ellas se encuentran ubicadas en el cantón Quito, provincia de Pichincha lo cual representa el 65,21% del total; mientras que 8 de ellas están establecidas en el cantón Guayaquil, provincia de Guayas lo que significa el 34,78%. Dicho análisis obedece a indicar que hay mayor concentración de entidades que operan el seguro de vida en la capital del Ecuador, como se puede identificar en el siguiente gráfico:



Figura 17. Concentración geográfica de empresas de seguros de vida  
Fuente: (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).  
Elaboración propia

### 2.2. Prima neta emitida y Siniestros pagados

Aspectos fundamentales a considerar es el Primaje (Prima neta emitida) y los Siniestros pagados con relación al porcentaje de participación por empresa que opera en el ramo de vida. En el gráfico siguiente se muestra las primas netas emitidas correspondientes al segmento de empresas que operan en el ramo de vida al 31 de diciembre de 2019:

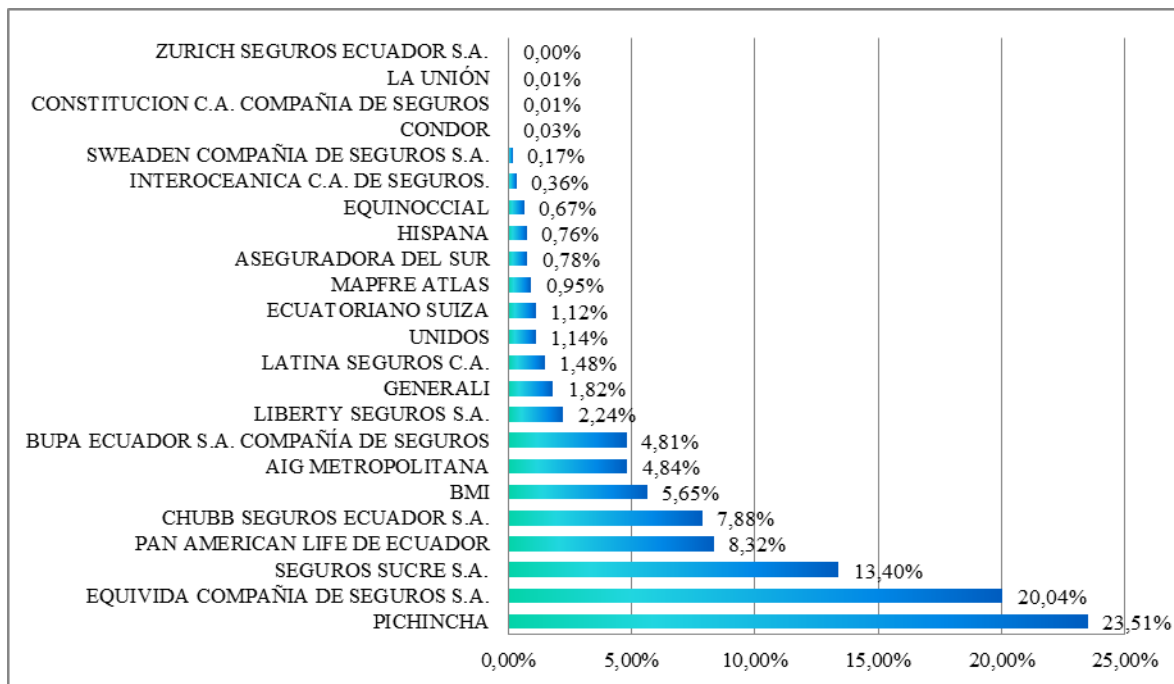


Figura 18. Participación de prima neta emitida por compañía

Fuente: Superintendencia de Compañías (2021).

Elaboración propia

Conforme al gráfico anterior, del total de US\$ 523.770.366,86 en prima neta emitida al 31 de diciembre de 2019 correspondiente al segmento de empresas que operan en el ramo de vida la mayor participación es para Pichincha con el 23,51% que asciende a US\$ 123.131.123,82, seguido de Equivida con 20,04% que asciende a US\$ 104.955.325,32, y Seguros Sucre con 13,40% con relación al total con un valor que asciende a US\$ 70.180.638,06. (Ver Anexo 2, Tabla 43)

Los siniestros pagados son una importante variable a analizar, por tanto a continuación se presenta el siguiente gráfico que muestra la información de los siniestros pagados al 31 de Diciembre de 2019:

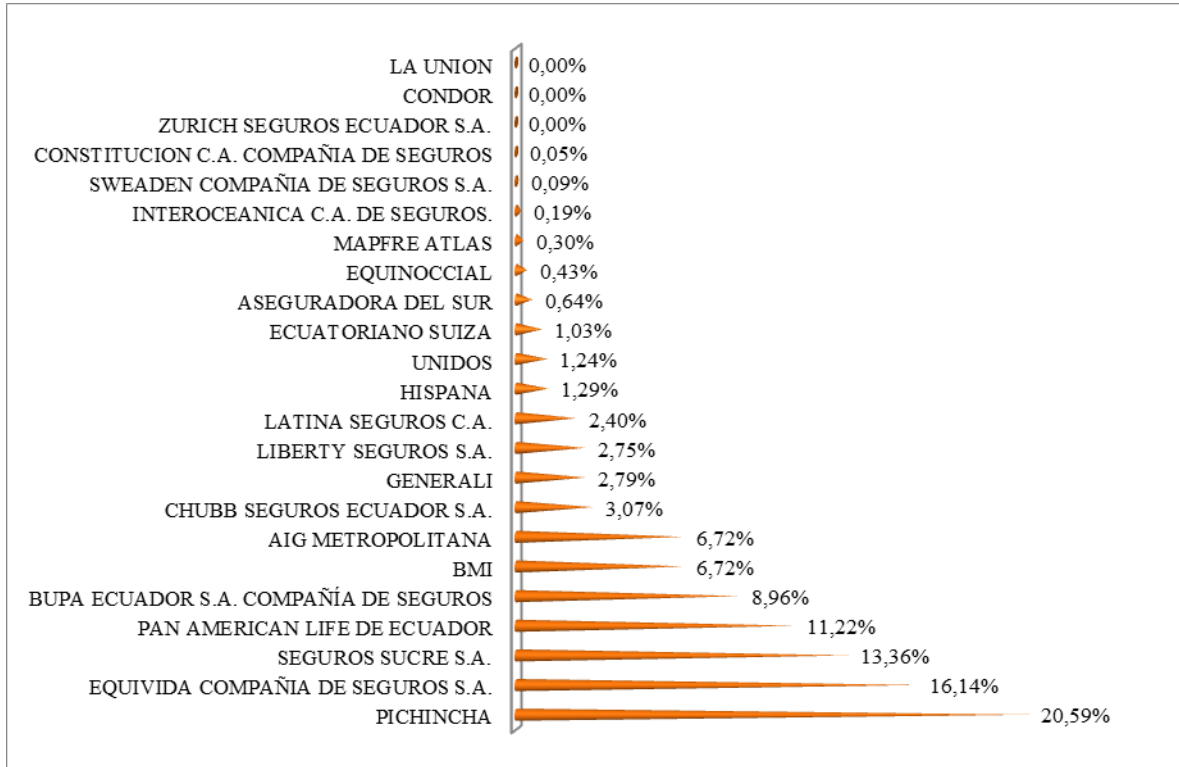


Figura 19. Participación de siniestros pagados por compañía

Fuente: Superintendencia de Compañías (2021)

Elaboración propia

Del gráfico anterior se puede observar que de un total de US\$ 223.426.617,82 en siniestros pagados, el 20,59% que representa US\$ 46.007.997,52 corresponde a Pichincha, 16,14% con un valor que asciende a US\$ 36.071.504,16 corresponde a Equivida, 13,36% con un monto de US\$ 29.860.201,91 pertenece a Seguros Sucre. (Ver Anexo 3, Tabla 44).

### 2.3. Activos, Pasivos y Patrimonio

Se analizó los principales componentes del balance general como son Activos, Pasivos y Patrimonio al 31 de Diciembre de 2019, para conocer el contexto financiero de las empresas de seguros de vida, como se muestra en el siguiente gráfico:

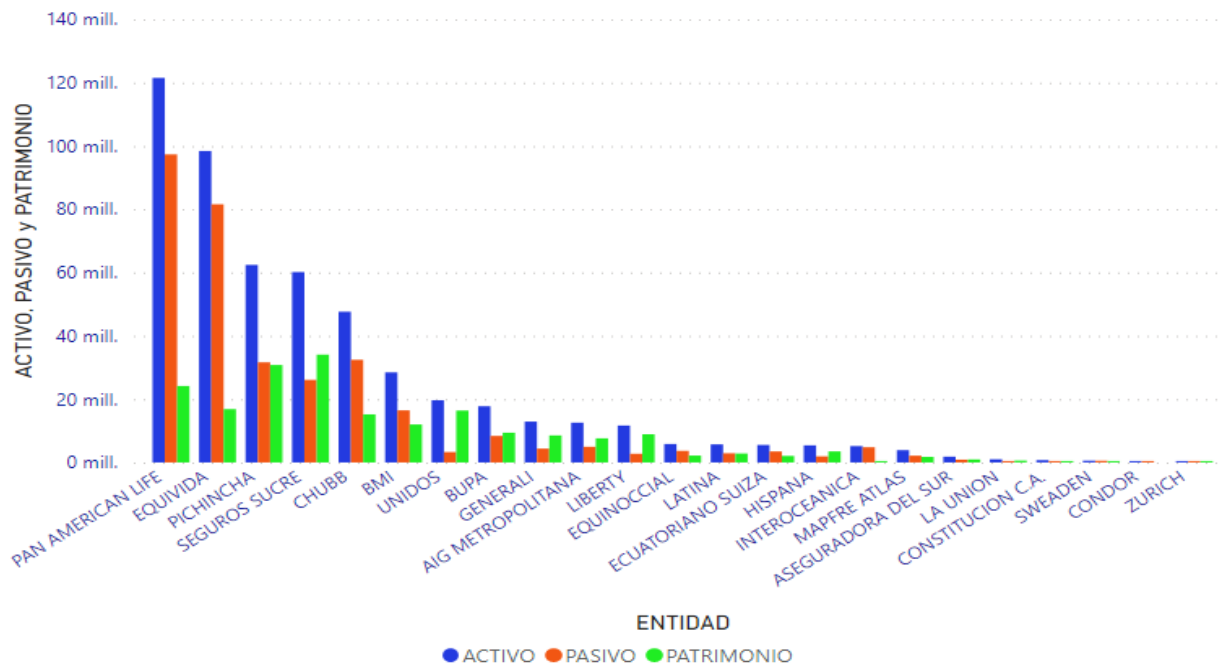


Figura 20. Activos, pasivos y patrimonio por compañía

Fuente: Superintendencia de Compañías (2021)

Elaboración propia

De un total de 23 empresas de seguros que operan en el ramo de vida cuyos Activos ascienden a US\$ 528.822.802 al 31 de diciembre de 2019, el 22,98% está representado por Pan American Life con US\$ 121.505.401, el 18,61% ocupado por Equivida que asciende a US\$ 98.417.830, el 11,80% a Pichincha con una participación de US\$ 62.418.508, entre otras participaciones.

La cuenta de los Pasivos del sector asegurador que opera en el ramo de vida asciende a US\$ 330.443.177 al 31 de diciembre de 2019, Pan American Life es la empresa que tiene la mayor concentración con US\$ 97.347.384 es decir 29,46% con respecto al total, seguida de Equivida con US\$ 81.573.231 representado por el 24,69% con relación al total, y finalmente Chubb Seguros con US\$ 32.441.224 con 9,82% con respecto al total del sistema de empresas de seguros de vida.

Por otro lado, se observa que el Patrimonio en el sistema asegurador de vida representa el US\$ 198.389.625 al 31 de diciembre de 2019, el 17,17% está concentrado en Seguros Sucre con US\$ 34.061.571 ocupando el primer lugar del ranking, en segundo lugar Pichincha con un patrimonio de US\$ 30.784.993 con un valor relativo de 15,52%, y en

tercer lugar Pan American Life con US\$ 24.158.017 que representa el 12,18%. (Ver Anexo 4, Tabla 45).

#### 2.4. Inversiones financieras brutas y Reservas técnicas

Dentro de las inversiones financieras brutas se encuentran las inversiones obligatorias admitidas, las que deben ser suficientes para cubrir las reservas técnicas es decir las obligaciones con los asegurados; por tal motivo conforme la información publicada por el organismo de control se ilustra el siguiente gráfico:

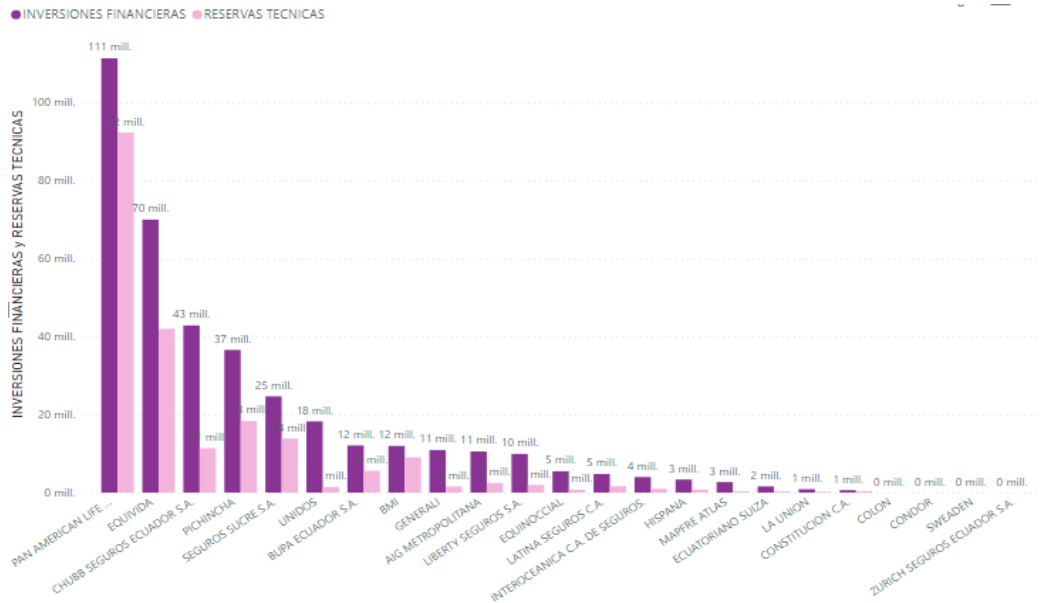


Figura 21. Inversiones financieras y reservas técnicas por compañía

Fuente: Superintendencia de Compañías (2021)

Elaboración propia

Con relación a Inversiones financieras brutas en el sistema de seguros de vida se evidencia que en su totalidad asciende a US\$ 382.428.369,43, donde US\$ 111.336.441 pertenece a Pan American Life (29,11%), US\$ 69.981.661 corresponde a Equivida (18,30%); y, US\$ 42.843.680 registra Chubb Seguros (11,20%).

Así también, cabe señalar que con respecto a las Reservas técnicas, se evidencia que el total asciende a US\$ 205.258.984,31, siendo los valores más representativos los correspondientes a las siguientes compañías: Pan American Life con US\$ 92.299.240; Equivida con US\$ 42.004.870 y Pichincha US\$ 18.335.143 las cuales constituyen el



74,36% del total de reservas técnicas de las empresas de seguros que operan en el ramo de vida. (Ver Anexo 5, Tabla 46).

## 2.5. Retención y cesión

Las empresas de seguros que operen en los seguros de vida individual y colectiva deberán por disposición legal, retener el 90% de la prima neta emitida, como se puede observar en el siguiente gráfico:



Figura 22. Retención y cesión por compañía  
Fuente: Superintendencia de Compañías (2021).  
Elaboración propia

Como se puede observar en la anterior ilustración, la mayoría de las empresas de seguros que operan en vida individual y colectiva retienen en promedio más del 95% de las primas netas emitidas, el factor de cesión no supera el 5%, aspecto que es congruente con el Artículo 21, Capítulo XIII, Título II, Libro III de la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros.

### 3. Aspectos organizacionales

#### 3.1. Organigrama estructural

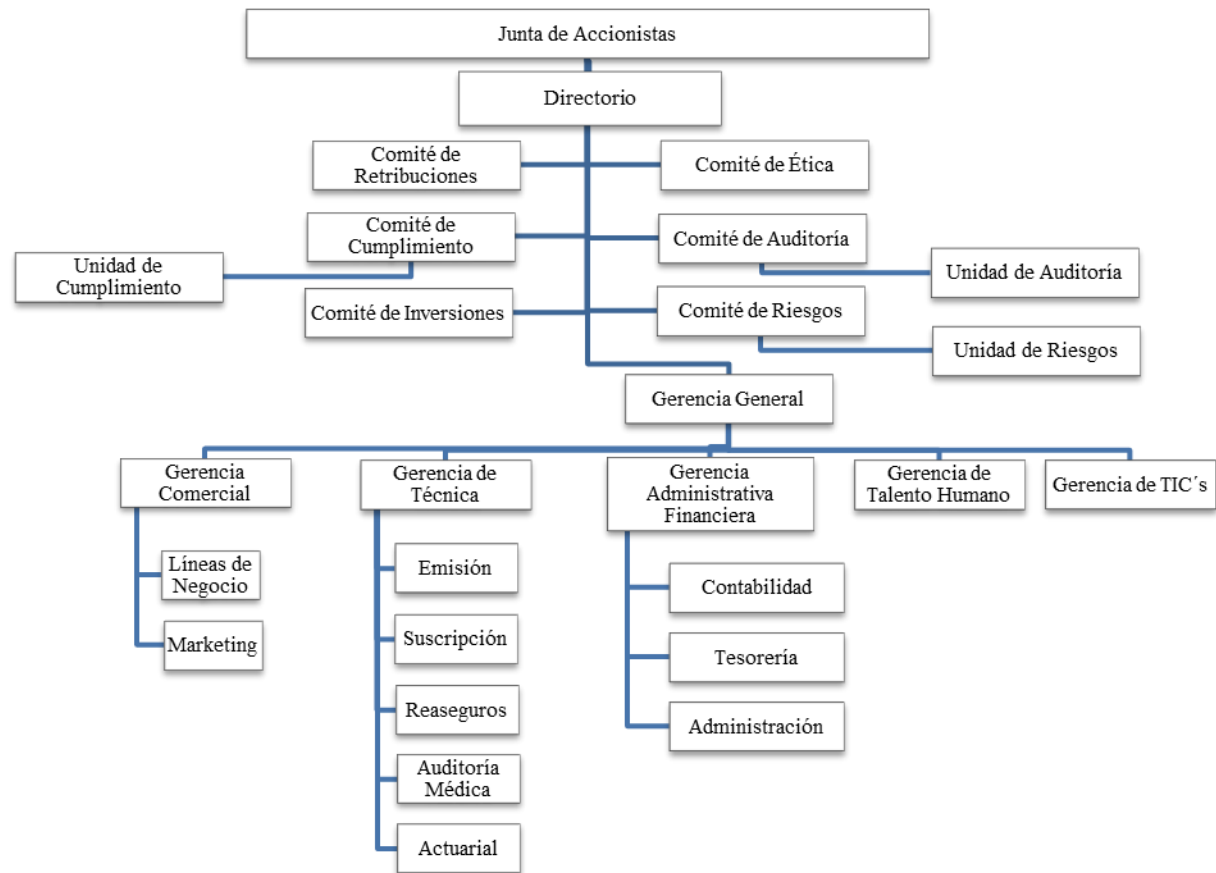


Figura 23. Organigrama estructural  
 Fuente: (Class International Rating 2019, 14).  
 Elaboración: Autora

### 3.2. Estructura organizacional

Como se observó en el organigrama organizacional, existen varias áreas encargadas para la correcta operación y buen gobierno corporativo de una empresa de seguros de vida, es por ello que se detallan a continuación la función que cumple cada órgano, área o unidad:

- ✓ Junta de accionistas: instancia superior que se encarga de la toma de decisiones de la organización (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 56).
- ✓ Directorio: “emitirá políticas y procesos que permitirán ejecutar las disposiciones de los estatutos o reglamentos; así como otras disposiciones que permitan garantizar un marco eficaz para las relaciones de propiedad y gestión, transparencia y rendición de cuentas”. (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 56)
- ✓ Comité de retribuciones: cuerpo cuyas políticas deberán encaminarse a vigilar la remuneración del nivel ejecutivo de la empresa (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 58).
- ✓ Comité de ética: este comité tendrá como actividad establecer el contenido del código de ética que contenga principios, responsabilidades, obligaciones y derechos de los empleados (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 58).
- ✓ Comité de cumplimiento: órgano encargado de recomendar lineamientos de prevención de lavado de activos y financiamiento del terrorismo y otros delitos (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 213).
- ✓ Unidad de cumplimiento: encargada de proteger a la empresa a través de la prevención del lavado de activos y financiamiento de delitos; y, velar por el cumplimiento de las disposiciones legales y normativas, entre otros documentos internos en la materia (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 214-215).
- ✓ Comité de auditoría: supervisar el funcionamiento correcto de los controles internos (operacionales y financieros) y asesorar al Directorio con relación a la función de auditoría (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 294-295).
- ✓ Unidad de auditoría interna: dependencia de control interno, tiene como objetivo efectuar verificaciones para el adecuado funcionamiento de la entidad (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 251).

- ✓ Comité de calificación de inversiones: supervisa que las inversiones se efectúen en el mercado bursátil sujetos a principios de seguridad y rentabilidad (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 250).
- ✓ Comité de administración integral de riesgos: miembro colegiado encargado de asegurar la correcta ejecución de actividades relacionadas a gestión de riesgos (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 235).
- ✓ Unidad de riesgos: encargada del diseño y formulación de procedimientos de gestión de riesgos (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 236).
- ✓ Gerencia general: nivel ejecutivo más alto de la institución, encargada de la toma de decisiones de la institución (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 68).
- ✓ Gerencia comercial: coordina actividades de la comercialización de productos de seguros autorizados para operar, además de encargarse de las funciones de marketing (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 150).
- ✓ Gerencia técnica: área de primera línea que desarrolla actividades relacionadas al giro del negocio, incluye emisión, suscripción, reaseguros, auditoría médica y actuarial (EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 68).
- ✓ Gerencia administrativa financiera: proporcionar y reflejar los movimientos económico-financieros que contemplan las áreas de contabilidad, tesorería y administración (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 250).
- ✓ Gerencia de talento humano: área con funciones relacionadas con el personal como: capacitaciones, selección del personal, formación y programa de incentivos, integrante del Comité de Ética (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 61).
- ✓ Gerencia de TIC's: tecnología de la información y comunicación, gestiona las plataformas tecnológicas para la mejora continua de procesos de la empresa, optimizando las capacidades mediante el uso de tecnologías de la información, encargada también de resolver las necesidades informáticas (Educaweb 2021).

## Capítulo cuarto

### Métodos de estimación de reservas técnicas IBNR

En este capítulo se mencionan los métodos existentes que se emplean para estimar reservas IBNR, fundamentalmente los elementos principales para construir los Métodos Chain-Ladder y Link Ratio.

#### 1. Métodos de Estimación de Reservas IBNR

Los métodos para la estimación de las reservas técnicas IBNR son variadas, su clasificación se divide en métodos clásicos y estocásticos. Los clásicos utilizan un enfoque determinístico en la determinación de las provisiones, se pueden distinguir los métodos individuales y globales, los primeros consideran los siniestros individualmente y en los métodos globales se observan los siniestros en conjunto, en esta división se encuentran inmersos los métodos Chain-Ladder y Link Ratio. Los métodos estocásticos están basados en modelos estadísticos que tratan de referir los elementos que parten de los métodos ya preestablecidos (Aguilar Jurado 2015)

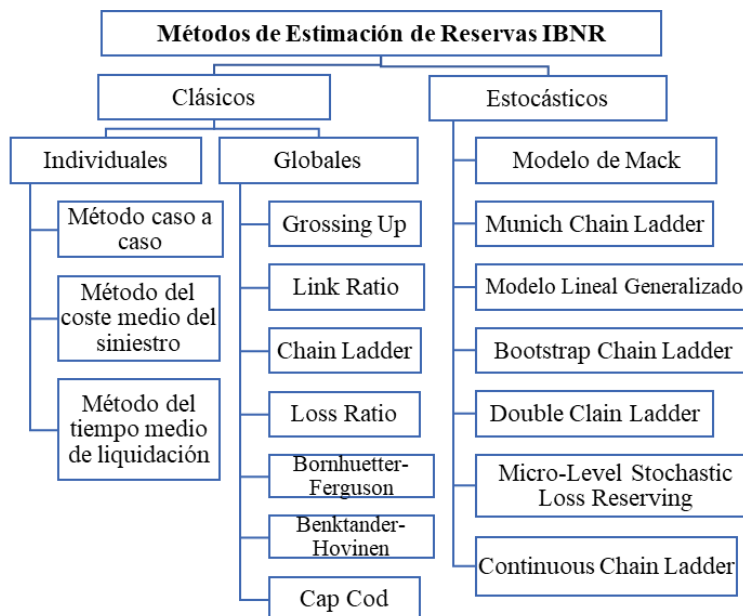


Figura 24. Métodos de estimación de reservas IBNR

Fuente: (Aguilar Jurado 2015, 39).

Elaboración propia

## 2. Triángulos de siniestralidad

Los métodos Chain-Ladder y Link Ratio están basados en triángulos de siniestralidad, el mismo que está representado por “una matriz de datos, donde se recoge la siniestralidad de análisis para la estimación de las reservas o provisiones técnicas de seguros. En dicha matriz, a medida que los siniestros son más recientes, se reduce la información; por lo que va adoptar forma de triángulo o escalera”. (Aguilar Jurado 2015, 32)

“Mediante el triángulo de siniestros (también conocido como *run-off triangle*) [...]. En donde las filas hacen referencia al año de ocurrencia, origen o notificación del siniestro y las columnas al año del pago o desarrollo”. (Lozano y González 2010,36-37)

		Años Desarrollo						$\infty$
		0	1	2	3	...	J	
Años Origen	0	$c_{0.0}$	$c_{0.1}$	$c_{0.2}$	$c_{0.3}$	...	$c_{0,J}$	$c_{0,\infty}$
	1	$c_{1.0}$	$c_{1.1}$	$c_{1.2}$	...	...		
	2	$c_{2.0}$	$c_{2.1}$	...				
	...	...	...					
	I	$c_{I.0}$						

Figura 25. Triángulos de siniestros  
Fuente: (Aguilar Jurado 2015, 32).  
Elaboración propia

Las estimaciones de las reservas suelen basarse en los triángulos de siniestros, realizando una interpolación de los futuros siniestros a partir de los siniestros históricos, empleando factores de cadencia de siniestralidad (factores de multiplicación), que permiten determinar llenar el triángulo, en consecuencia, la provisión se obtiene de la diferencia entre las estimaciones de los siniestros finales y los últimos siniestros conocidos (Pérez Flores 2016, 76).

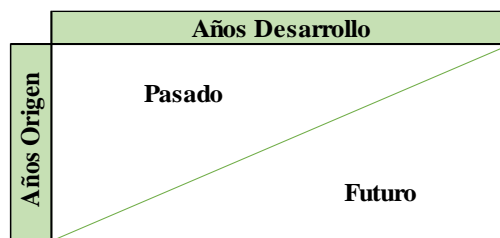


Figura 26. Triángulos de siniestros - pasado y futuro  
Fuente: (Aguilar Jurado 2015, 32).  
Elaboración propia

En el gráfico anterior se pueden diferenciar dos triángulos que contienen la información de los siniestros, el triángulo superior contiene las observaciones del pasado, y el triángulo inferior, el cual estará vacío recoge las estimaciones futuras, la información puede expresarse en años, meses, trimestres, cuatrimestres, etc. (Aguilar Jurado 2015, 33).

### **3. Método Chain Ladder**

“El método se basa en la hipótesis de ausencia de factores exógenos como la inflación, cambio en la razón de crecimiento de los fondos, distribución del retardo en la notificación, etc. y en la estabilidad de la distribución temporal de los pagos de los siniestros a lo largo del tiempo”. (Cid 2000, 171)

Otro autor indica con respecto al método Chain Ladder lo siguiente:

El supuesto básico de este método es que las columnas en el triángulo de desarrollo son proporcionales, es decir que, independientemente del año de origen, cada período de desarrollo. “se reporta una proporción constante de siniestros con respecto al total, que depende únicamente de  $j$ . La sustentación del supuesto depende una buena medida, tanto del tipo de negocio que se trate, Como de la homogeneidad y tamaño de la cartera. En particular, en negocios como vida individual, gastos médicos, responsabilidad civil, etc., la evolución del reporte de los siniestros es estacional. (Nieto y Tamayo 2018)

Es importante mencionar que los factores de cadencia siempre deberán ser superiores a 1 (uno), ya que si los factores fueran menores a 1 (uno), representaría que no existen avisos de siniestros ocurridos, ya que el triángulo se maneja de manera incremental (Torres Aya y Garzón Tafur 2018, 65-66)

El método Chain-Ladder es de los más empleados, se debe sobre todo a su simplicidad y eficacia. Los pasos y elementos a considerar para estimar las provisiones mediante el método Chain-Ladder de acuerdo a Aguilar Jurado (2015, 42-43) se definen como:

### 3.1. Procedimiento para estimar reservas IBNR - método Chain-Ladder

De acuerdo a lo señalado por Aguilar Jurado (2015, 42-43) se puede indicar que los pasos a seguir para estimar las reservas de siniestros ocurridos pero no reportados IBNR mediante el método Chain-Ladder son los descritos en la siguiente tabla:

Tabla 6.  
Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder

Procedimiento	Definición	Notación
1.Construcción de matriz de siniestros	Esta matriz está constituida por los montos observados totales por pago de siniestros ocurridos en el trimestre $i$ , pagados con $j$ trimestres de diferimiento	$\{C_{ij}; i = 0, \dots, I; j = 0, \dots, J\}$
2.Construcción de matriz de siniestros acumulados	Se partirá de un triángulo de siniestros con información de pagos acumulados	$C_{ij} = \sum_{n=0}^j C_{in}$
3.Determinación de los factores de desarrollo	Los factores de desarrollo ( $f_j$ ) recogen un pronóstico de la variación de la siniestralidad entre un año de desarrollo y el siguiente.	$f_j = \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j}}; j = 0, \dots, J - 1$
4.Determinación de los factores de proyección	Los factores de proyección se obtienen como el producto de los factores de desarrollo	$F_k = \prod_{j=k}^{J-1} f_j; k = 0, \dots, J - 1$
5.Construcción de matriz de proyección de siniestros acumulados	Estimación de las cantidades acumuladas para el último año de desarrollo. El año final de desarrollo hace que el cálculo se haga fácil, es así que los pagos acumulados $C_{ij}$ son las que primero se estiman en el triángulo de siniestros	$\hat{C}_{i,J} = C_{i,J-i} * F_{J-i}; i = 1, \dots, I$



Procedimiento	Definición	Notación
6.Determinación de las reservas por año de origen	Las reservas por año de origen se calculan, para cada año de origen como la diferencia entre la proyección de la cantidad acumulada del último año de desarrollo y el último valor observado.	$\hat{R}_i = \hat{C}_{i,J} - C_{i,J-i}; i = 1, \dots, I$
7.Determinación de la reserva total	La reserva total se calcula como la sumatoria de las reservas de origen	$\hat{R} = \sum_{i=1}^I \hat{R}_i$

Fuente: (Aguilar Jurado 2015, 42-43).  
Elaboración propia

#### 4. Método Link Ratio

En el método Link Ratio se determinan ratios individuales “link ratios”, los que se expresarán mediante factores de variación de los siniestros, dado un ejercicio de ocurrencia, entre un ejercicio de desarrollo y el siguiente. (Aguilar Jurado 2015, 44). En la determinación de reserva IBNR, los link ratio se basan en el uso de la información en forma de triángulo. (Ramírez 2016, 29).

##### 4.1. Procedimiento para estimar reservas IBNR - método Link Ratio

Aguilar Jurado (2015, 44-45) menciona que los pasos a seguir para estimar las reservas IBNR mediante el método Link Ratio son los descritos en la siguiente tabla:

Tabla 7.  
**Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio**

Procedimiento	Definición	Notación
1. Construcción de matriz de siniestros	Esta matriz está constituida por los montos observados totales por pago de siniestros ocurridos en el trimestre $i$ , pagados con $j$ trimestres de diferimiento	$\{C_{ij}; i = 0, \dots, I; j = 0, \dots, J\}$
2. Construcción de matriz de siniestros acumulados	Se partirá de un triángulo de siniestros con información de pagos acumulados	$C_{ij} = \sum_{n=0}^j C_{in}$
3. Determinación de los ratios de enlace	Los link ratios o ratios de enlace se calculan como	$R_{i,j} = \frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$
4. Determinación de los factores de desarrollo	<p>Los factores de desarrollo (<math>f_j</math>) recogen un pronóstico de la variación de la siniestralidad entre un año de desarrollo y el siguiente. Se visualizan distintos escenarios para este método:</p> <p>Enfoque pesimista: se elige la mayor <math>R_{i,j}</math> de cada columna.</p> <p>Enfoque optimista: se elige la mínima <math>R_{i,j}</math> de cada columna.</p> <p>Enfoque de medias simples: se elige el promedio de las <math>R_{i,j}</math> de cada columna.</p> <p>Enfoque de medias simples sin mínimo ni máximo: se suprimen los valores mínimo y máximo; y, se elige el promedio de las <math>R_{i,j}</math> de cada columna.</p>	a. Enfoque pesimista: $f_j = \text{Max}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$
		b. Enfoque optimista $f_j = \text{Min}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$
		c. Enfoque de medias simples $f_j = \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} R_{i,j}}{I - j}; j = 0, \dots, J - 1$
		d. Enfoque de medias sin mínimo ni máximo $f_j = \frac{1}{I-j-1} \sum_{i=0}^{I-j-1} R_{i,j} - \text{Min}\{R_{i,j}\} - \text{Max}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$

Procedimiento	Definición	Notación
5.Determinación de los factores de proyección	Los factores de proyección se obtienen como el producto de los factores de desarrollo	$F_k = \prod_{j=k}^{J-1} f_j ; k = 0, \dots, J - 1$
6.Construcción de matriz de proyección de siniestros acumulados	Estimación de las cantidades acumuladas para el último año de desarrollo. El año final de desarrollo hace que el cálculo se haga fácil, es así que los pagos acumulados $C_{i,j}$ son las que primero se estiman en el triángulo de siniestros	$\hat{C}_{i,J} = C_{i,J-i} * F_{J-i} ; i = 1, \dots, I$
7.Determinación de las reservas por año de origen	Las reservas por año de origen se calculan, para cada año de origen como la diferencia entre la proyección de la cantidad acumulada del último año de desarrollo y el último valor observado	$\hat{R}_i = \hat{C}_{i,J} - C_{i,J-i} ; i = 1, \dots, I$
8.Determinación de la reserva total	La reserva total se calcula como la sumatoria de las reservas de origen	$\hat{R} = \sum_{i=1}^I \hat{R}_i$

Fuente: (Aguilar Jurado 2015, 44-45).

Elaboración propia

## 5. Método Chain-Ladder normativa ecuatoriana

Conforme a la normativa ecuatoriana el método Chain-Ladder “se basa en un arreglo matricial que permite clasificar los montos de siniestros por períodos de ocurrencia y período de diferimiento en el pago de los siniestros”. (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 92)

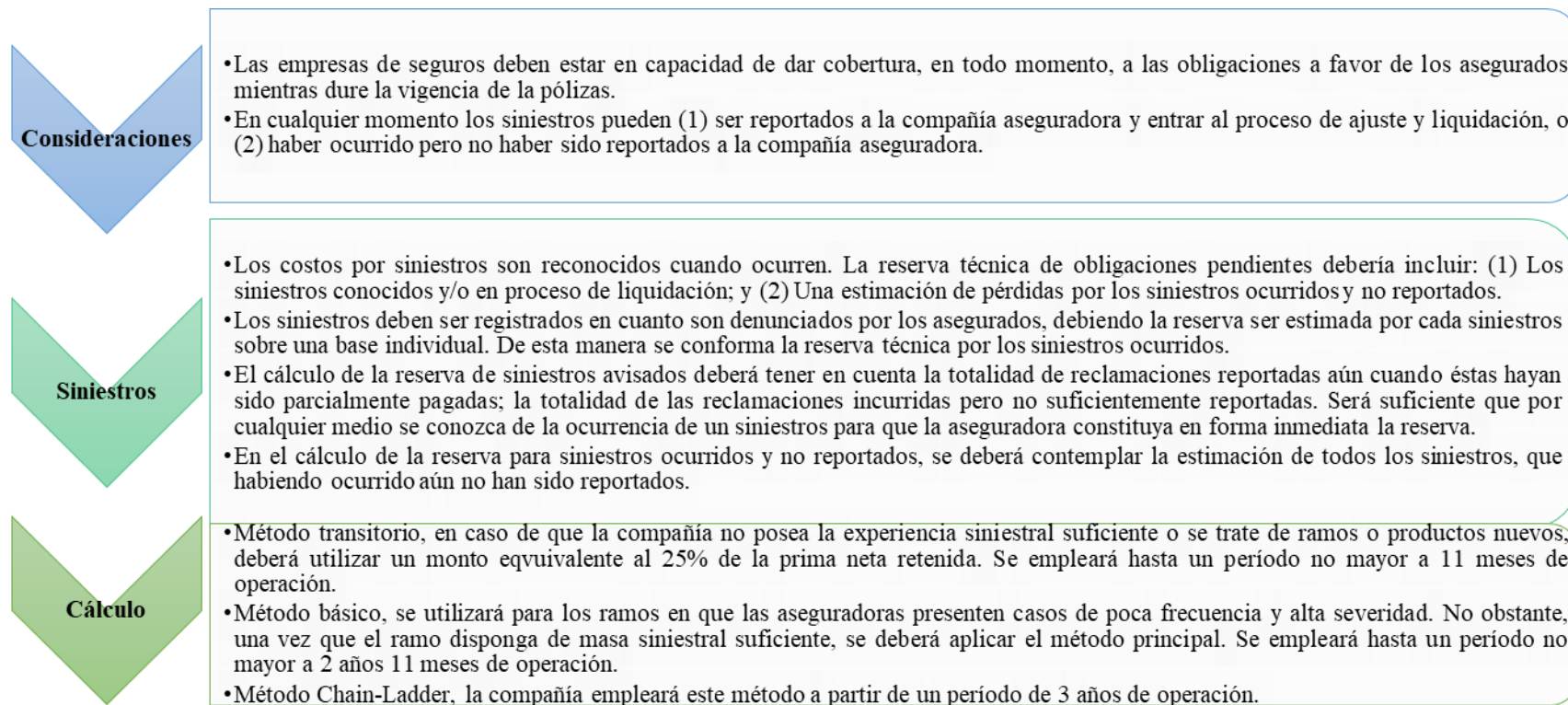


Figura 27. Metodología de cálculo de reservas IBNR

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 73,97-98).

Elaboración propia

### 5.1. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana

Los pasos a seguir de acuerdo a la metodología indicada en la CRMFVS, señala lo siguiente:

Tabla 8.  
**Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana**

Procedimiento	Definición	Notación
1.Construcción de matriz de siniestros pagados	<p>Esta matriz está constituida por los montos observados totales por pago de siniestros ocurridos en el trimestre <math>i</math>, pagados con <math>j</math> trimestres de diferimiento y netos del cincuenta por ciento (50%) de los salvamentos efectivizados<sup>1</sup> por cada tipo de seguro, observando que este monto sea mínimo a cero y en ningún caso negativo.</p> <p>Para determinar los montos de las reservas de siniestros ocurridos y no reportados – IBNR se utiliza el proceso de cálculo que se detalla a continuación, utilizando la siguiente notación:</p>	<p><math>k</math>: número de trimestres observados (<math>12 \geq k</math>).</p> <p><math>i</math>: trimestre de ocurrencia = <math>1, 2, \dots, k</math></p> <p><math>j</math>: período de diferimiento = <math>0, 1, \dots, k-1</math></p> <p><math>C_{ij}</math>: montos observados totales por pago de siniestros ocurridos en el trimestre <math>i</math>, pagados con <math>j</math> trimestres de diferimiento</p>
2.Construcción de la matriz de siniestros pagados acumulados	<p>A partir de la matriz de siniestros pagados, se construye una matriz de siniestros pagados acumulados de forma horizontal. Así, cada elemento de la matriz corresponde al monto pagado de siniestros ocurridos en el trimestre <math>i</math>, pagados con un diferimiento no mayor a <math>j</math> trimestres.</p> <p>Los elementos de esta nueva matriz los notamos con <math>CA_{ij}</math> y se calculan mediante la siguiente fórmula:</p>	$CA_{ij} = \sum_{n=0}^j C_{in}$

<sup>1</sup> Salvamento es la recuperación de bienes materiales que obtiene la aseguradora de un siniestro aplicable únicamente para los seguros de daños o patrimoniales.

Procedimiento	Definición	Notación
3.Determinación de los factores de cadencia de siniestralidad	Estos factores miden la variación promedio de los pagos por siniestros realizados con diferimiento $j$ , respecto a los pagos realizados con diferimiento $j-1$ . Los factores de cadencia, denotados mediante ( $f_j$ ), se calculan mediante:	$f_j = \frac{\sum_{i=1}^{k-j} CA_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-j} CA_{i,j-1}} \quad \text{para } j = 1, \dots, k-1$
4.Construcción de matriz de proyección de siniestros acumulados	En esta etapa proyectamos los valores de siniestralidad acumulada. Este proceso equivale a rellenar los valores faltantes en la matriz de siniestralidad acumulada (parte triangular inferior de la matriz). El valor de cada elemento proyectado lo notaremos como $CA^{*ij}$ y se calcula en base a los factores de cadencia de la siguiente manera:	$CA_{i,j}^* = CA_{i,k-i} \cdot (f_{k-i+1} \cdot f_{k-i+2} \cdot \dots \cdot f_j) \quad \text{para } i+j > k$
5.Construcción de matriz reservas de siniestros avisados	Monto total de reservas de siniestros avisados por siniestros ocurridos en el trimestre $i$ , y reservados luego de $j$ trimestres de diferimiento. Se calculará el monto reservado total de siniestros avisados por siniestros ocurridos en el trimestre $i$ . Se calculará mediante la fórmula:	R <sub>ij</sub> : monto total de reservas de siniestros avisados por siniestros ocurridos en el trimestre $i$ , y reservados luego de $j$ trimestres de diferimiento $R_{i,j} = \sum_{n=0}^{k-i} R_{in} \quad \text{para } i = 1, \dots, k$
6.Consideración del reaseguro	Con el fin de calcular la obligación del reaseguro en la reserva estimada, se calculará por período de ocurrencia $i$ , coeficientes de reaseguro definidos como la relación entre los siniestros cedidos y los siniestros brutos existentes registrados en balance.	$CR(i) = \frac{SC_i}{SB_i} \quad \text{para } i = 1, \dots, k$

Procedimiento	Definición	Notación
	Para el cálculo de estos coeficientes, se deducirá los siniestros atípicos no considerados en la construcción de los triángulos de siniestralidad de acuerdo al párrafo anterior. Los coeficientes de reaseguro, denotados $CR(i)$ , se calcularán mediante:	Dónde: $SC_i$ = Siniestros cedidos a la fecha de cálculo para el período de ocurrencia $i$ . $SB_i$ = Siniestros brutos a la fecha de cálculo para el período de ocurrencia $i$ .
7.Obligación del reasegurador en la Reserva IBNR	Se calcula la estimación de reservas IBNR que corresponde al reasegurador.	$R_{IBNRreaseg} = \sum_{i=2}^k \text{Max}(CA_{i,k-1}^* - CA_{i,k-1} - R_i; 0) \times CR(i)$
8.Reserva para siniestros ocurridos y no reportados neta de reaseguro	Por último, la reserva para siniestros ocurridos y no reportados neta de reaseguros será igual a:	$R_{IBNRneto} = \sum_{i=2}^k \text{Max}(CA_{i,k-1}^* - CA_{i,k-1} - R_i; 0) \times (1 - CR(i))$

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 90-97).

Elaboración propia

## 5.2. Matrices de siniestros pagados

Anteriormente se indicó que las matrices suelen basarse en los triángulos de siniestros. “Por ejemplo, para el caso particular de doce (12) trimestres de observación ( $k=12$ ), la matriz de siniestros de pagados para el cálculo de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados – IBNR al final del doceavo trimestre queda constituida de la siguiente forma:” (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 94).

$i$	$j$					
	0	1	2	...	10	11
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	...	$C_{1,10}$	$C_{1,11}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	...	$C_{2,10}$	
⋮	⋮	⋮				
11	$C_{11,0}$	$C_{11,1}$				
12	$C_{12,0}$					

Figura 28. Matriz de siniestros pagados

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 94).  
Elaboración propia

## 5.3. Matriz de siniestros pagados acumulados

La matriz de siniestros acumulados se representa de la siguiente forma:

$i$	$j$					
	0	1	2	...	10	11
1	$CA_{1,0}$	$CA_{1,1}$	$CA_{1,2}$	...	$CA_{1,10}$	$CA_{1,11}$
2	$CA_{2,0}$	$CA_{2,1}$	$CA_{2,2}$	...	$CA_{2,10}$	
⋮	⋮	⋮				
11	$CA_{11,0}$	$CA_{11,1}$				
12	$CA_{12,0}$					

Figura 29. Matriz de siniestros pagados acumulados

Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 95).  
Elaboración propia

## 5.4. Matriz de proyección de siniestralidad acumulada

La matriz de proyección de siniestralidad acumulada está representada así:



<i>i</i>	<i>j</i>					
	0	1	2	...	10	11
1	$CA_{1,0}$	$CA_{1,1}$	$CA_{1,2}$	...	$CA_{1,10}$	$CA_{1,11}$
2	$CA_{2,0}$	$CA_{2,1}$	$CA_{2,2}$	...	$CA_{2,10}$	$CA_{2,11}^*$
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
11	$CA_{11,0}$	$CA_{11,1}$	$CA_{11,2}^*$	...	$CA_{11,10}^*$	$CA_{11,11}^*$
12	$CA_{12,0}$	$CA_{12,1}^*$	$CA_{12,2}^*$	...	$CA_{12,10}^*$	$CA_{12,11}^*$

Figura 30. Matriz de proyección de siniestralidad acumulada  
Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 96).  
Elaboración propia

### 5.5. Matriz de reservas de siniestros avisados

“Esta matriz está constituida por los montos de reserva de los siniestros ocurridos en el trimestre *i*, reservados con *j* trimestres de diferimiento”. (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 94). Como se muestra en la siguiente figura:

<i>i</i>	<i>j</i>					
	0	1	2	...	10	11
1	$R_{1,0}$	$R_{1,1}$	$R_{1,2}$	...	$R_{1,10}$	$R_{1,11}$
2	$R_{2,0}$	$R_{2,1}$	$R_{2,2}$	...	$R_{2,10}$	
⋮	⋮	⋮				
11	$R_{11,0}$	$R_{11,1}$				
12	$R_{12,0}$					

Figura 31. Matriz de reservas de siniestros avisados  
Fuente: (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 94).  
Elaboración propia

### 5.6. Otras consideraciones para la metodología

La normativa contempla el caso de la existencia de valores extremos como siniestros atípicos, se puede efectuar un tratamiento para que se excluyan del cálculo de la reserva IBNR (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 96).

## 6. Back-Testing

Solvencia II promueve a las aseguradoras la utilización de modelos propios para la estimación de obligaciones de la compañía conforme a su tamaño, características y

comportamiento de los riesgos de los negocios asumidos; frente a ello, ante la posibilidad de que la metodología se desajuste, la herramienta más efectiva para supervisar el desempeño de los modelos es la prueba retrospectiva denominada Backtesting (Comisión Nacional de Seguros y Fianzas 2009, 3).

Back-Testing es una herramienta que se utiliza con el fin de determinar la eficacia de un modelo definido para realizar proyecciones, basándose en la comparación de las estimaciones y los valores reales observados. El backtesting permite “analizar el desempeño de los modelos actuariales y determinar con criterios sólidos, si un modelo debe “rechazarse” o “aceptarse” en función del grado de precisión con que dicho modelo se esté ajustando a la evidencia empírica”. (Aguilar Beltrán y Avendaño Estrada 2009)

También indican sobre el back-testing de reservas lo siguiente:

El modelo se sustenta en el hecho fundamental de que la reserva [...] es la media de las obligaciones futuras. Como medias que es, el valor así estimado de la reserva se comportará como una variable aleatoria con función de distribución normal. Si tomamos un determinado intervalo alrededor de la media de la distribución normal, podemos decir que con un determinado de confianza (que dependerá del tamaño del intervalo), los valores reales deberán caer dentro del intervalo de confianza [...]. El intervalo de confianza puede ser elegido de tal manera que sólo con una probabilidad baja ( $\varepsilon$ ), los valores reales caerán fuera del intervalo, en tanto que la probabilidad de que los valores reales caigan dentro del intervalo será  $(1 - \varepsilon)$ . Cuando una observación caiga fuera del intervalo se dirá que es una excepción o fracaso, y cuando caiga dentro del intervalo se dirá que es un éxito. (Aguilar Beltrán y Avendaño Estrada 2009, 2)

Adicionalmente, Aguilar Beltrán y Avendaño Estrada citan en términos de hacer más comprensible el Back-Testing lo que sigue:

Para efectos de dar una explicación muy práctica y comprensible del método, supongamos que tenemos una cartera de riesgos asegurados a los cuales se les ha valuado su reserva durante  $N$  periodos, de manera que se tienen  $N$  mediciones teóricas provenientes del modelo actuarial de valuación de reserva, y  $N$  observaciones reales. Si nos planteamos ver cada una de las mediciones como un ensayo Bernoulli, entonces cada observación real tendrá una probabilidad  $\varepsilon$  de caer fuera del del intervalo y  $(1 - \varepsilon)$  de caer dentro del intervalo. Planteado así el problema, se puede decir que en las  $N$  observaciones que tenemos, el valor esperado del número de excepciones, es  $N * \varepsilon$ . De esta manera si en la realidad se observa que el número de excepciones observadas es un número muy superior a  $N * \varepsilon$ , entonces es posible cuestionarse la idoneidad del modelo actuarial de valuación de reservas. (Aguilar Beltrán y Avendaño Estrada 2009, 2)

Para construir los intervalos de confianza también es importante mencionar:

Con base en el Teorema de Chebyshev, para todo número real  $k > 0$ ,  $P(|X-\mu| > k.\sigma) \leq 1/k^2$ , donde  $X$  es una variable aleatoria de media  $\mu$  y varianza finita  $\sigma$ ; se define el intervalo de confianzas comprendido entre la medida menos  $k$  veces la desviación estándar y la media más  $k$  veces la desviación estándar, para el cual se tiene al menos la  $(1-1/k^2)$  parte central de los datos [...]. (Martínez Vásquez 2017)

Fundamentando lo descrito anteriormente, también se deberá establecer probabilidades asociadas al número de excepciones observadas como se explica en la tabla siguiente:

Tabla 9.  
**Procedimiento para establecer las probabilidades asociadas al número de excepciones observadas**

Procedimiento	Definición	Notación
1.Determinar las probabilidades de observar k número de excepciones	En consideración que el número de excepciones tiene un comportamiento de una variable binomial con parámetros $(N, \varepsilon)$ , la probabilidad asociada al número de excepciones observadas $Pr(k)$ .	$Pr(k) = \binom{N}{k} (\varepsilon)^k (1 - \varepsilon)^{N-k}$ .
2.Determinar las probabilidades de proyecciones que están por debajo o por encima de los reales	Se deben establecer criterios adicionales, como tomar en cuenta que las proyecciones, k de ellas hayan caído por debajo o por encima de los valores reales.	$Pr(k) = \binom{N}{k} \left(\frac{1}{2}\right)^k \left(\frac{1}{2}\right)^{N-k}$ .

Fuente: (Aguilar Beltrán y Avendaño Estrada 2009, 1-4).  
Elaboración propia

En adición a lo expuesto es importante indicar que “se puede determinar un nivel de corte en el número de excepciones a partir del cual se rechazará la hipótesis de que el modelo es adecuado, con un nivel de confianza que se puede obtener según la probabilidad acumulada”. (Martínez Vásquez 2017, 72).

Es así que se pueden definir los criterios para validar los métodos, en función del número de excepciones observadas, basados en la probabilidad acumulada; los rangos estarán definidos como:

1. El primer rango definirá el número máximo de excepciones que se aceptarán para decir que el modelo es aceptable.
2. El segundo rango establecerá el número máximo de excepciones que se aceptará para decir que el modelo debe someterse a observación, ya que no es completamente confiable.
3. El tercer rango establecerá el número de excepciones a partir del cual se considerará que el modelo no es aceptable. (Aguilar Beltrán y Avendaño Estrada 2009, 3)

Otro criterio que se tomará en cuenta es lo establecido en la normativa ecuatoriana la cual indica que “las aseguradoras deberán implementar una metodología de validación de esta reserva (Back-Testing) que permita comparar los resultados reales de un trimestre actual particular con las correspondientes proyecciones realizadas en periodos anteriores para el trimestre actual considerado”. (Ecuador, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera 2017, 79-80)

## **Capítulo quinto**

### **Aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio para la estimación de reservas IBNR**

Para el presente trabajo de investigación se empleará los aspectos teóricos señalados anteriormente para aplicar el método Chain-Ladder y Link Ratio con los enfoques pesimista, optimista, de medias simples y de medias sin valor mínimo ni máximo, para la estimación de reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados en una empresa de seguros de vida, con las consideraciones que señala la normativa ecuatoriana.

#### **1. Fuente de información**

Se ha obtenido las bases de información de una empresa de seguros de vida, la cual se mantendrá de manera confidencial debido a sigilo de información. De este modo, en función de lo descrito en capítulos anteriores la información necesaria para realizar dichas metodologías corresponde a (12) doce trimestres correspondientes a los años 2017, 2018 y 2019 del seguro de vida colectiva, para los cálculos de las reservas de siniestros ocurridos y no reportados IBNR, puesto que para realizar las proyecciones al trimestre de análisis 31 de diciembre de 2019 se requiere información del pasado. Las estimaciones se realizarán con la fecha de cálculo del final de cada trimestre 31 de diciembre de 2019. Para el efecto, se considerarán como trimestres de cálculo los siguientes períodos:

Tabla 10.

#### **Trimestres considerados**

<b>No. Trimestre</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
1	01/01/2017	31/03/2017
2	01/04/2017	30/06/2017
3	01/07/2017	30/09/2017
4	01/10/2017	31/12/2017
5	01/01/2018	31/03/2018
6	01/04/2018	30/06/2018
7	01/07/2018	30/09/2018

No. Trimestre	Fecha de inicio	Fecha de fin
8	01/10/2018	31/12/2018
9	01/01/2019	31/03/2019
10	01/04/2019	30/06/2019
11	01/07/2019	30/09/2019
12	01/10/2019	31/12/2019

Fuente y elaboración propias

Las bases de datos empleadas para aplicar los métodos de Chain Ladder y Link Ratio en el presente estudio son:

- Base de siniestros pagados de los años 2017, 2018 y 2019, cada año contendrá la información de cuatro (4) trimestres.
- Base de siniestros reservados con fecha de corte al 31 de diciembre de 2019.



Base de siniestros pagados

Base que consta de los siniestros pagados en los últimos tres años a la fecha de análisis y donde constan 30 columnas, en donde la información más relevante constituye lo siguiente:

Año, Ramo, Póliza, Número de reclamo, Asegurado, Vigencia desde, Vigencia hasta, Fecha de ocurrencia del siniestro, Fecha de aviso del siniestro, Fecha de reserva del siniestro, Reserva siniestro, Saldo reserva siniestro, Fecha de pago del siniestro, Pago siniestro.

El período de diferimiento para la base de siniestros pagados corresponde al número de trimestres transcurridos desde la ocurrencia hasta que se efectuó el pago de todo o parte del siniestro.



Base de siniestros reservados

Base que consta el valor de reservas por siniestros pendientes misma que consta de 22 columnas, campos cuyos los más importantes se mencionan a continuación:

Año, Ramo, Póliza, Número de reclamo, Asegurado, Vigencia desde, Vigencia hasta, Fecha de ocurrencia del siniestro, Fecha de aviso del siniestro, Fecha de reserva del siniestro, Reserva siniestro, Saldo reserva siniestro.

El período de diferimiento para la base de siniestros reservados corresponde al número de trimestres transcurridos desde la ocurrencia hasta que se efectuó la reserva del siniestro.

Figura 32. Bases de datos a utilizarse  
Fuente y elaboración propias

## 2. Procesamiento de información

El procesamiento de los datos está almacenado en formatos de hojas de cálculo en Excel. Se consideraron las siguientes etapas para el procesamiento de la información:

- Recopilar las bases de datos de empresa de seguros de vida y se contrastó con las estructuras S03 Siniestros reportadas mensualmente por las compañías al ente de control.
- Consolidar la información relacionada a los siniestros pagados y siniestros reservados.
- Verificar la coherencia de la fechas de ocurrencia, fecha de aviso, fecha de reserva y fecha de pago, para lo cual se realizó una verificación de que ninguna fecha de las referidas sea mayor a la que le antecede.
- Realizar la depuración de la información, puesto que la información inicial contenía datos desde el año 2013.

Es decir, se procuró que el procesamiento de la información esté basado en los principios de persistencia, redundancia e integridad.

### **3. Aplicación Método Chain Ladder**

Regulatoriamente el método Chain Ladder es el método normativo que las empresas de seguros deben emplear para estimar las reservas de siniestros ocurridos y no reportados IBNR, usando la metodología descrita en el Capítulo V, Título II, Libro III de la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y de Seguros, Libro III, de la Junta de la Política y Regulación Monetaria y Financiera, se obtuvo lo siguiente:

### 3.1. Matriz de siniestros pagados

Tabla 11.  
Matriz de siniestros pagados<sup>2</sup>

MATRIZ DE SINIESTRALIDAD PAGADOS												
trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento:											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	146.316,2	281.120,3	76.658,0	17.911,8	4.776,0	3.750,0	5.222,5	16.482,5	13.982,5	3.982,5	3.982,5	3.982,5
2	266.446,5	265.036,0	97.668,8	26.808,0	6.254,5	20.150,0	-	-	4.226,8	-	-	-
3	112.101,9	196.826,7	2.143,0	10.000,0	675,0	-	-	-	-	-	-	-
4	125.991,8	226.357,1	134.211,4	2.242,9	20.000,0	-	-	84.080,0	-	-	-	-
5	171.600,5	265.544,4	28.165,0	890,0	634,0	516,7	-	-	-	-	-	-
6	189.108,8	246.462,7	23.644,4	2.500,0	10.200,0	-	-	-	-	-	-	-
7	248.189,1	284.748,8	105.447,3	1.833,3	7.683,5	-	-	-	-	-	-	-
8	376.569,7	103.931,7	22.211,2	2.600,0	-	-	-	-	-	-	-	-
9	114.722,2	178.737,1	19.824,8	1.032,4	-	-	-	-	-	-	-	-
10	114.286,8	324.342,7	973,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	114.397,7	285.131,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	65.457,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente y elaboración propias

Como se mencionó anteriormente, la matriz de siniestros recoge la información de 12 trimestres de ocurrencia y 12 trimestres de diferimiento de pagos.

<sup>2</sup>De acuerdo al numeral 1. Construcción de matriz de siniestros pagados de la Tabla 8. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana, se elaboró la matriz  $C_{ij}$  (montos observados totales por pago de siniestros ocurridos en el trimestre  $i$ , pagados con  $j$  trimestres de diferimiento), donde  $k$  es el número de trimestres observados ( $12 \geq k$ );  $i$  es el trimestre de ocurrencia = 1, 2, ...,  $k$ ;  $y$ ,  $j$  es el período de diferimiento = 0, 1, ...,  $k-1$

$C_{ij}$ : montos observados totales por pago de siniestros ocurridos en el trimestre  $i$ , pagados con  $j$  trimestres de diferimiento. Esta matriz será la misma para todos los modelos estimados.



### 3.2. Matriz de siniestros acumulados

Tabla 12.  
Matriz de siniestros acumulados<sup>3</sup>

MATRIZ DE SINIESTROS ACUMULADOS												
trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	146.316,2	427.436,4	504.094,4	522.006,2	526.782,2	530.532,2	535.754,7	552.237,2	566.219,7	570.202,2	574.184,7	578.167,2
2	266.446,5	531.482,5	629.151,3	655.959,3	662.213,8	682.363,8	682.363,8	682.363,8	686.590,6	686.590,6	686.590,6	
3	112.101,9	308.928,7	311.071,7	321.071,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	
4	125.991,8	352.348,9	486.560,3	488.803,2	508.803,2	508.803,2	508.803,2	592.883,2	592.883,2			
5	171.600,5	437.144,9	465.309,9	466.199,9	466.833,9	467.350,5	467.350,5	467.350,5				
6	189.108,8	435.571,5	459.216,0	461.716,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0					
7	248.189,1	532.937,9	638.385,2	640.218,5	647.902,0	647.902,0						
8	376.569,7	480.501,4	502.712,6	505.312,6	505.312,6							
9	114.722,2	293.459,3	313.284,2	314.316,5								
10	114.286,8	438.629,5	439.603,3									
11	114.397,7	399.529,2										
12	65.457,3											

Fuente y elaboración propias

La anterior tabla muestra la matriz de siniestros acumulados, que recoge la sumatoria del monto de siniestros pagados que le antecede de manera horizontal.

<sup>3</sup> Conforme a lo descrito en el numeral 2. Construcción de la matriz de siniestros pagados acumulados de la Tabla 8. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana, se elaboró la matriz CA<sub>ij</sub> (montos de siniestros pagados acumulados de forma horizontal), mediante la fórmula:  $CA_{ij} = \sum_{n=0}^j C_{in}$ . Esta matriz será la misma para todos los modelos estimados.

### 3.3. Factores de cadencia de siniestralidad

Tabla 13.  
Factores de cadencia de siniestralidad<sup>4</sup>

FACTORES DE CADENCIA DE SINIESTRALIDAD											
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
numerador:	4.637.970,3	4.749.388,7	4.375.603,7	4.111.510,2	3.630.614,2	2.987.934,8	2.616.581,3	2.167.440,1	1.578.539,4	1.260.775,3	578.167,2
denominador:	1.979.731,3	4.238.441,0	4.309.785,4	4.061.287,1	3.606.197,6	2.982.712,3	2.516.018,8	2.149.230,8	1.574.556,9	1.256.792,8	574.184,7
<b>F</b>	<b>2,343</b>	<b>1,121</b>	<b>1,015</b>	<b>1,012</b>	<b>1,007</b>	<b>1,002</b>	<b>1,040</b>	<b>1,008</b>	<b>1,003</b>	<b>1,003</b>	<b>1,007</b>

Fuente y elaboración propias

De acuerdo a la tabla anterior, se observan que los factores de cadencia de siniestralidad son todos superiores a 1, lo que indica la validez de la información, el valor de la cola izquierda siempre serán superiores puesto que este trimestre es que tiene mayor acumulación de siniestros ocurridos y avisos, mientras que los valores de la cola derecha serán aproximadamente 1, debido a que están alejados de los valores pagados.

---

<sup>4</sup> En el numeral 3. Determinación de los factores de cadencia de siniestralidad de la Tabla 8. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana, se estimó los factores de desarrollo para el método Chain-Ladder mediante la ecuación:  $f_j = \frac{\sum_{i=1}^{k-j} CA_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-j} CA_{i,j-1}}$  para  $j = 1, \dots, k - 1$

### 3.4. Matriz de proyección de siniestros acumulados

Tabla 14.

#### Matriz de proyección de siniestros acumulados<sup>5</sup>

MATRIZ DE PROYECCIÓN DE SINIESTRALIDAD ACUMULADA												
trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	146.316,2	427.436,4	504.094,4	522.006,2	526.782,2	530.532,2	535.754,7	552.237,2	566.219,7	570.202,2	574.184,7	578.167,2
2	266.446,5	531.482,5	629.151,3	655.959,3	662.213,8	682.363,8	682.363,8	682.363,8	686.590,6	686.590,6	686.590,6	691.352,7
3	112.101,9	308.928,7	311.071,7	321.071,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	322.766,2	325.004,88
4	125.991,8	352.348,9	486.560,3	488.803,2	508.803,2	508.803,2	508.803,2	592.883,2	592.883,2	594.382,7	596.266,2	600.401,84
5	171.600,5	437.144,9	465.309,9	466.199,9	466.833,9	467.350,5	467.350,5	467.350,5	471.310,1	472.502,2	473.999,5	477.287,1
6	189.108,8	435.571,5	459.216,0	461.716,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	490.777,9	494.936,0	496.187,8	497.760,1	501.212,6
7	248.189,1	532.937,9	638.385,2	640.218,5	647.902,0	647.902,0	649.036,4	674.977,7	680.696,4	682.418,1	684.580,5	689.328,7
8	376.569,7	480.501,4	502.712,6	505.312,6	505.312,6	508.733,9	509.624,7	529.993,8	534.484,2	535.836,0	537.534,0	541.262,3
9	114.722,2	293.459,3	313.284,2	314.316,5	318.203,5	320.357,9	320.918,9	333.745,6	336.573,3	337424,5697	338.493,8	340.841,6
10	114.286,8	438.629,5	439.603,3	446.316,8	451.836,1	454.895,4	455.691,9	473.905,4	477.920,5	479.129,3	480.647,6	483.981,3
11	114.397,7	399.529,2	447.692,8	454.529,9	460.150,8	463.266,3	464.077,5	482.626,1	486.715,2	487.946,2	489.492,4	492.887,5
12	65.457,3	153.349	171.835	174.459	176.617	177.812	178.124	185.243	186.813	187.285	187.879	189.182

5.332.742,0

Fuente y elaboración propias

La tabla que corresponde a matriz de proyección de siniestralidad acumulada muestra los montos estimados a partir de los factores de cadencia de siniestralidad con respecto al monto de siniestros acumulados conocido; y por consiguiente al siguiente monto que le antecede. La reserva total corresponde a las proyecciones de la última columna, es decir US\$ 5.332.742,00.

<sup>5</sup>En el numeral 4. Construcción de matriz de proyección de siniestros acumulados de la Tabla 8. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana, se confeccionó la matriz de proyección de siniestros acumulados mediante la siguiente ecuación:  $CA_{i,j}^* = CA_{i,k-i} \cdot (f_{k-i+1} \cdot f_{k-i+2} \cdot \dots \cdot f_j)$  para  $i + j > k$

### 3.5. Matriz de siniestros reservados avisados

Tabla 15.

**Matriz de siniestros reservados avisados<sup>6</sup>**  
**MATRIZ DE SINIESTRALIDAD RESERVADOS AVISADOS**

trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento:												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	27.874,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	30.000,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	18.000,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2.988,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	55.600,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	52,5	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
9	58.655,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	40.339,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	102.700,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	232.266,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente y elaboración propias

La tabla anterior muestra los valores reservados de siniestros ocurridos ya notificados, pero no suficientemente reportados, la sumatoria asciende a US\$ 568.476,70.

<sup>6</sup>Afín a lo señalado en el numeral 5. Construcción de matriz reservas de siniestros reservados de la Tabla 8. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana, se obtuvo la matriz de siniestros reservados avisados por siniestros ocurridos en el trimestre i, y reservados luego de j trimestres de diferimiento, mediante la siguiente ecuación:  $R_i = \sum_{n=0}^{k-i} R_{in}$  para  $i = 1, \dots, k$ . La matriz de reservas de siniestros reservados será la misma para todos los modelos considerados.

### 3.6. Reserva IBNR neta – método Chain-Ladder

Tabla 16.  
Reserva IBNR neta<sup>7</sup>

Reserva Correspondiente al trimestre i		RIBNR	Siniestros retenidos	Siniestros pagados	Factor de retención	Reserva IBNR Reaseguro
Trimestre i:	Reserva:					
2	4.762,1	4.762,14	686.590,59	686.590,59	1	4.762,14
3	3.258,2	-	321.746,65	321.746,65	1	-
4	7.518,7	-	592.883,15	592.883,15	1	-
5	9.936,6	-	467.350,52	467.350,52	1	-
6	29.296,6	26.308,60	471.915,95	471.915,95	1	26.308,60
7	41.426,7	-	647.901,97	647.901,97	1	-
8	35.949,7	35.897,20	505.312,57	505.312,57	1	35.897,20
9	26.525,0	-	314.316,54	314.316,54	1	-
10	44.378,0	4.038,72	439.603,29	439.603,29	1	4.038,72
11	93.358,2	-	399.529,24	399.529,24	1	-
12	123.724,3	-	65.457,29	65.457,29	1	-
	420.134,23	71.006,66	4.912.607,76	4.912.607,76	<b>IBNR Final</b>	<b>71.006,66</b>

Fuente y elaboración propias

#### 4. Aplicación del método Link Ratio enfoque pesimista

Como metodología alternativa se aplicará la metodología Link Ratio con enfoque pesimista, con las consideraciones normativas ecuatorianas del reaseguro.

<sup>7</sup> Se estimó la Reserva IBNR neta en función de lo planteado en los numerales 6. Consideración del reaseguro, 7. Obligación del reasegurador en la Reserva IBNR y 8. Reserva para siniestros ocurridos y no reportados neta de reaseguro de la Tabla 8. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana, empleando las siguientes ecuaciones:

a.  $CR(i) = \frac{SC_i}{SB_i}$  para  $i = 1, \dots, k$ ; donde  $SC_i$  son los siniestros cedidos a la fecha de cálculo para el período de ocurrencia  $i$  y  $SB_i$  son Siniestros brutos a la fecha de cálculo para el período de ocurrencia  $i$ .  
 b.  $R_{IBNRreaseg} = \sum_{i=2}^k \text{Max}(CA_{i,k-1}^* - CA_{i,k-1} - R_i; 0) \times CR(i)$ ; y, c.  $R_{IBNRneto} = \sum_{i=2}^k \text{Max}(CA_{i,k-1}^* - CA_{i,k-1} - R_i; 0) \times (1 - CR(i))$

#### 4.1. Matriz de link ratios o ratios de enlace

Tabla 17.  
Matriz de link ratios<sup>8</sup>

		LINK RATIOS O RATIOS DE ENLACE										
I	J											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	2,9	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1	2,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
2	2,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
3	2,8	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0				
4	2,5	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-				
5	2,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0						
6	2,1	1,2	1,0	1,0	1,0							
7	1,3	1,0	1,0	1,0								
8	2,6	1,1	1,0									
9	3,8	1,0										
10	3,5											

Fuente y elaboración propias

Como se evidencia en el cuadro anterior, la matriz de link ratios se utilizarán para calcular los factores de decadencia también denominados factores de desarrollo para los enfoques pesimista, optimista, de medias simples y de medias sin mínimo ni máximo.

<sup>8</sup> Empleando el numeral 3. Determinación de los ratios de enlace de la Tabla 7. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio, se obtuvo la matriz de link ratios mediante la ecuación:  $R_{i,j} = \frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}}$ ;  $i = 0, \dots, I - j - 1$ ;  $j = 0, \dots, J - 1$ . La matriz de link ratios será la misma para todos los modelos estimados del método de Link Ratio.

## 4.2. Factores de cadencia de siniestralidad

Tabla 18.

### Factores de cadencia de siniestralidad<sup>9</sup>

FACTORES DE DESARROLLO - ENFOQUE PESIMISTA											
J	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f_i$	3,838	1,381	1,043	1,041	1,030	1,010	1,165	1,025	1,007	1,007	1,007

Fuente y elaboración propias

## 4.3. Matriz de proyección de siniestros acumulada

Tabla 19.

### Matriz de proyección de siniestros acumulados

MATRIZ DE PROYECCIÓN DE SINIESTRALIDAD ACUMULADA												
trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	146.316,2	427.436,4	504.094,4	522.006,2	526.782,2	530.532,2	535.754,7	552.237,2	566.219,7	570.202,2	574.184,7	578.167,2
1	266.446,5	531.482,5	629.151,3	655.959,3	662.213,8	682.363,8	682.363,8	682.363,8	686.590,6	686.590,6	686.590,6	691.352,7
2	112.101,9	308.928,7	311.071,7	321.071,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	323.993,8	326.241,04
3	125.991,8	352.348,9	486.560,3	488.803,2	508.803,2	508.803,2	508.803,2	592.883,2	592.883,2	597.053,2	601.223,2	605.393,26
4	171.600,5	437.144,9	465.309,9	466.199,9	466.833,9	467.350,5	467.350,5	467.350,5	479.183,7	482.554,0	485.924,4	489.294,7
5	189.108,8	435.571,5	459.216,0	461.716,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	549.900,3	563.823,7	567.789,3	571.754,9	575.720,6
6	248.189,1	532.937,9	638.385,2	640.218,5	647.902,0	647.902,0	654.279,8	762.399,9	781.703,7	787.201,8	792.699,9	798.198,0
7	376.569,7	480.501,4	502.712,6	505.312,6	505.312,6	520.688,3	525.813,9	612.705,0	628.218,5	632.637,1	637.055,6	641.474,2
8	114.722,2	293.459,3	313.284,2	314.316,5	327.177,2	337.132,6	340.451,3	396.711,1	406.755,7	409616,6217	412.477,5	415.338,4
9	114.286,8	438.629,5	439.603,3	458.334,7	477.088,0	491.605,0	496.444,3	578.482,0	593.129,0	597.300,8	601.472,5	605.644,3
10	114.397,7	399.529,2	551.711,9	575.220,2	598.756,1	616.975,1	623.048,6	726.007,7	744.390,0	749.625,7	754.861,3	760.097,0
11	65.457,3	251.223	346.915	361.697	376.497	387.953	391.772	456.512	468.071	471.363	474.655	477.947

6.386.701,7

Fuente y elaboración propias

<sup>9</sup> Mediante el numeral 4. Determinación de los factores de desarrollo, a. Enfoque pesimista de la Tabla 7. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio, se obtuvo los factores de cadencia de siniestralidad mediante la ecuación:  $f_j = \text{Max}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$

#### 4.4. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque pesimista

Tabla 20.  
Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque pesimista

Reserva Correspondiente al trimestre i		RIBNR	Siniestros retenidos	Siniestros pagados	Factor de retención	Reserva IBNR Reaseguro
Trimestre i:	Reserva:					
2	4.762,1	4.762,14	686.590,59	686.590,59	1	4.762,14
3	4.494,4	-	321.746,65	321.746,65	1	-
4	12.510,1	-	592.883,15	592.883,15	1	-
5	21.944,2	3.944,19	467.350,52	467.350,52	1	3.944,19
6	103.804,6	100.816,62	471.915,95	471.915,95	1	100.816,62
7	150.296,1	94.696,06	647.901,97	647.901,97	1	94.696,06
8	136.161,6	136.109,17	505.312,57	505.312,57	1	136.109,17
9	101.021,9	42.366,21	314.316,54	314.316,54	1	42.366,21
10	166.041,0	125.701,72	439.603,29	439.603,29	1	125.701,72
11	360.567,8	257.867,76	399.529,24	399.529,24	1	257.867,76
12	412.490,1	180.223,77	65.457,29	65.457,29	1	180.223,77
	1.474.093,94	946.487,64	4.912.607,76	4.912.607,76	<b>IBNR Final</b>	<b>946.487,64</b>

Fuente y elaboración propias

#### 5. Aplicación del método Link Ratio enfoque optimista

La metodología alternativa que se escogió para el presente estudio, es el Link Ratio, para este caso se aplicará el enfoque optimista, con la consideración del reaseguro.



## 5.1. Factores de desarrollo

Tabla 21.

### Factores de desarrollo<sup>10</sup>

FACTORES DE DESARROLLO - ENFOQUE OPTIMISTA											
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$f_i$	1,276	1,002	1,002	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,007

Fuente y elaboración propias

## 5.2. Matriz de proyección de siniestros acumulada

Tabla 22.

### Matriz de proyección de siniestros acumulada

MATRIZ DE PROYECCIÓN DE SINIESTRALIDAD ACUMULADA												
trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	146.316,2	427.436,4	504.094,4	522.006,2	526.782,2	530.532,2	535.754,7	552.237,2	566.219,7	570.202,2	574.184,7	578.167,2
2	266.446,5	531.482,5	629.151,3	655.959,3	662.213,8	682.363,8	682.363,8	682.363,8	686.590,6	686.590,6	686.590,6	691.352,7
3	112.101,9	308.928,7	311.071,7	321.071,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	323.978,26
4	125.991,8	352.348,9	486.560,3	488.803,2	508.803,2	508.803,2	508.803,2	592.883,2	592.883,2	592.883,2	592.883,2	596.995,34
5	171.600,5	437.144,9	465.309,9	466.199,9	466.833,9	467.350,5	467.350,5	467.350,5	467.350,5	467.350,5	467.350,5	470.592,0
6	189.108,8	435.571,5	459.216,0	461.716,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	475.189,1
7	248.189,1	532.937,9	638.385,2	640.218,5	647.902,0	647.902,0	647.902,0	647.902,0	647.902,0	647.902,0	647.902,0	652.395,8
8	376.569,7	480.501,4	502.712,6	505.312,6	505.312,6	505.312,6	505.312,6	505.312,6	505.312,6	505.312,6	505.312,6	508.817,4
9	114.722,2	293.459,3	313.284,2	314.316,5	314.316,5	314.316,5	314.316,5	314.316,5	314.316,5	314316,54	314.316,5	316.496,6
10	114.286,8	438.629,5	439.603,3	440.444,1	440.444,1	440.444,1	440.444,1	440.444,1	440.444,1	440.444,1	440.444,1	443.499,0
11	114.397,7	399.529,2	400.416,2	401.182,1	401.182,1	401.182,1	401.182,1	401.182,1	401.182,1	401.182,1	401.182,1	403.964,6
12	65.457,3	83.523	83.709	83.869	83.869	83.869	83.869	83.869	83.869	83.869	83.869	84.450

4.967.731,3

Fuente y elaboración propias

<sup>10</sup> Mediante el numeral 4. Determinación de los factores de desarrollo, b. Enfoque optimista de la Tabla 7. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio, se obtuvo los factores de cadencia de siniestralidad mediante la ecuación:  $f_j = \text{Min}\{R_{i,j}\}$ ;  $i = 0, \dots, I - j - 1$ ;  $j = 0, \dots, J - 1$

### 5.3. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque optimista

Tabla 23.  
Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque optimista

Reserva Correspondiente al trimestre i		RIBNR	Siniestros retenidos	Siniestros pagados	Factor de retención	Reserva IBNR Reaseguro
Trimestre i:	Reserva:					
2	4.762,1	4.762,14	686.590,59	686.590,59	1	4.762,14
3	2.231,6	-	321.746,65	321.746,65	1	-
4	4.112,2	-	592.883,15	592.883,15	1	-
5	3.241,5	-	467.350,52	467.350,52	1	-
6	3.273,2	285,15	471.915,95	471.915,95	1	285,15
7	4.493,8	-	647.901,97	647.901,97	1	-
8	3.504,8	3.452,33	505.312,57	505.312,57	1	3.452,33
9	2.180,1	-	314.316,54	314.316,54	1	-
10	3.895,7	-	439.603,29	439.603,29	1	-
11	4.435,4	-	399.529,24	399.529,24	1	-
12	18.993,2	-	65.457,29	65.457,29	1	-
	55.123,57	8.499,62	4.912.607,76	4.912.607,76	<b>IBNR Final:</b>	<b>8.499,62</b>

Fuente y elaboración propias

### 6. Aplicación del método Link Ratio enfoque de medias simples

Se planteó como modelo alternativo a Link Ratio, en esta ocasión se aplicará el enfoque de promedios simples, considerando el reaseguro contemplado en la normativa ecuatoriana.

## 6.1. Factores de desarrollo

Tabla 24.  
Factores de desarrollo<sup>11</sup>

FACTORES DE DESARROLLO - ENFOQUE MEDIAS SIMPLES											
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$f_i$	2,603	1,118	1,015	1,012	1,006	1,002	1,039	1,008	1,002	1,003	1,007

Fuente y elaboración propias

## 6.2. Matriz de proyección de siniestros acumulados

Tabla 25.  
Matriz de proyección de siniestros acumulados

MATRIZ DE PROYECCIÓN DE SINIESTRALIDAD ACUMULADA												
trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	146.316,2	427.436,4	504.094,4	522.006,2	526.782,2	530.532,2	535.754,7	552.237,2	566.219,7	570.202,2	574.184,7	578.167,2
2	266.446,5	531.482,5	629.151,3	655.959,3	662.213,8	682.363,8	682.363,8	682.363,8	686.590,6	686.590,6	686.590,6	691.352,7
3	112.101,9	308.928,7	311.071,7	321.071,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	322.870,2	325.109,65
4	125.991,8	352.348,9	486.560,3	488.803,2	508.803,2	508.803,2	508.803,2	592.883,2	592.883,2	594.273,2	596.348,5	600.484,70
5	171.600,5	437.144,9	465.309,9	466.199,9	466.833,9	467.350,5	467.350,5	467.350,5	471.032,5	472.136,9	473.785,7	477.071,8
6	189.108,8	435.571,5	459.216,0	461.716,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	490.416,5	494.280,3	495.439,1	497.169,3	500.617,6
7	248.189,1	532.937,9	638.385,2	640.218,5	647.902,0	647.902,0	648.964,9	674.406,4	679.719,7	681.313,3	683.692,6	688.434,6
8	376.569,7	480.501,4	502.712,6	505.312,6	505.312,6	508.102,9	508.936,5	528.888,4	533.055,2	534.305,0	536.170,9	539.889,7
9	114.722,2	293.459,3	313.284,2	314.316,5	318.133,7	319.890,5	320.415,3	332.976,6	335.599,9	336386,7362	337.561,5	339.902,8
10	114.286,8	438.629,5	439.603,3	446.128,7	451.546,7	454.040,1	454.785,0	472.614,0	476.337,5	477.454,3	479.121,6	482.444,8
11	114.397,7	399.529,2	446.814,6	453.447,0	458.953,9	461.488,2	462.245,3	480.366,8	484.151,4	485.286,5	486.981,2	490.358,8
12	65.457,3	170.373	190.537	193.365	195.713	196.794	197.117	204.845	206.458	206.943	207.665	209.106

5.344.772,7

Fuente y elaboración propias

<sup>11</sup> Mediante el numeral 4. Determinación de los factores de desarrollo, c. Enfoque de medias simples de la Tabla 7. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio, se obtuvo los factores de cadencia de siniestralidad mediante la ecuación:  $f_j = \frac{\sum_{i=0}^{l-j-1} R_{i,j}}{l-j}$ ;  $j = 0, \dots, J - 1$

### 6.3. Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque de medias simples

Tabla 26.  
Reserva IBNR neta - Link Ratio enfoque de medias simples

Reserva Correspondiente al trimestre i		RIBNR	Siniestros retenidos	Siniestros pagados	Factor de retención	Reserva IBNR Reaseguro
Trimestre i:	Reserva:					
2	4.762,1	4.762,14	686.590,59	686.590,59	1	4.762,14
3	3.363,0	-	321.746,65	321.746,65	1	-
4	7.601,5	-	592.883,15	592.883,15	1	-
5	9.721,3	-	467.350,52	467.350,52	1	-
6	28.701,7	25.713,63	471.915,95	471.915,95	1	25.713,63
7	40.532,6	-	647.901,97	647.901,97	1	-
8	34.577,1	34.524,67	505.312,57	505.312,57	1	34.524,67
9	25.586,2	-	314.316,54	314.316,54	1	-
10	42.841,5	2.502,20	439.603,29	439.603,29	1	2.502,20
11	90.829,6	-	399.529,24	399.529,24	1	-
12	143.648,3	-	65.457,29	65.457,29	1	-
	432.164,99	67.502,65	4.912.607,76	4.912.607,76	<b>IBNR Final:</b>	<b>67.502,65</b>

Fuente y elaboración propias

### 7. Aplicación del método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo

Otro de los enfoques del método Link Ratio que se presenta en esta investigación, es el enfoque de medias sin mínimo ni máximo, contemplando lo pertinente al reaseguro en la normativa ecuatoriana.

7.1. Factores de desarrollo

Tabla 27.  
Factores de desarrollo<sup>12</sup>

FACTORES DE DESARROLLO - ENFOQUE DE MEDIAS SIN VALOR MÍNIMO NI MÁXIMO											
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$f_i$	2,613	1,100	1,013	1,009	1,002	1,000	1,010	1,003	1,000	1,0	1,0

Fuente y elaboración propias

7.2. Matriz de proyección de siniestros acumulados

Tabla 28  
Matriz de proyección de siniestros acumulados

MATRIZ DE PROYECCIÓN DE SINIESTRALIDAD ACUMULADA												
trimestre de ocurrencia i:	trimestre j de diferimiento											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	146.316,2	427.436,4	504.094,4	522.006,2	526.782,2	530.532,2	535.754,7	552.237,2	566.219,7	570.202,2	574.184,7	578.167,2
2	266.446,5	531.482,5	629.151,3	655.959,3	662.213,8	682.363,8	682.363,8	682.363,8	686.590,6	686.590,6	686.590,6	691.352,7
3	112.101,9	308.928,7	311.071,7	321.071,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	321.746,7	322.870,2	325.109,65
4	125.991,8	352.348,9	486.560,3	488.803,2	508.803,2	508.803,2	508.803,2	592.883,2	592.883,2	592.883,2	594.953,6	599.080,16
5	171.600,5	437.144,9	465.309,9	466.199,9	466.833,9	467.350,5	467.350,5	467.350,5	468.798,0	468.798,0	470.435,1	473.698,0
6	189.108,8	435.571,5	459.216,0	461.716,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	471.916,0	476.755,5	478.232,0	478.232,0	479.902,1
7	248.189,1	532.937,9	638.385,2	640.218,5	647.902,0	647.902,0	647.902,0	654.546,2	656.573,4	656.573,4	658.866,3	663.436,1
8	376.569,7	480.501,4	502.712,6	505.312,6	505.312,6	506.143,9	506.143,9	511.334,4	512.918,0	512.918,0	514.709,2	518.279,2
9	114.722,2	293.459,3	313.284,2	314.316,5	317.262,7	317.784,6	317.784,6	321.043,5	322.037,8	322037,8234	323.162,4	325.403,9
10	114.286,8	438.629,5	439.603,3	445.197,1	449.370,0	450.109,3	450.109,3	454.725,1	456.133,5	456.133,5	457.726,4	460.901,1
11	114.397,7	399.529,2	439.502,2	445.094,7	449.266,7	450.005,8	450.005,8	454.620,6	456.028,6	456.028,6	457.621,1	460.795,1
12	65.457,3	171.039	188.152	190.546	192.332	192.648	192.648	194.624	195.227	195.227	195.909	197.267

5.198.554,1

Fuente y elaboración propias

<sup>12</sup> Mediante el numeral 4. Determinación de los factores de desarrollo, d. Enfoque de medias sin valor mínimo ni máximo de la Tabla 7. Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio, se obtuvo los factores de cadencia de siniestralidad mediante la ecuación:  
 $f_j = \frac{1}{j-j-1} x \sum_{i=0}^{j-1} R_{i,j} - \text{Min}\{R_{i,j}\} - \text{Max}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, j-1; j = 0, \dots, J-1$

### 7.3.Reserva IBNR neta – método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo

Tabla 29.

#### Reserva IBNR neta – método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo

Reserva Correspondiente al trimestre i		RIBNR	Siniestros retenidos	Siniestros pagados	Factor de retención	Reserva IBNR Reaseguro
Trimestre i:	Reserva:					
2	4.762,1	4.762,14	686.590,59	686.590,59	1	4.762,14
3	3.363,0	-	321.746,65	321.746,65	1	-
4	6.197,0	-	592.883,15	592.883,15	1	-
5	6.347,5	-	467.350,52	467.350,52	1	-
6	11.314,7	8.326,69	471.915,95	471.915,95	1	8.326,69
7	15.534,2	-	647.901,97	647.901,97	1	-
8	12.966,6	12.914,17	505.312,57	505.312,57	1	12.914,17
9	11.087,3	-	314.316,54	314.316,54	1	-
10	21.297,8	-	439.603,29	439.603,29	1	-
11	61.265,9	-	399.529,24	399.529,24	1	-
12	131.810,1	-	65.457,29	65.457,29	1	-
	285.946,32	26.003,00	4.912.607,76	4.912.607,76	<b>IBNR Final:</b>	<b>26.003,00</b>

Fuente y elaboración propias

## 8. Comparación de resultados de los métodos propuestos

Se presenta un resumen de las estimaciones de las reservas IBNR para siniestros ocurridos y no reportados en una empresa de seguros de vida aplicando los métodos Chain-Ladder y Link Ratio con sus enfoques pesimista, optimista, de medias simples, y de medias sin valor mínimo ni máximo:

Tabla 30.

#### Estimaciones de las reservas IBNR por método

Método	Reserva IBNR Total	Reserva IBNR Neta
Método Chain Ladder	5.332.741,99	71.006,66
Método Link Ratio - enfoque pesimista	6.386.701,70	946.487,64
Método Link Ratio - enfoque optimista	4.967.731,33	8.499,62
Método Link Ratio - enfoque de medias simples	5.344.772,75	67.502,65
Método Link Ratio - enfoque de medias sin Min ni Max	5.198.554,08	26.003,00

Fuente y elaboración propias

Es importante señalar que la Determinación de la Reserva IBNR Total de acuerdo al numeral 7, Tabla 5 Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder; y, numeral 8, Tabla 6 Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Link Ratio difiere a la Determinación de la Reserva IBNR para siniestros ocurridos y no reportados neta de reaseguro de acuerdo a lo señalado en el numeral 8, Tabla 7 Procedimiento para estimar reservas IBNR – método Chain-Ladder normativa ecuatoriana, debido a que para la estimación de la reserva IBNR en la normativa nacional se toma en cuenta otras consideraciones como reservas para siniestros pendientes avisados, factor de retención en base a siniestros cedidos y siniestros pagados (reaseguro); y, el máximo de la diferencia de la proyección de la reserva de la última columna y la reserva de siniestros acumulada para cada trimestre observado.

Para el caso de estudio, la reserva para siniestros avisados asciende a US\$568.476,66, misma que se evidencia en el cálculo en la matriz de reserva de siniestros avisados, se resta, puesto que dichos siniestros están avisados por parte del beneficiario; y, se reservaron por la aseguradora ya sea en forma total o parcial con respecto al monto del siniestro.

Conforme a lo que se evidencia en las Tablas de Reserva IBNR neta para cada método, el factor de retención y cesión dado por los siniestros brutos y siniestros cedidos mediante reaseguro, para la presente investigación que tiene como objeto de estudio a las empresas de seguros de vida, refleja que no tiene incidencia puesto que el mismo es 100%, factor que se justifica, debido a la disposición legal existente que señala que las aseguradoras que operan en los seguros de vida individual y vida colectiva deberán retener el 90% de la prima total neta emitida, lo que para el caso en particular no se identifica que hayan cedidos siniestros mediante un contrato de reaseguros automático.

Debido a estas consideraciones analizadas para la normativa ecuatoriana, se observa que las estimaciones de la reserva IBNR para siniestros ocurridos y no reportados realizadas mediante los métodos Chain-Ladder, Link Ratio con sus enfoques pesimista, optimista, de medias simples, de medias sin valor mínimo ni máximo, disminuyen considerablemente frente al procedimiento para obtener la Reserva IBNR Total, mencionado por Aguilar Jurado (2015) en España.

La variable que determina los resultados de cada una de las diferentes metodologías son los factores de cadencia empleados, como se observa en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 31.  
Factores de cadencia por método

Método	Factores de cadencia
Método Chain Ladder	$f_j = \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{i,j}}; j = 0, \dots, J - 1$
Método Link Ratio - enfoque pesimista	$f_j = \text{Max}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$
Método Link Ratio - enfoque optimista	$f_j = \text{Min}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$
Método Link Ratio - enfoque de medias simples	$f_j = \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} R_{i,j}}{I - j}; j = 0, \dots, J - 1$
Método Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo	$f_j = \frac{1}{I - j - 1} \times \sum_{i=0}^{I-j-1} R_{i,j} - \text{Min}\{R_{i,j}\} - \text{Max}\{R_{i,j}\}; i = 0, \dots, I - j - 1; j = 0, \dots, J - 1$

Fuente y elaboración propias

Es así que en la siguiente tabla se muestran los factores de cadencia por método y por trimestre de ocurrencia:

Tabla 32.  
Factores de cadencia de siniestralidad por método

FACTORES DE CADENCIA DE SINIESTRALIDAD					
J	Chain-Ladder	Link Ratio - enfoque pesimista	Link Ratio - enfoque optimista	Link Ratio - enfoque de medias simples	Link Ratio - enfoque de medias sin mín ni máx
1	2,3427272	3,83797023	1,27599603	2,602807683	2,6129909
2	1,1205508	1,38090484	1,00222010	1,118352616	1,1000502
3	1,0152718	1,04260980	1,00191262	1,014843854	1,0127246
4	1,0123663	1,04091627	1,00000000	1,012144454	1,0093732
5	1,0067707	1,03042824	1,00000000	1,005521952	1,0016451
6	1,0017509	1,00984389	1,00000000	1,001640648	1,0000000
7	1,0399689	1,16525055	1,00000000	1,039203113	1,0102550
8	1,0084724	1,02531974	1,00000000	1,007878503	1,0030971
9	1,0025293	1,00703349	1,00000000	1,002344496	1,0000000
10	1,0031688	1,00698436	1,00000000	1,003492182	1,0034922
11	1,0069359	1,00693592	1,00693592	1,006935922	1,0069359

Fuente y elaboración propias



En la tabla anterior se pueden observar los factores de cadencia de siniestralidad por método; es así que el primer factor de desarrollo es superior a todos los que se siguen, debido a que la información obtenida tiene mayor información de ocurrencia y pago de siniestros. Se observa también que todos los factores calculados son superiores a uno, lo que indica que las bases tratadas contienen tanto información de ocurrencia como avisos de siniestros.

Adicionalmente, se muestran los resultados obtenidos dada la determinación de la Reserva IBNR, sin considerar el reaseguro dada la fórmula  $R_{IBNR} = \sum_{i=2}^k \text{Max}(CA_{i,k-1}^* - CA_{i,k-1} - R_i; 0)$

Tabla 33.  
**Reserva IBNR Pura**

Trimestre i:	Reserva para siniestros avisados	Chain-Ladder		Link Ratio - enfoque pesimista		Link Ratio - enfoque optimista		Link Ratio - enfoque de medias simples		Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo	
		Reserva:	RIBNR	Reserva:	RIBNR	Reserva:	RIBNR	Reserva:	RIBNR	Reserva:	RIBNR
2	-	4.762,1	4.762,14	4.762,14	4.762,14	4.762,14	4.762,14	4.762,14	4.762,14	4.762,14	4.762,14
3	27.874,9	3.258,2	-	4.494,39	-	2.231,61	-	3.363,00	-	3.363,00	-
4	30.000,0	7.518,7	-	12.510,11	-	4.112,19	-	7.601,55	-	6.197,01	-
5	18.000,0	9.936,6	-	21.944,19	3.944,19	3.241,51	-	9.721,29	-	6.347,48	-
6	2.988,0	29.296,6	26.308,60	103.804,64	100.816,62	3.273,17	285,15	28.701,65	25.713,63	11.314,71	8.326,69
7	55.600,0	41.426,7	-	150.296,06	94.696,06	4.493,80	-	40.532,65	-	15.534,18	-
8	52,5	35.949,7	35.897,20	136.161,65	136.109,17	3.504,81	3.452,33	34.577,15	34.524,67	12.966,65	12.914,17
9	58.655,7	26.525,0	-	101.021,91	42.366,21	2.180,07	-	25.586,22	-	11.087,33	-
10	40.339,3	44.378,0	4.038,72	166.041,01	125.701,72	3.895,68	-	42.841,49	2.502,20	21.297,84	-
11	102.700,0	93.358,2	-	360.567,76	257.867,76	4.435,40	-	90.829,60	-	61.265,90	-
12	232.266,3	123.724,3	-	412.490,08	180.223,77	18.993,19	-	143.648,25	-	131.810,08	-
	568.476,7	420.134,23	71.006,66	1.474.093,94	946.487,64	55.123,57	8.499,62	432.164,99	67.502,65	285.946,32	26.003,00

Fuente y elaboración propias

De los resultados que se evidencian por método, cabe indicar que la alta variación de los resultados obtenidos en el método Link Ratio enfoque pesimista con respecto a las otras metodologías, está dado por la determinación de los factores de cadencia empleado para cada uno de los métodos, puesto que los montos obtenidos con el método Link Ratio enfoque pesimista son sustancialmente mayores a los montos obtenidos con los otros métodos analizados.

## 9. Back-Testing

En base a lo planteado en el capítulo anterior, se expone el Back-Testing para validar los modelos aplicados para la estimación de reservas de siniestros ocurridos y no reportados IBNR.

Para efectuar el Back-Testing se han calcular 9 mediciones teóricas (estimaciones), y 9 observaciones (reales); de los siguientes trimestres tomados en retrospectiva:

Tabla 34.

### Número de estimaciones consideradas para el Back-Testing

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trimestre	31/12/2019	30/9/2019	30/6/2019	31/3/2019	31/12/2018	30/9/2018	30/6/2018	31/3/2018	31/12/2017

Fuente y elaboración propias

El número de observaciones reales corresponden a los siniestros pagados para cada trimestre; y, el número de mediciones teóricas pertenecen a las estimaciones para cada trimestre de la matriz de proyección de siniestros acumulados para cada método. Dado un nivel de confianza, se construyen los intervalos siguiendo una distribución normal para las reservas IBNR, considerando que son la media de las obligaciones futuras.

Dado un nivel de significancia del 10%, el estadístico es de  $Z_{\alpha/2} = 1,64$ , en una distribución normal. Una vez, que se obtienen los intervalos de confianza (límite superior y límite inferior) en función de  $\mu \pm Z_{\alpha/2} \cdot \sigma$ . Mediante un ensayo de Bernoulli se establecerán las probabilidades asociadas al número de excepciones observadas, para lo cual se deberá tener en cuenta la siguiente:

Tabla 35.

### Parámetros para establecer las probabilidades asociadas al número de excepciones observadas

Prob. Intervalo	$1-\varepsilon$	90,00%
Prob. Excepción	E	10,00%
Observaciones	N	9
Valor esperado del número de excepciones	$N \cdot \varepsilon$	$0,9 \approx 1$
Número de excepciones	K	0, 1, 2...,9

Fuente y elaboración propias

Para efectuar el Back-Testing se fijó la tolerancia para el número de veces que puede fallar el modelo ( $N \cdot \varepsilon$ ) que para la presente metodología es 1 excepción. Cabe indicar que la probabilidad de ( $N, \varepsilon$ ) observar 1 excepción, se calcula de la siguiente manera:

$$\Pr(k) = \binom{N}{k} (\varepsilon)^k (1 - \varepsilon)^{N-k}$$

$$\Pr(1) = \binom{9}{1} (0,10)^1 (0,90)^{9-1}$$

$$\Pr(1) = \binom{9}{1} (0,10)^1 (0,90)^9$$

$$\Pr(1) = \left( \frac{9!}{1!9!} \right) (0,10)^1 (0,90)^9$$

$$\Pr(1) = 0,3874 \approx 38,74\%$$

Mediante la aproximación de la normal a la binomial con parámetros  $N=9$  y  $\varepsilon=0,10$  al número de excepciones  $k=1$ , la probabilidad de observar 1 excepción es aproximadamente de 38,74%.

Se deberá calcular las probabilidades para ( $k = 0, 1, 2, \dots, 9$ ) excepciones y sus probabilidades acumuladas, se realiza a través de la sumatoria de la probabilidad inicial más la subsecuente.

Una vez que se obtuvieron las probabilidades acumuladas para ( $k = 0, 1, 2, \dots, 9$ ) excepciones, se definen los criterios para aceptar, monitorear o rechazar los modelos Chain-Ladder, Link Ratio enfoques pesimista, optimista, de medias simples, y de medias sin mínimo ni máximo, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 36.  
**Probabilidades de observar k excepciones**

Excepciones	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
0	38,74%	38,74%
1	38,74%	77,48%
2	17,22%	94,70%
3	4,46%	99,17%
4	0,74%	99,91%
5	0,08%	99,99%
6	0,01%	100,00%
7	0,00%	100,00%
8	0,00%	100,00%
9	0,00%	100,00%

Fuente y elaboración propias

Es así, que el primer criterio que se construyó para validar los métodos está basado en el número de excepciones observadas, para el caso se establecieron tres rangos en función de la probabilidad acumulada:

- Número de excepciones en la muestra en que la probabilidad acumulada sea menor a 90%. El modelo es aceptado por ser adecuado; es decir, la zona de aceptación (verde).
- Número de excepciones en la muestra en que la probabilidad acumulada es igual o superior a 90% y menor a 99,99%. El modelo debe someterse a observación; y, será monitoreado ya que no es completamente confiable; es decir, zona de revisión del modelo (amarillo).
- Número de excepciones en la muestra en que la probabilidad acumulada es igual o superior a 99,99%. El modelo es rechazado por no ser adecuado; es decir, la zona de rechazo (rojo).

Otros criterios que deben considerarse son las probabilidades acumuladas de que las estimaciones,  $k$  de ellas están 50% por encima de los reales y 50% por debajo de los reales para ( $k = 0, 1, 2, \dots, 9$ ) excepciones, y se determinan los criterios de aceptación, monitoreo o rechazo de los métodos Chain-Ladder, Link Ratio enfoques pesimista, optimista, de medias simples, y de medias sin mínimo ni máximo, conforme la siguiente tabla:

Tabla 37.  
**Probabilidad de  $N$  estimaciones,  $k$  de ellas han caído por debajo o encima de los reales**

Excepciones	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
0	0,20%	0,20%
1	1,76%	1,95%
2	7,03%	8,98%
3	16,41%	25,39%
4	24,61%	50,00%
5	24,61%	74,61%
6	16,41%	91,02%
7	7,03%	98,05%
8	1,76%	99,80%
9	0,20%	100,00%

Fuente y elaboración propias

Se definieron tres rangos en función de la probabilidad acumulada, basado en el número de excepciones observadas:

- Número de excepciones en la muestra por encima o por debajo en que la probabilidad acumulada sea menor a 50%. El modelo es aceptado por ser adecuado; es decir, la zona de aceptación (verde).
- Número de excepciones en la muestra por encima o por debajo en que la probabilidad acumulada es igual o superior a 50% y menor a 99,99%. El modelo debe someterse a observación; y, será monitoreado ya que no es completamente confiable; es decir, zona de revisión del modelo (amarillo).
- Número de excepciones en la muestra por encima o por debajo en que la probabilidad acumulada es igual o superior a 99,99%. El modelo es rechazado por no ser adecuado; es decir, la zona de rechazo (rojo).

Tabla 38.  
**Resumen Back-Testing por método**

Método	Excepciones salen del intervalo	Probabilidad Acumulada	Excepciones media encima del real	Probabilidad Acumulada	Excepciones media debajo del real	Probabilidad Acumulada	Conclusión
Método Chain Ladder	0	38,74%	4	50,00%	5	74,61%	Zona de aceptación
Método Link Ratio - enfoque pesimista	2	94,70%	9	100,00%	0	0,20%	Zona de rechazo
Método Link Ratio - enfoque optimista	0	38,74%	1	1,95%	8	99,80%	Zona de monitoreo
Método Link Ratio - enfoque de medias simples	0	38,74%	5	74,61%	4	50,00%	Zona de aceptación
Método Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo	0	38,74%	3	25,39%	6	91,02%	Zona de aceptación

Fuente y elaboración propias

En la anterior tabla se realiza un resumen de las excepciones totales que salen de los intervalos de confianza, y las excepciones en donde las estimaciones (media) está por encima y por debajo de los valores reales, por método; y, en complemento con las probabilidades acumuladas, se concluyó la validez de los modelos propuestos (zona de aceptación, zona de monitoreo o zona de rechazo). En tal sentido, a continuación se detalla cómo se realizó el Back-Testing por método; y, como se obtuvo la anterior tabla:

**9.1. Back-Testing método Chain-Ladder**

Tabla 39.  
**Back-Testing método Chain-Ladder**

Método Chain-Ladder							
No. Observaciones	Proyectado	Real	Límite Superior	Límite Inferior	Excepciones salen del intervalo	Excepciones media encima del real	Excepciones media debajo del real
1	5.332.741,99	4.912.607,76	6.279.002,52	4.386.481,46	0	1	0
2	5.656.220,09	5.425.317,63	6.602.480,62	4.709.959,56	0	1	0
3	5.313.247,87	5.390.863,10	6.259.508,40	4.366.987,33	0	0	1
4	5.189.264,64	5.152.241,34	6.135.525,18	4.243.004,11	0	1	0
5	5.645.083,20	5.151.720,30	6.591.343,74	4.698.822,67	0	1	0
6	4.947.310,40	4.983.091,50	5.893.570,94	4.001.049,87	0	0	1
7	4.531.984,19	4.585.052,01	5.478.244,72	3.585.723,66	0	0	1
8	4.133.764,98	4.381.530,57	5.080.025,51	3.187.504,44	0	0	1
9	4.235.765,95	4.542.054,95	5.182.026,48	3.289.505,41	0	0	1
Desvest.	575.285,56				0	4	5

Fuente y elaboración propias

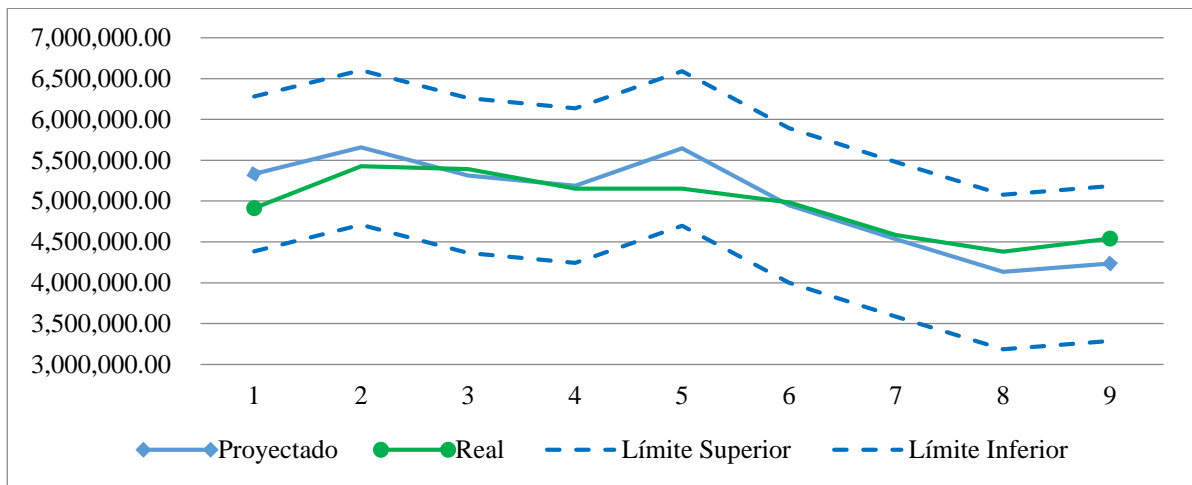


Figura 33. Reserva IBNR método Chain-Ladder (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real)

Fuente y elaboración propias

En la tabla y gráfico anteriores, se observa que no existen valores reales que caigan fuera de los intervalos, es decir o excepciones, con un nivel de significancia del 10%. En tal sentido, al ser la probabilidad acumulada 38,74% menor a 90%, el método Chain-Ladder es aceptado. También se visualiza que existen 4 observaciones que están por encima de la reserva, con una probabilidad acumulada de 50%, es decir el modelo se acepta; y, 5 observaciones que están por debajo de la estimación lo que da una probabilidad acumulada de 74,61% mayor a 50% y menor a 99,99%, el modelo se acepta pero será monitoreado. En conclusión el método Chain-Ladder es aceptado y se establece que tiene buen desempeño.

## 9.2. Back-Testing método Link Ratio – enfoque pesimista

Tabla 40.

### Back-Testing método Link Ratio - enfoque pesimista

Método Link Ratio - Enfoque Pesimista							
No. Observaciones	Proyectado	Real	Límite Superior	Límite Inferior	Excepciones salen del intervalo	Excepciones media encima del real	Excepciones media debajo del real
1	6.386.701,70	4.912.607,76	7.964.044,39	4.809.359,02	0	1	0
2	7.221.643,50	5.425.317,63	8.798.986,18	5.644.300,82	1	1	0
3	6.348.495,57	5.390.863,10	7.925.838,25	4.771.152,89	0	1	0
4	6.301.421,28	5.152.241,34	7.878.763,96	4.724.078,59	0	1	0
5	8.116.409,23	5.151.720,30	9.693.751,92	6.539.066,55	1	1	0
6	6.438.033,09	4.983.091,50	8.015.375,77	4.860.690,41	0	1	0
7	5.667.256,90	4.585.052,01	7.244.599,59	4.089.914,22	0	1	0
8	5.091.890,96	4.381.530,57	6.669.233,64	3.514.548,28	0	1	0
9	5.151.412,90	4.542.054,95	6.728.755,58	3.574.070,21	0	1	0
Desvest.	958.956,26				2	9	0

Fuente y elaboración propias

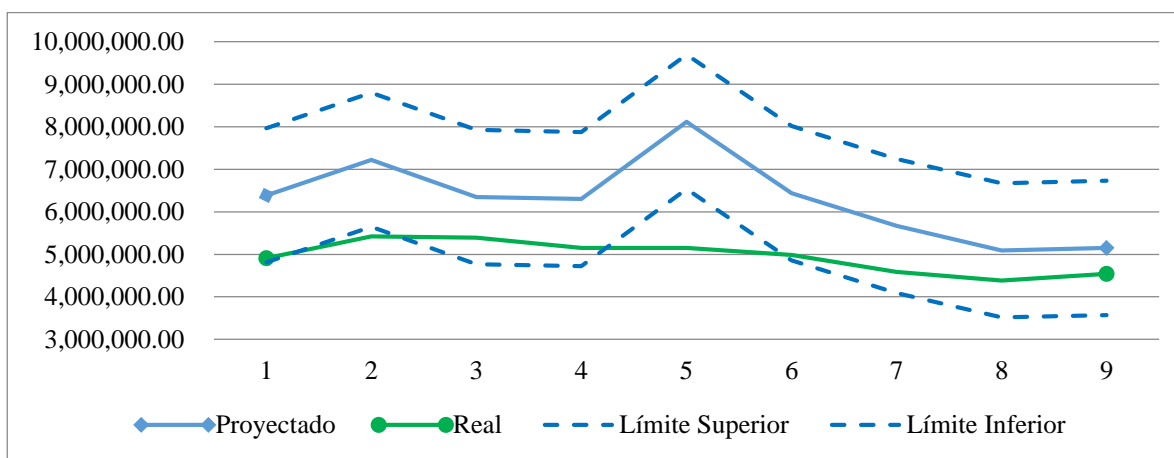


Figura 34. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque pesimista (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real)

Fuente y elaboración propias

En la tabla y figuras anteriores, se identifican 2 observaciones que salen de los intervalos de confianza con un nivel de significancia del 10%; la probabilidad acumulada 94,70% es decir mayor a 90% y menor a 99,99%, por lo que el método debe monitorearse. Verificando las excepciones por encima del real, se evidencia que son 9 estimaciones con una probabilidad acumulada del 100% superior a 99,99%, el modelo se rechaza. Por lo expuesto, de los criterios expuestos se identifica que el método Link Ratio enfoque pesimista se rechaza por no ser adecuado.

**9.3. Back-Testing método Link Ratio – enfoque optimista**

Tabla 41.

**Back-Testing método Link Ratio- enfoque optimista**

Método Link Ratio - Enfoque Optimista							
No. Observaciones	Proyectado	Real	Límite Superior	Límite Inferior	Excepciones salen del intervalo	Excepciones media encima del real	Excepciones media debajo del real
1	4.967.731,33	4.912.607,76	5.785.046,23	4.150.416,44	0	1	0
2	5.169.825,99	5.425.317,63	5.987.140,88	4.352.511,09	0	0	1
3	4.976.950,96	5.390.863,10	5.794.265,85	4.159.636,06	0	0	1
4	4.839.011,03	5.152.241,34	5.656.325,92	4.021.696,13	0	0	1
5	5.005.355,24	5.151.720,30	5.822.670,14	4.188.040,34	0	0	1
6	4.542.850,10	4.983.091,50	5.360.165,00	3.725.535,20	0	0	1
7	4.206.237,57	4.585.052,01	5.023.552,47	3.388.922,67	0	0	1
8	3.824.055,51	4.381.530,57	4.641.370,41	3.006.740,62	0	0	1
9	3.973.432,97	4.542.054,95	4.790.747,86	3.156.118,07	0	0	1
Desvest.	496.892,18				0	1	8

Fuente y elaboración propias

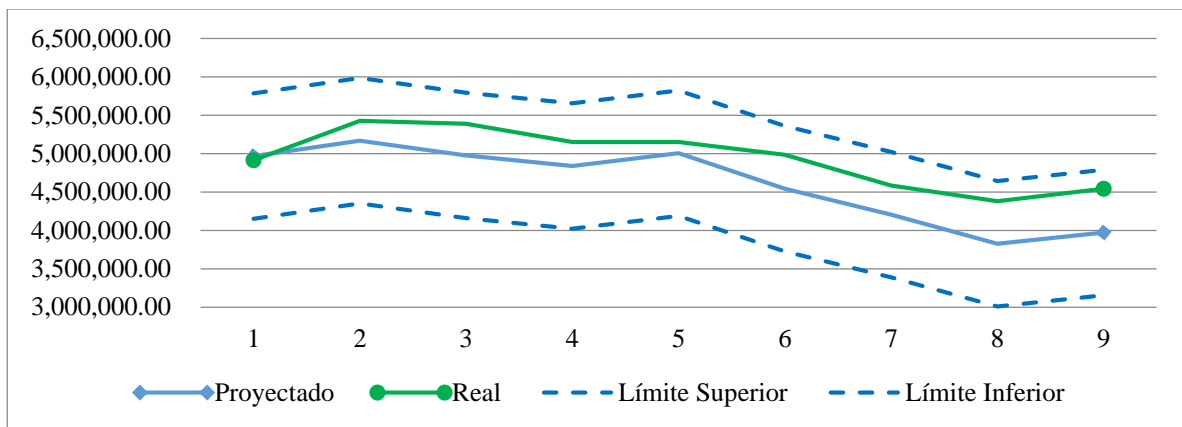


Figura 35. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque optimista (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real)

Fuente y elaboración propias

Se identifica en la tabla y figuras anteriores, no existen observaciones fuera de los intervalos de confianza con un nivel de significancia del 10%, la probabilidad acumulada de 38,74% menor a 90%, el método Link Ratio enfoque optimista es aceptado. Hay 1 proyección que está por encima del real, con una probabilidad acumulada de 1,95% menor a 50, por lo que el modelo debe aceptarse; y, 8 proyecciones por encima de los valores reales, con una probabilidad acumulada de 99,80%, es decir mayor a 50% y menor a 99,99%, por lo que el método debe monitorearse. En tal sentido, el método Link Ratio enfoque optimista se acepta pero deberá monitorearse y someterse a revisión.



#### 9.4. Back-Testing método Link ratio – enfoque de medias simples

Tabla 42.

##### Back-Testing método Link Ratio - enfoque de medias simples

Método Link Ratio - Enfoque de medias simples							
No. Observaciones	Proyectado	Real	Límite Superior	Límite Inferior	Excepciones salen del intervalo	Excepciones media encima del real	Excepciones media debajo del real
1	5.344.772,75	4.912.607,76	6.305.606,09	4.383.939,41	0	1	0
2	5.687.101,56	5.425.317,63	6.647.934,91	4.726.268,22	0	1	0
3	5.342.898,58	5.390.863,10	6.303.731,93	4.382.065,24	0	0	1
4	5.208.668,34	5.152.241,34	6.169.501,68	4.247.835,00	0	1	0
5	5.739.263,09	5.151.720,30	6.700.096,43	4.778.429,75	0	1	0
6	5.000.824,42	4.983.091,50	5.961.657,76	4.039.991,08	0	1	0
7	4.575.690,57	4.585.052,01	5.536.523,91	3.614.857,22	0	0	1
8	4.160.622,48	4.381.530,57	5.121.455,82	3.199.789,13	0	0	1
9	4.253.340,40	4.542.054,95	5.214.173,74	3.292.507,06	0	0	1
Desvest.	584.145,20				0	5	4

Fuente y elaboración propias

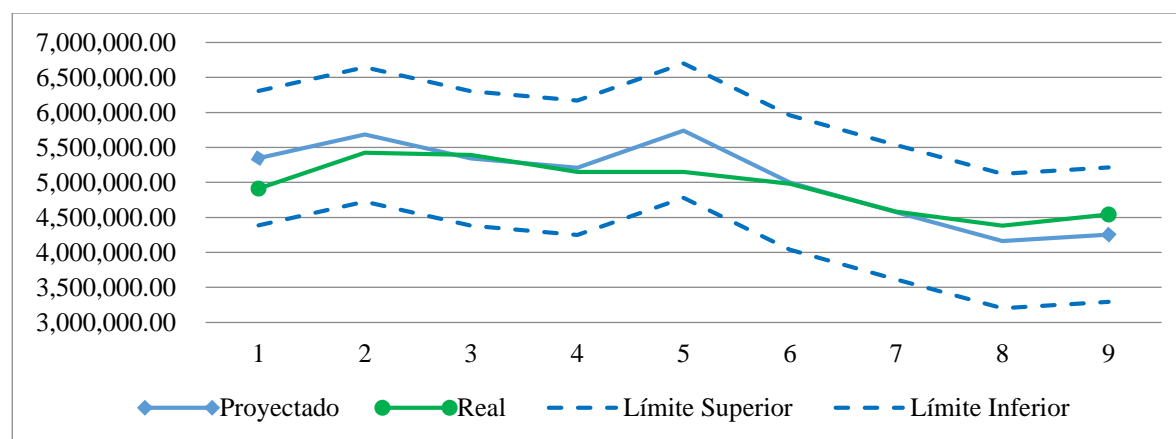


Figura 36. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque de medias simples (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real)

Fuente y elaboración propias

Conforme a lo observado en el gráfico anterior, hay 0 excepciones; con un nivel de significancia de 10%, la probabilidad acumulada es 38,74% menor que 90%, por tanto el método se acepta. Las estimaciones que están por encima de los reales corresponden a 5, que significa una probabilidad acumulada de 74,61%, es decir mayor a 50% y menor a 99,99%, es decir, el modelo debe monitorearse; y, 4 proyecciones por debajo de las observaciones reales con una probabilidad acumulada de 50% menor a 50%, por lo que el modelo debe aceptarse. Se concluye que el método Link Ratio enfoque de medias simples se acepta por ser adecuado.

### 9.5. Back-Testing método Link Ratio – enfoque de medias sin mínimo ni máximo

Tabla 43.

#### Back-Testing método Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo

Método Link Ratio - Enfoque de medias sin mínimo ni máximo							
No. Observaciones	Proyectado	Real	Límite Superior	Límite Inferior	Excepciones salen del intervalo	Excepciones media encima del real	Excepciones media debajo del real
1	5.198.554,08	4.912.607,76	6.101.228,30	4.295.879,86	0	1	0
2	5.514.329,96	5.425.317,63	6.417.004,18	4.611.655,74	0	1	0
3	5.249.425,87	5.390.863,10	6.152.100,09	4.346.751,65	0	0	1
4	5.108.562,87	5.152.241,34	6.011.237,09	4.205.888,65	0	0	1
5	5.586.406,55	5.151.720,30	6.489.080,76	4.683.732,33	0	1	0
6	4.914.346,79	4.983.091,50	5.817.021,01	4.011.672,57	0	0	1
7	4.513.037,10	4.585.052,01	5.415.711,32	3.610.362,88	0	0	1
8	4.096.772,01	4.381.530,57	4.999.446,23	3.194.097,79	0	0	1
9	4.179.917,73	4.542.054,95	5.082.591,95	3.277.243,51	0	0	1
Desvest.	548.786,96				0	3	6

Fuente y elaboración propias

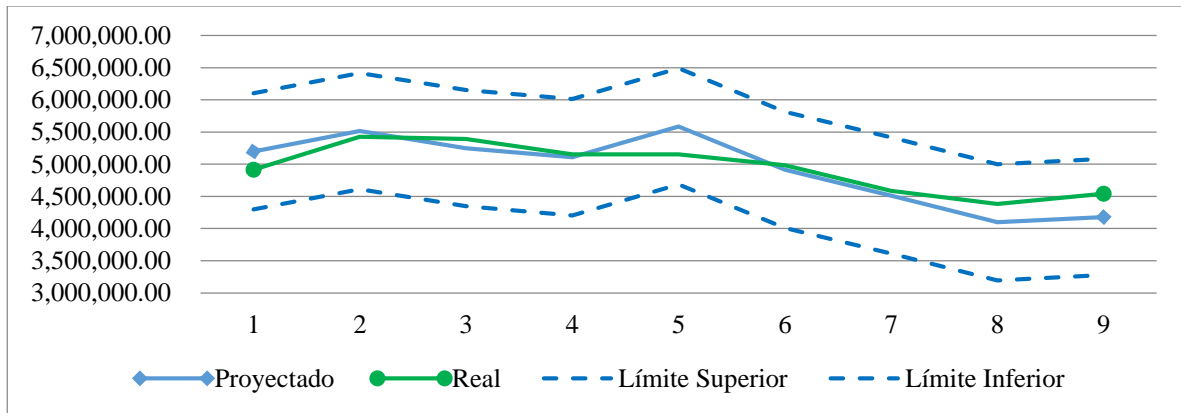


Figura 37. Reserva IBNR método Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo (Proyección) vs. Siniestros Pagados (Real)

Fuente y elaboración propias

Dado un nivel de significancia del 10%, existen 0 excepciones, con una probabilidad acumulada de 38,74% menor que 90%, es decir, el modelo debe aceptarse. Hay 3 estimaciones por encima de los reales, con una probabilidad acumulada de 25,39%, menor que 50% , es decir, el modelo debe aceptarse; y, 6 proyecciones por debajo de los reales, con una probabilidad acumulada de 91,02%; mayor a 50% y menor a 99,99%, por lo que el método debe monitorearse. De los criterios analizados se define que el método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo se acepta por ser adecuado.

## 9.6. Back-Testing normativa ecuatoriana

Para el back-testing, conforme a la normativa ecuatoriana se efectuó la validación mediante la comparación de los resultados reales de un trimestre actual, para el efecto 31 de diciembre de 2019, con las proyecciones efectuadas en trimestres anteriores (30/9/2019, 30/6/2019, 31/3/2019, 31/12/2018, 30/9/2018, 30/6/2018, 31/3/2018, y 31/12/2017), conforme lo establecido en la Norma de Prudencia Técnica Financiera y Reservas Técnicas, Capítulo V, Título II, Libro III de la Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores, como se indica en las siguientes tablas:

Tabla 44.  
Estimaciones de Reservas IBNR (trimestres 2017-2019)

Trimestre	Real	Chain-Ladder	Link Ratio - enfoque pesimista	Link Ratio - enfoque optimista	Link Ratio - enfoque de medias simples	Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo
31/12/2019	4.912.607,76	5.332.741,99	6.386.701,70	4.967.731,33	5.344.772,75	5.198.554,08
30/9/2019	5.425.317,63	5.656.220,09	7.221.643,50	5.169.825,99	5.687.101,56	5.514.329,96
30/6/2019	5.390.863,10	5.313.247,87	6.348.495,57	4.976.950,96	5.342.898,58	5.249.425,87
31/3/2019	5.152.241,34	5.189.264,64	6.301.421,28	4.839.011,03	5.208.668,34	5.108.562,87
31/12/2018	5.151.720,30	5.645.083,20	8.116.409,23	5.005.355,24	5.739.263,09	5.586.406,55
30/9/2018	4.983.091,50	4.947.310,40	6.438.033,09	4.542.850,10	5.000.824,42	4.914.346,79
30/6/2018	4.585.052,01	4.531.984,19	5.667.256,90	4.206.237,57	4.575.690,57	4.513.037,10
31/3/2018	4.381.530,57	4.133.764,98	5.091.890,96	3.824.055,51	4.160.622,48	4.096.772,01
31/12/2017	4.542.054,95	4.235.765,95	5.151.412,90	3.973.432,97	4.253.340,40	4.179.917,73

Fuente y elaboración propias

Tabla 45.  
Back-Testing normativa ecuatoriana

Trimestre	Back-testing Chain-Ladder	Back-Testing Link Ratio - enfoque pesimista	Back-Testing Link Ratio - enfoque optimista	Back-Testing Link Ratio - enfoque de medias simples	Back-Testing Link Ratio - enfoque de medias sin mínimo ni máximo
31/12/2019	115,14%	147,00%	105,24%	115,77%	112,25%
30/9/2019	97,93%	117,02%	91,74%	98,48%	96,76%
30/6/2019	96,26%	116,89%	89,76%	96,62%	94,76%
31/3/2019	109,57%	157,53%	97,15%	111,39%	108,43%
31/12/2018	96,03%	124,97%	88,18%	97,07%	95,39%
30/9/2018	90,95%	113,73%	84,41%	91,82%	90,57%
30/6/2018	90,16%	111,05%	83,40%	90,74%	89,35%
31/3/2018	96,67%	117,57%	90,69%	97,07%	95,40%
31/12/2017					

Fuente y elaboración propias

De acuerdo con los valores reales en los trimestres evaluados frente a las estimaciones para los trimestres anteriores por método, considerando un margen en la estimación de 10% mayor al 100% resaltado en color anaranjado; o, 10% menor al 100% resaltado en color amarillo, se observa:

- El método Chain-Ladder tiene 1 valor con un margen de 10% mayor al 100%, lo que significa que el método se acepta y tiene un buen desempeño.
- En el método Link Ratio enfoque pesimista se observan 8 valores con un margen de 10% mayores al 100%, lo que significa que todas las estimaciones analizadas están sobreestimadas con respecto a los valores reales; y, el método debería rechazarse.
- El método Link Ratio enfoque optimista tiene 4 valores con un margen de 10% menores al 100%, lo que significa que el método debería rechazarse por no ser adecuado, debido a que las reservas están subestimadas.
- En el método Link Ratio enfoque de medias simples se observan 2 valores con un margen de 10% mayores al 100%, lo que indica que el método debería aceptarse.
- El método Link Ratio enfoque de medias sin mínimo ni máximo tiene 1 valor con un margen del 10% mayor al 100%; y, 1 valor con un margen del 10% menor al 100%, lo que significa que el método debería aceptarse.

## **10. Definición del modelo**

Una vez que se efectuó el Back-Testing se evaluó el desempeño de los métodos, donde se evidencia que de acuerdo a las validaciones, el mejor método de estimación de reservas IBNR es el método Chain-Ladder, es decir, el método normativo. Mediante el Back-Testing se evidenció que con los criterios de validación empleados, que las proyecciones de dicho método se aproximan más a los reales.

Mediante el Back-Testing que establece la normativa ecuatoriana, se identificó que el método Chain-Ladder tiene un buen ajuste en retrospectiva con respecto a los trimestres analizados y trimestres anteriores.

## 11. Análisis del impacto financiero

Dados los resultados obtenidos mediante las estimaciones de los métodos Chain-Ladder, Link Ratio con sus diferentes enfoques pesimista, optimista, de medias simples y de medias sin mínimo ni máximo, se muestra el impacto en los indicadores financieros, en la siguiente tabla:

Tabla 46.  
**Índices financieros**

Índices financieros	Chain-Ladder	Link Ratio			
		Pesimista	Optimista	Medias Simples	Media sin mínimo ni máximo
Liquidez	1,19103	1,18936	1,19118	1,19107	1,19176
Liquidez Inmediata	1,15210	1,15076	1,15222	1,15212	1,15280
Seguridad	1,21191	1,21005	1,21208	1,21195	1,21265
Endeudamiento	0,20896	0,25168	0,21286	0,21530	0,21358
Reservas Técnicas / Primas Netas Retenidas	2,11971	2,13948	2,11794	2,11929	2,11834
Reservas Técnicas / Siniestros Retenidos	3,68212	3,71646	3,67904	3,68140	3,67974
Reservas de Siniestros Pendientes / Siniestros Retenidos	0,17524	0,20959	0,17217	0,17452	0,17287

Fuente y elaboración propias

Los indicadores de liquidez, liquidez inmediata y seguridad muestran la capacidad de la empresa de seguros de vida analizada, para hacer frente a sus obligaciones, mismo que se han calculado para cada uno de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio con sus distintos enfoques; y, evidencian en todos ellos que la compañía tiene capacidad de pago de sus obligaciones frente a terceros.

Respecto al indicador de endeudamiento, se puede observar que la compañía tendría mayor endeudamiento con la estimación obtenida con el método Link Ratio enfoque pesimista, lo que mostraría que el patrimonio estaría mayormente comprometido con terceros.

El índice de reservas técnicas – primas netas retenidas de la metodología Link Ratio enfoque pesimista, es el que más elevado se presenta con respecto a los otros métodos, lo cual demuestra cuanto de las primas netas recibidas se han destinado a las reservas que constituyen las obligaciones con los asegurados.

El indicador de reservas técnicas – siniestros retenidos muestra el supuesto en que la entidad no tuviera ingresos por primas, cuanto de las reservas técnicas podría soportar para el pago de siniestros. Todas las estimaciones de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio con sus distintos enfoques soportarían el pago de siniestros mediante sus reservas técnicas.

El indicador de reservas de siniestros pendientes – siniestros retenidos muestra cuanto de las reservas de siniestros pendientes (incluye la reserva para siniestros ocurridos y no reportados IBNR) podría cubrir el pago de siniestros. Se puede observar que la compañía con la estimación obtenida con el método Link Ratio enfoque pesimista, tendría mayor capacidad de pago de siniestros a través de sus reservas de siniestros pendientes.

## 12. Beneficios y Limitaciones

Tabla 47.  
Beneficios

Beneficios	
Método Chain-Ladder	Método Link Ratio
Estos métodos se basan en la experiencia, es decir, en la información histórica de la siniestralidad, dejando la aleatoriedad que pueden presentar otros métodos no determinísticos.	
El recurso tecnológico ( <i>software</i> ) que se emplea para el cálculo de los dos métodos es de fácil acceso y su costo de implementación no requiere de gastos adquisición de sistemas y licencias.	
Este método al encontrarse enmarcado en la normativa nacional, no requiere que sea validado por un profesional matemático, por lo cual la compañía no incurrirá en costos adicionales.	Empleando el conocimiento y la experiencia de un actuario o matemático para realizar el método link ratio, la compañía tendrá fundamentos de mayor aporte para analizar los resultados obtenidos del empleo de una metodología no tradicional.
El método Chain-Ladder no requiere escogimiento de un enfoque, por lo que el resultado obtenido, no dependería del modelador, siendo así una metodología independiente.	Al ser una metodología alternativa, la compañía debe implementar una herramienta de validación del modelo (Back-Testing), lo que le permite monitorear si la estimación que se está efectuando no está ni sobreestimada ni subestimada.
Este método es sencillo de aplicar y generalmente da buenos resultados, ya que no existe mucha complejidad en el tratamiento de los datos.	El método link ratio al igual que el método Chain-Ladder está basado en triángulos de siniestralidad, lo que facilita su comprensión.

Fuente y elaboración propias

Tabla 48.  
Limitaciones

<b>Limitaciones</b>	
<b>Método Chain-Ladder</b>	<b>Método Link Ratio</b>
El método Chain-Ladder tiene sensibilidad en las esquinas de los factores de cadencia, el primer factor se calcula con un valor grande; lo que influye en la estimación de la reserva IBNR.	El método Link Ratio con sus enfoques: pesimista, optimista, de medias simples y de medias sin mínimo ni máximo, al ser un método alternativo, requiere la certificación por parte de actuarios o matemáticos contratados por las empresas aseguradoras, los cuales deben efectuar una permanente validación semestral, convirtiéndose en costos adicionales.
Al ser un método determinístico no toma en cuenta los criterios recomendados por Solvencia II, en los que se eleva el nivel de exigencia en las reservas a las empresas aseguradoras.	La metodología de cálculo requiere el criterio del modelador, por lo tanto, la objetividad de su resultado dependerá del enfoque seleccionado, es decir: pesimista, optimista, de medias simples o de medias sin mínimo ni máximo.
Las políticas y procedimientos internos de las empresas de seguros de vida pueden llegar a influir en el cálculo de las reservas, como políticas de pago, políticas de liquidación de siniestros, etc.	
No se consideran valores extremos como influencia de siniestros grandes; o, tendencias como pandemias o epidemias.	

Fuente y elaboración propias



## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

Mediante la presente investigación se conocieron las principales teorías relacionadas a los métodos Chain-Ladder y Link Ratio, se evidenció que los métodos basados en triángulos de siniestros son calculados de igual manera en investigaciones previas internacionales y regionales frente a la teoría empleada en Ecuador, principalmente hay varios estudios efectuados en España que utilizan el mismo procedimiento para determinar la reserva total, no obstante, existe diferencia en la teoría que se expone para Ecuador, ya que una vez determinada dicha reserva IBNR total, se toman cuenta aspectos como reservas para siniestros pendientes avisados, factor de retención en base a siniestros cedidos y siniestros pagados (reaseguro); y, el máximo de la diferencia entre la proyección de la reserva de siniestros acumulada y la reserva de siniestros acumulada para cada trimestre observado, la cual se denomina reserva IBNR neta de reaseguro. Otra diferencia que se observa es que en teorías internacionales la información que se emplea para la estimación de la reserva IBNR está expresada en años; y, no en trimestres como se emplea en Ecuador.

Se conoció también que en la normativa ecuatoriana también se establecen los plazos del ciclo de siniestro (ocurrencia, notificación, liquidación y pago); y, las particularidades que se dan en el seguro de vida como que el beneficiario tendrá hasta tres (3) años desde la fecha del siniestro para dar aviso al asegurador sobre el acontecimiento. En concordancia, también se exponen los motivos por las que ocurren los siniestros IBNR como: avisos tardíos, tramitación retrasada, reconocimiento tardío y sentencias judiciales; lo que denota la obligación que tienen las empresas de seguros de vida con sus asegurados y/o beneficiarios, respecto al pago de siniestros; hecho importante para esta investigación, dado que por estas particularidades y motivos las empresas de seguros tienen que estimar la reserva para siniestros ocurridos y no reportados IBNR.

Dentro del presente estudio, se efectuó un diagnóstico de las empresas de seguros de vida, en donde se describen las principales características que se observaron en este análisis, a continuación se exponen algunas de las conjeturas que se obtuvo. El seguro de vida colectiva lidera la participación del mercado en primas netas emitidas en el sector asegurador en el año 2019; y, agregada la participación de mercado del seguro de vida individual, representan el 24,12% de las primas netas emitidas totales; es decir, estos seguros concentran un estimado de la cuarta parte del primaje total. De las 23 empresas de seguros de vida, el 100% opera en el seguro de vida colectiva, 16 de ellas operan en el seguro de vida individual; y, 7 de ellas operan exclusivamente en el seguro de vida colectiva. Geográficamente en la ciudad de Quito operan en el ramo de vida 15 empresas de seguros; y, 8 están establecidas en Guayaquil. Las empresas de seguros de vida retienen en promedio más del 95% de las primas netas emitidas, el factor de cesión no supera el 5%, aspecto que es congruente con la normativa que señala que el ramo de vida debe retener el 90% de la prima neta emitida. También se observó que en cuanto a los aspectos organizacionales las empresas de seguros de vida están estructuradas para que tengan un buen gobierno corporativo.

Se identificó los beneficios que surgen de la aplicación de los métodos Chain-Ladder y Link Ratio, los cuales principalmente son que los modelos son de fácil empleo, no contienen cálculos complejos y dan buenos resultados; y, entre las limitaciones que se identificaron es que la información utilizada para los métodos Chain-Ladder y Link Ratio pueden estar sesgados debido a políticas internas de las compañías y la influencia de siniestros grandes; o, tendencias como pandemias o epidemias. Cabe mencionar, que las limitaciones del método Link Ratio son los costos de contratación de actuarios o matemáticos; y, que su implementación puede requerir de mayor tiempo de aprobación por parte del organismo de control, puesto que el mismo deberá someterse a validaciones adicionales.

La presente investigación proporcionó evidencia importante con respecto a los motivos por los que el método Chain-Ladder es el más empleado por las empresas de seguros para la estimación de reservas IBNR, tanto a nivel nacional como regional e internacional, ya que mediante el Back-Testing se evaluó el desempeño de dicho método junto con los métodos Link Ratio con sus enfoques pesimista, optimista, de medias simples

y de medias sin mínimo ni máximo, para el seguro de vida colectiva; demostrándose que el método Chain-Ladder es el mejor método con los criterios de validación empleados, principalmente porque las proyecciones efectuadas por el método Chain-Ladder son las que más cercanas se encuentran a los valores reales, es decir, los siniestros pagados. Estos resultados se deben en gran magnitud a que la información de la cartera del seguro de vida colectiva es homogénea.

Mediante la aplicación del método Link Ratio enfoque pesimista se observó que los pronósticos de las estimaciones son más exigentes, la mayoría de ellas están sobreestimadas con respecto a los valores reales, dándose excedentes en la reserva, lo que significaría que si la entidad decide optar por esta metodología estaría perdiendo el costo de oportunidad de invertir dichos excesos. También a través de la aplicación del método Link Ratio enfoque optimista se observó que las proyecciones de las estimaciones son menos exigentes, la mayoría de ellas están subestimadas con relación a los reales, existiendo descálces en las reservas; y, si se diera su aplicación se podría incurrir en el riesgo de insuficiencia de reservas técnicas.

## **Recomendaciones**

Se sugiere que para la estimación de reservas para siniestros ocurridos y no reportados se emplee información expresada en años, ya que se cuenta con la información suficiente para su cálculo, de esta manera se podría contar con los recursos suficientes al cierre del ejercicio; y, se podría amortizar dicho monto para que sea alcanzado al final del año, esto con el objetivo que en un inicio no exista un impacto negativo al emplear la información expresada en años que será más cuantiosa que la expresada en trimestres que se usa actualmente.

Se recomienda a todas aquellas entidades que deban estimar las reservas para siniestros ocurridos y no reportados mejorar la calidad de los datos, para que las proyecciones efectuadas por cualquier método que se emplee, sean más cercanas al 100% de los valores reales, es decir, los siniestros pagados.

Se sugiere aplicar como métodos alternativos, los métodos Link Ratio enfoque de medias simples o enfoque de medias sin mínimo ni máximo, puesto que se observó que

dichos métodos también cuentan con un buen desempeño; y están dentro de los intervalos de confianza; y, están cercanos a los valores reales, ya que todo dependerá de las decisiones que las entidades busquen al aplicar éstos métodos que también se validaron y se evidenció que son adecuados.

Mediante la presente investigación se sugiere a las empresas de seguros de vida, empresas de asistencia médica y de medicina prepagada considerar para la estimación de reservas IBNR, el tratamiento de siniestros atípicos o también denominado valores extremos, para eliminar siniestros graves; y, emplear metodologías de Stress-testing para contar con recursos suficientes para cumplir con las obligaciones futuras con los asegurados y/o beneficiarios en caso de que existan pandemias o epidemias; debido a que dichos aspectos pueden influenciar en la estimación de las provisiones.

Se recomienda que las entidades en Ecuador empleen métodos de estimación de reservas para siniestros ocurridos y no reportados, que más se acerquen a los valores reales (siniestros pagados), que sean válidos y tengan buen desempeño empleando Back-Testing, que más se ajusten a cartera de riesgos y experiencia siniestral; y, que le permita además, contar con reservas adicionales con el objetivo de tener mayor cobertura al momento de pagar siniestros y que brinden una perspectiva más objetiva en el proceso de toma de decisiones.

## Lista de Referencias

- Aguilar Beltrán, Pedro, y Jorge Avendaño Estrada. 2009. “Backtesting de Reservas de Seguros”. *Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS)*: 1-7. [https://sitio.amis.com.mx/wp-content/documentos/sis\\_admin/archivos/Articulo\\_%20Backtesting\\_Septiembre\\_2009.pdf](https://sitio.amis.com.mx/wp-content/documentos/sis_admin/archivos/Articulo_%20Backtesting_Septiembre_2009.pdf)
- Aguilar Jurado, Miguel Ángel. 2015. “Métodos para la Estimación de Provisiones Técnicas de Seguros de No Vida”. Tesis de Masterado en Estadística Aplicada, Universidad de Granada. [http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201415/tfm1415/tfm\\_aguilarjurado/!](http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201415/tfm1415/tfm_aguilarjurado/)
- Álvarez Jareño, José Antonio y Vicente Coll Serrano. 2012. “Estimación de reservas en una compañía aseguradora. Una aplicación en Excel del método Chain-Ladder y Bootstrap”. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa* 14: 124-136. <https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/379/revmetcuant14-estimacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asensio, Jesús María Vegas. 1995. “Análisis Metodológico de los Métodos Estadísticos en el Cálculo de las Reservas o Provisiones Técnicas de Prestaciones en los Seguros No Vida”. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles* 1: 163-199. Fundación Mapfre. [https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1054469](https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1054469)
- Brown L., Robert, y W. Scott Lennox. 2015. *Introduction to ratemaking and loss reserving for property and casualty insurance*. Winsted, US: ACTEX Publications, Inc. 4th Edition.
- Casares San José-Martí, Isabel. 2013. *Proceso de Gestión de Riesgos y Seguros en las Empresas*. Madrid, ES: Molinuevo, Gráficos S.L. [https://fundacioninade.org/sites/inade.org/files/web\\_el\\_proceso\\_de\\_gestion\\_de\\_riesgos\\_en\\_las\\_empresas\\_2013\\_0.pdf](https://fundacioninade.org/sites/inade.org/files/web_el_proceso_de_gestion_de_riesgos_en_las_empresas_2013_0.pdf)

- Cid, Ana Isabel. 2000. "Siniestralidad en seguros no vida: provisión para prestación un nuevo método". Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/3642/1/T24021.pdf>
- CL, Superintendencia de Valores y Seguros de Chile. 2017. "CBR Riesgos Técnicos". [http://www.cmfchile.cl/portal/principal/605/articles-23609\\_doc\\_pdf.pdf](http://www.cmfchile.cl/portal/principal/605/articles-23609_doc_pdf.pdf).
- . Comisión para el Mercado Financiero. 2011. "Norma de Carácter General N° 306". [ncg\\_306\\_compendiada\\_ncg\\_413 LIMPIA - CMF](https://www.cmfchile.cl/portal/principal/605/articles-23609_doc_pdf.pdf)[https://www.cmfchile.cl/portal/principal/605/articles-23609\\_doc\\_pdf.pdf](https://www.cmfchile.cl/portal/principal/605/articles-23609_doc_pdf.pdf)
- Class International Rating. 2021. "Calificaciones, Sistema de Seguros". Accedido 17 de junio. <http://www.classinternationalrating.com/calificaciones/companias-seguros/#1480522975167-1dcaf6bf-f3d4>.
- CO, Sistema Único de Información Normativa. 2013. "Decreto 2973 de 2013". <https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconomica>
- Comisión para el Mercado Financiero. 2021. "Educa Portal de Educación Financiera". Accedido 17 de junio. <https://www.svs.cl/educa/602/w3-article-850.html>
- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. 2009. "Backtesting, Modelos de Capital y Reservas". Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros. [https://www.amis.com.mx/InformaWeb/Documentos/Archivos/6\\_BackTesting.pdf](https://www.amis.com.mx/InformaWeb/Documentos/Archivos/6_BackTesting.pdf)
- Cuello Lascano, Roberto, Laura Viviana Pallares Caro, y Erick Wehdeking Arcieri. 2008. "Aplicación del Estándar Australiano de Administración de Riesgo AS/NZS 4360:1999 en la empresa GECELCA". *Pensamiento & Gestión* 25:94-112. Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64612241006>.
- De Alba, Enrique, y Roberto Bonilla. 2002. "Un modelo para el tratamiento de valores negativos en el triángulo de desarrollo utilizado en la estimación de reservas SONR". *Transactions of the 27th International Congress of Actuaries* 27:1-17. [http://www.actuaries.org/events/congresses/Cancun/ica2002\\_subject/general\\_insurance/gralinsurance\\_23\\_de-alba\\_bonilla.pdf](http://www.actuaries.org/events/congresses/Cancun/ica2002_subject/general_insurance/gralinsurance_23_de-alba_bonilla.pdf)
- De Andrés Sánchez, Jorge. 2006. "Cálculo de las Provisiones para Siniestros Pendientes de Declaración con Regresión Borrosa". *Cuadernos del CIMBAGE* 8: 1-36. Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/462/46200801.pdf>
- EC. 2014. *Código Orgánico Monetario y Financiero Libro III Ley General Seguros*. Registro Oficial Suplemento 332,12 de septiembre. <https://www.cfn.fin.ec/wp->

content/uploads/2018/03/Co%CC%81digo-Orga%CC%81nico-Monetario-y-Financiero-Libro-III-Ley-General-de-Seguros.pdf.

———. 2019. *Código de Comercio*. Registro Oficial 497, Suplemento, 29 de mayo. [https://www.supercias.gob.ec/bd\\_supercias/descargas/lotaip/a2/2019/JUNIO/C%C3%B3digo\\_de\\_Comercio.pdf](https://www.supercias.gob.ec/bd_supercias/descargas/lotaip/a2/2019/JUNIO/C%C3%B3digo_de_Comercio.pdf)

EC Banco Central del Ecuador. 2021. “Información Estadística Mensual”. <https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconomica>

———. Superintendencia de Bancos. 2021. “Portal Estadístico”. [http://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/?page\\_id=1261](http://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/?page_id=1261)

———. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. 2021. “Catastro de compañías de seguros”. [https://reporteria.supercias.gob.ec/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b\\_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Seguros%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Extranet\\_catastro%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Menu\\_catastro%27%5d&ui.name=Menu\\_catastro&run.outputFormat=&run.prompt=true](https://reporteria.supercias.gob.ec/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Seguros%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Extranet_catastro%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Menu_catastro%27%5d&ui.name=Menu_catastro&run.outputFormat=&run.prompt=true)

———. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. 2021. “Ranking de Compañías de Seguros”. [https://appscvs.supercias.gob.ec/reportesSeguroExtranet/consulta\\_reporte\\_ranking.zul](https://appscvs.supercias.gob.ec/reportesSeguroExtranet/consulta_reporte_ranking.zul)

———. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. 2021. “Reporte Gerencial”. [https://appscvs.supercias.gob.ec/reportesSeguroExtranet/consulta\\_rep\\_gerencia.zul](https://appscvs.supercias.gob.ec/reportesSeguroExtranet/consulta_rep_gerencia.zul)

EC, Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. 2017. *Codificación de Resoluciones Monetarias, Financieras, de Valores y Seguros*. Registro Oficial 22, Segundo Suplemento, 26 de junio. <https://www.segurossucre.fin.ec/wp-content/uploads/2019/10/Codificacion-LibroIII.pdf>.

Educaweb. 2021. “Director de tecnologías de la información y la comunicación. Accedido el 17 de junio. <https://www.educaweb.com/profesion/director-tecnologias-informacion-comunicacion-723/>.

- Espejo Fernández, Juan. 2014. “Provisión técnicas de prestaciones pendientes: el método Chain-Ladder estocástico desde un punto de vista práctico en Solvencia II”. Tesis de Masterado en Ciencias Actuariales y Financieras, Universidad de Barcelona. [http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/62389/1/TFM\\_CAF\\_%20Juan%20Espejo.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/62389/1/TFM_CAF_%20Juan%20Espejo.pdf)
- Fundación Mapfre. 2021. “Diccionario de Seguros”. Accedido 17 de junio. <https://www.fundacionmapfre.org/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/riesgo/>.
- Fundación Mapfre Estudios. 1990. *Manual de Introducción al Seguro*. Madrid, ES: Editorial Mapfre S.A. / Instituto de Ciencias del Seguro. [https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1062921](https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1062921).
- García González, Carmen. 2015. “Estimación de Provisiones Técnicas en Seguros de No Vida”. Tesis de Masterado en Estadística Aplicada, Universidad de Granada. [http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201516/tfm1516/garciagonzalez\\_tfm/!](http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201516/tfm1516/garciagonzalez_tfm/)
- IAIS. 2002. “Principios sobre Suficiencia de Capital y Solvencia” [https://www.assalweb.org/wp-content/uploads/2018/12/P005\\_Suficiencia\\_de\\_capital\\_y\\_de\\_solvencia.pdf](https://www.assalweb.org/wp-content/uploads/2018/12/P005_Suficiencia_de_capital_y_de_solvencia.pdf)
- Lozano, Irene Albarrán, y Pablo Alonso González. 2010. *Métodos estocásticos de estimación de las provisiones técnicas en el marco de Solvencia II*. Madrid, ES: Fundación MAPFRE / Instituto de Ciencias del Seguro. [https://app.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/cs-seguro/libros/Metodos\\_estocasticos\\_de\\_estimacion\\_de\\_las\\_provisiones\\_tecnicas\\_en\\_el\\_marco\\_de\\_Solvencia\\_II.pdf](https://app.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/cs-seguro/libros/Metodos_estocasticos_de_estimacion_de_las_provisiones_tecnicas_en_el_marco_de_Solvencia_II.pdf)
- Manzano Martos, Alberto. 2012. *Claves del seguro español: una aproximación a la historia del seguro en España*. Madrid, ES: Fundación Mapfre. <https://app.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/cs-seguro/libros/claves-seguro-espanol-aproximacion-historia-seguro-espana-183.pdf>
- Martínez Vásquez, Elizabeth. 2017. “La reserva de riesgos en curso de los seguros de daños, bajo el enfoque de Solvencia II”. Tesis de Actuaría, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://132.248.9.195/ptd2017/abril/0757821/0757821.pdf>.



- Mazuelos Vizcarra, Gisella Gabriela. 2013. “Modelos Chain Ladder Estocásticos y Aplicaciones al Cálculo de Reservas en Compañías de Seguros”. Tesis de Masterado en Estadística, Pontificia Universidad Católica del Perú. [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6176/MAZUELOS\\_VIZCARRA\\_GISELLA\\_MODELOS\\_CHAIN\\_LADER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6176/MAZUELOS_VIZCARRA_GISELLA_MODELOS_CHAIN_LADER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Moreno, Alejandro, Eveling Estrada, y Verónica Gutiérrez. 2007. “Alternativas de Cálculo de Reservas para Siniestros Pendientes de Declaración (IBNR)”. Monografía de Licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/1536/1/202758.pdf>
- Nieto, María Camila, y Mario Tamayo. 2018. “Comparación de modelos estocásticos para el cálculo de la reserva IBNR en seguros de no vida”. *XXVIII Simposio Internacional de Estadística* (Universidad Nacional de Colombia): 1-10. [http://gfnun.unal.edu.co/fileadmin/content/eventos/simposioestadistica/documentos/Simposio\\_2018/memorias\\_2018/poster/Comparacion\\_de\\_modelos\\_estocasticos\\_para\\_el\\_calculo\\_de\\_la\\_reserva\\_IBNR\\_en\\_seguros\\_de\\_no\\_vida\\_-\\_Maria\\_Camila\\_Nieto.pdf](http://gfnun.unal.edu.co/fileadmin/content/eventos/simposioestadistica/documentos/Simposio_2018/memorias_2018/poster/Comparacion_de_modelos_estocasticos_para_el_calculo_de_la_reserva_IBNR_en_seguros_de_no_vida_-_Maria_Camila_Nieto.pdf)
- PE, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. 2013. “Resolución S.B.S. No. 4095-2013”. [https://www.sbs.gob.pe/Portals/0/jer/Auto\\_Nuevas\\_Empresas/Sistema\\_seguros/10.%20Reg.%20de%20la%20Reserva%20de%20Siniestros\\_Res.%20SBS%20N%C2%B0%204095-2013.pdf](https://www.sbs.gob.pe/Portals/0/jer/Auto_Nuevas_Empresas/Sistema_seguros/10.%20Reg.%20de%20la%20Reserva%20de%20Siniestros_Res.%20SBS%20N%C2%B0%204095-2013.pdf)
- Pérez Flores, Mayra Guadalupe. 2016. “Solvencia II, Estimación del Bel de Siniestros para un Seguro de Autos”. Tesis de Licenciatura en Actuaría, Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66996/Tesis%20Final-split-merge.pdf?sequence=3>.
- Pons Cardell, Ma Angels, y Francisco Javier Sarrasí Vizcarra. 2017. “Simulación de Monte Carlo aplicada a un modelo interno para calcular el riesgo de mortalidad en Solvencia II”. *Rect@: Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de*

*ASEPUMA*

18:53-70.

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/126733/1/678505.pdf>

Ramírez, María Alejandra. 2016. "Método Global de Cálculo de la Provisión de Siniestros Pendientes, a partir de la utilización de la información histórica completa e incompleta de una compañía de seguros". Tesis de Masterado en Seguros y Riesgos Financieros", Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/96021/PROYECTO.pdf>.

Rodríguez, Javier. 2011. "Métodos para calcular Reservas para IBNR – Método Chain Ladder (Cadena de Escaleras). [https://piensaama.files.wordpress.com/2011/11/01\\_el-reseguo-np\\_ibnr\\_ama\\_20111111\\_f.pdf](https://piensaama.files.wordpress.com/2011/11/01_el-reseguo-np_ibnr_ama_20111111_f.pdf)

Ronquillo Noboa, Nancy. 2016. "Auditoría de Reservas Técnicas en las Compañías de Seguros en el Ecuador". Tesis de Masterado en Economía con mención en Finanzas y Proyectos Corporativos, Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/10348/1/Tesis%20Ronquillo%20Noboa%20Nancy.pdf>

Ruales Salgado, Jeammel de los Ángeles. 2012. "Análisis del efecto financiero producido por la conformación de las reservas ibnr y reservas de desviación de siniestralidad de acuerdo a la nueva normativa emitida por la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador". Tesis de Masterado en Seguros y Riesgos Financieros", Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/101918/D-CD102756.pdf>

Torres Aya, Angie Lorena, y Laura Camila Garzón Tafur. 2018. "Análisis de la metodología Chain Ladder para el cálculo de la Reserva Técnica de Siniestros No Avisados (IBNR) del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) en Colombia". Tesis de Ingeniería Financiera, Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6431/Trabajo%20de%20grado%20Calculo%20Actuarial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Villanueva, Didier. 2015. "Metodologías de Cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos No Avisados (IBNR)". Tesis de Especialización en Matemática Aplicada, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.

<http://repository.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/651/METODOLOGIAS%20DE%20CALCULO%20DE.....%20%28IBNR%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>



## Anexos

### Anexo 1. Prima neta emitida por seguro

Tabla 49.  
Prima neta emitida por seguro

No.	SEGURO	PRIMA NETA EMITIDA	% PARTICIPACIÓN
1	VIDA COLECTIVA	404.620.743,56	22,51%
2	VEHICULOS	401.498.888,51	22,34%
3	INCENDIO Y LINEAS ALIADAS	201.178.628,32	11,19%
4	ACCIDENTES PERSONALES	91.241.052,59	5,08%
5	ASISTENCIA MEDICA	82.177.824,19	4,57%
6	RESPONSABILIDAD CIVIL	76.468.958,49	4,25%
7	TRANSPORTE	60.327.515,76	3,36%
8	TODO RIESGO PETROLERO	44.714.966,01	2,49%
9	MULTIRIESGO	43.762.663,16	2,43%
10	RIESGOS CATASTROFICOS	43.180.052,30	2,40%
11	EQUIPO ELECTRONICO	39.570.410,25	2,20%
12	MARITIMO	38.564.876,23	2,15%
13	ROTURA DE MAQUINARIA	38.243.306,77	2,13%
14	BUEN USO DE ANTICIPO	33.704.496,72	1,88%
15	AVIACION	33.073.146,44	1,84%
16	VIDA INDIVIDUAL	28.901.631,38	1,61%
17	CUMPLIMIENTO DE CONTRATO	26.683.191,93	1,48%
18	EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONTRATISTAS	16.946.903,81	0,94%
19	TODO RIESGO PARA CONTRATISTAS	13.138.174,01	0,73%
20	ROBO	13.135.313,50	0,73%
21	BANCOS E INST. FINANCIERAS (BBB)	9.640.390,74	0,54%
22	GARANTIAS ADUANERAS	9.622.625,00	0,54%
23	CREDITO INTERNO	9.007.897,99	0,50%
24	AGROPECUARIO	8.503.708,29	0,47%
25	FIDELIDAD	7.254.670,67	0,40%
26	RIESGOS ESPECIALES	5.254.840,30	0,29%
27	LUCRO CESANTE INCENDIO Y LINEAS ALIADAS	5.208.746,94	0,29%
28	OTRAS GARANTIAS	2.940.720,84	0,16%
29	DINERO Y VALORES	1.896.301,73	0,11%
30	MONTAJE DE MAQUINARIA	1.511.601,22	0,08%
31	OBRAS CIVILES TERMINADAS	1.290.998,63	0,07%
32	CREDITO A LAS EXPORTACIONES	1.226.568,64	0,07%
33	LUCRO CESANTE RIESGOS CATASTROFICOS	1.136.672,23	0,06%
34	PERDIDA DE BENEFICIO ROTURA DE MAQ.	1.106.487,95	0,06%
35	SERIEDAD DE OFERTA	391.504,46	0,02%
36	EJ. DE OBRA Y BUENA CALIDAD DE MATERIALES	262.514,97	0,01%
37	OTROS RIESGOS TECNICOS	0,00	0,00%
<b>TOTAL SISTEMA</b>		<b>1.797.388.994,53</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia

**Anexo 2. Prima neta emitida por compañía**

Tabla 50.  
Prima neta emitida por compañía

No.	ENTIDAD	PRIMA NETA EMITIDA	% PARTICIPACIÓN
1	PICHINCHA	123.131.123,82	23,51%
2	EQUIVIDA COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	104.955.325,32	20,04%
3	SEGUROS SUCRE S.A.	70.180.638,06	13,40%
4	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR	43.601.848,54	8,32%
5	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.	41.273.891,39	7,88%
6	BMI	29.600.582,80	5,65%
7	AIG METROPOLITANA	25.344.783,02	4,84%
8	BUPA ECUADOR S.A.	25.196.522,04	4,81%
9	LIBERTY SEGUROS S.A.	11.733.215,79	2,24%
10	GENERALI	9.546.542,20	1,82%
11	LATINA SEGUROS C.A.	7.747.115,57	1,48%
12	UNIDOS	5.945.202,77	1,14%
13	ECUATORIANO SUIZA	5.862.037,34	1,12%
14	MAPFRE ATLAS	4.952.923,52	0,95%
15	ASEGURADORA DEL SUR	4.106.296,13	0,78%
16	HISPANA	3.961.057,05	0,76%
17	EQUINOCCIAL	3.526.834,43	0,67%
18	INTEROCEANICA C.A. DE SEGUROS.	1.904.401,80	0,36%
19	SWEADEN COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	899.373,88	0,17%
20	CONDOR	165.426,93	0,03%
21	CONSTITUCION C.A.	67.470,00	0,01%
22	LA UNIÓN	50.625,04	0,01%
23	ZURICH SEGUROS ECUADOR S.A.	17.129,42	0,00%
	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>523.770.366,86</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia

### Anexo 3. Siniestros pagados por compañía

Tabla 51  
Siniestros pagados por compañía

No.	ENTIDAD	SINIESTROS PAGADOS	% PARTICIPACIÓN
1	PICHINCHA	46.007.997,52	20,59%
2	EQUIVIDA COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	36.071.504,16	16,14%
3	SEGUROS SUCRE S.A.	29.860.201,91	13,36%
4	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR	25.066.904,66	11,22%
5	BUPA ECUADOR S.A.	20.027.437,31	8,96%
6	BMI	15.023.062,40	6,72%
7	AIG METROPOLITANA	15.010.632,43	6,72%
8	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.	6.865.538,36	3,07%
9	GENERALI	6.227.537,31	2,79%
10	LIBERTY SEGUROS S.A.	6.136.257,29	2,75%
11	LATINA SEGUROS C.A.	5.358.786,34	2,40%
12	HISPANA	2.882.336,77	1,29%
13	UNIDOS	2.766.647,66	1,24%
14	ECUATORIANO SUIZA	2.312.186,69	1,03%
15	ASEGURADORA DEL SUR	1.428.413,55	0,64%
16	EQUINOCCIAL	971.904,98	0,43%
17	MAPFRE ATLAS	661.311,40	0,30%
18	INTEROCEANICA C.A. DE SEGUROS.	424.799,35	0,19%
19	SWEADEN COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	198.453,38	0,09%
20	CONSTITUCION C.A. COMPAÑIA DE SEGUROS	115.831,36	0,05%
21	ZURICH SEGUROS ECUADOR S.A.	5.000,00	0,00%
22	CONDOR	3.872,99	0,00%
23	LA UNION	-	0,00%
	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>223.426.617,82</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia

#### Anexo 4. Activos, Pasivos y Patrimonio por compañía

Tabla 52.  
Activos, pasivos y patrimonio por compañía

No.	ENTIDAD	ACTIVO	%	PASIVO	%	PATRIMONIO	%
1	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR	121.505.401	22,98%	97.347.384	29,46%	24.158.017	12,18%
2	EQUIVIDA COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	98.417.830	18,61%	81.573.231	24,69%	16.844.599	8,49%
3	PICHINCHA	62.418.508	11,80%	31.633.515	9,57%	30.784.993	15,52%
4	SEGUROS SUCRE S.A.	60.150.930	11,37%	26.089.358	7,90%	34.061.571	17,17%
5	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.	47.633.441	9,01%	32.441.224	9,82%	15.192.218	7,66%
6	BMI	28.458.719	5,38%	16.462.654	4,98%	11.996.064	6,05%
7	UNIDOS	19.669.584	3,72%	3.272.122	0,99%	16.397.463	8,27%
8	BUPA ECUADOR S.A.	17.754.801	3,36%	8.371.952	2,53%	9.382.849	4,73%
9	GENERALI	12.901.918	2,44%	4.368.320	1,32%	8.533.598	4,30%
10	AIG METROPOLITANA	12.559.702	2,38%	4.941.959	1,50%	7.617.742	3,84%
11	LIBERTY SEGUROS S.A.	11.652.492	2,20%	2.736.887	0,83%	8.915.605	4,49%
12	EQUINOCCIAL	5.830.651	1,10%	3.666.273	1,11%	2.164.378	1,09%
13	LATINA SEGUROS C.A.	5.713.174	1,08%	2.896.384	0,88%	2.816.790	1,42%
14	ECUATORIANO SUIZA	5.525.024	1,04%	3.471.044	1,05%	2.053.981	1,04%
15	HISPANA	5.396.755	1,02%	1.911.351	0,58%	3.485.404	1,76%
16	INTEROCEANICA C.A. DE SEGUROS.	5.166.253	0,98%	4.802.086	1,45%	364.166	0,18%
17	MAPFRE ATLAS	3.874.469	0,73%	2.125.620	0,64%	1.748.848	0,88%
18	ASEGURADORA DEL SUR	1.817.019	0,34%	876.235	0,27%	940.784	0,47%
19	LA UNION	994.462	0,19%	409.478	0,12%	584.984	0,29%
20	CONSTITUCION C.A.	724.210	0,14%	407.644	0,12%	316.566	0,16%
21	SWEADEN COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.	559.568	0,11%	535.188	0,16%	24.380	0,01%
22	CONDOR	76.935	0,01%	76.935	0,02%	0	0,00%
23	ZURICH SEGUROS ECUADOR S.A.	20.957	0,00%	16.332	0,00%	4.624	0,00%
	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>528.822.802</b>	<b>100,00%</b>	<b>330.433.177</b>	<b>100,00%</b>	<b>198.389.625</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia



## Anexo 5. Inversiones financieras brutas y Reservas técnicas por compañía

Tabla 53.  
Inversiones financieras brutas y reservas técnicas por compañía

No.	ENTIDAD	INVERSIONES FINANCIERAS BRUTAS	%	RESERVAS TECNICAS	%
1	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR	111.336.441	29,11%	92.299.240	44,97%
2	EQUIVIDA	69.981.661	18,30%	42.004.870	20,46%
3	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.	42.843.680	11,20%	11.401.284	5,55%
4	PICHINCHA	36.567.021	9,56%	18.335.143	8,93%
5	SEGUROS SUCRE S.A.	24.666.355	6,45%	13.868.992	6,76%
6	UNIDOS	18.249.943	4,77%	1.439.568	0,70%
7	BUPA ECUADOR S.A.	12.091.745	3,16%	5.598.317	2,73%
8	BMI	11.971.401	3,13%	9.028.461	4,40%
9	GENERALI	10.927.535	2,86%	1.581.347	0,77%
10	AIG METROPOLITANA	10.536.047	2,76%	2.507.452	1,22%
11	LIBERTY SEGUROS S.A.	9.921.757	2,59%	1.967.418	0,96%
12	EQUINOCCIAL	5.465.745	1,43%	753.430	0,37%
13	LATINA SEGUROS C.A.	4.766.574	1,25%	1.639.050	0,80%
14	INTEROCEANICA C.A. DE SEGUROS.	3.989.065	1,04%	983.575	0,48%
15	HISPANA	3.355.291	0,88%	763.704	0,37%
16	MAPFRE ATLAS	2.683.805	0,70%	309.856	0,15%
17	ECUATORIANO SUIZA	1.586.794	0,41%	325.297	0,16%
18	LA UNION	862.473	0,23%	75.595	0,04%
19	CONSTITUCION C.A.	625.037	0,16%	376.387	0,18%
20	COLON	-	0,00%	-	0,00%
21	SWEADEN	-	0,00%	-	0,00%
22	CONDOR	-	0,00%	-	0,00%
23	ZURICH SEGUROS ECUADOR S.A.	-	0,00%	-	0,00%
	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>382.428.369,43</b>	<b>100,00%</b>	<b>205.258.984,31</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia

**Anexo 6. Retención y Cesión por compañía**

Tabla 54.  
**Retención y Cesión por compañía**

No.	ENTIDAD	Prima Neta Emita	Primas Reaseguros Cedidos	Cesión	Retención
1	PICHINCHA	123.131.123,82	230.013,07	0,19%	99,81%
2	EQUIVIDA	104.955.325,32	4.583.752,27	4,37%	95,63%
3	SEGUROS SUCRE S.A.	70.180.638,06	-	0,00%	100,00%
4	PAN AMERICAN LIFE	43.601.848,54	58.487,68	0,13%	99,87%
5	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.	41.273.891,39	6.868,60	0,02%	99,98%
6	BMI	29.600.582,80	728.693,10	2,46%	97,54%
7	AIG METROPOLITANA	25.344.783,02	8.145,47	0,03%	99,97%
8	BUPA ECUADOR	25.196.522,04	-	0,00%	100,00%
9	LIBERTY SEGUROS S.A.	11.733.215,79	8.369,16	0,07%	99,93%
10	GENERALI	9.546.542,20	135.744,73	1,42%	98,58%
11	LATINA SEGUROS C.A.	7.747.115,57	6.108,82	0,08%	99,92%
12	UNIDOS	5.945.202,77	60.210,40	1,01%	98,99%
13	ECUATORIANO SUIZA	5.862.037,34	111.992,87	1,91%	98,09%
14	MAPFRE ATLAS	4.952.923,52	85.971,19	1,74%	98,26%
15	ASEGURADORA DEL SUR	4.106.296,13	-	0,00%	100,00%
16	HISPANA	3.961.057,05	195,10	0,00%	100,00%
17	EQUINOCCIAL	3.526.834,43	-	0,00%	100,00%
18	INTEROCEANICA	1.904.401,80	3.982,04	0,21%	99,79%
19	SWEADEN	899.373,88	-	0,00%	100,00%
20	CONDOR	165.426,93	2.310,00	1,40%	98,60%
21	CONSTITUCION	67.470,00	-	0,00%	100,00%
22	LA UNIÓN	50.625,04	-	0,00%	100,00%
23	ZURICH SEGUROS ECUADOR S.A.	17.129,42	10,48	0,06%	99,94%
	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>523.770.366,86</b>	<b>6.030.854,98</b>	<b>0,66%</b>	<b>99,34%</b>

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021).

Elaboración propia