



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

**METODOLOGÍA PARA LA VALIDACIÓN ESTADÍSTICA  
Y AJUSTE DE RESERVAS TÉCNICAS EN EL  
RAMO DE AUTOMÓVILES**

Reporte de Trabajo  
Profesional

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**A C T U A R I O**

P R E S E N T A

**FRANCISCO JAVIER CERDEIRA MORA**

Tutor:

ACT. RICARDO VILLEGAS AZCORRA

2020





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Hoja de Datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Apellido paterno: Cerdeira  
Apellido Materno: Mora  
Nombre(s): Francisco Javier  
Teléfono: 5523894270  
Universidad: Universidad Nacional Autónoma de México  
Escuela o Facultad: Facultad de Ciencias  
Carrera: Actuaría  
Número de cuenta: 308615735

### 2. Datos del tutor

Grado: Actuario  
Nombre(s): Ricardo  
Apellido paterno: Villegas  
Apellido Materno: Azcorra

### 3. Datos del sinodal 1

Grado: Dra.  
Nombre(s): Ruth Selene  
Apellido paterno: Fuentes  
Apellido Materno: García

### 4. Datos del sinodal 2

Grado: MTIA.  
Nombre(s): Carlos Omar  
Apellido paterno: Jiménez  
Apellido Materno: Palacios

### 5. Datos del sinodal 3

Grado: Actuario  
Nombre(s): Jesús  
Apellido paterno: Paz  
Apellido Materno: Méndez

### 6. Datos del sinodal 4

Grado: Actuario  
Nombre(s): José Fernando  
Apellido paterno: Soriano  
Apellido Materno: Flores

### 7. Datos del trabajo escrito

Título: Metodología para la validación estadística y ajuste de reservas técnicas en el ramo de automóviles  
Subtítulo: Sistema Estadístico del Sector Asegurador y cálculo IBNR  
Número de páginas: 52  
Año: 2020

# Índice General

<b>FIGURAS</b> .....	<b>I</b>
<b>CUADROS</b> .....	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. ESTADÍSTICA DEL RAMO DE AUTOMOVILES EN REPORTES REGULATORIOS.</b> .....	<b>2</b>
1.1    Introducción. ....	2
1.2    Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.....	2
1.3    Solvencia II y su marco regulatorio. ....	3
1.3.1    Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas y Circular Única De Seguros y Fianzas .....	5
1.3.2    Nuevas reglas .....	5
1.4    Estadística del ramo de automóviles .....	6
1.4.1    Características técnicas del ramo de automóviles.....	6
1.5    Glosario Variables .....	6
1.6    Reportes regulatorios.....	9
1.6.1    Reporte Regulatorio Sobre Información Corporativa RR-1.....	9
1.6.2    Reporte Regulatorio Sobre Gobierno Corporativo RR-2 .....	10
1.6.3    Reporte Regulatorio Sobre Reservas Técnicas RR-3 .....	11
1.6.4    Reporte Regulatorio Sobre Requerimientos de Capital RR-4 .....	13
1.6.5    Reporte Regulatorio Sobre Activos e Inversiones RR-5 .....	13
1.6.6    Reporte Regulatorio Sobre Reaseguro y Reafinamiento RR-6 .....	14
1.6.7    Reporte Regulatorio Sobre Estados Financieros RR-7 .....	15
1.6.8    Reporte Regulatorio Sobre Información Estadística RR-8.....	16
1.6.9    Reporte Regulatorio Sobre Operaciones Contratadas con Terceros RR-9.....	21
<b>CAPÍTULO 2.    METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA RESERVA TÉCNICA DE IBNR</b> .....	<b>22</b>
2.1    Introducción .....	22
2.2    Reservas Técnicas.....	22
2.2.1    Reservas de Riesgos en Curso (RRC) .....	22
2.2.2    Reserva por Obligaciones Pendientes por Cumplir (OPC).....	24
2.2.3    Reserva por Siniestros Ocurredos y No Reportados (IBNR) .....	24
2.3    Marco regulatorio .....	25
2.3.1    Fundamentos legales .....	26
2.3.2    Propósito y alcance .....	27
2.4    Metodología para el ajuste de la reserva por Siniestros Ocurredos y No Reportados .....	27
2.4.1    Definición de variables .....	27
2.4.2    Información estadística .....	28
2.5    Modelo Chain-Ladder aplicado en la Reserva Técnica IBNR.....	28
2.5.1    BEL - Mejor Estimador.....	34
2.5.2    Desviación .....	34
2.5.3    Duración .....	35
2.5.4    Margen de Riesgo.....	37
2.5.5    Saldo IBNR .....	38
<b>CAPÍTULO 3. AJUSTE DE LA RESERVA TÉCNICA DE IBNR</b> .....	<b>39</b>

3.1	Introducción .....	39
3.2	Descripción del caso práctico.....	39
3.3	Aplicación Metodología Chain-Ladder IBNR .....	39
3.3.1	Planteamiento .....	39
3.3.2	Información .....	39
3.3.3	Mejor Estimador IBNR.....	40
3.3.4	Error de la estimación del valor esperado de las obligaciones. ....	45
3.3.5	Desviación .....	46
3.3.6	Duración .....	47
3.3.7	Margen de Riesgo.....	48
3.3.8	Saldo IBNR .....	49
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>

## FIGURAS

<b>Figura 2.1 Componentes técnicos para estimar el monto de la reserva de riesgos en curso .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2.2 Componentes técnicos para estimar el monto de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados .....</b>	<b>25</b>

## CUADROS

Cuadro 2.1 <b>Siniestralidad</b> .....	30
Cuadro 2.2 <b>Siniestralidad Acumulada</b> .....	30
Cuadro 2.3 <b>Factores de Crecimiento</b> .....	31
Cuadro 2.4 <b>Probabilidad de Reemplazo</b> .....	32
Cuadro 2.5 <b>Matriz B Factores de Crecimiento</b> .....	33
Cuadro 3.1 <b>Siniestralidad</b> .....	40
Cuadro 3.2 <b>Siniestralidad Acumulada</b> .....	41
Cuadro 3.3 <b>Factores de Crecimiento</b> .....	41
Cuadro 3.4 <b>Probabilidad con Reemplazo</b> .....	42
Cuadro 3.5 <b>Matriz B Factores de Crecimiento</b> .....	42
Cuadro 3.6 <b>Factores de Crecimiento Promedio</b> .....	43
Cuadro 3.7 <b>Siniestralidad Última</b> .....	44
Cuadro 3.8 <b>Siniestralidad Futura</b> .....	44
Cuadro 3.9 <b>Comportamiento Valor Esperado BEL</b> .....	45
Cuadro 3.10 <b>Variación Valor Esperado BEL</b> .....	46

# INTRODUCCIÓN

---

El objetivo del presente trabajo es abordar el tema de los seguros de automóviles, desde algunos conceptos del ramo, hasta el estudio de la valuación de la reserva IBNR bajo el marco de solvencia II. En este reporte se detallara de forma general el ramo de seguros de automóviles desde la descripción de los reguladores en el área de seguros y fianzas, así como una breve descripción de algunos párrafos de interés de la CUSF (Circular Única de Seguros y Fianzas) y la LISF (Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas) que hacen referencia a reportes regulatorios y la reserva para siniestros ocurridos y no reportados (IBNR).

En la práctica, el actuario es el responsable aplicar el modelo para estimar la reserva técnica de RRC (Reserva de riesgos en curso) y la reserva IBNR (Siniestros ocurridos y no reportados) bajo el modelo estatutario propuesto por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas o bajo un modelo propio, con el fin de garantizar bajo estimaciones el alcance de las reservas técnicas para las compañías aseguradoras y las implicaciones que tienen el no cumplir con las nuevas regulaciones (bajo los reportes regulatorios) que se detallan en la CUSF bajo la supervisión de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

En este trabajo se aplicarán los conceptos y una metodología para la modelación de las reserva IBNR. Por último se hará un ejercicio de suficiencia de los montos de siniestro en la reserva para determinar el nivel de confianza que tiene el modelo bajo la normativa de Solvencia II planteada en la CUSF. Para este fin, se dará un enfoque general del ramo de automóviles, así como las normas que rigen la operación de las aseguradoras. Posteriormente se explicara el planteamiento teórico del modelo usado para la constitución de las reserva IBNR en el ramo de automóviles, así como la interpretación de los resultados bajo ejercicios prácticos que permitirán dar conclusión de los modelos planteados.

# **CAPÍTULO 1.**

## **ESTADÍSTICA DEL RAMO DE AUTOMOVILES EN REPORTES REGULATORIOS.**

---

### **1.1 Introducción.**

El contenido del presente capítulo establece los aspectos generales que deben cumplir las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas en el envío de información de los reportes regulatorios, en particular el RR8 “Sistema Estadístico del Sector Asegurador” (SESA) que hace referencia a los reportes regulatorios sobre información estadística del ramo de automóviles. Esta información servirá de sustento para las labores de supervisión que realiza la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, así como para apoyar el análisis de la actividad aseguradora, la elaboración de las bases estadísticas y actuariales para el cálculo de las primas de riesgo, la realización de estudios e investigaciones en la materia y, en general, el desarrollo del sector asegurador bajo el régimen de Solvencia II.

### **1.2 Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.**

La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas es un Órgano Desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, encargada de supervisar que la operación de los sectores asegurador y afianzador se apegue al marco normativo, preservando la solvencia y estabilidad financiera de las instituciones de Seguros y Fianzas, para garantizar los intereses del público usuario, así como promover el sano desarrollo de estos sectores con el propósito de extender la cobertura de sus servicios a la mayor parte posible de la población.

#### **Marco normativo bajo la supervisión de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.**

- Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas (LISF).
- Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF).
- Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros (LGISMS)
- Reglamento Interior de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
- Ley sobre el contrato del seguro.
- Reglamento de inspección y vigilancia de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
- Reglamento de agentes de seguros y fianzas.

#### **Organigrama de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.**

- Presidencia

- Vicepresidencia de Análisis y Estudios Sectoriales
- Vicepresidencia de Operación Institucional
- Vicepresidencia de Tecnologías de la Información y Planeación
- Vicepresidencia Jurídica
- Órgano Interno de Control en la CNSF

### 1.3 Solvencia II y su marco regulatorio.

*El esquema regulatorio de Solvencia II plantea un impacto relevante en el ejercicio de la práctica actuarial. Tal esquema se caracteriza por descansar en la valoración de los pasivos y activos de una compañía de seguros a “valor de transferencia”, concepto que tiene una serie de implicaciones sobre la forma en que históricamente se han valuado los pasivos. A continuación se presenta una explicación de éste y otros conceptos básicos y se bosquejan las implicaciones que tendrá sobre la forma de valoración de reservas técnicas de seguros. (Pedro Aguilar, Solvencia II, los conceptos básicos, 2008)*

Solvencia II nace como un intento de transposición al sector asegurador de los acuerdos alcanzados en Basilea II, y que serían de aplicación a la banca a partir del año 2006. Solvencia II es el macro-proyecto iniciado en el seno de la Unión Europea que engloba todas las actuaciones ya iniciadas o que se puedan poner en marcha para la revisión de la normativa existente, para la valoración y supervisión de la situación financiera global de las entidades aseguradoras europeas, así como de los modos de actuación interna de las mismas.

El objetivo de solvencia II es el desarrollo y establecimiento de un nuevo sistema que permita determinar los recursos propios mínimos a requerir a cada aseguradora, en función de los riesgos asumidos y la gestión que se realice de cada uno de ellos. Los métodos de cálculo deberían poder adaptarse a la evolución de los perfiles de riesgo de las entidades. En definitiva, se trata de establecer los mecanismos o procedimientos para el cálculo de los recursos propios mínimos de las compañías, con base en la exposición final de los riesgos (Pedro Aguilar, Solvencia II, los conceptos básicos, 2008)

El marco regulatorio busca crear una primera red de protección para los usuarios de estos servicios financieros, vigilando la solvencia y estabilidad de las instituciones de seguros. Este marco se basa en 3 pilares que definen los aspectos fundamentales de la sana operación de las instituciones aseguradoras.

**Pilar I (Requerimientos Cuantitativos):** El objetivo del pilar I es la implementación de modelos para el cálculo del capital de solvencia, donde los resultados sean mucho más sensibles al riesgo.

- **Reserva Técnicas:** La reserva técnica se constituye a partir de la mejor estimación de las obligaciones futuras derivadas de las reclamaciones de los riesgos adquiridos, más un margen de riesgo.
- **Mejor Estimador (BEL):** Es el valor esperado de las obligaciones futuras.

- **Margen de Riesgo (Capítulo 5.4.1 de la CUSF):** El margen de riesgo será el monto que, aunado a la mejor estimación, garantice que el monto de las reservas técnicas sea equivalente al que las instituciones de seguros requerirán para asumir y hacer frente a sus obligaciones. Es el costo de capital que sobre la tasa libre de riesgo, esperarían ganar la entidad a la que se le transfiriere el riesgo.
- **Importes Recuperables (Capítulo 8.20.1 de la CUSF):** la estimación de importes recuperables de reaseguro sólo podrá calcularse respecto de aquellos contratos que impliquen una Transferencia Cierta de Riesgo de Seguro o una Transferencia Cierta de Responsabilidades Asumidas por Fianzas en Vigor.
- **Requerimiento de Capital de Solvencia (Capítulo 6.2.1 de la CUSF):** Son los recursos adicionales que la asegura debe poseer para poder soportar las desviaciones en la siniestralidad o en el valor de los activos.
- **Inversiones (Capítulo 8 de la CUSF):** Activos e inversiones que respaldan las reservas técnicas y el requerimiento de capital, en condiciones adecuadas de seguridad y liquidez.
- **Reaseguro (Capítulo 9 de la CUSF):** Asunción de riesgos conforme a su capacidad financiera y su adecuada dispersión en el mercado del reaseguro.

**Pilar II (Revisión del supervisor):** El objetivo del pilar II es maximizar la participación de la autoridad en la supervisión de los modelos implementados por las entidades.

- **Consejo de Administración (Capítulo 3.7 de la CUSF):** Cumplimiento con los requisitos señalados en los artículos 56 al 60 de la LISF.
- **Gobierno Corporativo (Capítulo 3.1 de la CUSF).**
- **Administración Integral de riesgos (Capítulo 3.2 de la CUSF).**
- **Función Actuarial (Capítulo 3.5 de la CUSF):** La función actuarial deberá ser desempeñada por personas con conocimiento y experiencia suficientes en materia de matemática actuarial y financiera, y de estadística (3.5.2 de la CUSF).
- **Control Interno (Capítulo 3.3 de la CUSF):** El sistema de contraloría interna constará, como mínimo, de procedimientos operativos, administrativos y contables, de un marco de control interno, de mecanismos adecuados de información a todos los niveles de la Institución y Sociedad Mutualista, así como de una función permanente de comprobación de las actividades de la misma (Disposición 3.3.3 de la CUSF).
- **Auditoría Interna (Capítulo 3.4 de la CUSF):** Como parte del sistema de gobierno corporativo cuya instrumentación y seguimiento es responsabilidad del consejo de administración, las Instituciones y Sociedades Mutualistas deberán contar con un sistema efectivo y permanente de auditoría interna encargado de la revisión y

verificación del cumplimiento de la normativa interna y externa aplicable a la Institución o Sociedad Mutualista en la realización de sus actividades (Disposición 3.4.1 de la CUSF).

**Pilar III (Disciplina de Mercado):** El objetivo del pilar III es propiciar una mayor transparencia e impulsar la disciplina de mercado.

- **Revelación de Información (Capítulo 24.1 de la CUSF):** Las Instituciones deberán elaborar y dar a conocer al público en general un Reporte sobre la Solvencia y Condición Financiera (en adelante, “RSCF”), que contenga información cuantitativa y cualitativa relativa a su información corporativa, financiera, técnica, de Reaseguro, de Reafianzamiento, de administración de riesgos, regulatoria, administrativa, operacional, económica, de nivel de riesgo, de solvencia y jurídica (Disposición 24.1.5 de la CUSF)
- **Reporte sobre la Solvencia y Condición Financiera (Capítulo 24.2 de la CUSF).**
- **Calificación Crediticia**

### 1.3.1 Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas y Circular Única De Seguros y Fianzas

El 4 de abril de 2013, la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas (LISF) fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en la cual se indicaba un periodo de 730 días para su entrada en vigor, por lo que el 4 de abril de 2015 la LISF entro en vigor.

El 19 de diciembre de 2014, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la circular única de seguros y fianzas (CUSF). Esta circular compila en un solo instrumento jurídico las disposiciones derivadas de la LISF, sistematizando su integración y homologando la terminología utilizada. Además de brindar certeza jurídica en cuanto al marco normativo al que las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, instituciones de fianzas y demás personas y entidades sujetas a la inspección y vigilancia de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas deben sujetarse en el desarrollo de sus operaciones.

### 1.3.2 Nuevas reglas

La nuevas reglas implementadas con el enfoque de un modelo tipo solvencia II obligan a las compañías aseguradoras y afianzadoras a cumplir con un nuevo marco regulatorio. Asimismo, le permite a los sectores asegurador y afianzador mejorar su gestión de riesgos obteniendo mejores beneficios en la determinación de su capital. La Circular Única de Seguros y Fianzas busca ser la pieza clave en la puesta en práctica del pilar III por las aseguradoras.

Un aspecto importante de Solvencia II es que permite a las entidades aplicar modelos propios, siempre y cuando cumplan las tres condiciones siguientes:

- I. La información histórica utilizada debe ser homogénea, suficiente, confiable y oportuna.
- II. La bondad y precisión de los modelos debe validarse mediante métodos de Back Testing.
- III. Se debe probar antes de la autorización por el regulador.

## 1.4 Estadística del ramo de automóviles

La información estadística RR8 reportado a través del sistema estadístico del sector asegurador (SESA) tiene como propósito proporcionar al sector asegurador la información estadística suficiente. Esta información estadística permite a las compañías contar con elementos suficientes para una adecuada toma de decisiones; elaborar tarifas, evaluar siniestralidad, así como para la suscripción, entre otras. Adicionalmente ayuda a evaluar el comportamiento por ramo en el mercado asegurador mexicano.

### 1.4.1 Características técnicas del ramo de automóviles

Un seguro es un contrato que permite a personas físicas y morales poder transferir sus riesgos a una compañía de seguros a través del pago de una cantidad denominada «prima», mientras la compañía de seguros adquiere la obligación del pago de una cantidad denominada «Indemnización» cuando se presenta un evento adverso denominado «siniestro».

Para que un riesgo de evento se considere como asegurable debe cumplir tres condiciones:

1. El evento debe ser fortuito, es decir, se presenta por condiciones inherentes al riesgo.
2. El evento debe ser aleatorio en el tiempo, es decir, no sabemos en qué momento se presente el evento.
3. Se debe presentar de forma clara cuando se presenta el evento, es decir, cuando se pagará la indemnización.

## 1.5 Glosario Variables

Es importante mencionar algunos conceptos de interés en el ámbito de los seguros de automóviles.

**Siniestro:** Se deriva de la ocurrencia de un evento fortuito correspondiente al riesgo asumido por la aseguradora, que genera el pago de una indemnización al asegurado.

**Monto de siniestro:** Es el costo que representa para la aseguradora la ocurrencia de un siniestro.

**Severidad:** Es el porcentaje que representa para la aseguradora la ocurrencia de los siniestros respecto al límite máximo de responsabilidad en un tiempo determinado.

**Costo de administración:** Es el costo que se produce por la emisión, cobranza, suscripción, administración o cualquier otra actividad necesaria para el manejo operativo de la cartera para una institución de Seguros.

**Costo de adquisición:** Es el costo derivado de la promoción y venta de los seguros, donde se incluyen las comisiones a los intermediarios y los bonos de desempeño.

**Gasto de ajuste al siniestro:** Son los gastos que se presentan cuando ocurre un siniestro, por ejemplo, papelería, atención de cabina, honorarios del ajustador, grúas, etcétera.

**Margen de utilidad:** Es el beneficio monetario que la aseguradora desea obtener por la adquisición del riesgo.

**Prima de riesgo:** Es la prima que se obtiene en función del número de expuestos al riesgo y el monto del siniestro (severidad)

$$PR = \frac{\text{Severidad del riesgo}}{\text{Número de expuesto al riesgo}}$$

**Prima de tarifa:** Es monto necesario para cubrir un riesgo, donde se contemplan costo de adquisición y administración, así como el margen de utilidad.

$$PT = \frac{PR + C. Adquisición + C. Administración}{1 - \% \text{ Margen de Utilidad}}$$

**Primas Emitidas por Anticipado:** cuando la emisión se realiza en una fecha anterior a la fecha de inicio de vigencia de la póliza a que corresponde dicha prima

**Prima Total:** está compuesta por la prima de tarifa, recargos, derechos e I.V.A. (impuesto al valor agregado).

**Recargos:** es un monto adicional que se cobra al momento de emitir la póliza por concepto de pagos en parcialidades.

**Derechos:** es un monto adicional que se cobra por concepto de la emisión de la póliza.

**Póliza Multianual:** son aquellos contratos de seguros cuya vigencia sea superior a un año siempre que no se trate de seguros de vida de largo plazo o seguros donde las primas futuras sean contingentes y no se prevea su devolución al momento en que se extinga el riesgo.

**Exposición:** Es la proporción del tiempo transcurrido que la aseguradora ha asumido el riesgo entre el inicio y fin de vigencia de la póliza.

Inicio de vigencia de la póliza= 1 de enero de 2017

Fin de vigencia de la póliza = 31 de diciembre de 2017

La exposición al 31 de enero 2017 es la siguiente:

$$\text{Exposición} = \frac{31 \text{ enero 2017} - 1 \text{ enero 2017}}{31 \text{ diciembre 2017} - 1 \text{ enero 2017}} = \frac{31}{365} = .0849$$

**Prima devengada:** Es la porción de la prima de tarifa que la compañía ha adquirido correspondiente a un periodo de riesgo ya transcurrido.

$$\text{PD} = \text{PT} * \text{Exposición}$$

Supongamos una póliza con una prima de tarifa de \$5,000.00 y con una exposición de .0849, entonces la prima devengada para la aseguradora al corte del 31 de enero 2017 sería:

$$\text{PD} = 5,000 * .0849 = 424.50$$

**Suma asegurada:** Es el límite máximo de responsabilidad a la cual la aseguradora se compromete a indemnizar al asegurado ante la ocurrencia de un siniestro.

**% Siniestralidad:** Es la proporción del monto de siniestro más los gastos de ajuste asignados al siniestro contra la prima devengada. Se interpreta como la porción de la prima devengada que cubre el monto del siniestro.

Supongamos una prima devengada de \$424.50, un monto de siniestro de \$1,000 y unos gastos de ajuste asignados al siniestro de \$100.00, entonces la siniestralidad es la siguiente:

$$\begin{aligned} \% \text{ Siniestralidad} &= \frac{\text{Monto de siniestro} + \text{Gastos de ajuste asignados al siniestro}}{\text{Prima Devengada}} * 100 \\ &= \frac{1,000 + 100}{424.50} * 100 = 259.12\% \end{aligned}$$

**Fecha de ocurrencia del siniestro:** Es la fecha en que ocurre el evento adverso para el asegurado.

**Fecha de reporte del siniestro:** Es la fecha en la cual el asegurado da a conocer a la aseguradora la existencia de un siniestro.

**Fecha de movimiento del siniestro:** Es la fecha en la cual la aseguradora contabiliza el monto de siniestro.

**Deducible:** Es el monto al cual debe exceder un siniestro para que la aseguradora tenga la responsabilidad de resarcir los daños. Dicho monto lo cubre el asegurado.

**Salvamento:** Es cuando derivado de un siniestro la aseguradora se apropia del bien indemnizado y pasa a ser un activo de la aseguradora.

**Recuperación:** Es la indemnización que la aseguradora obtiene de terceros.

**Frecuencia:** Es el número de siniestros reportados en un tiempo determinado entre la exposición de dicho tiempo.

Supongamos que la compañía registro 10,000 siniestros en el año 2018 y una exposición de 100,000, entonces la frecuencia se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia} = \frac{10,000}{100,000} = 10\%$$

## 1.6 Reportes regulatorios

Los reportes regulatorios son requerimientos que la CNSF solicita a las instituciones para verificar que exista una sana práctica en la operación. Con la implementación de solvencia II, los reportes regulatorios representaron un cambio muy importante en la manera de operar en el sector asegurador mexicano, principalmente por las siguientes razones:

- Las aseguradoras deben mantener una información histórica de 10 años hacia atrás.
- Las aseguradoras deben poseer un alto nivel de calidad de la información generada por la operación.
- Los tiempos de entrega cortos representan un desafío importante para las aseguradoras.

Cuadro 2.1  
**Requerimientos técnicos de los Reportes Regulatorios**

Requerimiento Regulatorio	Periodicidad	Días después de cierre	1 era Entrega
RR3 - Reservas Técnicas	Trimestral/Anual	15	Marzo 2016
RR4 - Requerimiento de capital y fondos propios admisibles	Trimestral	15	Marzo 2016
RR6 - Reaseguro y reafianzamiento	Trimestral	15	Junio 2015 - Agosto 2015
RR8 - Información Estadística	Trimestral/Anual	Variable	Junio 2015 - Agosto 2015

Fuente: AMIS, 2017

### 1.6.1 Reporte Regulatorio Sobre Información Corporativa RR-1

(Capítulo 38.1, disposición 38.1.2 de la CUSF)

Contendrá la siguiente información:

- Nombre y apellidos completos, o denominación social, de la persona o personas que sean propietarias de las acciones representativas del capital social de la Institución de que se trate y que aparezcan inscritas en el registro a que se refieren los artículos 128 y 129 de la Ley General de Sociedades Mercantiles.
- Datos de las personas designadas por la Institución o Sociedad Mutualista para ejercer algún empleo, cargo o comisión de los previstos en la Disposición 3.7.1.

- Datos de las personas que integran el comité de auditoría de la Institución.
- Datos de las personas que integran el comité de inversiones de la Institución o Sociedad Mutualista.
- Datos de las personas que integran el Comité de Reaseguro de la Institución o Sociedad Mutualista.
- Datos de las personas que integran el comité de suscripción de la Institución.
- Ubicación y datos de las oficinas de la Institución o Sociedad Mutualista en el país y en el extranjero.
- Denominación del proveedor de precios contratado por la Institución o Sociedad Mutualista.
- Información relativa al auditor externo independiente contratado por la Institución o Sociedad Mutualista para la dictaminación de sus estados financieros.
- Información relativa al actuario independiente contratado por la Institución o Sociedad Mutualista para la dictaminación sobre la situación y suficiencia de sus reservas técnicas.
- Nombre y apellidos completos, o denominación social, de la persona o personas que sean propietarias de las acciones representativas del capital social del Intermediario de Reaseguro de que se trate y que aparezcan inscritas en el registro a que se refieren los artículos 128 y 129 de la Ley General de Sociedades Mercantiles.
- Datos de los consejeros y director general, así como de las personas designadas por los Intermediarios de Reaseguro para ejercer algún empleo, cargo o comisión.
- Ubicación y datos, así como el establecimiento, cambio de ubicación y clausura de las oficinas del Intermediario de Reaseguro en el país y en el extranjero.

El Reporte Regulatorio sobre Información Corporativa (RR-1) se presentará, de conformidad con lo señalado en el Anexo 38.1.2, dentro de los veinte días hábiles siguientes al cierre de los trimestres terminados en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año, y su entrega se apegará al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.2 de las presentes Disposiciones.

#### **1.6.2 Reporte Regulatorio Sobre Gobierno Corporativo RR-2**

(Capítulo 38.1, disposición 38.1.3 de la CUSF)

Contendrá la siguiente información y documentación:

- La evaluación anual de la implementación y funcionamiento del sistema de gobierno corporativo a que se refiere la Disposición 3.1.5.
- El Manual de Administración de Riesgos a que se refiere la fracción II de la Disposición 3.2.3, así como sus modificaciones.
- El documento que contenga la Autoevaluación de Riesgos y Solvencia Institucionales (ARSI), incluyendo el informe de la Prueba de Solvencia Dinámica, a que se refieren las Disposiciones 3.2.6 y 7.2.1.
- El Manual de Reaseguro a que se refiere el inciso f) de la fracción III de la Disposición 3.10.2, así como sus modificaciones.
- La información necesaria para la realización de la Prueba de Solvencia Dinámica, conforme a lo señalado en la Disposición 7.4.3.
- El acuerdo del consejo de administración de la Institución señalando la política de inversión aprobada, en términos de lo previsto en la Disposiciones 8.1.1 y 8.23.1, así como remitir la política de inversión aprobada.
- El reporte anual sobre los contratos de reaseguro o reafianzamiento que comprendan operaciones de Reaseguro Financiero, a que se refieren la Disposiciones 9.5.16 y 9.7.11.
- El reporte anual sobre las operaciones de transferencia de porciones de riesgo de cartera de riesgos técnicos de seguros al mercado de valores (TRS) vigentes, a que se refiere las Disposiciones 9.6.15 y 9.7.12.
- El informe del responsable de la función actuarial a que se refiere la Disposición 3.5.6.

El Reporte Regulatorio sobre Gobierno Corporativo (RR-2) se presentará anualmente, de conformidad con lo señalado en el Anexo 38.1.3, dentro de los ciento cuarenta y cinco días hábiles siguientes al cierre del ejercicio, y su entrega se apegará al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.3 de las presentes Disposiciones.

### **1.6.3 Reporte Regulatorio Sobre Reservas Técnicas RR-3**

(Capítulo 38.1, disposición 38.1.4 de la CUSF)

- I. En el caso de Instituciones y Sociedades Mutualistas, con excepción de las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar los seguros de pensiones derivados de las leyes de seguridad social, la información que enseguida se establece, la cual deberá presentarse dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre, con excepción de la información del cuarto trimestre, misma que deberá presentarse dentro de los primeros veinte días hábiles siguientes al cierre del ejercicio:
  - a. Los resúmenes de resultados de la valuación de las reservas técnicas;

- b. Los resúmenes de resultados de la valuación de los importes recuperables de reaseguro;
- c. El resumen de la determinación del “Resultado en la Valuación de la Reserva de Riesgos en Curso de Largo Plazo por Variaciones en la Tasa de Interés”, a que se refiere la Disposición 5.20.6 de las presentes Disposiciones;
- d. Información de primas y siniestros para las reservas de riesgos en curso y para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos no reportados y de gastos de ajuste asignados al siniestro, así como información de reclamaciones pagadas y recuperaciones de garantías de fianzas;
- e. Información de reservas técnicas, de reclamaciones pagadas y recibidas y de recuperación de garantías, para el cálculo del requerimiento de capital de solvencia;
- f. El reporte de constitución y cancelación de reservas técnicas específicas a que se refiere la Disposición 5.18.1 de las presentes Disposiciones, ordenadas por la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros;
- g. Los documentos suscritos por los actuarios que elaboraron las valuaciones de las reservas técnicas, según se prevé en el artículo 226 de la LISF y la Disposición 31.1.1, y
- h. Las bases de datos de valuación y resúmenes de resultados de la Pérdida Máxima Probable de los seguros de terremoto y erupción volcánica; de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, y agrícolas y de animales.

Asimismo, dicho Reporte comprende la siguiente información, la cual deberá presentarse dentro de los veinte días hábiles siguientes al cierre de cada ejercicio:

- a. Los detalles de la valuación, póliza por póliza, de las reservas de riesgos en curso y de fianzas en vigor, así como de sus correspondientes importes recuperables;
  - b. Los documentos explicativos del detalle metodológico de la valuación y del procedimiento y resultados de la prueba retrospectiva, tanto para la reserva de riesgos en curso como para la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos no reportados y de gastos de ajuste asignados al siniestro, y
  - c. Tratándose de Sociedades Mutualistas, los documentos explicativos del detalle metodológico de la valuación de la pérdida máxima probable de los seguros para los cuales la Sociedad Mutualista deba constituir reserva de contingencia.
- II. En el caso de las Instituciones de Seguros autorizadas para operar los seguros de pensiones derivados de las leyes de seguridad social, la información que enseguida se establece, la cual deberá presentarse dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre, con excepción de la información del cuarto trimestre, misma que deberá presentarse dentro de los primeros veinte días hábiles siguientes al cierre del ejercicio:

- d. Los resúmenes de resultados de la valuación de las reservas técnicas;
- e. Adicionalmente, para el caso de las Instituciones de Seguros autorizadas para operar los Seguros de Pensiones que operen Reaseguro, los resúmenes de resultados de la valuación de las reservas técnicas correspondientes a los saldos cedidos, retenidos e Importes Recuperables de Reaseguro de la reserva matemática de pensiones y de riesgos en curso de Beneficios Adicionales, y
- f. Las Instituciones de Seguros que cuenten con la autorización a la que se refiere la Disposición 5.8.13. de las presentes Disposiciones, la información relativa al calce de flujos de activos y pasivos.

El Reporte Regulatorio sobre Reservas Técnicas (RR-3) se presentará de conformidad con lo señalado en el Anexo 38.1.4. y su entrega se apegará al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.3 de las presentes Disposiciones.

#### **1.6.4 Reporte Regulatorio Sobre Requerimientos de Capital RR-4**

(Capítulo 38.1, disposición 38.1.5 de la CUSF)

Contendrá la información concerniente a la comprobación de la determinación del RCS.

El Reporte Regulatorio sobre Requerimientos de Capital (RR-4) se presentará, de conformidad con lo señalado en el Anexo 38.1.5, dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre, con excepción de la información del cuarto trimestre, misma que deberá presentarse dentro de los primeros veinte días hábiles siguientes al cierre del ejercicio, y su entrega se apegará al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.2 de las presentes Disposiciones.

#### **1.6.5 Reporte Regulatorio Sobre Activos e Inversiones RR-5**

(Capítulo 38.1, disposición 38.1.6 de la CUSF)

Contendrá la siguiente información y documentación:

- I. Documentación relativa a la comprobación de las inversiones de las Instituciones y Sociedades Mutualistas, a que se refiere la Disposición 8.23.4.
- II. Documentación relativa a la comprobación de los activos e inversiones de las Instituciones y Sociedades Mutualistas, a que se refiere la Disposición 8.23.5.
- III. Documentación relativa a los contratos que las Instituciones y Sociedades Mutualistas hayan efectuado en el trimestre correspondiente con intermediarios financieros o instituciones para el depósito de valores, para la administración, intermediación, depósito y custodia del efectivo, títulos o valores que formen parte de su activo, a que se refiere el Capítulo 8.19 de estas Disposiciones.

- IV. Documentación relativa a la comprobación de las aportaciones realizadas a los fondos especiales de seguros a que se refiere el Título 20 de las presentes Disposiciones. Para estos efectos, deberán presentar la copia digitalizada del comprobante bancario referente a las cantidades depositadas a dichos fondos especiales, así como la confirmación expedida por la institución fiduciaria.

El Reporte Regulatorio sobre Activos e Inversiones (RR-5) se presentará, de conformidad con lo señalado en el Anexo 38.1.6, dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre, con excepción de la información del cuarto trimestre, misma que deberá presentarse dentro de los primeros veinte días hábiles siguientes al cierre del ejercicio, y su entrega se apegará al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.3 de las presentes Disposiciones.

#### **1.6.6 Reporte Regulatorio Sobre Reaseguro y Reafianzamiento RR-6**

(Capítulo 38.1, disposición 38.1.7 de la CUSF)

- I. La siguiente información y documentación deberá presentarse dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre:
- a. El módulo “Reporte Trimestral de Reaseguro y Reafianzamiento” del informe a que se refiere la fracción II de la Disposición 9.7.7.
  - b. La información referente a las operaciones realizadas con Reaseguradoras Extranjeras, así como, en su caso, con entidades reaseguradoras no inscritas en el RGRE, a que se refiere la Disposición 9.7.10.
  - c. La información correspondiente a los cúmulos de responsabilidades emitidas y retenidas, por fiado o grupos de fiados, a que se refiere la Disposición 9.7.6.
- II. La siguiente información y documentación deberá presentarse dentro de los treinta días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre:
- d. El soporte documental digitalizado sobre la colocación de contratos de Reaseguro y Reafianzamiento incluidos en el “Reporte Trimestral de Reaseguro y Reafianzamiento”, a que se refiere la Disposición 9.7.8.
- III. La siguiente información y documentación deberá presentarse dentro de los veinte días hábiles siguientes al cierre de cada ejercicio:
- e. El monto de los límites máximos de retención a que se refieren los Capítulos 9.1, 9.2, 9.3, 16.2, 17.2, 18.2 y 19.1 de las presentes Disposiciones, así como el cálculo de la determinación del factor medio de calificación de garantías de recuperación a que se refiere la Disposición 9.3.8.

- f. La opinión del actuario independiente, para el supuesto previsto en la Disposición 9.1.8.
- g. El módulo “Plan General de Reaseguro y Reafianzamiento” del informe a que se refiere la fracción I de la Disposición 9.7.7.

El Reporte Regulatorio sobre Reaseguro y Reafianzamiento (RR-6) se presentará, de conformidad con lo señalado en el Anexo 38.1.7, apegándose al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.3 de las presentes Disposiciones.

#### **1.6.7 Reporte Regulatorio Sobre Estados Financieros RR-7**

(Capítulo 38.1, disposición 38.1.8 de la CUSF)

- I. La siguiente información y documentación deberá presentarse dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre, con excepción de la información del cuarto trimestre, misma que deberá presentarse dentro de los primeros veinte días hábiles siguientes al cierre del ejercicio:
  - a. Reportes relacionados con el esquema general de los estados financieros, que contengan:
    - 1. Catálogo:
    - 2. Reportes de consolidación
  - b. Reportes relativos a los conceptos que integran los estados financieros, que contengan:
    - 3. Activo.
    - 4. Pasivo.
    - 5. Capital.
    - 6. Cuentas de orden.
    - 7. Estado de Resultados.
  - c. Determinación de la Base de Inversión por moneda y plazo de las Instituciones y Sociedades Mutualistas, así como información detallada de los activos e inversiones que la respaldan.
  - d. La comprobación de la determinación y cobertura del capital mínimo pagado.
  - e. La clasificación por niveles de los Fondos Propios Admisibles, así como el nivel de suficiencia de dichos fondos respecto al RCS.
  - f. El dictamen anual que emita la Secretaría de Salud previsto en el artículo 306 de la LISF, como parte de la entrega correspondiente al primer trimestre de cada año.

- II. La siguiente información y documentación deberá presentarse dentro de los cuarenta y cinco días hábiles siguientes al cierre de cada ejercicio:
  - a. El Informe Corto de los estados financieros básicos consolidados anuales.
  - b. La Carta Dictamen sobre la situación y suficiencia de las reservas técnicas.
  
- III. La siguiente información y documentación deberá presentarse dentro de los noventa días hábiles siguientes al cierre de cada ejercicio:
  - a. El Informe Largo y la Opinión sobre Información Complementaria.
  - b. El Informe sobre Otras Opiniones, Informes y Comunicados.
  - c. El Informe del Dictamen de Reservas Técnicas.
  - d. La publicación efectuada en un diario de circulación nacional a que se refiere la Disposición 24.1.7.
  - e. Una copia de los estados financieros básicos consolidados anuales y sus notas de revelación suscritos por los funcionarios responsables de su elaboración, que cumplan con lo previsto en el Título 22 de estas Disposiciones.
  - f. Una copia certificada del acta de la sesión del consejo de administración en la que hayan sido aprobados los estados financieros básicos consolidados anuales y sus notas de revelación, así como el RSCF, o en su defecto la certificación firmada por el secretario del consejo de administración donde conste dicha aprobación.
  - g. El RSCF a que se refiere el Capítulo 24.2 de estas Disposiciones.
  - h. Una copia de los documentos que acrediten la calificación de calidad crediticia a que se refiere la Disposición 24.1.4.

El Reporte Regulatorio sobre Estados Financieros (RR-7) se presentará en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.8, apegándose al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.3 de las presentes Disposiciones.

#### **1.6.8 Reporte Regulatorio Sobre Información Estadística RR-8** (Capítulo 38.1, disposición 38.1.9 de la CUSF)

- I. Los SESA para la operación de vida, en lo relativo a los seguros de vida individual y de grupo a que se refieren los incisos a), b) y c) de la fracción I de la Disposición 26.1.4, deberán presentarse dentro de los cuarenta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-b, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Vida Individual” y al

“Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Vida Grupo”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión.

- II. Los SESA para la operación de vida, en lo relativo a los seguros de pensiones a que se refiere el inciso d) de la fracción I de la Disposición 26.1.4, deberán presentarse dentro de los treinta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-c, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Pensiones derivados de las Leyes de Seguridad Social”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- III. Los SESA para la operación de accidentes y enfermedades, en lo relativo a los seguros de accidentes personales individual y colectivo a que se refieren los incisos a) y b) de la fracción II de la Disposición 26.1.4, deberán presentarse dentro de los cincuenta y cuatro días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-d, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Accidentes Personales Individual de la Operación de Accidentes y Enfermedades” y al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Accidentes Personales Colectivo de la Operación de Accidentes y Enfermedades”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- IV. Los SESA para la operación de accidentes y enfermedades, en lo relativo a los seguros de gastos médicos individual y colectivo a que se refieren los incisos c) y d) de la fracción II de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cuarenta y siete días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-e, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Gastos Médicos Individual de la Operación de Accidentes y Enfermedades” y al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Gastos Médicos Colectivo de la Operación de Accidentes y Enfermedades”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- V. El SESA para la operación de accidentes y enfermedades, en lo relativo a los seguros de salud a que se refiere el inciso e) de la fracción II de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cuarenta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-f, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Salud”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- VI. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de responsabilidad civil y riesgos profesionales a que se refiere el inciso a) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cincuenta y ocho días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-g, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Ramo de Responsabilidad Civil y Riesgos Profesionales”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- VII. Los SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de cascos aeronaves, cascos embarcaciones y transporte de mercancías a que se refieren los incisos b), c) y d) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cincuenta y

ocho días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-h, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Seguro de Cascos Aeronaves”, al “Manual del Sistema Estadístico del Seguro de Cascos Embarcaciones” y al “Manual del Sistema Estadístico del Seguro de Transporte de Mercancías”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión.

- VIII. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de incendio a que se refiere el inciso e) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los treinta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-i, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Ramo de Incendio”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- IX. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de agrícola y de animales a que se refiere el inciso f) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los treinta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-j, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Ramo de Agrícola y de Animales”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- X. Los SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de automóviles individual y flotilla a que se refieren los incisos g) y h) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los sesenta y cinco días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-k, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Automóviles de Póliza Individual” y al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Automóviles de Póliza Flotilla”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XI. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de crédito a que se refiere el inciso i) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los treinta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-l, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Ramo de Crédito”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XII. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de caución a que se refiere el inciso j) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los treinta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-m, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Ramo de Caución”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XIII. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de crédito a la vivienda a que se refiere el inciso k) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los treinta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-n, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Ramo de Crédito a la Vivienda”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.

- XIV. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de garantía financiera a que se refiere el inciso l) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los treinta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-o, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Ramo de Garantía Financiera”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XV. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de riesgos hidrometeorológicos a que se refiere el inciso m) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cincuenta y ocho días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-p, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Seguro de Riesgos Hidrometeorológicos”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XVI. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de terremoto y erupción volcánica a que se refiere el inciso n) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los treinta y seis días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-q, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Seguro de Terremoto y Erupción Volcánica”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XVII. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los siniestros de los seguros de terremoto, de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos a que se refiere el inciso o) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cincuenta y ocho días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-r, apegándose al “Manual para el llenado del Reporte de Siniestros de los Seguros de Terremoto, Huracán y Otros Riesgos Hidrometeorológicos”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XVIII. Los SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de diversos técnicos: construcción, montaje, calderas, equipo electrónico, equipo de contratistas y rotura de maquinaria a que se refieren los incisos p) y q) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cuarenta y tres días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-s, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Diversos Técnicos Construcción y Montaje” y al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Diversos Técnicos Calderas, Equipo electrónico, Equipo de contratistas y Rotura de maquinaria”, mismos que se darán a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XIX. El SESA para la operación de daños, en lo relativo a los seguros de diversos misceláneos a que se refiere el inciso r) de la fracción III de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los cuarenta y siete días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-t, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico de los Seguros de Diversos Misceláneos”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.

- XX. El SESA de información estadística resumen trimestral por operación, ramo y tipo de seguro, a que se refiere la fracción IV de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los primeros veintidós días hábiles siguientes al cierre del trimestre de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-u, apegándose al “Manual de Información Estadística por Operación, Ramo o Seguro”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XXI. El SESA de información estadística resumen anual por operación, ramo y subramo, así como Reaseguro tomado y cedido, a que se refiere la fracción V de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los primeros sesenta y cinco días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-v, apegándose al “Manual para el SESA anual por operación, ramo y subramo (FES)”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XXII. El SESAF para la operación afianzadora a que se refiere la fracción I de la Disposición 26.2.4, deberá presentarse dentro de los veintinueve días hábiles siguientes al cierre del ejercicio de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-w, apegándose al “Manual del Sistema Estadístico del Sector Afianzador”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XXIII. El SESAF de información estadística resumen trimestral por ramo y subramo, a que se refiere la fracción II de la Disposición 26.2.4, deberá presentarse dentro de los primeros veintidós días hábiles siguientes al cierre del trimestre de que se trate, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-x, apegándose al “Manual de Información Estadística por Ramo y Subramo”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XXIV. El SESA de información del comportamiento resumen trimestral por operación y ramo, a que se refiere la fracción VI de la Disposición 26.1.4, deberá presentarse dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre, con excepción de la información del cuarto trimestre, misma que deberá presentarse dentro de los primeros veinte días hábiles siguientes al cierre del ejercicio, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-y, apegándose al “Manual de Información del Comportamiento por Operación y Ramo”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.
- XXV. El SESAF de información del comportamiento resumen trimestral por ramo y subramo, a que se refiere la fracción III de la Disposición 26.2.4, deberá presentarse dentro de los quince días hábiles siguientes al cierre de cada trimestre, con excepción de la información del cuarto trimestre, misma que deberá presentarse dentro de los primeros veinte días hábiles siguientes al cierre del ejercicio, en la forma y términos señalados en el Anexo 38.1.9-z, apegándose al “Manual de Información del Comportamiento por Ramo y Subramo”, mismo que se dará a conocer a través de la Página Web de la Comisión.

### 1.6.9 Reporte Regulatorio Sobre Operaciones Contratadas con Terceros RR-9

(Capítulo 38.1.10 de la CUSF)

- I. Dentro de los quince días hábiles posteriores al cierre de cada trimestre, el informe de las contrataciones a que se refiere la Disposición 12.3.2.
- II. Dentro de los quince días hábiles posteriores al cierre del primer trimestre de cada año.
  - Los contratos de prestación de servicios vigentes que tengan celebrados con las personas morales a que se refiere el artículo 102 de la LISF, en caso de que los mismos hayan sido objeto de modificaciones o renovación en el último año, o bien los que correspondan a nuevas contrataciones.
  - La relación actualizada de los empleados y apoderados certificados por la Comisión que la persona moral utilizará en la promoción y venta de productos de seguros objeto de los contratos.

El Reporte Regulatorio sobre Operaciones Contratadas con Terceros (RR-9) se presentará en términos del Anexo 38.1.10, apegándose al procedimiento señalado en los Capítulos 39.1 y 39.3 de las presentes Disposiciones.

# CAPÍTULO 2.

## METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA RESERVA TÉCNICA DE IBNR

---

### 2.1 Introducción

El contenido del presente capítulo establece los aspectos generales que deben cumplir las Instituciones de Seguros y Fianzas en torno a la constitución de la reservas técnicas, empleadas en el ramo de Daños (Automóviles), así como las regulaciones a las que están sujetas por parte de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas con la finalidad de poder hacer frente a las obligaciones futuras hacia los asegurados.

Así mismo, el capítulo aborda una metodología para estimar el valor esperado de las obligaciones para siniestros ocurridos y no reportados para la cual la compañía debe sujetarse a las normativa dispuesta por la CNSF estipulada en la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas (LISF) y Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF).

### 2.2 Reservas Técnicas

El propósito de las reservas es reflejar el monto global de los siniestros últimos que pueden repercutir en los resultados financieros de la empresa a una determinada fecha de valuación. Dado que la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros conocidos que corresponden a los siniestros ocurridos y reportados a las compañías, generalmente ésta no requiere de una estimación actuarial, sino que su monto se basa en la suma de todos los saldos pendientes de cada siniestro (caso por caso). El resto de las reservas de obligaciones pendientes de cumplir sí requiere de una estimación para conocer su monto a una determinada fecha de corte.

#### 2.2.1 Reservas de Riesgos en Curso (RRC)

Reserva de Riesgos en Curso (Capítulo 5.1, disposición 5.1.2 de la CUSF): es la reserva que tiene como objetivo cubrir el valor esperado de las obligaciones futuras derivadas del pago de siniestros, beneficios, valores garantizados, dividendos, gastos de adquisición y administración, así como cualquier otra obligación futura derivada de los contratos de seguro. La RRC incluirá el monto de las primas emitidas por anticipado.

El monto de la reserva de riesgos en curso será igual a la suma de la mejor estimación y de un margen de riesgo, los cuales deberán calcularse por separado (Capítulo 5.1, disposición 5.1.3, anexo I de la CUSF).

Figura 2.1

Componentes técnicos para estimar el monto de la reserva de riesgos en curso



La mejor estimación será igual al valor esperado de los flujos futuros de obligaciones, entendido como la media ponderada por probabilidad de dichos flujos.

En el caso de las pólizas multianuales, la reserva de riesgos en curso será la mejor estimación de las obligaciones futuras del año de vigencia de que se trate, más las primas de tarifa correspondientes a las anualidades futuras acumuladas con el rendimiento a dichas anualidades, durante el tiempo que lleva vigente la póliza, más el margen de riesgo. A las primas correspondientes a las anualidades futuras se les deberá restar el costo de adquisición que en su caso, para efectos contables, se deba registrar al momento de la emisión en forma separada de la reserva (Capítulo 5.1, disposición 5.1.3, anexo II de la CUSF).

La proyección de flujos futuros utilizada en el cálculo de la mejor estimación, considerará la totalidad de los ingresos y egresos en términos brutos (sin deducir los importes recuperables), necesarios para hacer frente a las obligaciones de los contratos de seguro y Reaseguro durante todo su periodo de vigencia, así como otras obligaciones que la institución de Seguros o Sociedad Mutualista asuma con relación a los mismos (Capítulo 5.1, disposición 5.1.3, anexo IV de la CUSF).

Los flujos de ingresos futuros se determinarán como la mejor estimación del valor esperado de los ingresos futuros que tendrá la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por concepto de primas que, de acuerdo a la forma de pago establecida en los contratos que se encuentran en vigor al momento de la valuación, vencerán en el tiempo futuro de vigencia de dichos contratos, así como las recuperaciones, salvamentos y ajustes de menos de las estimaciones de siniestros. No se considerarán como ingresos futuros para estos efectos, las primas que al momento de la valuación se encuentren vencidas y pendientes de pago, ni los pagos fraccionados que se contabilicen bajo el concepto de deudor por prima (Capítulo 5.1, disposición 5.1.3, anexo V de la CUSF).

Los flujos de egresos futuros se determinarán como la mejor estimación del valor esperado de los pagos y gastos futuros que deba realizar la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por concepto de reclamaciones y ajustes de más derivados de los riesgos cubiertos, pagos de dividendos, pagos por rescates, gastos de administración y de adquisición, por los contratos que se encuentran en vigor al momento de la valuación (Capítulo 5.1, disposición 5.1.3, anexo VI de la CUSF).

## **2.2.2 Reserva por Obligaciones Pendientes por Cumplir (OPC)**

La reserva para obligaciones pendientes de cumplir tiene como propósito cubrir el valor esperado de siniestros, beneficios, valores garantizados o dividendos, una vez ocurrida la eventualidad prevista en el contrato de seguro (Capítulo 5.2, disposición 5.2.2 de la CUSF).

La constitución, incremento, valuación y registro de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir que se haga mediante los métodos que se registren para tales efectos las instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, deberá realizarse conforme a lo siguiente seguro (Capítulo 5.2, disposición 5.2.3 de la CUSF):

El monto de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir será igual a la suma de la mejor estimación y de un margen de riesgo, los cuales deberán calcularse por separado y en términos de lo previsto en el presente título (Capítulo 5.2, disposición 5.2.3, anexo I de la CUSF).

En el caso de obligaciones pendientes de cumplir correspondientes a pagos que deberá efectuar la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por concepto de siniestros reportados, dotalidades vencidas, rentas vencidas, valores garantizados y dividendos devengados, entre otros, cuyo monto a pagar esté determinado al momento de la valuación y no sea susceptible de tener ajustes en el futuro, la mejor estimación, para efectos de la constitución de la reserva, será el monto que corresponda a cada una de las obligaciones conocidas al momento de la valuación. Para estos efectos, se entenderá como dividendos devengados el monto futuro que debe pagar la Institución de Seguros, cuando se haya comprometido con los contratantes o asegurados, en los contratos de seguro respectivos, a darle una participación en las utilidades que se deriven del comportamiento favorable en las hipótesis con que se determinaron las primas.

En el caso de que se trate de una obligación futura que será pagadera a plazos, la mejor estimación, para efectos de la constitución de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir, corresponderá al monto estimado del valor actual de los flujos futuros de pagos, descontados empleando las curvas de tasas de interés libres de riesgo de mercado para cada moneda o unidad monetaria conforme a lo señalado en la fracción II de la Disposición 5.1.3, más el margen de riesgo calculado conforme a lo establecido en las disposiciones del Capítulo 5.4. (Capítulo 5.2, disposición 5.2.3, anexo II de la CUSF).

## **2.2.3 Reserva por Siniestros Ocurridos y No Reportados (IBNR)**

La reserva por siniestros ocurridos y no reportados forma parte de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir, la cual deben constituir las empresas de seguros en su pasivo, para que en conjunto puedan reflejar con mayor fidelidad el valor a pagar por siniestros ocurridos. Los siniestros ocurridos pero no reportados, son aquellos eventos que se producen en un intervalo de tiempo, durante la vigencia de la póliza, pero que se conocen con posterioridad a la fecha de cierre o de valuación de un periodo contable.

En el caso de obligaciones pendientes de cumplir por siniestros que habiendo ya ocurrido a la fecha de valuación aún no han sido reportados o no han sido completamente reportados, así como sus gastos de ajuste, salvamentos y recuperaciones, la reserva al momento de la valuación se determinará como la mejor estimación de las obligaciones futuras correspondientes a dichos tipos de

siniestros, ajustes, salvamentos y recuperaciones, más el margen de riesgo calculado conforme al Capítulo 5.4.

Se entenderá que un siniestro no ha sido completamente reportado, cuando habiendo ocurrido en fechas anteriores a la fecha de valuación, de dicho siniestro se puedan derivar reclamaciones complementarias futuras o ajustes a las estimaciones inicialmente realizadas a dicho siniestro.

Para estos efectos la mejor estimación deberá apegarse a lo siguiente:

Se deberá realizar con base en el valor actual de los flujos futuros de pagos de siniestros y sus respectivos gastos de ajuste, incluyendo el monto estimado de salvamentos y recuperaciones asociados a dichos siniestros;

El valor actual de los flujos futuros de pagos deberá calcularse utilizando como tasas de descuento, las correspondientes a la curva de tasas de interés libres de riesgo de mercado para cada moneda o unidad monetaria conforme a lo señalado en la fracción II de la Disposición 5.1.3, y

La mejor estimación para efectos de determinar la reserva para obligaciones pendientes de cumplir corresponderá al valor esperado de los flujos futuros de pagos, calculados conforme al inciso anterior. El monto estimado en términos de lo indicado en esta fracción, una vez incluido el margen de riesgo correspondiente, se denominará “reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos no reportados y de gastos de ajuste asignados al siniestro”; (Capítulo 5.2, disposición 5.2.3, anexo III de la CUSF).

Figura 2.2

Componentes técnicos para estimar el monto de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados



### 2.3 Marco regulatorio

Con independencia del registro a que se refiere el artículo 219 de la LISF, cuando la Comisión determine que el método actuarial empleado por una Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no refleja adecuadamente el nivel que corresponde al valor medio de los flujos de obligaciones futuras que deben ser cubiertos por su reserva de riesgos en curso o su reserva para obligaciones pendientes de cumplir, o bien, cuando la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no cuente con un método actuarial registrado, otorgará a la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate un plazo de treinta días naturales a partir de la notificación de dicha determinación, para que efectúe los ajustes necesarios.

En el caso de que la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no lleve a cabo los ajustes ordenados en el plazo señalado, la Comisión le requerirá un plan de regularización en términos del artículo 321 de la LISF y del Título 28 de estas Disposiciones, y le asignará un método actuarial, así como los parámetros financieros y técnicos que la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista deberá emplear para la constitución y valuación de dichas reservas técnicas en adelante «Método Estatutario».

El Método Estatutario servirá de base para que la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, calcule y registre contablemente las referidas reservas técnicas, en tanto efectúa los ajustes necesarios. La Institución de Seguros o Sociedad Mutualista que se ubique en el supuesto de la presente Disposición, deberá aplicar, para efectos de valuación de sus reservas, los parámetros financieros y técnicos determinados con la información del mercado, que se indican en los Anexos 5.3.1, 5.3.3-a y 5.3.3-b. (Capítulo 5.3, disposición 5.3.1 de la CUSF).

### 2.3.1 Fundamentos legales

Para la constitución y valuación de las reservas técnicas a que se refieren las fracciones I, incisos a), numerales 1, 2 y 3, b) y c), y II, del artículo 217 de la LISF, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán registrar ante la Comisión, de conformidad con las presentes Disposiciones, los métodos actuariales en que basen sus estimaciones. (Capítulo 5.5, disposición 5.5.1 de la CUSF).

Los métodos actuariales a que se refiere esta fracción deberán cumplir con los siguientes requisitos: Apegarse a lo previsto en el artículo 218 de la LISF y a las presentes Disposiciones; (Capítulo 5.5, disposición 5.5.1, fracción I de la CUSF).

Ser elaborados y firmados por un actuario con cédula profesional, que además cuente con la certificación vigente emitida para este propósito por el colegio profesional de la especialidad o que acredite ante la Comisión que tiene los conocimientos requeridos para este efecto, y contar con el registro a que se refiere el Capítulo 30.3 de estas Disposiciones, y (Capítulo 5.5, disposición 5.5.1, fracción II de la CUSF).

Que cuenten con un dictamen favorable de que cumplen con lo establecido en el artículo 218 de la LISF y en las presentes Disposiciones, elaborado y firmado por un actuario independiente que cuente con la certificación vigente emitida para este propósito por el colegio profesional de la especialidad o que acredite ante la Comisión que tiene los conocimientos requeridos para este efecto, y que cuente con el registro a que se refiere el Capítulo 30.2 de estas Disposiciones (Capítulo 5.5, disposición 5.5.1, fracción III de la CUSF).

En términos de los Capítulos 5.1 y 5.2 de estas Disposiciones, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas valuarán las reservas técnicas a que se refiere la Disposición 5.5.1 mediante un método actuarial, el cual deberá someterse a registro ante la Comisión. Para efectos de dicho registro, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán presentar una nota técnica que contenga lo siguiente: (Capítulo 5.5, disposición 5.5.2 de la CUSF).

1. Las fórmulas, parámetros, desarrollos y procedimientos actuariales de cálculo de la mejor estimación de las obligaciones futuras, así como los procedimientos para estimar las

desviaciones que se utilizarán para calcular la base de capital y la duración a que se refiere la Disposición 5.4.4, para efectos del cálculo del margen de riesgo que conformará la reserva de que se trate; (Capítulo 5.5, disposición 5.5.2, fracción I de la CUSF).

2. La información estadística y los supuestos que se utilizaron para determinar los diversos parámetros del método actuarial con que se valorará la reserva de que se trate. (Capítulo 5.5, disposición 5.5.2, fracción II de la CUSF).
3. El procedimiento y resultados correspondientes a la prueba retrospectiva (prueba de back-testing) mediante la cual se verifica sobre bases continuas el adecuado funcionamiento del método actuarial. (Capítulo 5.5, disposición 5.5.2, fracción III de la CUSF).

Los métodos actuariales que registren las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas para la valuación de las reservas técnicas a que se refiere la Disposición 5.5.1, deberán basarse en información estadística, propia o de mercado, que sea oportuna, confiable, homogénea y suficiente. (Capítulo 5.5, disposición 5.5.3 de la CUSF).

### 2.3.2 Propósito y alcance

La Aseguradora ha constituido la reserva de las operaciones de Daños para el ramo de automóviles, de acuerdo a los procedimientos técnicos y disposiciones legales vigentes. La decisión de implementar esta metodología para el ramo de automóviles, obedece a que este ramo consta de una estadística de siniestros bastante robusta en cuanto a frecuencia.

## 2.4 Metodología para el ajuste de la reserva por Siniestros Ocurridos y No Reportados

En esta sección, se describe la metodología “Chain-Ladder” aplicable a las reserva IBNR del ramo de automóviles, de acuerdo a la experiencia de siniestralidad. Se calculará la reserva con el total de información de siniestralidad, misma que se acomodará en un arreglo matricial de tamaño  $m$  (periodo de origen)  $\times$   $n$  (periodo de desarrollo). El monto de la reserva IBNR, será el resultado del cálculo de la metodología, misma que tiene el objetivo de garantizar que dicho monto sea el valor esperado de las obligaciones futuras.

### 2.4.1 Definición de variables

**Periodo:** Año, Semestre, Trimestre o Mes que se tomará como base para el desarrollo del modelo; esté se determinará dependiendo de la estimación del valor esperado de las obligaciones por concepto de IBNR.

**Trimestre de Ocurrido:** Corresponde al trimestre en el cual ocurrió el siniestro.

**Trimestre de Movimiento:** Corresponde al trimestre en el cual la compañía conoce y reconoce el monto del siniestro.

**Periodo de Origen:** Corresponde al periodo objeto del análisis, en el cual se presenta la ocurrencia del siniestro.

**Periodo de Desarrollo:** Es el periodo objeto del análisis, en el cual se reconocen las reclamaciones de la siniestralidad ocurrida en el periodo de origen.

**Ocurrido:** monto de la estimación, ajuste de más y/o ajuste de menos derivado de la ocurrencia de un siniestro, dicho monto es neto de deducibles, salvamentos y recuperaciones.

**BEL:** conocido como el mejor estimador, es el valor medio de las obligaciones futuras de una compañía que forma parte de la reserva.

**Desviación:** al valor estimado de la desviación de las obligaciones futuras asociadas a la reserva. En este caso la desviación se va a definir como la diferencia del cuantil 99.5 – cuantil asociado a la media.

**Duración:** corresponder a una estimación del plazo en que se extinguirán los flujos de obligaciones por vencimiento, reclamación o cancelación de dichas obligaciones futuras de la operación, ramo o tipo de seguro respectivo.

**Margen de Riesgo:** será el monto que, aunado a la mejor estimación, garantice que el monto de las reservas técnicas sea equivalente al que las Instituciones de Seguros requerirán para asumir y hacer frente a sus obligaciones.

**Requerimiento de Capital de Solvencia:** es el requerimiento de los recursos patrimoniales, adicional a la Base de Inversión, con los que la institución debe contar para hacer frente a las obligaciones con los asegurados, derivados de desviaciones no esperadas relacionadas con los riesgos técnicos, de reaseguro, financieros y operativos. Las inversiones que respaldan este requerimiento deben encontrarse en condiciones adecuadas de seguridad y liquidez conforme a la regulación aplicable.

Base de Capital:

#### 2.4.2 Información estadística

El cálculo del mejor estimador de la reserva IBNR, debe basarse en información oportuna, confiable, homogénea y suficiente. Por lo cual la información del modelo corresponde a la experiencia de los últimos  $n$  años en el ramo de automóviles. A partir de la fecha de valuación que se trate, se da lugar a una matriz de siniestralidad agrupada por periodos de ocurrencia de siniestros y periodos de desarrollo, donde estos últimos, corresponden a los movimientos de apertura de la reserva, movimientos de ajustes de más o de menos neta de los movimientos de recuperaciones, salvamentos y deducibles.

#### 2.5 Modelo Chain-Ladder aplicado en la Reserva Técnica IBNR

Con base en la estadística de siniestralidad reclamada, la cual ha sido registrada por trimestre de origen  $i$  y por trimestre de desarrollo  $j$ , se acomodan los montos de ocurrido en un arreglo matricial de tamaño  $20 \times 20$ , donde:

## 1. Ocurrido trimestral

Se calculan las sumas de los montos de ocurrido correspondientes al trimestre de ocurrido  $I$  y trimestre de movimiento  $\hat{j}$ :

### Fórmula 2.1

$$MTO'_I^{\hat{j}} = \sum_{\{mto_k | focu[mto_k]=I \wedge fmov[mto_k]=\hat{j}\}} mto_k \quad \forall I, \hat{j} = 1, \dots, n$$

$MTO'_I^{\hat{j}}$ : Suma de los montos de estimación, ajuste de más o ajuste de menos  $k$ , correspondientes al trimestre de ocurrido  $I$  y trimestre de movimiento  $\hat{j}$ .

$focu[mto_k]$ : Trimestre de ocurrido del siniestro con monto  $mto_k$ .

$fmov[mto_k]$ : Trimestre de movimiento del siniestro con monto  $mto_k$ .

$mto_k$ : Monto de la estimación, ajuste de más o ajuste de menos  $k$ .

## 2. Factores de Desarrollo

Se obtiene el trimestre de desarrollo de los montos del trimestre de ocurrido  $I$  y del trimestre de movimiento  $\hat{j}$ :

### Fórmula 2.2

$$J = fdes \left[ MTO'_I^{\hat{j}} \right] = \hat{j} - I + 1$$

Además: 
$$MTO_I^J = MTO'_I^{\hat{j}-I+1}$$

$MTO_I^J$ : Suma de los montos de ocurrido correspondientes al trimestre de ocurrido  $I$  y al trimestre de desarrollo  $J$ .

Cuadro 2.1  
Siniestralidad

TRIÁNGULO DE SINIESTRALIDAD									
ORIGEN	DESARROLLO								
	1	2	...	J	...	...	...	19	20
1	$MTO_1^1$	$MTO_1^2$	...	$MTO_1^J$	...	...	...	$MTO_1^{19}$	$MTO_1^{20}$
2	$MTO_2^1$	$MTO_2^2$	...	$MTO_2^J$	...	...	...	$MTO_2^{19}$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
I	$MTO_I^1$	$MTO_I^2$	...	$MTO_I^J$	...	⋮			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			
				⋮					
			⋮						
			⋮						
19	$MTO_{19}^1$	$MTO_{19}^2$							
20	$MTO_{20}^1$								

3. Ocurrido Acumulado

Se acumulan los  $MTO_I^J$  para cada trimestre de ocurrido  $I$  y del trimestre de desarrollo  $J$ :

Fórmula 2.3

$$\overline{MTO}_I^J = \sum_{i=1}^J MTO_I^i \quad \forall I = 1, \dots, 20; J \leq 21 - I$$

Cuadro 2.2  
Siniestralidad Acumulada

TRIÁNGULO ACUMULADO DE SINIESTRALIDAD									
ORIGEN	DESARROLLO								
	1	2	...	J	...	...	...	19	20
1	$\overline{MTO}_1^1$	$\overline{MTO}_1^2$	...	$\overline{MTO}_1^J$	...	...	...	$\overline{MTO}_1^{19}$	$\overline{MTO}_1^{20}$
2	$\overline{MTO}_2^1$	$\overline{MTO}_2^2$	...	$\overline{MTO}_2^J$	...	...	...	$\overline{MTO}_2^{19}$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
I	$\overline{MTO}_I^1$	$\overline{MTO}_I^2$	...	$\overline{MTO}_I^J$	...	⋮			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			
				⋮					
			⋮						
			⋮						
19	$\overline{MTO}_{19}^1$	$\overline{MTO}_{19}^2$							
20	$\overline{MTO}_{20}^1$								

4. Factores de Crecimiento

Se calcula el factor de crecimiento entre los montos  $\overline{MTO}_I^J$ :

**Fórmula 2.4**

$$\varphi_I^J = \frac{\overline{MTO}_I^J}{\overline{MTO}_I^{J-1}} \quad \forall I = 1, \dots, 20; \quad \forall J = 2, \dots, 20 \cap J \leq 21 - I$$

$$\varphi_I^1 = 1 \quad \forall I = 1, \dots, 20$$

$\varphi_I^J$ : Factor de crecimiento entre los montos acumulados del trimestre de desarrollo  $J$  al trimestre de desarrollo  $J + 1$  para el trimestre de ocurrido  $I$ .

**Cuadro 2.3**  
**Factores de Crecimiento**

<b>TRIÁNGULO DE FACTORES DE CRECIMIENTO</b>										
<b>ORIGEN</b>	<b>DESARROLLO</b>									
	<b>1</b>	<b>2</b>		...	<b>J</b>	...		...	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>1</b>	$\varphi_1^1$	$\varphi_1^2$		...	$\varphi_1^J$	...		...	$\varphi_1^{19}$	$\varphi_1^{20}$
<b>2</b>	$\varphi_2^1$	$\varphi_2^2$		...	$\varphi_2^J$	...		...	$\varphi_2^{19}$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\ddots$		
<b>I</b>	$\varphi_I^1$	$\varphi_I^2$		...	$\varphi_I^J$	...	$\ddots$			
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$				
				$\ddots$						
				$\ddots$						
			$\ddots$							
<b>19</b>	$\varphi_{19}^1$	$\varphi_{19}^2$								
<b>20</b>	$\varphi_{20}^1$									

**5. Re Muestreo de Factores de Crecimiento**

El triángulo inferior de la matriz de factores de siniestralidad se llena por medio de un proceso de re muestreo:

**5.1 Probabilidades de Reemplazo**

Se construye un triángulo de probabilidades para considerar los últimos 12 registros por columna para las que tienen 12 o más factores, o todos los factores por columna para las que tienen menos de 12 factores:

**Fórmula 2.5**

$$q_I^J = \begin{cases} \frac{1}{12} & \text{si } 2 \leq J \leq 9; 8 - J + 2 \leq I \leq 20 - J + 1 \\ \frac{1}{20 - J + 1} & \text{si } 10 \leq J \leq 20; 1 \leq I \leq 20 - J + 1 \\ 0 & \text{e. o. c} \end{cases}$$

De tal forma que:

$$\sum_{I=1}^{20-J+1} q_I^J = 1 \quad \forall J = 2, \dots, 20$$

Cuadro 2.4

**Probabilidad de Reemplazo**

TRIÁNGULO DE PROBABILIDAD DE REEMPLAZO										
ORIGEN	DESARROLLO									
	1	2		...	J	...		...	19	20
1	$q_1^1$	$q_1^2$		...	$q_1^J$	...		...	$q_1^{19}$	$q_1^{20}$
2	$q_2^1$	$q_2^2$		...	$q_2^J$	...		...	$q_2^{19}$	
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮		
I	$q_I^1$	$q_I^2$		...	$q_I^J$	...	⋮			
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮				
					⋮					
				⋮						
			⋮							
19	$q_{19}^1$	$q_{19}^2$								
20	$q_{20}^1$									

$q_I^J$ : La probabilidad de obtener el factor  $\varphi_I^J$  con  $I < 20 - J + 1$ ,  $I = 1, \dots, 20$  y  $J = 2, \dots, 20$ .

**5.2 Selección de Factores de Crecimiento por re muestro con reemplazo**

Se seleccionan aleatoriamente con reemplazo  $J - 1$  factores de los  $20 - J + 1$  factores  $\varphi_I^J$  de la columna  $J$  con probabilidad  $q_I^J$ , con  $1 < J \leq 20$ . Se realiza el proceso B veces, obteniendo así B matrices distintas, esto es al menos 100,000 simulaciones.

Cuadro 2.5  
Matriz B Factores de Crecimiento

MATRIZ B DE FACTORES DE CRECIMIENTO										
ORIGEN	DESARROLLO									
	1	2		...	J	...		...	19	20
1	$\varphi_1^1$	$\varphi_1^2$		...	$\varphi_1^J$	...		...	$\varphi_1^{19}$	$\varphi_1^{20}$
2	$\varphi_2^1$	$\varphi_2^2$		...	$\varphi_2^J$	...		...	$\varphi_2^{19}$	$\hat{\varphi}_{2b}^{20}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
I	$\varphi_I^1$	$\varphi_I^2$		...	$\varphi_I^J$	...	⋮		$\hat{\varphi}_{Ib}^{19}$	$\hat{\varphi}_{Ib}^{20}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
					⋮			⋮		
				⋮				⋮		
			⋮		⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
19	$\varphi_{19}^1$	$\varphi_{19}^2$		...	$\hat{\varphi}_{19b}^J$	...		...	$\hat{\varphi}_{19b}^{19}$	$\hat{\varphi}_{19b}^{20}$
20	$\varphi_{20}^1$	$\hat{\varphi}_{20b}^2$		...	$\hat{\varphi}_{20b}^J$	...		...	$\hat{\varphi}_{20b}^{19}$	$\hat{\varphi}_{20b}^{20}$

$\hat{\varphi}_{Ib}^J$ : El factor elegido aleatoriamente con reemplazo del conjunto factores  $\{\varphi_I^J | I \leq 21 - J\} \quad \forall J = 2, \dots, 20$  en la simulación  $b$ .

### 5.3 Producto de Factores de Crecimiento

Se realiza el producto de los factores  $\hat{\varphi}_{Ib}^J$  para cada trimestre de ocurrido  $I$  en cada simulación:

Fórmula 2.6

$$\hat{\varphi}_{Ib} = \begin{cases} \prod_{J>21-I} \hat{\varphi}_{Ib}^J & \text{si } I = 2, \dots, 20 \\ 1 & \text{si } I = 1 \end{cases}$$

$\hat{\varphi}_I$ : Factor acumulado, con  $I = 2, \dots, 20$ .

## 5.4 Siniestralidad Última

Se multiplica el factor acumulado  $\hat{\phi}_{I_b}$  por el último valor observado del triángulo acumulado de siniestralidad:

### Fórmula 2.7

$$\overline{MTO}_{I_b} = \hat{\phi}_{I_b} \cdot \overline{MTO}_I^{21-I} \quad \forall I = 2, \dots, 20$$

$\overline{MTO}_{I_b}$ : Siniestralidad ocurrida última en la simulación  $b$  para el trimestre de desarrollo 20 del trimestre de ocurrencia  $I$ .

## 5.5 Siniestralidad Futura

Se calcula la siniestralidad futura para cada simulación  $b$ :

### Fórmula 2.8

$$S_b = \left( \sum_{I=2}^{20} (\overline{MTO}_{I_b} - \overline{MTO}_I^{21-I}) \right) \cdot (1 + GAAS)$$

$GAAS$ : Porcentaje de gastos de ajuste asignados al siniestro.

### 2.5.1 BEL - Mejor Estimador

El mejor estimador de los siniestros futuros para IBNR se determina como:

### Fórmula 2.9

$$BEL^{IBNR} = \mathbb{E}[S_b]$$

### 2.5.2 Desviación

Para estimar la desviación:

1. Se calcula el estadístico de  $S_b$  en el que se acumula el 99.5% de probabilidad:

### Fórmula 2.10

$$BEL^{IBNR,99.5\%} = Q99.5_{S_b}$$

2. La desviación se calcula con la diferencia entre el estadístico donde se acumula el 99.5% y el mejor estimador de las obligaciones futuras:

**Fórmula 2.11**

$$Desv^{IBNR} = BEL^{IBNR,99.5\%} - BEL^{IBNR}$$

**2.5.3 Duración**

1. Utilizando las matrices de factores de crecimiento descritas en la sección 5.2, se obtiene la matriz promedio de los factores de crecimiento:

Cuadro 2.6

**Matriz de Factores de Siniestralidad Promedio**

<b>MATRIZ DE FACTORES DE SINIESTRALIDAD PROMEDIO</b>										
<b>ORIGEN</b>	<b>DESARROLLO</b>									
	<b>1</b>	<b>2</b>		...	<b>J</b>	...		...	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>1</b>	$\varphi_1^1$	$\varphi_1^2$		...	$\varphi_1^J$	...		...	$\varphi_1^{19}$	$\varphi_1^{20}$
<b>2</b>	$\varphi_2^1$	$\varphi_2^2$		...	$\varphi_2^J$	...		...	$\varphi_2^{19}$	$\varphi_2^{20}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
<b>I</b>	$\varphi_I^1$	$\varphi_I^2$		...	$\varphi_I^J$	...	$\ddots$		$\hat{\varphi}_I^{19}$	$\hat{\varphi}_I^{20}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$			$\vdots$	$\vdots$
					$\ddots$			$\ddots$		
				$\ddots$				$\ddots$		
			$\ddots$		$\vdots$	$\ddots$			$\vdots$	$\vdots$
<b>19</b>	$\varphi_{19}^1$	$\varphi_{19}^2$		...	$\hat{\varphi}_{19}^J$	...		...	$\hat{\varphi}_{19}^{19}$	$\hat{\varphi}_{19}^{20}$
<b>20</b>	$\varphi_{20}^1$	$\hat{\varphi}_{20}^2$		...	$\hat{\varphi}_{20}^J$	...		...	$\hat{\varphi}_{20}^{19}$	$\hat{\varphi}_{20}^{20}$

$$\hat{\varphi}_I^J = E[\hat{\varphi}_{I,b}^J] \quad \forall I = 2, \dots, 20; \quad \forall J = 2, \dots, 20 \cap J > 21 - I$$

$\hat{\varphi}_I^J$ : Factor esperado para el trimestre de ocurrido  $I$  y el trimestre de desarrollo  $J$ .

- g. Se calculan los factores acumulados como el producto de factores  $\hat{\varphi}_I^J$  que se encuentran después de la diagonal hasta el trimestre de desarrollo  $J$ :

$$\hat{\varphi}_I^J = \prod_{i=22-I}^J \hat{\varphi}_I^i \quad \forall I = 2, \dots, 20; \quad \forall J = 2, \dots, 20 \cap J > 21 - I$$

- h. Se obtienen los montos acumulados de ocurrido esperados del trimestre de ocurrido  $I$  y del trimestre de desarrollo  $J$ :

$$\widehat{MTO}_I^J = \widehat{\varphi}_I^J \cdot \widehat{MTO}_I^{21-I} \quad \forall I = 2, \dots, 20; J > 21 - I$$

- i. Se calculan los montos de ocurrido esperados del trimestre de ocurrido  $I$  y del trimestre de desarrollo  $J$ .

$$\widehat{MTO}_I^J = \widehat{MTO}_I^{J+1} - \widehat{MTO}_I^J$$

- j. Se reacomoda la matriz de siniestralidad en términos de trimestres de movimiento para los montos de ocurrido esperados:

Cuadro 2.7  
**Matriz de Factores de Siniestralidad Promedio (Re ajustada)**

MATRIZ DE SINIESTRALIDAD PROMEDIO																
ORIGEN	DESARROLLO															
	1	2	...								20	21	...	37	38	39
1	$MTO_1^1$	$MTO_1^2$	...								$MTO_1^{20}$					
2		$MTO_2^2$	...								$MTO_2^{19}$	$MTO_2^{20}$				
⋮			⋮	⋮							⋮					
I					$MTO_I^I$	...										
⋮											⋮					
19											$MTO_{19}^{19}$	$MTO_{19}^{20}$	...	$MTO_{19}^{37}$	$MTO_{19}^{38}$	
20											$MTO_{20}^{19}$	$MTO_{20}^{20}$	...	$MTO_{20}^{37}$	$MTO_{20}^{38}$	$MTO_{20}^{39}$

- k. Se suman los montos estimados para cada trimestre de los próximos 5 años:

$$mtoest^L = \left\{ \sum_{\{MTO_i^j | i+j-1=L\}} \widehat{MTO}_i^j \quad \forall L = 21, \dots, 39 \right.$$

- l. Se calculan los montos estimados anuales como:

**Fórmula 2.12**

$MTOEST^A$ : corresponde a la suma de flujos trimestrales, se consideran 4 trimestres para conformar los 4 primeros años y 3 trimestres para el último año, con esto obtenemos el flujo anual.

$$MTOEST^A = \begin{cases} \sum_{L=21}^{24} mtoest^L & \text{si } A = 1 \\ \sum_{L=25}^{28} mtoest^L & \text{si } A = 2 \\ \sum_{L=29}^{32} mtoest^L & \text{si } A = 3 \\ \sum_{L=33}^{36} mtoest^L & \text{si } A = 4 \\ \sum_{L=37}^{40} mtoest^L & \text{si } A = 5 \end{cases}$$

$$MTOEST^A \forall A = 1, \dots, 5$$

m. Se calcula la duración de IBNR:

**Fórmula 2.13**

$$Dur^{IBNR} = \frac{\sum_{T=t}^5 v^{T-1} \cdot MTOEST^T_b}{\sum_{t=1}^5 MTOEST^t_b}$$

$$\text{donde; } v^t = \frac{1}{(1 + i_t)^t} \quad v^0 = 1$$

$i_t$ : Tasa libre de riesgo del año  $t$ .

**2.5.4 Margen de Riesgo**

Para el cálculo del margen de riesgo:

1. Se calcula el porcentaje de desviación correspondiente al ramo para SONR:

#### Fórmula 2.14

$$PDesv^{IBNR} = \frac{Desv^{IBNR}}{DesvTot}$$

*DesvTot*: La suma de las desviaciones de todos los ramos de la compañía, tanto para SONR como para RRC.

2. Se calcula la base de capital

#### Fórmula 2.15

$$BC^{IBNR} = PDesv^{IBNR} \cdot RCS$$

*RCS*: El requerimiento de capital de solvencia de la compañía.

3. Se calcula el margen de riesgo como:

#### Fórmula 2.16

$$MR^{IBNR} = BC^{IBNR} \cdot R \cdot Dur^{IBNR}$$

R : Tasa de costo neto de capital que la Compañía deberá emplear para el cálculo del margen de riesgo conforme a la Circular Única de Seguros y Fianzas

### 2.5.5 Saldo IBNR

El cálculo de la Reserva SONR estará determinado por la suma del mejor estimador de las obligaciones pendientes de cumplir para siniestros no reportados o que no hayan sido completamente reportados y su margen de riesgo:

#### Fórmula 2.17

$$IBNR = BEL^{IBNR} + MR^{IBNR}$$

## **CAPÍTULO 3.**

### **AJUSTE DE LA RESERVA TÉCNICA DE IBNR**

---

#### **3.1 Introducción**

En el siguiente capítulo se realizará el planteamiento de un caso práctico donde se aplica la metodología Chain-Ladder, descrita en el capítulo 2, con la finalidad de obtener el saldo de la reserva IBNR, el cual corresponde al valor medio de las obligaciones de una compañía más un margen de riesgo de la compañía para los siniestros ocurridos y no reportados en un horizonte de tiempo.

#### **3.2 Descripción del caso práctico**

El objetivo del siguiente ejemplo es describir la metodología planteada en el capítulo II para la estimación de la reserva IBNR. Dicha metodología consiste en acomodar los montos de siniestros conocidos respecto a su fecha de ocurrencia y la fecha de desarrollo en un triángulo (esta metodología es conocida como Chain-Ladder). Posteriormente se obtienen los factores de crecimiento para obtener un estimado de los montos de siniestros que no se conocen (parte inferior del triángulo, después de realizar algunos cálculos se hace un re muestreo con reemplazo en un determinado número de simulaciones y por último se obtiene la siniestralidad última para conocer el monto de las obligaciones por siniestros ocurridos pero no reportados.

#### **3.3 Aplicación Metodología Chain-Ladder IBNR**

##### **3.3.1 Planteamiento**

Las compañías aseguradoras tienen la obligación de reservar una parte de la prima que cobran del contrato del seguro para poder hacer frente a sus reclamaciones futuras de sus asegurados. Dicha obligación debe estar sustentada en una metodología que haya sido aprobada por el regulador, ya que debe cumplir con que la cantidad reservada al menos sea el valor medio de las obligaciones futuras más un margen de riesgo conforme a lo estipulado en la regulación.

##### **3.3.2 Información**

Para la reserva de Siniestros ocurridos pero no reportados se usará la información obtenida de la experiencia de la compañía, desde el año 2014 hasta el año 2018. Dicha información se acomodará en agrupaciones trimestrales en un arreglo matricial de tamaño 20 x 20.

### 3.3.3 Mejor Estimador IBNR

Para construir la matriz de siniestralidad, el primer paso es obtener los montos de ocurrido agrupados por trimestre de ocurrencia y trimestre de movimiento, mismos que se obtienen al aplicar la **Fórmula 2.1**.

Una vez que se tiene la información de los montos de ocurrido se procede a calcular los factores de desarrollo a partir de la **Fórmula 2.2**.

#### Fórmula 2.2

$$J = fdes \left[ MTO'_i^J \right] = \hat{J} - I + 1$$

Al tener el monto de ocurrido agrupado en trimestres de ocurrencia y el factor de desarrollo se llena la matriz de siniestralidad.

Cuadro 3.1  
Siniestralidad

Origen	Desarrollo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
201401	150,613	10,012	14,167	7,462	4,829	2,472	1,930	916	1,260	269	267	29	203	27	169	63	206	51	3	1
201402	157,875	3,566	18,343	12,208	3,748	3,305	877	1,518	751	475	268	557	132	636	34	43	19	44	41	
201403	160,115	11,212	23,057	8,426	4,994	660	1,610	611	861	662	454	166	78	337	22	7	219	201		
201404	156,045	23,144	18,109	9,379	2,831	3,619	1,742	1,236	673	324	194	252	439	199	12	122	63			
201501	149,740	34,171	22,114	6,117	7,168	2,393	2,288	522	1,458	993	155	345	357	47	279	65				
201502	135,555	42,675	14,434	9,038	3,958	2,985	2,097	2,539	1,814	34	265	395	46	56	410					
201503	144,291	44,364	22,906	8,908	7,289	3,321	2,231	1,214	1,524	1,179	50	152	193	174						
201504	191,290	19,356	21,266	12,974	6,668	3,988	2,314	2,330	311	503	379	279	159							
201601	188,842	28,002	28,560	14,764	6,533	3,256	4,459	2,324	922	580	431	76								
201602	198,226	19,175	18,265	12,542	5,615	3,839	3,624	556	2,677	879	270									
201603	217,525	21,514	14,784	11,143	8,821	5,418	720	2,354	3,064	636										
201604	221,872	18,844	16,628	12,696	7,518	379	2,483	2,916	2,389											
201701	226,599	20,856	21,259	14,229	3,698	3,520	960	3,283												
201702	231,565	9,827	20,322	7,938	5,538	2,451	2,141													
201703	246,466	14,404	18,524	9,142	4,468	3,913														
201704	268,500	9,633	16,339	7,922	7,204															
201801	283,268	5,926	16,635	8,365																
201802	259,654	12,087	6,831																	
201803	287,966	17,040																		
201804	301,985																			

A partir de la matriz del **Cuadro 3.1 “Siniestralidad”** se acumulan los montos por cada trimestre de origen y periodo de desarrollo aplicando la **Fórmula 2.3**.

#### Fórmula 2.3

$$\overline{MTO}_i^J = \sum_{i=1}^J MTO_i^i \quad \forall I = 1, \dots, 20 ; J \leq 21 - I$$

El siguiente cuadro muestra el resultado de la siniestralidad acumulada agrupada por trimestre de origen y periodo de desarrollo.

**Cuadro 3.2**  
**Siniestralidad Acumulada**

Origen	Desarrollo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
201401	150,613	160,625	174,792	182,254	187,083	189,555	191,485	192,400	193,660	193,929	194,196	194,225	194,428	194,455	194,624	194,688	194,894	194,945	194,947	194,948
201402	157,875	161,441	179,784	191,992	195,739	199,043	199,920	201,438	202,189	202,665	202,933	203,490	203,622	204,258	204,292	204,335	204,354	204,398	204,357	
201403	160,115	171,326	194,383	202,809	207,803	208,463	210,073	210,683	211,545	212,207	212,661	212,827	212,905	213,242	213,264	213,257	213,477	213,275		
201404	156,045	179,189	197,298	206,677	209,507	213,127	214,869	216,105	216,778	217,101	217,295	217,547	217,986	218,185	218,197	218,319	218,256			
201501	149,740	183,910	206,025	212,141	219,309	221,703	223,991	224,513	225,971	226,963	227,118	227,464	227,821	227,868	228,147	228,211				
201502	135,555	178,231	192,665	201,703	205,661	208,645	210,743	213,282	215,096	215,062	215,327	215,722	215,768	215,824	216,234					
201503	144,291	188,654	211,560	220,468	227,757	231,079	233,310	234,524	236,047	237,226	237,276	237,428	237,621	237,795						
201504	191,290	210,646	231,912	244,885	251,554	255,542	257,856	260,187	260,498	261,002	261,380	261,659	261,818							
201601	188,842	216,845	245,405	260,168	266,701	269,957	274,415	276,740	277,662	278,241	278,672	278,748								
201602	198,226	217,401	235,666	248,208	253,823	257,662	261,296	261,852	264,529	265,408	265,678									
201603	217,525	239,039	253,824	264,967	273,788	279,206	279,926	282,279	285,343	285,980										
201604	221,872	240,716	257,344	270,040	277,557	277,937	280,420	283,336	285,725											
201701	226,599	247,455	268,714	282,943	286,641	290,162	291,121	294,405												
201702	231,565	241,391	261,713	269,652	275,190	277,641	279,782													
201703	246,466	260,870	279,394	288,536	293,005	296,918														
201704	268,500	278,133	294,472	302,394	309,599															
201801	283,268	289,194	305,828	314,193																
201802	259,654	271,741	264,910																	
201803	287,966	270,926																		
201804	301,985																			

Ahora, se calculan los factores de crecimiento al aplicar la **Fórmula 2.4** a la siniestralidad acumulada mostrada en el **Cuadro 3.2**. A continuación se muestra la matriz de factores de crecimiento.

**Fórmula 2.4**

$$\varphi_I^J = \frac{\overline{MTO}_I^J}{\overline{MTO}_I^{J-1}} \quad \forall I = 1, \dots, 20; \quad \forall J = 2, \dots, 20 \cap J \leq 21 - I$$

$$\varphi_I^1 = 1 \quad \forall I = 1, \dots, 20$$

**Cuadro 3.3**  
**Factores de Crecimiento**

Origen	Desarrollo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
201401	1	1.0665	1.0882	1.0427	1.0265	1.0132	1.0102	1.0048	1.0065	1.0014	1.0014	1.0002	1.0010	1.0001	1.0009	1.0003	1.0011	1.0003	1.0000	1.0000
201402	1	1.0226	1.1136	1.0679	1.0195	1.0169	1.0044	1.0076	1.0037	1.0024	1.0013	1.0027	1.0006	1.0031	1.0002	1.0002	1.0001	1.0002	0.9998	
201403	1	1.0700	1.1346	1.0433	1.0246	1.0032	1.0077	1.0029	1.0041	1.0031	1.0021	1.0008	1.0004	1.0016	1.0001	1.0000	1.0010	0.9991		
201404	1	1.1483	1.1011	1.0475	1.0137	1.0173	1.0082	1.0058	1.0031	1.0015	1.0009	1.0012	1.0020	1.0009	1.0001	1.0006	0.9997			
201501	1	1.2282	1.1202	1.0297	1.0338	1.0109	1.0103	1.0023	1.0065	1.0044	1.0017	1.0015	1.0016	1.0002	1.0012	1.0003				
201502	1	1.3148	1.0810	1.0469	1.0196	1.0145	1.0101	1.0120	1.0085	0.9998	1.0012	1.0018	1.0002	1.0003	1.0019					
201503	1	1.3075	1.1214	1.0421	1.0331	1.0146	1.0097	1.0052	1.0065	1.0050	1.0002	1.0006	1.0008	1.0007						
201504	1	1.1012	1.1010	1.0559	1.0272	1.0159	1.0091	1.0090	1.0012	1.0019	1.0015	1.0011	1.0006							
201601	1	1.1483	1.1317	1.0602	1.0251	1.0122	1.0165	1.0085	1.0033	1.0021	1.0015	1.0003								
201602	1	1.0967	1.0840	1.0532	1.0226	1.0151	1.0141	1.0021	1.0102	1.0033	1.0010									
201603	1	1.0989	1.0618	1.0439	1.0333	1.0198	1.0026	1.0084	1.0109	1.0022										
201604	1	1.0849	1.0691	1.0493	1.0278	1.0014	1.0089	1.0104	1.0084											
201701	1	1.0920	1.0859	1.0530	1.0131	1.0123	1.0033	1.0113												
201702	1	1.0424	1.0842	1.0303	1.0205	1.0089	1.0077													
201703	1	1.0584	1.0710	1.0327	1.0155	1.0134														
201704	1	1.0359	1.0587	1.0269	1.0238															
201801	1	1.0209	1.0575	1.0274																
201802	1	1.0466	0.9749																	
201803	1	0.9408																		
201804	1																			

Aplicando la **Fórmula 2.5**,

**Fórmula 2.5**

$$q_I^J = \begin{cases} \frac{1}{12} & \text{si } 2 \leq J \leq 9; 8 - J + 2 \leq I \leq 20 - J + 1 \\ \frac{1}{20 - J + 1} & \text{si } 10 \leq J \leq 20; 1 \leq I \leq 20 - J + 1 \\ 0 & \text{e. o. c} \end{cases}$$

Se crea una matriz de probabilidades, la cual será utilizada más adelante en la elección de factores de crecimiento en el proceso de re muestro con reemplazo.

Cuadro 3.4  
Probabilidad con Reemplazo

Origen	Desarrollo																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
201401																					1
201402								1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201403							1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201404						1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201501					1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201502				1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201503			1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201504		1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201601	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201602	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201603	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201604	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201701	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201702	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201703	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201704	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201801	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201802	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201803	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		
201804	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2		

A partir de la matriz mostrada en el Cuadro 3.3 “Factores de Crecimiento” se hace un re muestro con reemplazo a partir de las probabilidades mostrada en el Cuadro 3.4 “Probabilidad con Reemplazo”.

El siguiente cuadro muestra una iteración de los factores elegidos al aplicar el re muestro con reemplazo de los factores de crecimiento mostrados en el Cuadro 3.3 “Factores de Crecimiento”

Nota: El anterior proceso se repite realiza con B simulaciones. Para términos de este ejercicio el número de simulaciones utilizado fue de 100,000. El Cuadro 3.5 “Matriz B Factores de Crecimiento” corresponde a una simulación de las 100,000 simulaciones.

Cuadro 3.5  
Matriz B Factores de Crecimiento

Origen	Desarrollo																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
201401																					
201402																					1.0000
201403																			0.9998	1.0000	1.0000
201404																		0.9991	1.0000	1.0000	1.0000
201501																	1.0011	1.0002	0.9998	1.0000	1.0000
201502																1.0006	1.0011	1.0002	1.0000	1.0000	1.0000
201503															1.0019	1.0006	1.0001	1.0002	1.0000	1.0000	1.0000
201504															1.0002	1.0012	1.0003	1.0010	1.0002	0.9998	1.0000
201601															1.0006	1.0002	1.0001	1.0003	1.0010	1.0002	1.0000
201602															1.0003	1.0006	1.0007	1.0001	1.0006	1.0010	0.9991
201603															1.0012	1.0016	1.0001	1.0001	1.0000	0.9997	1.0002
201604															1.0015	1.0015	1.0012	1.0008	1.0007	1.0001	1.0002
201701															1.0058	1.0109	1.0031	1.0021	1.0012	1.0010	1.0007
201702															1.0065	1.0024	1.0002	1.0027	1.0020	1.0001	1.0002
201703															1.0103	1.0090	1.0084	1.0050	1.0002	1.0012	1.0004
201704															1.0014	1.0026	1.0058	1.0084	1.0050	1.0013	1.0015
201801															1.0338	1.0159	1.0103	1.0023	1.0031	1.0044	1.0015
201802															1.0469	1.0205	1.0014	1.0091	1.0104	1.0102	0.9998
201803															1.1010	1.0469	1.0226	1.0109	1.0103	1.0104	1.0085
201804															0.9408	1.0710	1.0327	1.0155	1.0134	1.0091	1.0021

A partir de la Fórmula 2.6 “Producto de Factores de Crecimiento”,

Fórmula 2.6

$$\hat{\phi}_{I_b} = \begin{cases} \prod_{j>21-I} \hat{\phi}_{I_b}^j & \text{si } I = 2, \dots, 20 \\ 1 & \text{si } I = 1 \end{cases}$$

Se obtiene el factor de crecimiento promedio por cada trimestre de origen, a continuación se muestra el resultado de los factores promedio correspondiente a los factores mostrados en la iteración del **Cuadro 3.5 “Matriz B Factores de Crecimiento”**.

Cuadro 3.6  
**Factores de Crecimiento Promedio.**

Origen	Factores Crecimiento Promedio
201401	0.0000
201402	1.0000
201403	0.9998
201404	0.9991
201501	1.0011
201502	1.0019
201503	1.0028
201504	1.0028
201601	1.0025
201602	1.0022
201603	1.0033
201604	1.0061
201701	1.0159
201702	1.0255
201703	1.0378
201704	1.0279
201801	1.0752
201802	1.1068
201803	1.2388
201804	1.0975

A partir de los factores de crecimiento promedio se calcula la Siniestralidad Última, donde, se multiplica dicho factor por el último valor observado de la matriz de siniestralidad acumulada, como se describe en la **Fórmula 2.7 “Siniestralidad Última”**.

**Fórmula 2.7**

$$\overline{MTO}_{I_b} = \hat{\phi}_{I_b} \cdot \overline{MTO}_I^{21-I} \quad \forall I = 2, \dots, 20$$

El siguiente cuadro muestra los valores que se multiplican (se multiplica el factor de crecimiento promedio marcado en naranja por el último valor observado de la siniestralidad acumulada para cada trimestre de origen el cual también se marca en naranja) para obtener el valor de la Siniestralidad Última correspondiente a cada periodo de origen.

**Cuadro 3.7**  
**Siniestralidad Última**

Origen	Desarrollo																				F. C. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
201401	150,613	160,625	174,792	182,254	187,083	189,555	191,485	192,400	193,660	193,929	194,196	194,225	194,428	194,455	194,624	194,688	194,894	194,945	194,947	194,948	0.0000
201402	157,875	161,441	179,784	191,992	195,739	199,043	199,920	201,438	202,189	202,665	202,933	203,490	203,622	204,258	204,292	204,335	204,354	204,398	204,357	204,357	1.0000
201403	160,115	171,326	194,383	202,809	207,803	208,463	210,073	210,683	211,545	212,207	212,661	212,827	212,905	213,242	213,264	213,257	213,477	213,275	213,275	213,275	0.9998
201404	156,045	179,189	197,298	206,677	209,507	213,127	214,869	216,105	216,778	217,101	217,295	217,547	217,986	218,185	218,197	218,319	218,256	218,256	218,256	218,256	0.9991
201501	149,740	183,910	206,025	212,141	219,309	221,703	223,991	224,513	225,971	226,963	227,118	227,464	227,821	227,868	228,147	228,211	228,147	228,147	228,147	228,147	1.0011
201502	135,555	178,231	192,665	201,703	205,661	208,645	210,743	213,282	215,096	215,062	215,327	215,722	215,768	215,824	216,234	216,234	216,234	216,234	216,234	216,234	1.0019
201503	144,291	188,654	211,560	220,468	227,757	231,079	233,310	234,524	236,047	237,226	237,276	237,428	237,621	237,795	237,795	237,795	237,795	237,795	237,795	237,795	1.0028
201504	191,290	210,646	231,912	244,885	251,554	255,542	257,856	260,187	260,498	261,002	261,380	261,659	261,818	261,818	261,818	261,818	261,818	261,818	261,818	261,818	1.0028
201601	188,842	216,845	245,405	260,168	266,701	269,957	274,415	276,740	277,662	278,241	278,672	278,748	278,748	278,748	278,748	278,748	278,748	278,748	278,748	278,748	1.0025
201602	198,226	217,401	235,666	248,208	253,823	257,662	261,296	261,852	264,529	265,408	265,678	265,678	265,678	265,678	265,678	265,678	265,678	265,678	265,678	265,678	1.0022
201603	217,525	239,039	253,824	264,967	273,788	279,206	279,926	282,279	285,343	285,980	285,980	285,980	285,980	285,980	285,980	285,980	285,980	285,980	285,980	285,980	1.0033
201604	221,872	240,716	257,344	270,040	277,557	277,937	280,420	283,336	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	285,725	1.0061
201701	226,599	247,455	268,714	282,943	286,641	290,162	291,121	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	294,405	1.0159
201702	231,565	241,391	261,713	269,652	275,190	277,641	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	279,782	1.0255
201703	246,466	260,870	279,394	288,536	293,005	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	296,918	1.0378
201704	268,500	278,133	294,472	302,394	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	308,599	1.0279
201801	283,268	289,194	305,828	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	314,193	1.0752
201802	299,654	271,741	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	264,910	1.1068
201803	287,966	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	270,926	1.2388
201804	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	301,985	1.0975

Por último se obtiene la Siniestralidad Futura, aplicando la **Fórmula 2.8 “Siniestralidad Futura”**,

**Fórmula 2.8**

$$S_b = \left( \sum_{I=2}^{20} \left( \overline{MTO}_{Ib} - \overline{MTO}_I^{21-I} \right) \right) \cdot (1 + GAAS)$$

donde restamos el último valor observado de la matriz de siniestralidad acumulada a la siniestralidad última (calculada en el paso anterior).

Nota: para este ejercicio se considera un porcentaje de GAAS del 15%

El siguiente cuadro muestra los resultados para obtener la Siniestralidad Futura.

**Cuadro 3.8**  
**Siniestralidad Futura.**

Siniestralidad Última	Último Siniestralidad Observada	Siniestralidad Futura
-	-	-
204,358	204,357	1
213,233	213,275	42
218,054	218,256	202
228,457	228,211	246
216,635	216,234	400
238,458	237,795	663
262,541	261,818	723
279,446	278,748	698
266,251	265,678	573
286,933	285,980	953
287,476	285,725	1,751
299,079	294,405	4,674
286,922	279,782	7,140
308,149	296,918	11,232
318,248	309,599	8,650
337,816	314,193	23,623
293,190	264,910	28,279
335,618	270,926	64,692
331,431	301,985	29,446

Para este ejercicio el “mejor estimador” de la reserva IBNR sería la suma de la Siniestralidad Futura de una iteración, es decir,

$$BEL^{IBNR} = \mathbb{E}[S_1] = 183,500 \cdot 1.15$$

$$BEL^{IBNR} = 211,025$$

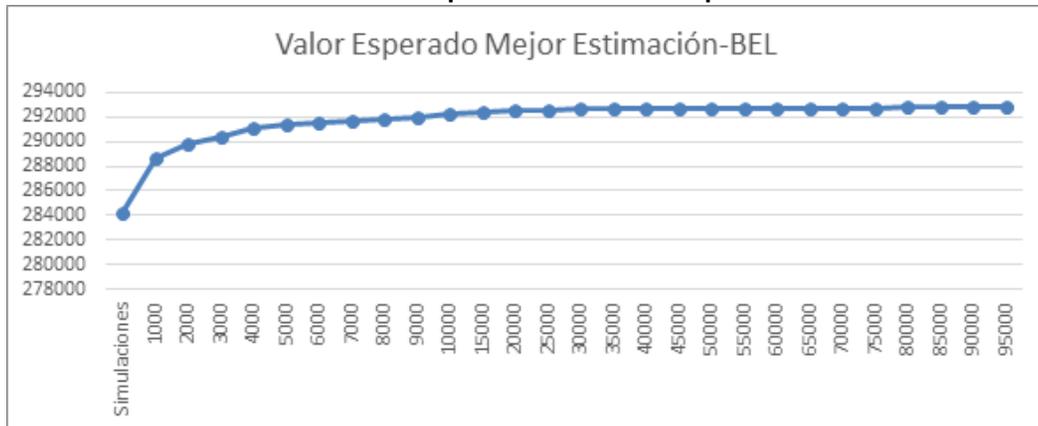
Al repetir el proceso 100,000, obtenemos el **“Mejor Estimador” – BEL**, el cual consiste en obtener la Esperanza de las 100,000 simulaciones, donde nos da el siguiente resultado:

$$BEL^{IBNR} = \mathbb{E}[S_{100,000}] = 292,974$$

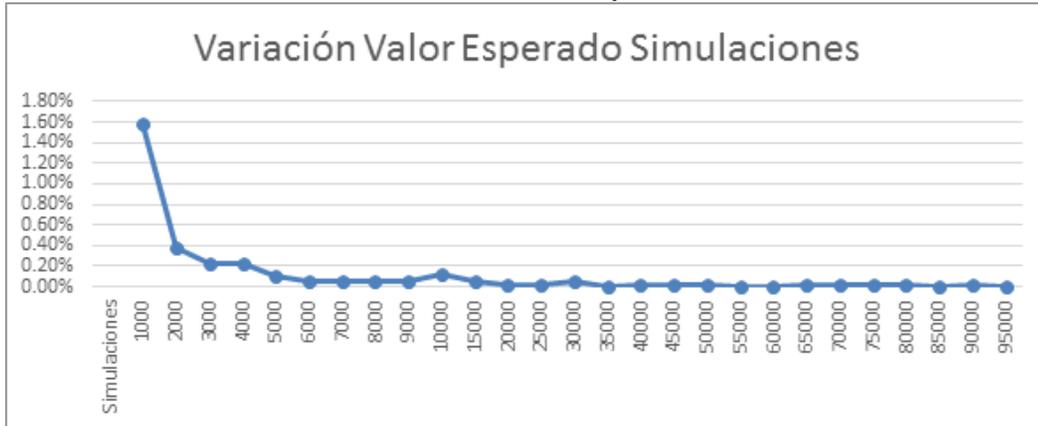
### 3.3.4 Error de la estimación del valor esperado de las obligaciones.

Para el cálculo del BEL se requiere un cierto número de iteraciones con la finalidad de disminuir el error en la aproximación al valor esperado de las obligaciones. La regulación menciona lo siguiente en su modelo estatutario: La simulación del índice de siniestralidad última, de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, deberá considerar el número necesario de iteraciones para asegurar que la mejor estimación de dicho índice no difiera en más del 1.0% de su verdadero valor; (Capítulo 5.3, disposición 5.3.2, fracción II, inciso e de la CUSF). A continuación se detallan los resultados de las simulaciones.

Cuadro 3.9  
Comportamiento Valor Esperado BEL.



Cuadro 3.10  
Variación Valor Esperado BEL.



De los cuadros anteriores se puede observar que a partir de la simulación 35,000, la variación del BEL es mínima (menor al 1% que se menciona en la regulación) y el valor esperado se estabiliza en \$290,900 aproximadamente. Por lo tanto al simular 100,000 veces el proceso se asegura que la mejor estimación-BEL será el valor esperado de las obligaciones.

### 3.3.5 Desviación

Para el cálculo de la desviación es necesario conocer el cuantil  $Q_{99.5, S_{100,000}}$  y el cuantil  $QE[S_{100,000}]$ , por lo tanto solo faltaría calcular el  $Q_{99.5, S_{100,000}}$ , ya que el cuantil de la media corresponde al  $BEL^{IBNR}$  al ser el valor esperado de las obligaciones futuras.

Ahora, para obtener el valor del  $Q_{99.5, S_{100,000}}$  ordenamos los estadísticos de orden de la Siniestralidad Futura correspondiente a cada simulación y el valor del  $Q_{99.5, S_{100,000}}$  será el que ocupe el lugar 99,500, a partir de la **Fórmula 2.10**, obtenemos el siguiente resultado:

#### Fórmula 2.10

$$BEL^{IBNR, 99.5\%} = Q_{99.5, S_{100,000}} = 345,997$$

Por lo tanto el valor de la desviación para la reserva IBNR de acuerdo a la **Fórmula 2.11**, es el siguiente:

#### Fórmula 2.11

$$Desv^{IBNR} = BEL^{IBNR, 99.5\%} - BEL^{IBNR}$$

$$Desv^{IBNR} = 345,997 - 292,974$$

$$Desv^{IBNR} = 53,023$$

### 3.3.6 Duración

A partir de la matriz donde se obtiene la Siniestralidad Futura (183,500), calculamos los flujos anuales de las obligaciones futuras de acuerdo a la **Fórmula 2.12**.

**Fórmula 2.12**

$$MTOEST^A = \begin{cases} \sum_{L=21}^{24} mtoest^L & \text{si } A = 1 \\ \sum_{L=25}^{28} mtoest^L & \text{si } A = 2 \\ \sum_{L=29}^{32} mtoest^L & \text{si } A = 3 \\ \sum_{L=33}^{36} mtoest^L & \text{si } A = 4 \\ \sum_{L=37}^{40} mtoest^L & \text{si } A = 5 \end{cases}$$

En la siguiente matriz se muestra la forma en que se calculan los flujos anuales, los cuales son usados para el cálculo de la duración.

Origen	Desarrollo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
201401	150,613	10,012	14,167	7,462	4,829	2,472	1,930	916	1,260	269	267	29	203	27	169	63	206	51	3	1
201402	157,875	3,566	18,343	12,208	3,748	3,303	877	1,518	751	475	268	557	132	636	34	43	19	44	41	1
201403	160,115	11,212	23,057	8,426	4,994	660	1,610	611	861	662	454	166	78	337	22	7	219	201	43	1
201404	156,045	23,144	18,109	9,379	2,831	3,619	1,742	1,236	673	324	194	252	439	199	12	122	63	206	3	1
201501	149,740	34,171	22,114	6,117	7,168	2,393	2,288	522	1,458	993	155	345	357	47	279	65	242	49	46	1
201502	135,555	42,675	14,434	9,038	3,958	2,985	2,097	2,539	1,814	34	265	395	46	56	410	121	229	46	3	1
201503	144,291	46,364	22,906	8,908	7,289	3,321	2,231	1,214	1,524	1,179	50	152	193	174	452	133	22	51	3	1
201504	191,290	19,356	21,266	12,974	6,668	3,988	2,314	2,330	311	503	379	279	159	54	320	74	270	56	52	1
201601	188,842	28,002	28,560	14,764	6,533	3,256	4,459	2,324	922	580	431	76	169	57	29	91	287	60	4	1
201602	188,226	19,175	18,265	12,542	5,615	3,839	3,634	556	2,677	879	270	72	172	195	15	149	274	251	53	1
201603	217,525	21,514	14,794	11,143	8,821	5,418	720	2,354	3,064	636	352	183	450	39	16	10	83	62	57	1
201604	221,872	18,844	16,628	12,696	7,518	379	2,483	2,916	2,389	427	443	332	234	210	16	60	296	271	4	1
201701	226,599	20,856	21,259	14,229	3,698	3,520	960	3,283	1,928	697	63	816	601	41	49	167	307	64	60	1
201702	231,565	9,827	20,322	7,938	5,538	2,451	2,141	1,609	3,054	891	610	331	299	210	30	60	27	75	57	1
201703	246,466	14,404	18,524	9,142	4,468	3,913	3,064	2,711	2,552	1,524	65	355	113	80	376	11	317	81	4	1
201704	268,500	9,633	16,339	7,922	7,204	423	799	1,788	2,636	1,574	419	483	499	83	33	178	30	300	4	1
201801	283,268	5,926	16,635	8,365	10,617	5,150	3,405	777	1,040	1,472	522	360	124	69	35	71	97	72	4	1
201802	259,654	12,087	6,831	12,427	5,696	387	2,567	2,974	2,954	46	199	44	63	463	556	61	84	77	59	1
201803	287,966	17,040	27,352	13,992	7,064	3,485	3,331	3,392	2,802	1,041	441	356	203	1,045	35	109	356	317	4	1
201804	301,985	17,870	20,175	9,957	4,867	4,262	2,929	694	1,337	686	294	904	200	1,032	289	94	95	313	4	1
		41,191	53,865	27,210	17,984	14,901	12,150	4,556	4,018	1,793	901	2,116	1,926	736	391	532	470	307	5	1
					140,251					35,625				6,736			1,189			301

Ahora, que tenemos el valor de los flujos anuales de las obligaciones futuras para la reserva de IBNR, se procede a calcular el plazo en el que se estima que se van a dar dichas obligaciones futuras, el plazo de la duración se obtiene al aplicar la Fórmula 2.13

**Fórmula 2.13**

$$Dur^{IBNR} = \frac{\sum_{T=t}^5 v^{T-1} \cdot MTOEST^T_b}{\sum_{t=1}^5 MTOEST^t_b}$$

A continuación se muestra un cuadro resumen con los valores de los flujos anuales y la tasa libre de riesgo que se usó para el ejercicio.

Año	1	2	3	4	5
Flujo Anual	140,251	35,625	6,736	1,189	301
Supervivencia	183,500	43,249	7,624	888	301
Tasa Libre de Riesgo	7.57%	8.03%	8.35%	8.70%	9.07%
Duración	0.929627081	0.201941697	0.03267	0.00347	-0.00106

Por lo tanto,

$$Dur^{IBNR} = .9296 + .2019 + .0326 + .0034 - .001$$

$$Dur^{IBNR} = 1.1666$$

**3.3.7 Margen de Riesgo**

Para el margen de riesgo se usarán los siguientes supuestos:

1. Para la duración y desviación de la Reserva de Riesgos en curso se tomarán los mismos valores de la IBNR, ya que este trabajo no abarca dicha reserva.

$$Desv^{RRC} = 53,023$$

$$Dur^{RRC} = 1.1666$$

2. Para el monto del Requerimiento de Capital de Solvencia se supondrá un valor, ya que este trabajo no abarca el cálculo del RCS.

$$RCS = 500,000$$

3. Se supondrá que la compañía solo opera el ramo de automóviles.
4. R : Tasa de costo neto de capital = 10% (de acuerdo a la disposición 5.4.3 de la CUSF)

Se calcula el porcentaje de la desviación que representa la reserva IBNR de automóviles respecto a las otras reservas de la compañía, usando la **Fórmula 2.14**

#### Fórmula 2.14

$$PDesv^{IBNR} = \frac{Desv^{IBNR}}{DesvTot}$$

$$PDesv^{IBNR} = \frac{53,023}{106,046}$$

$$PDesv^{IBNR} = .5$$

Ahora, se calcula la base de capital, donde se usa el porcentaje de desviación de la IBNR multiplicado por el RCS, el cálculo se realiza a partir de la **Fórmula 2.15**

#### Fórmula 2.15

$$BC^{IBNR} = PDesv^{IBNR} \cdot RCS$$

$$BC^{IBNR} = .5 \cdot 500,000$$

$$BC^{IBNR} = 250,000$$

Por último se calcula el margen de riesgo, citado en la **Fórmula 2.16**

#### Fórmula 2.16

$$MR^{IBNR} = BC^{IBNR} \cdot R \cdot Dur^{IBNR}$$

$$MR^{IBNR} = 250,000 \cdot .1 \cdot 1.1666$$

$$MR^{IBNR} = 29,165$$

### 3.3.8 Saldo IBNR

Por lo tanto, una vez que se conoce el BEL de la reserva IBNR y el margen asociado a la reserva IBNR, se puede calcular el saldo de la reserva IBNR, a partir de la **Fórmula 2.17**

**Fórmula 2.17**

$$IBNR = BEL^{IBNR} + MR^{IBNR}$$

$$IBNR = 292,974 + \mathbf{29,165}$$

$$IBNR = 322,139$$

## CONCLUSIONES

La entrada en vigor de Solvencia II, implicó una serie de cambios drásticos para las compañías aseguradoras, donde se dieron modificaciones en la estructura y contenido de la información a reportar (se crearon los Reportes Regulatorios, Requerimiento de Capital de Solvencia, Margen de Riesgo, etc.), requisitos para el registro de metodologías (productos y reservas) y la forma en que se tendrían que calcular las reservas, donde el cálculo de la reserva no se basa en la suficiencia de la misma, sino a una mejor estimación del valor esperado de las obligaciones, mejor conocido como BEL (Best Estimate Liability). En la aplicación del cálculo de las metodologías de reservas se tuvo un cambio significativo; dicho cambio consistió en pasar de modelos Deterministas a modelos Estocásticos, como se aprecia en la metodología de Chain-Ladder explicada en el capítulo 2, ya que para obtener el valor esperado de las obligaciones futuras es necesario realizar un cierto número de iteraciones que aseguren que la variación entre cada iteración no sea mayor a un determinado nivel de confianza. Con anterioridad dicha metodología consistía en cálculos deterministas, la cual consistía en aplicar promedios sobre los factores en lugar de un re muestreo, aunque bien es cierto que si el tamaño de la simulación es lo suficientemente grande el resultado del modelo determinista y el modelo estocástico es prácticamente el mismo.

Lo anterior descrito tuvo un fuerte impacto en los resultados de cada compañía, ya que para la gran mayoría de aseguradoras el cambio a solvencia II implicó un decremento en el pasivo, por concepto de las reservas técnicas, ya que pasar de una reserva “suficiente” a una reserva basada en el “valor esperado” de las obligaciones resultó menos “costoso”.

Uno de los cambios que implicó un mayor esfuerzo para el sector asegurador fue la implementación de los Reportes Regulatorios, ya que el tiempo entre la construcción y entrega de los mismos fue muy corto. Pese a esto la entrega de los RR’s se realizó con éxito y actualmente se cuenta con una buena información del mercado que deriva de dichos reportes y otorga la posibilidad de tener un modelo estatutario para las nuevas compañías que no tienen la suficiente experiencia.

Referente al RR8 (SESA) es donde considero que no se le ha dado el enfoque correcto a dicho reporte, ya que actualmente es un reporte donde se le da prioridad a la estructura de la información, en lugar de validar la calidad estadística, que a mi punto de vista es el objetivo de dicho reporte, donde a partir de esta información se va a generar la información para mercado asegurador. Considerando que el ramo de automóviles cuenta con un volumen de información muy robusto al tener una frecuencia alta, por lo cual la explotación a dicho reporte regulatorio podría tener un enfoque distinto y poder obtener tener un mayor beneficio en la explotación de la información.

A unos años desde la entrada de Solvencia II, considero que el cambio en la regulación se realizó con éxito y actualmente el sector asegurador Mexicano cuenta con una regulación de vanguardia en materia de control y cumplimiento para el sector asegurador y afianzador.

## BIBLIOGRAFÍA

Arne. Chapman & Hall. Solvency; Models, Assessment and Regulation. Sandström, CRC. 1st Edition. USA 2006.

Bowers, N. L. Actuarial Mathematics. Society of Actuaries. 2 nd Edition. 1997.

## FUENTES DE CONSULTA

[http://portaltransparencia.gob.mx/pot/estructura/showOrganigrama.do?method=showOrganigrama&\\_idDependencia=06111](http://portaltransparencia.gob.mx/pot/estructura/showOrganigrama.do?method=showOrganigrama&_idDependencia=06111)

[http://www.cnsf.gob.mx/Difusion/OtrasPublicaciones/Presentaciones/MAguilera%20CNSF\\_MIDE\\_31.10.2009\\_f.pdf](http://www.cnsf.gob.mx/Difusion/OtrasPublicaciones/Presentaciones/MAguilera%20CNSF_MIDE_31.10.2009_f.pdf)

<https://www.gob.mx/cnsf/documentos/circular-unica-de-seguros-y-fianzaS>

[http://www.senado.gob.mx/comisiones/finanzas\\_publicas/docs/LISF.pdf](http://www.senado.gob.mx/comisiones/finanzas_publicas/docs/LISF.pdf)