



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Modelos para el cálculo de reservas y su aplicación

REPORTE DE TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIO

P R E S E N T A :

DIEGO VILLEGAS JUÁREZ

MARÍA TERESA VELÁZQUEZ URIBE
Mtra. en EMSyS



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

2019



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

Villegas

Juárez

Diego

55 34 81 68 44

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Actuaría

307289939

2. Datos del tutor

M. en EMSyS

María Teresa

Velázquez

Uribe

3. Datos del sinodal 1

M. en A.O.

Oscar

Aranda

Martínez

4. Datos del sinodal 2

Act.

José Fernando

Soriano

Flores

5. Datos del sinodal 3

Act.

Silvia Leticia

Malpica

Flores

6. Datos del sinodal 4

Act

Eva Adriana

Corona

Morales

7. Datos del trabajo escrito

Modelos para el cálculo de reservas y su aplicación

48 p

2019

*Dedicado a
mi familia, tutora
y al cuerpo académico*

Agradecimientos

Especialmente, gracias a mi familia por ser los principales promotores para alcanzar mis metas, gracias a ellos por cada día confiar, creer en mí y en mis expectativas.

Gracias a mi tutora que siempre ha estado dispuesta a ayudar, no solo a mí sino a todos sus alumnos.

A mis compañeros dentro del ámbito laboral que me hacen querer superarme.

Índice general

Índice de cuadros	II
Índice de figuras	II
Introducción	1
I. Marco conceptual	3
1.1. ¿Qué es la reserva?	3
1.2. ¿Por qué es importante hacer un buen cálculo de la reserva?	3
1.3. Aspectos generales del seguro de propiedad	3
1.4. Regulación de los seguros en Estados Unidos	4
II. Procesamiento de las reclamaciones	5
2.1. Resumen de las reclamaciones	5
2.2. Procesamiento de las reclamaciones	6
III. Modelos para el cálculo de reservas	9
3.1. Chain Ladder	10
3.2. Método de las reclamaciones esperadas	13
3.2.1. Índice de siniestralidad en primás	14
3.2.2. Referencias de la industria	14
3.2.3. Criterio del Actuario	15
3.3. Método Bornhuetter-Ferguson	16
3.4. Comentarios	16
IV. Aplicación de los modelos	18
4.1. Triángulo incremental reportado	18
4.2. Triángulo incremental pagado	19
4.3. Valores de exposición	20
4.4. Chain Ladder	20
4.5. Reclamaciones Esperadas	26
4.6. Bornhuetter-Ferguson	28
4.7. Reclamaciones Últimas	31
4.8. Estimación de la responsabilidad de las pérdidas no pagadas	32
Conclusiones y recomendaciones	33
Bibliografía	35

Índice de cuadros

2.1. Tabla de pagos	6
2.2. Tabla de movimientos en cantidades reportadas	6
2.3. Tabla de movimientos en cantidades pagadas	6
2.4. Tabla de cantidades reportadas	7
2.5. Tabla de cantidades pagadas	7
2.6. Triángulo de reclamaciones incrementales	7
3.1. Triángulo de reclamaciones acumuladas	10
3.2. Triángulo de reclamaciones acumuladas	11
3.3. Triángulo de análisis	12
3.4. Tabla de reclamaciones finales	13
4.1. Triángulo de reclamaciones reportadas incrementales compañía ABC	18
4.2. Triángulo de reclamaciones pagadas incrementales compañía ABC	19
4.3. Tabla de cantidades de exposición compañía ABC	20
4.4. Selección de factores para el triángulo de reclamaciones reportadas	22
4.5. Estimación de reclamaciones últimas basadas en el método Chain Ladder para reclamaciones reportadas (CL)	23
4.6. Selección de factores para el triángulo de reclamaciones pagadas	24
4.7. Estimación de reclamaciones últimas basadas en el método Chain Ladder para reclamaciones pagadas (CL)	25
4.8. Estimación de pérdidas basadas en el factor de reclamaciones esperadas	27
4.9. Estimación de reclamaciones últimas basadas en el método Bornhuetter-Ferguson para reclamaciones reportadas (BF)	29
4.10. Estimación de reclamaciones últimas basadas en el método Bornhuetter-Ferguson para reclamaciones pagadas (BF)	30
4.11. Selección de las reclamaciones últimas en base a los distintos métodos	31
4.12. Estimación de la responsabilidad de las pérdidas no pagadas o unpaid claims	32

Índice de figuras

5.1. Porcentaje de reclamaciones esperadas reportadas ($1/CDF_i$) entre los meses	34
5.2. Porcentaje de reclamaciones esperadas pagadas ($1/CDF_i$) entre los meses	35

Introducción

Minzoni (2004), define que “las reservas de una institución aseguradora constituyen su fortaleza en el sentido de que si bien por un lado son fondos para el respaldo de las obligaciones contraídas, por otro lado significan el volumen más grande de las inversiones que la misma efectúa, buscando obtener una optimización de los réditos financieros que, acumulados integran la utilidad de la empresa durante un ciclo operativo. Es por eso que un cálculo preciso es requerido para el funcionamiento de las empresas aseguradoras.”

En este trabajo se expone en cuatro capítulos el concepto de reserva de riesgos, el procesamiento de las reclamaciones, los métodos y su aplicación para la realización de un reporte con los estándares profesionales.

En el primer capítulo se presenta el marco conceptual y la regulación dentro de los seguros en Estados Unidos ya que en el ámbito profesional en el que ejerzo se realizan los análisis para las compañías aseguradoras de esa región.

En el segundo capítulo se define qué es una reclamación, cómo esta es aceptada y posteriormente manipulada para su análisis dentro de los tres principales métodos para el cálculo de reservas.

En el tercer capítulo se describen los tres métodos comúnmente usados, que son el método Chain Ladder, método de las reclamaciones esperadas y el método Bornhuetter-Ferguson, estos que buscan hacer una aproximación al valor IBNR (Incurred But Not Reported) de las reclamaciones. Los eventos IBNR o siniestros tardíos, son siniestros ya ocurridos pero por algún motivo aún no reportados y, por consiguiente, desconocido a la compañía aseguradora pero influyen en el cálculo final de la reserva. Con la estimación del valor IBNR podemos obtener el valor de la reserva, sumando el valor de la estimación IBNR junto los siniestros pendientes de pago.

En el cuarto capítulo se presenta un reporte usando los métodos de cálculo de reservas con datos de pérdidas históricas en el seguro de propiedad.

El trabajo que se realiza en la compañía en la que laboro actualmente se puede ver ejemplificado en la estructura de los apéndices, en esta sección se hace la presentación de los modelos aplicados para el cálculo de reservas. Para cada cliente se crea un reporte donde se le entrega la estimación de la responsabilidad de las pérdidas que tienen que ser pagadas (*Unpaid Claims*), junto con la justificación de los métodos y su aplicación.

I. Marco conceptual

1.1. ¿Qué es la reserva?

La reserva es la estimación de la provisión de pagos esperados para hacer frente a las reclamaciones de los asegurados; la compañía aseguradora al vender una póliza adquiere la obligación de pago de los siniestros ocurridos y que son reportados, al ser una cartera de asegurados se tienen grandes cantidades de siniestros por lo que se emplea un fondo monetario exclusivo para hacer frente a la obligación de pago.

1.2. ¿Por qué es importante hacer un buen cálculo de la reserva?

La necesidad de tener un cálculo certero en las reservas surge en una serie de circunstancias diferentes, viendo los siguientes casos:

- Evaluar la situación financiera de una aseguradora, ya que los movimientos en las reservas durante un período son clave para evaluar su situación
- Fijar el negocio de seguros en el sentido de estimar el costo futuro de los reclamos sobre los riesgos aún por asumir (mediante la extrapolación de los costos pagados y reservados del reclamo)
- Evaluar la solvencia de una aseguradora, en términos de su capacidad para cumplir con sus obligaciones (que requieren la evaluación de los límites superiores probables del costo pendiente de la reclamación)
- Calcular el valor neto de una aseguradora, especialmente para los fines de ventas o adquisiciones

1.3. Aspectos generales del seguro de propiedad

Al ser un seguro de daños o no-vida la periodicidad del contrato de seguro es anual y el costo de exposición al riesgo esta dado por el valor de las propiedades y sus contenidos.

El seguro de propiedad ofrece protección financiera contra desastres. Es una póliza que viene incluida en un paquete, lo que significa que cubre los daños a la propiedad y la responsabilidad civil, o la responsabilidad legal, por cualquier lesión o daño a la propiedad que los asegurados o sus familias causen a otras personas. Esto incluye los daños causados por los animales domésticos. El daño causado por la mayoría de los desastres está cubierto, pero hay excepciones. Las pólizas estándar para propietarios de viviendas no cubren inundaciones, terremotos o un mantenimiento deficiente. Sin embargo, la cobertura contra inundaciones está disponible en forma de una póliza separada del Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones y de algunas aseguradoras privadas. La cobertura contra terremotos está disponible en forma de endoso o como una póliza separada. La mayoría de los problemas relacionados con el mantenimiento son responsabilidad de los propietarios. Una

póliza de seguro estándar para propietarios incluye cuatro tipos esenciales de cobertura:

1. Cobertura de la estructura del hogar.

Esta parte de una póliza paga por reparar o reconstruir una casa si es dañada o destruida por un incendio, huracán, granizo, rayo u otro desastre enumerado en la póliza.

2. Cobertura de pertenencias personales.

Los muebles, ropa, equipo deportivo y otros artículos personales están cubiertos si son robados o destruidos por un incendio, huracán u otro desastre asegurado.

3. Protección de responsabilidad civil

La cobertura de responsabilidad civil protege contra el costo de los juicios por lesiones corporales o daños a la propiedad que los asegurados o miembros de la familia causan a otras personas. También paga por los daños causados por las mascotas.

4. Gastos de vida adicionales

Esto paga los costos adicionales de vivir lejos de casa si una casa es no habitable debido a daños causados por un incendio, tormenta u otro desastre asegurado. (Insurance Handbook, 2010, p.5-6)

1.4. Regulación de los seguros en Estados Unidos

La entidad principal reguladora de seguros en Estados Unidos es National Association of Insurance Commissioners (NAIC), para la revisión de reservas la NAIC realiza exámenes financieros de forma programada comúnmente anuales. Los examinadores financieros estatales investigan los métodos contables, los procedimientos y la presentación de los estados financieros de una aseguradora. Estos exámenes verifican y validan lo que se presenta en la declaración anual de la aseguradora para determinar si la aseguradora está en una posición financiera sólida. Cuando un examen de los registros financieros muestra que la compañía tiene impedimentos financieros, el departamento de seguros del estado toma el control de la aseguradora. Trabajar de manera agresiva con empresas con problemas financieros es una parte crítica del papel del regulador. En el caso de que una compañía aseguradora deba de ser liquidados, los estados mantienen un sistema de fondos de garantía financiera que cubren la mayoría de las pérdidas de los consumidores.

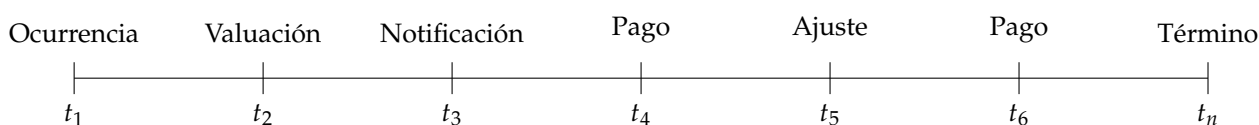
El actuario que está a cargo del cálculo de reservas debe de presentar una opinión actuarial en base a los resultados de las metodologías empleadas y a los estados financieros de la compañía aseguradora que toma el nombre de Statement of Actuarial Opinion (SAO). La NAIC requiere que el actuario elabore estas opiniones para tener conocimiento si las reservas del asegurador cumplen con los requisitos de las leyes de seguros de cada estado. Cada estado tiene una legislación diferente.

La elección de los métodos para el cálculo de reservas está a cargo del actuario es por eso que para la elaboración y firma de la SAO se deben de tener certificaciones establecidas por la NAIC, entre ellas ser miembro de la Casualty Actuarial Society (CAS).

II. Procesamiento de las reclamaciones

2.1. Resumen de las reclamaciones

Una reclamación representa la responsabilidad de pago para una compañía aseguradora sobre un siniestro en un punto particular del tiempo. Para ejemplificar como es este proceso definimos la siguiente línea del tiempo:



Existen dos tipos de siniestros dentro de estos intervalos de tiempo, los siniestros ocurridos pero no reportados y los siniestros reportados pero no liquidados. Los primeros hacen referencia al intervalo de tiempo $[t_1, t_3]$ en el que se ha presentado el siniestro pero aún no se tiene conocimiento de este monto pero se está obligado a hacer el pago; los métodos que se van a enunciar corresponden a la estimación de este valor, las reclamaciones ocurridas pero aun no reportadas (Incurred But Not Reported o IBNR). Los siniestros reportados pero no liquidados estos corresponden al intervalo $[t_3, t_n]$ cuando se es consciente del siniestro y del monto para poder saldar esta obligación.

Cuando este siniestro es notificado, se atraviesa en un proceso de revisión en el que se define si se encuentra dentro de las coberturas. Al ser aprobado se establece una reserva de siniestros pendientes de pago, misma que puede ir cambiando durante el desarrollo de los pagos en el tiempo; cuando todos los pagos se hayan realizado esta reserva tiene que ser de monto cero. Cabe destacar que esta reserva no necesariamente es la cantidad final que se necesita para poder cerrar la reclamación ya que la obligación de los pagos pueden aumentar o disminuir a lo largo del tiempo, ya sea por nuevos daños derivados del siniestro principal o reclamaciones posteriores al evento.

Durante la vida de la reclamación, contamos con tres componentes monetarios que nos ayudan a identificar el comportamiento de los pagos y así poder establecer la cantidad monetaria de reserva que sirve a su vez para poder saldar la reserva de siniestro.

Estos componentes son: monto reportado, monto pagado y reserva de siniestro en curso. Podemos ver la relación de estos tres conceptos con la siguiente fórmula:

$$X^c = X^r - X^p$$

Donde X^c es la reserva de siniestros pendientes de pago, X^r el monto reportado y X^p el monto pagado. De esta manera podemos definir que siempre $X^c > 0$.

Con el siguiente cuadro se ejemplifica como es un comportamiento de estos montos durante una reclamación.

Resumen de los movimientos de una reclamación			
Fecha de ocurrencia	15 de Enero 2017		
Fecha de notificación	20 de Febrero 2017		
Fecha	Tansacción	Monto reportado	Monto pagado
Febrero 20, 2017	Se estable una reserva de siniestro de \$20,000.00	\$20,000.00	\$0.00
Abril 1, 2017	Se realiza un pago de \$3,000.00	\$20,000.00	\$3,000.00
Enero 1,2018	Ajuste en el monto reportado de \$5,000.00	\$25,000.00	\$0.00
Febrero 1, 2018	Se realiza un pago final de \$22,000.00	\$25,000.00	\$22,000.00

Cuadro 2.1: Tabla de pagos

Cuando se presenta el siniestro y es comunicado a la compañía aseguradora, se establece el monto reportado, que es de \$20,000 y al mismo tiempo nuestra reserva de riesgo pendiente de pago es de la misma cantidad.

En Enero 1 del 2018 (Cuadro 2.1), hay un aumento en la cantidad reportada que conlleva a un crecimiento de la reserva de riesgo pendiente de pago; esto puede suscitarse por diversas causas dependiente del tipo de siniestro, como por ejemplo en el caso de automóviles por fallas posteriores a un accidente en el caso de compensación trabajadores por enfermedades u operaciones posteriores al siniestro.

Para una manera más ordenada de la visualización de los datos podemos expresar las cantidades reportadas y pagadas en los siguientes cuadros:

Mes de desarrollo		
Año	12	48
2017	\$20,000.00	\$5,000.00

Cuadro 2.2: Tabla de movimientos en cantidades reportadas

Mes de desarrollo		
Año	12	48
2017	\$3,000.00	\$22,000.00

Cuadro 2.3: Tabla de movimientos en cantidades pagadas

Este ejemplo muestra una manera particular de como puede ser el desarrollo de una reclamación durante el tiempo. En la sección posterior podremos ver como procesar varias reclamaciones.

2.2. Procesamiento de las reclamaciones

Como vimos en el ejemplo anterior, los pagos y la reserva de siniestro pueden cambiar durante su desarrollo antes de que la reclamación sea saldada, además efectuando distintos pagos a lo largo del curso o aumentando

la cantidad reportada. Para tener un mejor entendimiento de como es el comportamiento de estas reclamaciones, se emplea una herramienta para homogenizar la información en forma de un triángulo; este triángulo resume los valores y el avance durante el tiempo; dicha herramienta nos ayuda a tener mejor el panorama de la distribución de los pagos durante el tiempo en una tabla de valores.

En los dos cuadros siguientes podemos definir las cantidades reportadas $X_{(I,J)}^r$ y las cantidades pagadas $X_{(I,J)}^p$ al año I y al mes de desarrollo J .

X^r	
$X_{(2017,12)}^r$	\$20,000.00
$X_{(2017,48)}^r$	\$5,000.00

Cuadro 2.4: Tabla de cantidades reportadas

X^p	
$X_{(2017,12)}^p$	\$3,000.00
$X_{(2017,48)}^p$	\$22,000.00

Cuadro 2.5: Tabla de cantidades pagadas

Para este caso $J = \{12, 48\}$ y $I = \{2017\}$

De manera general definimos el triángulo de pagos reportados o pagados de manera incremental de la siguiente manera.

Valuación	Periodos de desarrollo							
	0	1	...	j	...	$J-1$	J	
0	$X_{0,0}$	$X_{0,1}$	$X_{0,2}$	...	$X_{0,j}$	...	$X_{0,J-1}$	$X_{0,J}$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	...	$X_{1,j}$	...	$X_{1,J-1}$	
...								
i				...				
...								
$I-1$		$X_{I-1,1}$						
I	$X_{I,0}$							

Cuadro 2.6: Triángulo de reclamaciones incrementales

Los actuarios están frecuentemente interesados un una cartera de siniestros del mismo tipo de cobertura, por lo que se espera que estas pérdidas sigan una distribución similar. Otro de los puntos en el desarrollo de una cohorte a lo largo del tiempo, por lo que estos triángulos están conformados en dos partes que son el año de evaluación y el periodo de desarrollo.

La herramienta del triángulo es un pilar en el proceso de cálculo de las reservas ya que nos da un mejor panorama de como los montos de pérdidas pueden aumentar o disminuir a lo largo del tiempo. Una reclamación puede llevar varios años para poder ser saldada por completo, este tipo de cambios se pueden ver reflejados en los meses de madurez, luego cuando se alcanza una estabilidad de varios años, se espera que no existan cambios significativos en las cantidades de pérdidas. Este tipo de análisis puede ser aplicado a cualquiera de los componentes de las reclamaciones.

Hay tres dimensiones importantes en un triángulo de desarrollo.

- Diagonales
- Renglones
- Columnas

Las diagonales representan el pago por año de accidente.

Los renglones representan el año de accidente; de esta manera se agrupan estas reclamaciones en forma de renglones y ver su desarrollo en los periodos de desarrollo posteriores.

Las columnas en el triángulo de reclamaciones representan una edad (o vencimiento) y está directamente relacionada con la combinación del año del accidente (renglón) y la fecha de valoración (diagonal) utilizada para crear el triángulo.

Los triángulos son una excelente herramienta para explorar los datos ya que nos muestran como es el desarrollo de las reclamaciones con base en la información histórica. Esta herramienta es un pilar para los modelos en el cálculo de reservas, puesto que al procesar las reclamaciones en una manera estándar, esta puede ser interpretada fácilmente con base inicial en el giro de la empresa. Aunque es independiente de la línea de negocio, la geografía y la emisión de las pólizas los triángulos nos dan una noción preliminar en la conducta de las reclamaciones ya que nos puede mostrar comportamientos inusuales o atípicos, siendo el caso de eventos naturales catastróficos. Aunque se busca de manera inaugural la utilización de esta herramienta, no todas las aseguradoras tienen de forma inicial la capacidad para la construcción de los triángulos, ya que pueden carecer de suficientes datos históricos al ser compañías de fundación reciente, por lo que para poder establecer un cálculo de la reserva inicial se tienen que usar otros métodos o ajustes.

III. Modelos para el cálculo de reservas

Los métodos de reservas buscan estimar el monto final de las reclamaciones (*Ultimate Selections*) y así poder calcular las obligaciones de pago estimadas (*Unpaid Claims*), este valor expresa la cantidad que necesitamos para cerrar todas las reclamaciones si se hace un cierre virtual del negocio a cierta fecha y sin oportunidad de que se puedan reabrir, algunas líneas de negocio como Autos o Propiedad, se puede saber en un corto periodo de tiempo cuanto es este monto, ya que el monto total de pérdida está topado al valor del bien, pero en otras líneas de negocio como en la compensación a trabajadores pueden tardar varios años o en poder ser cerrada totalmente una reclamación.

El método Chain Ladder es una técnica común mediante la cual los actuarios desarrollan pérdidas de un presente menos maduro a un futuro más maduro. En cada etapa de desarrollo, el actuario determina una relación de enlace o factor de edad a edad (*age to age factors*), es decir, la relación de pérdidas acumuladas en la edad posterior a las de la anterior. Las pérdidas inmaduras aumentan hacia la madurez cuando se multiplican por una concatenación de estas proporciones, de ahí la descripción adecuada al nombre Chain Ladder. (Leigh J. Halliwell, 2007, p.2014)

El método de Reclamaciones Esperadas (*IELR*), calcula la cantidad proyectada de reclamaciones con un factor seleccionado inicial, en relación con las primas ganadas o las unidades de exposición al riesgo. Este método es comúnmente empleado cuando una compañía aseguradora no cuenta con los datos apropiados de ocurrencia de reclamaciones anteriores cuando carece de una muestra de datos suficientemente grande.

Bornhuetter-Ferguson es uno de los métodos de cálculo de reservas más utilizado, solo superado por el método Chain Ladder. Combina las características de los métodos de Reclamaciones Esperadas y Chain Ladder ponderándolos por un factor por año de accidente, dando más peso a los años cercanos al período de evaluación de la información, donde las reclamaciones no han alcanzado una estabilidad en sus pérdidas.

3.1. Chain Ladder

Una de las características distintivas de este método es que el cálculo final de la reserva es aproximado por los valores históricos de las reclamaciones, asumiendo que el desarrollo de estas reclamaciones va a ser de forma similar en el futuro. Es decir, este método supone que el cambio en las reclamaciones de un año al siguiente es similar al cambio de los montos de pérdidas de años anteriores en puntos de evaluación similares; estimando a partir del triángulo de siniestros acumulados en cada periodo calculamos los factores de desarrollo, para poder obtener los factores de crecimiento (*age to age factors*).

Definiremos el monto acumulado de reclamaciones reportadas o pagadas con respecto al año I en la fecha de desarrollo J de la siguiente manera.

$$C_{i,j} = \sum_{n=0}^j X_{i,n}$$

Construyendo así el triángulo de cantidades acumuladas (Cuadro 3.1).

Valuación	Periodos de desarrollo							
	0	1	2	...	j	...	$J-1$	J
0	$C_{0,0}$	$C_{0,1}$	$C_{0,2}$	...	$C_{0,j}$	...	$C_{0,J-1}$	$C_{0,J}$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	...	$C_{1,j}$	...	$C_{1,J-1}$	
...						...		
i					$C_{i,j}$			
...				...				
...								
$I-1$		$C_{I-1,1}$						
I	$C_{I,0}$							

Cuadro 3.1: Triángulo de reclamaciones acumuladas

Las cantidades acumuladas nos ayudan a ver como es el comportamiento de las reclamaciones, por ejemplo cuando las cantidades pagadas o reportadas alcanzan a ser saldadas completamente en un año de desarrollo, podremos ver que los valores $C_{i,j-1}$ y $C_{i,j}$ son iguales.

Con los montos reclamados acumulados definimos los factores de desarrollo o los *age to age factors*.

$$D_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{i,j-1}}$$

Estos factores miden el cambio en las reclamaciones registradas de una fecha de desarrollo a la siguiente (Cuadro 3.2).

Valuación	Periodos de desarrollo							
	0	1	2	...	j	...	$J-2$	$J-1$
0	$D_{0,0}$	$D_{0,1}$	$D_{0,2}$	...	$D_{0,j}$	...	$D_{0,J-1}$	$D_{0,J-1}$
1	$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	...	$D_{1,j}$	...	$D_{1,J-2}$	
...						...		
i					$D_{i,j}$			
...				...				
...			...					
$I-2$		$D_{I-2,1}$						
$I-1$	$D_{I-1,0}$							

Cuadro 3.2: Triángulo de reclamaciones acumuladas

Después de calcular los factores de desarrollo (age to age factors), se calculan promedios de estos. No hay una metodología para la selección de los promedios empleados, éstos son basados usualmente en la experiencia en el sector asegurador. Algunos de los promedios comúnmente usados son:

Promedio simple o aritmético

$$A_{i,j} = \frac{1}{i} \sum_{k=0}^j D_{k,j} \quad (3.1)$$

Media ponderada por volumen

$$W_{i,j} = \frac{\sum_{k=0}^i D_{k,j} w_k}{\sum_{k=0}^i w_k} \quad (3.2)$$

Media geométrica

$$M_{i,j} = \sqrt[j]{\prod_{k=0}^i D_{k,j}} \quad (3.3)$$

Estos factores representan el crecimiento anticipado en el siguiente intervalo de tiempo j . Al seleccionar los factores de desarrollo de reclamos, los actuarios examinan los datos históricos y los diversos promedios de los factores de edad a edad.

Después de realizar los cálculos de los promedios se seleccionan los más representativos en cada año de desarrollo. Los actuarios revisan la experiencia de reclamos con las siguientes características:

- Suave progresión de los factores individuales de edad a edad y factores promedio a lo largo de los períodos de desarrollo. Idealmente, el patrón debería demostrar un desarrollo incremental que disminuye constantemente de la valuación a valuación (es decir, a medida que nos alejamos del período del accidente), especialmente en las valoraciones posteriores.

- Estabilidad de los factores de edad a edad para el mismo período de desarrollo. Idealmente, debería haber un rango relativamente pequeño de factores (pequeña variación) dentro de cada intervalo de desarrollo (es

decir, abajo de las columnas). Se busca la estabilidad de los factores de edad a edad y dentro de los diversos promedios para el mismo período de desarrollo:

- Cambios en los patrones. Los actuarios revisan los factores de edad a edad para identificar patrones sistemáticos que puedan sugerir cambios en las operaciones internas o el entorno externo.

- Experiencia histórica. Los actuarios determinan la adecuación de los factores históricos de edad a edad para proyectar el desarrollo futuro de reclamaciones con base en información. (Estimating Unpaid Claims Using Basic Techniques, 2010, p.88).

Las selecciones pueden estar basadas directamente en un promedio de cierto periodo de desarrollo o pueden ser selecciones basadas en el conocimiento histórico de la reclamaciones en cierta línea de negocio. También es una práctica común revisar las selecciones de factores de desarrollo de reclamaciones del año anterior. Podemos definir estos factores como S_i .

Estas selecciones nos van a dar paso a calcular los factores acumulativos de desarrollo para proyectar el crecimiento de las reclamaciones restantes. podemos definir este factor con la siguiente formula:

$$CDF_i = \prod_{k=i}^{J-1} S_k$$

Donde i , el periodo de desarrollo para el cálculo.

El siguiente triángulo muestra de manera general todos los componentes agrupados para el análisis del método Chain ladder.

Valuación	Periodos de desarrollo							
	0	1	2	...	j	...	$J-2$	$J-1$
0	$D_{0,0}$	$D_{0,1}$	$D_{0,2}$	...	$D_{0,j}$	...	$D_{0,J-2}$	$D_{0,J-1}$
1	$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	...	$D_{1,j}$	...	$D_{1,J-2}$	
...						...		
i					$D_{i,j}$			
...				...				
...			...					
$I-2$		$D_{I-2,1}$						
$I-1$	$D_{I-1,0}$							
$A_{i,j}$	$A_{I-1,0}$	$A_{I-2,0}$	...	...	$A_{i,j}$	...	$A_{1,J-2}$	$A_{0,J-1}$
$W_{i,j}$	$W_{I-1,0}$	$W_{I-2,0}$	...	...	$W_{i,j}$	...	$W_{1,J-2}$	$W_{0,J-1}$
$M_{i,j}$	$M_{I-1,0}$	$M_{I-2,0}$	...	...	$M_{i,j}$	...	$M_{1,J-2}$	$M_{0,J-1}$
S_i	S_0	S_1	...	...	S_j	...	S_{J-2}	S_{J-1}
CDF_i	CDF_0	CDF_1	...	...	CDF_j	...	CDF_{J-2}	CDF_{J-1}

Cuadro 3.3: Triángulo de análisis

El último paso de este método es el cálculo del monto final de las reclamaciones o *Ultimate Selections*. Podemos definir estas reclamaciones como la multiplicación entre los valores $D_{i,j}$ de la última diagonal del triángulo y los valores CDF .

El cálculo para el monto final de las reclamaciones del triángulo de análisis, se presenta en el Cuadro 3.4

Valuación	U_j	Uimate
0	U_0	$D_{0,J-1} \cdot CDF_{J-1}$
1	U_1	$D_{1,J-2} \cdot CDF_{J-1}$
...
i	U_i	$D_{i,j} \cdot CDF_j$
...
$I-2$	U_{I-2}	$D_{I-2,1} \cdot CDF_1$
$I-1$	U_{I-1}	$D_{I-1,0} \cdot CDF_0$

Cuadro 3.4: Tabla de reclamaciones finales

Definiremos el valor Ult como la suma de todos los valores U_i por periodo de valuación i .

Teniendo la estimación de los valores finales de las reclamaciones podemos calcular el valor IBNR que va a estar dado por la siguiente igualdad:

$$IBNR = Ult - C^R$$

Donde C^P y C^R son la suma de las diagonales por triángulo de cantidades reportadas por año de evaluación.

La responsabilidad total estimada de las reclamaciones no pagadas o *Unpaid Claims* va a estar dada por la siguiente fórmula:

$$Unp = IBNR + C^R - C^P$$

Que es la suma de los montos de los siniestros ocurridos pero no reportados más el monto de la suma de las cantidades reportadas hasta el año de evaluación menos lo que se ha pagado hasta el momento. Este es el valor total de la reserva.

3.2. Método de las reclamaciones esperadas

Cuando una aseguradora entra a una nueva línea de negocio o adquiere una nueva cartera de clientes usualmente los datos históricos no tienen una estabilidad o la cantidad reportada refleja poca información del comportamiento, por lo que se utiliza el método de reclamaciones esperadas.

El método de reclamos esperado se usa cuando:

- Una aseguradora entra en una nueva línea de negocios o en un nuevo territorio
- Cambios operativos o ambientales que hacen que los datos históricos recientes sean irrelevantes para proyectar la actividad de reclamos futuros
- El método Chain Ladder no es apropiado para periodos menos maduros, ya que los factores de desarrollo finales son demasiado volátiles

-
- Los datos no están disponibles para otros métodos

Este método busca tener un porcentaje de estimación en pérdidas iniciales (*Initial Expected Loss Ratio o IELR*), este porcentaje nos ayuda a tener una estimación de las reclamaciones finales (*Ultimate Claims*), para obtener esta estimación existen numerosas maneras que pueden ir de cálculos matemáticos simples o modelos estadísticos complejos, los criterios de selección varían y se permite un grado flexibilidad para "juicio actuarial".

Tres de las principales metodologías aplicadas son:

- Índice de siniestralidad en primás
- Referencias de la industria
- Criterio del actuario

3.2.1. Índice de siniestralidad en primás

Este método utiliza un factor de pérdida esperada por parte de las finanzas de la empresa.

Un refinamiento de este método es ajustar la tasa de pérdida esperada entre el precio real y el precio esperado. Las empresas a menudo tienen sistemas de monitoreo en el nivel de precios reales en comparación con el nivel de precios esperados.

Por ejemplo, si el índice de pérdidas del plan es del 60 % e incluyó un cambio planificado en el precio devengado del 5 %, pero la empresa realmente logró un cambio en el precio devengado del 3 %, el *IELR* se calcularía como:

$$\frac{60\% \cdot 1,05}{1,03} = 61,2\%$$

Ventajas:

- Es sencillo
- En general, será comprendido y aceptado por la gerencia y el personal de otros departamentos
- Incluye información de múltiples departamentos

Desventaja:

- Los objetivos de precios y los índices de pérdidas del plan pueden ser aspiracionales y, por lo tanto, pueden no reflejar las verdaderas pérdidas. (Casualty Actuarial Society, 2016)

3.2.2. Referencias de la industria

El *IELR* puede basarse en índices de pérdida de la industria (*Benchmarks*). Las principales fuentes de la industria en Estados Unidos incluyen lo siguiente:

- National Council on Compensation Insurance (NCCI)

-
- A.M. Best Company
 - Estimaciones Internas

Este enfoque puede ser especialmente apropiado cuando una compañía está aceptando un nuevo tipo de negocio y no tiene los datos históricos necesarios para usar los otros métodos, o cuando una compañía tiene poco tiempo en el negocio y no tiene un historial histórico confiable de datos.

Ventajas:

- Refleja a toda la industria, por lo que los resultados se basan en un volumen de datos creíble
- Los resultados de la industria reflejan los impactos agregados de los cambios de precio

Desventaja:

- Existe un retraso en la recepción de resultados de la industria y el *IELR* puede estar no reflejado en la fecha seleccionada.(Casualty Actuarial Society, 2016)

3.2.3. Criterio del Actuario

El actuario podría usar su criterio para seleccionar el *IELR*, incorporando su conocimiento en la línea de negocios, la información sobre la industria y los resultados de la empresa en tipos de negocios similares.

Este enfoque puede ser especialmente apropiado para aseguradoras nuevas o pequeñas que carecen de los datos históricos creíbles necesarios para utilizar algún otro método.

Ventajas:

- No requiere ningún dato específico
- Permite al actuario aplicar los conocimientos adquiridos a través de la experiencia

Desventajas:

- Puede ser más difícil documentar y apoyar la selección.(Casualty Actuarial Society, 2016)

la estimación de los valores finales de las reclamaciones (Ult) va a estar dado por la multiplicación de los factores seleccionados por los montos de las primas o por las pérdidas iniciales seleccionadas. Por lo que el valor Unp va a tener la misma estructura que en el método Chian Ladder.

Este método tiene una fácil aplicación dependiendo de la estimación inicial seleccionada. Comúnmente se utiliza el comportamiento histórico en la industria pero éste no refleja el desarrollo real del conjunto de reclamaciones de una compañía en particular, de manera que es comúnmente observado en análisis con una cartera nueva o con datos históricos limitados.

3.3. Método Bornhuetter-Ferguson

El método Bornhuetter-Ferguson fue presentado en 1972 en el documento "The Actuary and IBNR", escrito en colaboración con Ron Bornhuetter y Ron Ferguson. Podemos definirlo simplemente como una combinación entre los métodos Chain Lader y reclamaciones esperadas por un factor Z .

"Eric Brosius describió el método de Bornhuetter-Ferguson como una ponderación de credibilidad entre el método Chain Ladder y el método de Reclamaciones Esperadas. En el método Chain Ladder, se otorga plena credibilidad (es decir, $Z = 1$) a la experiencia de reclamos reales; y en el método de Reclamaciones Esperadas, no se otorga credibilidad (es decir, $Z = 0$) a las reclamaciones reales." (Estimating Unpaid Claims Using Basic Techniques, 2010, p.152).

Definimos el factor Z como:

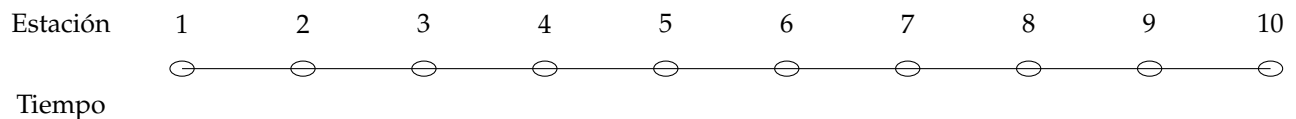
$$Z = 1 - \frac{1}{CDF_j}$$

Con este factor multiplicamos el resultado obtenido con el método de las reclamaciones esperadas para posteriormente sumar el valor de las cantidades reportadas o pagadas y así obtener las (*Ultimate Claims*).

Ya que este método requiere la estimación de las *Ultimate Claims* en base a los métodos de Reclamaciones Esperadas y Chain Ladder, su cálculo se vuelve más complejo y menos intuitivo ya que puede obtener resultados atípicos al comportamiento real de los datos dependiendo de las selecciones de los dos métodos anteriores.

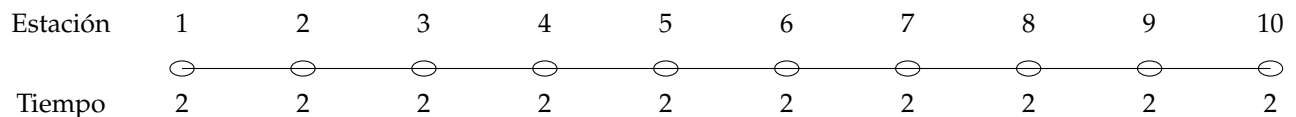
3.4. Comentarios

Una comparativa sencilla entre los métodos anteriores puede verse con el siguiente ejemplo. Se está apunto de hacer un viaje en el metro en el que se recorren 10 estaciones.



Antes de comenzar el viaje se te mencionó que el viaje entre estaciones tarda 2 minutos, al llegar a la segunda estación han pasado 10 minutos por lo que te preguntas cuanto tiempo tardarás en llegar.

Al Ignorar cualquier información histórica en el tiempo de viaje tendríamos la siguiente estimación.



El tiempo calculado en llegar será de 20 minutos. Este es el método de reclamaciones esperadas ya que nos estamos basando en el conocimiento de la industria.

En el método Chain Ladder se toma en cuenta el conocimiento histórico, donde obtendríamos la siguiente línea de tiempo.

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Tiempo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Estimando 50 minutos de recorrido para poder llegar.

Para el método Bornhuetter-Ferguson se consideran los resultados obtenidos de los métodos anteriores multiplicando por el factor $Z = \frac{2}{10}$ siendo el tiempo transcurrido hasta ahora.

$$\text{Chain Ladder} = 50 \cdot \frac{2}{10} = 10$$

$$\text{Reclamación Esperada} = 20 \cdot \left(1 - \frac{2}{10}\right) = 16$$

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Tiempo	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2

Siendo el tiempo estimado de llegada de 26 minutos.

La selección para utilizar algún método dentro de un análisis va a depender de los datos iniciales, ya que el método Chain Ladder necesita estabilidad en los datos para poder tener una evaluación precisa, si los datos son limitados el método de reclamaciones esperadas al ser aplicado refleja un conocimiento en la industria pero no el comportamiento específico de la compañía. El método Bornhuetter-Ferguson utiliza los dos métodos anteriores siendo útil en períodos de desarrollo que no alcanzan consistencia dándole más peso al método de reclamaciones esperadas.

IV. Aplicación de los modelos

4.1. Triángulo incremental reportado

Para la aplicación de los métodos se utilizan datos basados en el seguro de propiedad, con un año de valuación 2017 y una periodicidad de 12 años empezando en la fecha 2006. La información inicial es de forma incremental $X_{i,j}$ (Cuadro 2.6). En el capítulo 2 se ejemplificó el proceso de una reclamación y cómo puede ser su desarrollo durante el tiempo antes de ser cerrada. Los siguientes triángulos señalan la información en conjunto de todas las reclamaciones para una compañía aseguradora. Los renglones muestran las pérdidas que sucedieron durante el año de valuación, las columnas dividen los movimientos de los meses consiguientes y como han sido los cambios en las cantidades durante su desarrollo para todas estas reclamaciones. Por ejemplo el triángulo del Cuadro 4.1, en la fecha de valuación 2006 se reportaron a la compañía aseguradora pérdidas por \$6,230, en el año siguiente o 24 meses después, a la compañía aseguradora se le reportaron pérdidas por \$463 con reclamaciones que ocurrieron en el año 2006. Transcurridos 48 meses hay una recuperación monetaria de \$31 mostrada entre paréntesis como un número negativo, este tipo de movimientos está dado por diversos motivos pero principalmente está ligado a la venta de bienes recobrados o procesos legales resultantes a favor. Para el año 2017 siendo la fecha de valuación solo hay un reporte de pérdidas por \$ 6,913, ya que es la máxima información disponible hasta ahora. Los demás años tienen un desarrollo similar a lo ejemplificado.

Todas las cantidades monetarias están divididas entre 1000 para su fácil presentación.

$X_{i,j}$ Valuación	Periodos de desarrollo											
	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144
2006	6,230	463	628	(31)	3	0	83	0	0	0	0	0
2007	10,293	1,077	(429)	1,030	(60)	0	(1,000)	0	0	0	0	
2008	14,585	1,743	210	415	(1,172)	33	(1)	0	0	0		
2009	16,747	1,916	(553)	(162)	5	(4)	(638)	23	0			
2010	13,106	3,353	86	62	0	65	(8)	0				
2011	11,077	5,346	11	(57)	0	0	(2)					
2012	11,748	341	63	(1)	0	2						
2013	7,471	1,119	(41)	0	110							
2014	11,394	2,023	(0)	112								
2015	9,575	935	270									
2016	8,428	239										
2017	6,913											

Cuadro 4.1: Triángulo de reclamaciones reportadas incrementales compañía ABC

4.2. Triángulo incremental pagado

El triángulo de reclamaciones pagadas expone como se han efectuado los pagos a los siniestros que se han reportado a la compañía aseguradora. Este triángulo es semejante al de reclamaciones reportadas ya que muestran comportamientos similares, por ejemplo para el año de valuación 2006 se espera que para el mes de desarrollo 72 se hayan efectuado todos los pagos a los siniestros que sucedieron durante el año 2006, de manera equivalente para el triángulo de reclamaciones reportadas (Cuadro 4.1), se tiene una expectativa de que todas las reclamaciones sean de conocimiento de la compañía aseguradora 72 meses después del año de valuación, teniendo movimientos de \$0 después de este mes de desarrollo.

$X_{i,j}$	Periodos de desarrollo											
Valuación	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144
2006	3,563	2,746	914	67	3	0	83	0	0	0	0	0
2007	7,297	2,907	585	122	1	0	0	0	0	0	0	
2008	8,860	5,271	905	391	342	45	0	0	0	0		
2009	10,068	7,538	243	76	26	(3)	(638)	23	0			
2010	7,711	7,727	905	56	6	66	191	1				
2011	8,120	7,821	435	0	(1)	0	1					
2012	8,746	3,329	66	10	0	2						
2013	5,408	2,965	60	2	14							
2014	7,895	5,309	134	86								
2015	7,461	3,031	81									
2016	6,647	1,411										
2017	5,015											

Cuadro 4.2: Triángulo de reclamaciones pagadas incrementales compañía ABC

4.3. Valores de exposición

Los métodos de Reclamaciones Esperadas y Bornhuetter Ferguson requieren una medida de la exposición de la compañía aseguradora a las reclamaciones. La prima recibida por venta las pólizas es el tipo de exposición más común utilizado en las distintas líneas de negocio dentro del sector asegurador. En el caso de Seguro en propiedad estos valores están dados por el costo total de los inmuebles y las pertenencias que se encuentran en ellas. Para el año 2006 se tiene que la totalidad de las propiedades y sus bienes asegurados es de \$14,427, en los años consiguientes se muestran valores similares con incrementos a causa de la renovación de las pólizas y la venta de nuevas. Una mayor exposición al riesgo puede implicar una mayor siniestralidad.

Valuación	Valor de las propiedades y sus contenidos
2006	14,427
2007	14,064
2008	16,126
2009	19,579
2010	20,245
2011	18,829
2012	19,072
2013	22,225
2014	22,462
2015	22,372
2016	22,298
2017	23,707

Cuadro 4.3: Tabla de cantidades de exposición compañía ABC

4.4. Chain Ladder

El supuesto fundamental del método Chain Ladder es que los *age to age factors* o $D_{i,j}$ vistos en el pasado serán apropiados para el futuro. Cuando se usan datos de pérdidas, el método asume implícitamente que la suficiencia de las reservas de riesgos en curso ha sido consistente a lo largo del tiempo y que no han existido cambios sustanciales en los factores seleccionados. Cuando se utiliza este método con datos pagados, la suposición es que la tasa de pago de las reclamaciones ha sido relativamente constante en el tiempo.

Cuando la información de pérdidas ha sido manipulada para poder ser presentada en los triángulos incrementales $X_{i,j}$ se calculan los valores $C_{i,j}$. Para ejemplificar, en la siguiente tabla se muestran los cálculos respectivos para el triángulo de reclamaciones acumuladas reportadas del Cuadro 4.4 para el año de accidente 2015.

$C_{i,j}$	$X_{i,j}$	Incremental (Cuadro 4.1)	Acumulado
$C_{2015,12}$	$X_{2015,12}$	$= 9,575$	$= 9,575$
$C_{2015,24}$	$X_{2015,12} + X_{2015,24}$	$= 9,575 + 935$	$= 10,510$
$C_{2015,36}$	$X_{2015,12} + X_{2015,24} + X_{2015,26}$	$= 9,575 + 935 + 270$	$= 10,780$

De esta manera se construyen los demás renglones del triángulo de reclamaciones acumuladas reportadas y pagadas. Posteriormente los factores $D_{i,j}$ son estimados, estos coeficientes muestran una nueva escala los cambios en el valor de varias cohortes a lo largo del tiempo. La siguiente tabla muestra el cálculo de las variables $D_{i,j}$ para el año de accidente 2015 del triángulo de reclamaciones acumuladas.

$D_{i,j}$	$C_{i,j}$	Valores	Factor
$D_{2015,12}$	$\frac{C_{2015,24}}{C_{2015,12}}$	$\frac{10,510}{9,575}$	$= 1.098$
$D_{2015,24}$	$\frac{C_{2015,36}}{C_{2015,24}}$	$\frac{10,780}{10,510}$	$= 1.026$

Del mismo modo se construyen los demás renglones del triángulo de factores de desarrollo.

Después de los valores $D_{i,j}$ se calculan los promedios simple, ponderada por volumen, media geométrica y mediana por los intervalos de valuación en meses o columnas, posteriormente de estos resultados se seleccionan a juicio los factores más representativos que modelan mejor el cambio de las pérdidas en función del desarrollo histórico exhibido por los datos, obteniendo así los factores S_i ; los factores CDF_i son el resultado de multiplicar los valores S_i donde i está en el conjunto los valores discretos de los meses de desarrollo, ejemplificando esto podemos ver en la siguiente tabla la estimación de los valores CDF_i de los meses 12, 24, y 32 del Cuadro 4.4;

CDF_i	$\prod S_k$	Valores S_i (Cuadro 4.4)	Factor
CDF_{12}	$\prod_{k=12}^{144} S_k$	$1.149 \cdot 1.007 \cdot 1.013 \cdot 1.002 \cdot 1.001 \cdot 1.000 \cdots 1.000$	$= 1.174$
CDF_{24}	$\prod_{k=24}^{144} S_k$	$1.007 \cdot 1.013 \cdot 1.002 \cdot 1.001 \cdot 1.000 \cdots 1.000$	$= 1.023$
CDF_{36}	$\prod_{k=36}^{144} S_k$	$1.013 \cdot 1.002 \cdot 1.001 \cdot 1.000 \cdots 1.000$	$= 1.015$

Para estimar las reclamaciones últimas, los factores acumulados CDF_i multiplican a los valores acumulativos $C_{i,j}$ en la última diagonal de los triángulos para cada año de accidente, esta diagonal caracteriza la última información disponible para el año de evaluación 2017. Las reclamaciones últimas representan la evaluación de las pérdidas en el futuro para poder ser liquidadas y cerradas. Estos resultados se pueden observar en los Cuadros 4.5 y 4.7, columna 4.

Compañía ABC

Triángulo de reclamaciones acumuladas reportadas

$C_{i,j}$	Evaluación en meses													
	Año de accidente	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	
2006	6.230	6.693	7.321	7.290	7.293	7.293	7.293	7.376	7.376	7.376	7.376	7.376	7.376	
2007	10.293	11.370	10.941	11.972	11.912	11.912	11.912	10.912	10.912	10.912	10.912	10.912	7.376	
2008	14.585	16.328	16.539	16.954	15.782	15.815	15.815	15.814	15.814	15.814	15.814	15.814	10.912	
2009	16.747	18.663	18.110	17.948	17.953	17.949	17.311	17.311	17.333	17.333	17.333	17.333	15.814	
2010	13.106	16.459	16.545	16.607	16.607	16.672	16.672	16.664	16.664	16.664	16.664	16.664	17.333	
2011	11.077	16.424	16.435	16.378	16.378	16.378	16.378	16.376	16.376	16.376	16.376	16.376	16.664	
2012	11.748	12.089	12.153	12.151	12.151	12.151	12.151	12.151	12.151	12.151	12.151	12.151	16.376	
2013	7.471	8.590	8.549	8.549	8.549	8.549	8.549	8.549	8.549	8.549	8.549	8.549	12.151	
2014	11.394	13.418	13.417	13.529	13.529	13.529	13.529	13.529	13.529	13.529	13.529	13.529	8.549	
2015	9.575	10.510	10.780	10.780	10.780	10.780	10.780	10.780	10.780	10.780	10.780	10.780	13.529	
2016	8.428	8.666	8.666	8.666	8.666	8.666	8.666	8.666	8.666	8.666	8.666	8.666	10.780	
2017	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	6.913	8.666	

Triángulo de factores de desarrollo

$D_{i,j}$	Intervalo en meses													
	Año de accidente	12-24	24-36	36-48	48-60	60-72	72-84	84-96	96-108	108-120	120-132	132-144	144-Ult	
2006	1.074	1.094	0.996	1.000	1.000	1.011	1.011	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2007	1.105	0.962	1.094	0.995	1.000	0.916	0.916	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2008	1.120	1.013	1.025	0.931	1.002	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2009	1.114	0.970	0.991	1.000	1.000	0.964	0.964	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2010	1.256	1.005	1.004	1.000	1.004	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2011	1.483	1.001	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2012	1.029	1.005	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2013	1.150	0.995	1.000	1.013	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2014	1.178	1.000	1.008	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2015	1.098	1.026	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2016	1.028	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2017	1.028	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Promedios

1:	Simple	1.149	1.007	1.013	0.992	1.001	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Media Geométrica	1.143	1.007	1.012	0.992	1.001	0.981	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2:	Mediana	1.114	1.003	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3:	Volumétrico	1.154	1.002	1.011	0.990	1.001	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4:													
Selección de Factores	S_i	1.149	1.007	1.013	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Cumulativo	CDF_i	1.174	1.023	1.015	1.003	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Cuadro 4.4: Selección de factores para el triángulo de reclamaciones reportadas

Compañía ABC

Año de Accidente	Pérdidas Reportadas 2017	CDF_i Factor de Desarrollo Acumulado	Estimación de Reclamaciones Últimas <u>(2) x (3)</u>
(1)	(2)	(3)	(4)
2006	\$ 7,376	1.000	\$ 7,376
2007	10,912	1.000	10,912
2008	15,814	1.000	15,814
2009	17,333	1.000	17,333
2010	16,664	1.000	16,664
2011	16,376	1.000	16,376
2012	12,153	1.000	12,150
2013	8,659	1.001	8,664
2014	13,529	1.003	13,564
2015	10,780	1.015	10,945
2016	8,666	1.023	8,862
2017	6,913	1.174	8,118
Total	\$ 145,175		\$ 146,777

Notas:

- (2) Información proveída por la Compañía ABC.
- (3) Basados en la el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.5: Estimación de reclamaciones últimas
Basadas en el método Chain Ladder para reclamaciones reportadas (CL)

Compañía ABC

Triángulo de reclamaciones acumuladas pagadas

$C_{i,j}$	Evaluación en meses													
	Año de accidente	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	
2006	3,563	6,309	7,223	7,290	7,293	7,293	7,293	7,376	7,376	7,376	7,376	7,376	7,376	
2007	7,297	10,204	10,789	10,911	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912	
2008	8,860	14,131	15,036	15,427	15,769	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	
2009	10,068	17,606	17,850	17,926	17,952	17,949	17,949	17,311	17,333	17,333	17,333	17,333	17,333	
2010	7,711	15,439	16,344	16,400	16,406	16,472	16,472	16,663	16,664	16,664	16,664	16,664	16,664	
2011	8,120	15,941	16,376	16,376	16,375	16,375	16,375	16,376	16,376	16,376	16,376	16,376	16,376	
2012	8,746	12,075	12,141	12,151	12,151	12,151	12,151	12,151	12,151	12,151	12,151	12,151	12,151	
2013	5,408	8,373	8,433	8,435	8,449	8,449	8,449	8,449	8,449	8,449	8,449	8,449	8,449	
2014	7,895	13,204	13,338	13,425	13,425	13,425	13,425	13,425	13,425	13,425	13,425	13,425	13,425	
2015	7,461	10,492	10,573	10,573	10,573	10,573	10,573	10,573	10,573	10,573	10,573	10,573	10,573	
2016	6,647	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	8,058	
2017	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	5,015	

Triángulo de factores de desarrollo

$D_{i,j}$	Intervalo en meses													
	Año de accidente	12-24	24-36	36-48	48-60	60-72	72-84	84-96	96-108	108-120	120-132	132-144	144-Ult	
2006	1,771	1,145	1,009	1,000	1,000	1,000	1,011	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2007	1,398	1,057	1,011	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2008	1,595	1,064	1,026	1,022	1,003	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2009	1,749	1,014	1,004	1,001	1,000	1,000	0,964	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2010	2,002	1,059	1,003	1,000	1,004	1,004	1,012	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2011	1,963	1,027	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2012	1,381	1,005	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2013	1,548	1,007	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2014	1,672	1,010	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	
2015	1,406	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	
2016	1,212	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	
2017	1,212	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	

Promedios

1:	Simple	1,609	1,040	1,007	1,003	1,001	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2:	Media Geométrica	1,591	1,039	1,007	1,003	1,001	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3:	Mediana	1,595	1,021	1,004	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4:	Volumétrico	1,612	1,035	1,007	1,004	1,001	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Selección de Factores	S_i	1,609	1,021	1,007	1,004	1,002	1,002	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Cumulativo	$CD F_i$	1,667	1,036	1,015	1,008	1,004	1,002	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Selección de Factores													

Cuadro 4.6: Selección de factores para el triángulo de reclamaciones pagadas

Compañía ABC

Año de Accidente	Pérdidas Pagadas 2017	CDF_i Factor de Desarrollo Acumulado	Estimación de Reclamaciones Últimas <u>(2) x (3)</u>
(1)	(2)	(3)	(4)
2006	\$ 7,376	1.000	\$ 7,376
2007	10,912	1.000	10,912
2008	15,814	1.000	15,814
2009	17,333	1.000	17,333
2010	16,664	1.000	16,664
2011	16,376	1.000	16,382
2012	12,153	1.002	12,182
2013	8,449	1.004	8,486
2014	13,425	1.008	13,533
2015	10,573	1.015	10,732
2016	8,058	1.036	8,347
2017	5,015	1.667	8,358
Total	\$ 142,148		\$ 146,118

Notas:

- (2) Información proveída por la Compañía ABC.
- (3) Basados en la el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.7: Estimación de reclamaciones últimas
Basadas en el método Chain Ladder para reclamaciones pagadas (CL)

4.5. Reclamaciones Esperadas

Para la estimación de las reclamaciones últimas con base en los factores de pérdidas iniciales seleccionados (*IELR*), busca al igual que en el método Chain Ladder proyectar las pérdidas con base en un factor elegido. Para la mayoría de los de las líneas de negocio, los factores de pérdidas iniciales se derivan de los niveles de pérdida de la industria, (Cuadro 4.8, columna 5), y en las tendencias de pérdidas observadas de la compañía. Las pérdidas de la compañía están dadas por el promedio de las selecciones iniciales de reclamaciones últimas por año de accidente del método Chain Ladder para cantidades pagadas y reportadas y dividiendo entre los valores de exposición al riesgo, con este resultado podemos tener un factor de comparación entre el nivel de pérdidas de la compañía y a la industria, en la siguiente tabla podemos ver el cálculo para la comparación de los factores para el año de accidente 2006.

Año de Accidente	Factor Estimado	Valores Cuadros 4.5 y 4.7 Columna 4	Factor	Factor de la Industria
2006	$= \frac{U_{2006}^{pagado} + U_{2006}^{reportado}}{2} \cdot \frac{1}{\text{Valor de exposición 2006}}$	$= \frac{7,376+7,376}{2} \cdot \frac{1}{14,427}$	= 0.511	0.090

Este factor nos muestra una estimación de siniestralidad en el año de accidente 2006. El valor de 0.511 en 2006 nos indica que el 50% de los valores de los bienes asegurados han sufrido una reclamación, este resultado se compara con las estadísticas de la misma línea de negocio que en este caso es de 9% para el año 2006. El factor seleccionado para los años de accidente al igual que en el método Chain Ladder, es escogido con base en el juicio actuarial (Cuadro 4.8, columna 4 a 6). Para la obtención de las reclamaciones esperadas iniciales multiplicamos los valores de exposición por el factor seleccionado obteniendo las reclamaciones últimas. La siguiente tabla muestra este resultado para el año 2006.

Año de Accidente	Factor Seleccionado	Valor de Exposición	Reclamaciones Iniciales Esperadas	Valor
2006	= 0.301	= 14,427	= (0.301) (14,427)	= 4,337

Los valores de las reclamaciones iniciales esperadas para los años de accidente posteriores se muestran en el Cuadro 4.8, columna 7.

Aunque los resultados de las reclamaciones últimas con base en este método se derivan de una selección de factores iniciales de pérdidas, las proyecciones de reclamaciones están basadas en la industria por lo que no toma en cuenta las características individuales de la empresa. Estos resultados pueden llevar a impactos alejados de los esperados, por lo que se utiliza regularmente en situaciones cuando la información es limitada para el método Chain Ladder.

Compañía ABC

Año de Accidente	Valor de las propiedades y sus contenidos	Selección inicial de reclamaciones Últimas	Factor de Reclamaciones			Reclamaciones Esperadas Iniciales
			Estimado	Industria	Seleccionado	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
2006	\$ 14,427	\$ 7,376	0.511	0.090	0.301	\$ 4,337
2007	14,064	10,912	0.776	0.037	0.406	5,715
2008	16,126	15,814	0.981	0.032	0.506	8,163
2009	19,579	17,333	0.885	0.152	0.519	10,159
2010	20,245	16,664	0.823	0.289	0.556	11,256
2011	18,829	16,379	0.870	0.256	0.563	10,599
2012	19,072	12,166	0.638	0.305	0.471	8,988
2013	22,225	8,575	0.386	0.338	0.362	8,041
2014	22,462	13,548	0.603	0.362	0.483	10,839
2015	22,372	10,839	0.484	0.429	0.457	10,217
2016	22,298	8,604	0.386	0.684	0.535	11,926
2017	23,707	8,238	0.347	0.706	0.527	12,489
Total	\$ 235,406	\$ 146,448				\$ 112,729

Notas:

- (2) Información proveída por la Compañía ABC., unidad de exposición
- (3) Promedio entre el Cuadro 4.5, Col(4) y el Cuadro 4.7, Col(4).
- (4) Col(3) / Col(2).
- (5) Basado en el conocimiento de la industria.
- (6) Seleccionado a juicio entre Col(4) y Col(5).
- (7) Col(6) x Col(2).

Cuadro 4.8: Estimación de pérdidas basadas en el factor de reclamaciones esperadas

4.6. Bornhuetter-Ferguson

Para las coberturas que tardan en reportar los siniestros a la compañía aseguradora, el método Chain Ladder puede llevar a proyecciones erráticas y poco confiables porque un cambio relativamente pequeño en los informes iniciales puede resultar en un gran cambio en las proyecciones finales.

Es por esto que el método de Bornhuetter-Ferguson (BF) mezcla dos de los métodos para lograr un estabilidad en la estimación de las reclamaciones. Siendo el método de Reclamaciones Esperadas, multiplicado por un factor de ponderación Z_i derivado del método Chain Ladder, por el cual las reclamaciones últimas son iguales a una combinación entre la estimación de pérdidas de la industria y las pérdidas reales informadas. Esto tiene la ventaja de una consistencia ya que en periodos más acercados a la fecha de evaluación se consideran las pérdidas iniciales de la industria con un peso derivado de la información propia de la compañía. Se necesitan dos parámetros para aplicar el método BF: las pérdidas iniciales esperadas del método de reclamaciones Esperadas y los porcentajes de reclamaciones que están dados por los factores CDF_j del método Chain Ladder que al obtener su inversa obtenemos el porcentaje de reclamaciones que han sido reportadas o pagadas hasta el día de hoy.

En la siguiente tabla se ejemplifica las estimación de los factores de ponderación Z_i necesarios para el método BF, originario de los valores CDF_i ; para los años de accidente 2013 a 2016 ya que los años previos el factor es de 1.

CDF_i	Cuadro 4.6, columna 3	Z_i	Valor
CDF_{2013}	= 1.001	= $1 - \frac{1}{CDF_{2013}}$	= $1 - \frac{1}{1,001}$ = 0.1 %
CDF_{2014}	= 1.003	= $1 - \frac{1}{CDF_{2014}}$	= $1 - \frac{1}{1,003}$ = 0.3 %
CDF_{2015}	= 1.015	= $1 - \frac{1}{CDF_{2015}}$	= $1 - \frac{1}{1,015}$ = 1.5 %
CDF_{2016}	= 1.026	= $1 - \frac{1}{CDF_{2016}}$	= $1 - \frac{1}{1,026}$ = 2.2 %
CDF_{2017}	= 1.174	= $1 - \frac{1}{CDF_{2017}}$	= $1 - \frac{1}{1,174}$ = 14.9 %

El método BF combina estos dos métodos al establecer las reclamaciones últimas iguales a las pérdidas reportadas más la estimación de las reclamaciones esperadas iniciales (cuadro 4.8, columna 7), ponderadas por el factor Z_i . En la siguiente tabla podemos ver el cálculo para las reclamaciones últimas reportadas en base al método BF para los años 2015, 2016 y 2017.

Estimación de Reclamaciones Últimas	Reclamaciones Iniciales Esperadas Cuadro 4.8, Columna 7	Z_i	Pérdidas Reportadas Actuales Cuadro 4.5, Columna 2
U_{2015}	= (10,217	· 1.5%) +	10,780 = 10,934
U_{2016}	= (11,926	· 2.2%) +	8,666 = 8,929
U_{2017}	= (12,489	· 14.9%) +	6,913 = 8,768

A medida que un año de experiencia madura y las pérdidas no declaradas esperadas se hacen más pequeñas, el supuesto de pérdida esperada inicial se vuelve gradualmente menos importante.

Este método se usa a menudo donde la experiencia de pérdidas reportada es relativamente inmadura o carece de credibilidad suficiente para la aplicación de otros métodos, los cálculos de la reclamaciones últimas de este método para todos los años de accidente se muestran en los Cuadros 4.9 y 4.10.

Compañía ABC

Año de Accidente	Reclamaciones Iniciales Esperadas	Percentage Esperado		Z_i
		Reportado	No reportado	100% - (3)
		(3)	(4)	(4)
2006	\$ 4,337	100.0%		0.0%
2007	5,715	100.0%		0.0%
2008	8,163	100.0%		0.0%
2009	10,159	100.0%		0.0%
2010	11,256	100.0%		0.0%
2011	10,599	100.0%		0.0%
2012	8,988	100.0%		0.0%
2013	8,041	99.9%		0.1%
2014	10,839	99.7%		0.3%
2015	10,217	98.5%		1.5%
2016	11,926	97.8%		2.2%
2017	12,489	85.1%		14.9%
Total	\$ 112,729			

Año de Accidente	Pérdidas Reportadas	Pérdidas No reportadas	Estimación de Reclamaciones
	Actuales	Esperadas	Últimas
	2017	(2) x (4)	(5) + (6)
(1)	(5)	(6)	(7)
2006	\$ 7,376	\$ 0	\$ 7,376
2007	10,912	0	10,912
2008	15,814	0	15,814
2009	17,333	0	17,333
2010	16,664	0	16,664
2011	16,376	0	16,376
2012	12,153	-3	12,151
2013	8,659	4	8,663
2014	13,529	28	13,557
2015	10,780	154	10,934
2016	8,666	263	8,929
2017	6,913	1,855	8,768
Total	\$ 145,175	\$ 2,301	\$ 147,477

Notas:

- (2) Cuadro 4.8, Col(7).
- (3) 1 / Cuadro 4.5, Col(3).
- (5) Información proveída por la Compañía ABC.

Cuadro 4.9: Estimación de reclamaciones últimas
Basadas en el método Bornhuetter-Ferguson para reclamaciones reportadas (BF)

Compañía ABC

Año de Accidente	Reclamaciones Iniciales Esperadas	Percentage Esperado	
		Pagado	No pagado 100% - (3)
(1)	(2)	(3)	(4)
2006	\$ 4,337	100.0%	0.0%
2007	5,715	100.0%	0.0%
2008	8,163	100.0%	0.0%
2009	10,159	100.0%	0.0%
2010	11,256	100.0%	0.0%
2011	10,599	100.0%	0.0%
2012	8,988	99.8%	0.2%
2013	8,041	99.6%	0.4%
2014	10,839	99.2%	0.8%
2015	10,217	98.5%	1.5%
2016	11,926	96.5%	3.5%
2017	12,489	60.0%	40.0%

Total \$ 112,729

Año de Accidente	Pérdidas Pagadas	Pérdidas No pagadas	Estimación de Reclamaciones
	Actuales 2017	Esperadas (2) x (4)	Últimas (5) + (6)
(1)	(5)	(6)	(7)
2006	\$ 7,376	\$ 0	\$ 7,376
2007	10,912	0	10,912
2008	15,814	0	15,814
2009	17,333	0	17,333
2010	16,664	0	16,664
2011	16,376	4	16,380
2012	12,153	21	12,174
2013	8,449	35	8,484
2014	13,425	87	13,511
2015	10,573	151	10,724
2016	8,058	413	8,471
2017	5,015	4,995	10,010
Total	\$ 142,148	\$ 5,706	\$ 147,853

Notas:

- (2) Cuadro 4.8, Col(7).
- (3) 1 / Cuadro 4.7, Col(3).
- (5) Información proveída por la Compañía ABC.

Cuadro 4.10: Estimación de reclamaciones últimas
Basadas en el método Bornhuetter-Ferguson para reclamaciones pagadas (BF)

4.7. Reclamaciones Últimas

Para poder calcular la estimación de la responsabilidad de las pérdidas no pagadas o *Unpaid Claims*, se realiza una selección final de las reclamaciones últimas por año de accidente en base a una comparativa entre las reclamaciones reportadas y pagadas de los métodos Chain Ladder y Bornhuetter-Ferguson, (Cuadros 4.4 al 4.8); esto nos ayuda a tener una estimación más precisa para el cálculo final de la reserva. Esta selección está fundamentada en el juicio actuarial. La elección de las reclamaciones últimas está realizada en la columna 8 del Cuadro 4.11;

Se puede observar para los años de accidente 2006 al 2012 que las reclamaciones últimas son iguales a las pérdidas reportadas y pagadas, esto se debe a que no se espera que se abran nuevas reclamaciones y todos los siniestros existentes han sido completamente saldados.

Compañía ABC

Año de Accidente	Estimación de reclamaciones últimas basadas en				Perdiadas Reportadas 2017	Pérdidas Pagadas 2017	Selección de Reclamaciones Últimas
	BF Reportado	BF Pagado	CL Reportado	CL Pagado			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2006	\$ 7,376	\$ 7,376	\$ 7,376	\$ 7,376	\$ 7,376	\$ 7,376	\$ 7,376
2007	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912	10,912
2008	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814
2009	17,333	17,333	17,333	17,333	17,333	17,333	17,333
2010	16,664	16,664	16,664	16,664	16,664	16,664	16,664
2011	16,376	16,380	16,376	16,382	16,376	16,376	16,376
2012	12,151	12,174	12,150	12,182	12,153	12,153	12,153
2013	8,663	8,484	8,664	8,486	8,659	8,449	8,664
2014	13,557	13,511	13,564	13,533	13,529	13,425	13,541
2015	10,934	10,724	10,945	10,732	10,780	10,573	10,834
2016	8,929	8,471	8,862	8,347	8,666	8,058	8,862
2017	8,768	10,010	8,118	8,358	6,913	5,015	8,813
Total	\$ 147,477	\$ 147,853	\$ 146,777	\$ 146,118	\$ 145,175	\$ 142,148	\$ 147,342

Notas:

- (2) Cuadro 4.9, Col(7).
- (3) Cuadro 4.10, Col(7).
- (4) Cuadro 4.5, Col(4).
- (5) Cuadro 4.7, Col(4).
- (6),(7) Información proveída por la Compañía ABC.
- (8) Seleccionado a juicio entre Col(2) a Col(5).

Cuadro 4.11: Selección de las reclamaciones últimas en base a los distintos métodos

4.8. Estimación de la responsabilidad de las pérdidas no pagadas

La estimación de la responsabilidad de las pérdidas no pagadas o (*Unpaid Claims*), es la cantidad monetaria líquida que debe de tener la compañía aseguradora para hacer frente a las reclamaciones durante el año 2017-2018.

El cálculo de las *Unpaid Claims* que es la suma de la estimación *IBNR* y las reservas de riesgo en curso, que de una manera general se podría definir como la reserva de las pérdidas que conocemos y no se han saldado completamente, más las proyecciones de los siniestros que todavía no ocurren. Esta selección está fundamentada en el juicio actuarial y el conocimiento de la línea de negocio.

En las columnas 4, 5 y 6 del Cuadro 4.12, podemos ver que en los años 2006 al 2012 los valores son cero, esto se debe a que ya todas las reclamaciones para estos años fueron saldadas en su totalidad por lo que no se esperan movimientos. El total de la columna 4 del Cuadro 4.12 nos indica que, de las reclamaciones que son de conocimiento de la compañía aseguradora, se necesita una cantidad monetaria por 3,028 para que sean liquidadas. El total de la columna 5 del Cuadro 4.12, nos muestra la estimación de las reclamaciones que aun no son de conocimiento de la compañía aseguradora pero se espera que sean reportadas por la cantidad de 2,167. El total de la columna del Cuadro 4.12 dado por 5,194, es el valor monetario que la compañía aseguradora debe de tener para poder finalizar todas las reclamaciones en el cierre virtual de la compañía durante el año 2018, siendo este el monto final de la reserva.

Compañía ABC

Año de Accidente	Selección de Reclamaciones Últimas	Pérdidas Pagadas 2017	Reservas de riesgo En curso 2017	Estimación IBNR 2017	Estimación de la Responsabilidad de las Pérdidas no pagadas 2017
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2006	\$ 7,376	\$ 7,376	\$ 0	\$ 0	\$ 0
2007	10,912	10,912	0	0	0
2008	15,814	15,814	0	0	0
2009	17,333	17,333	0	0	0
2010	16,664	16,664	0	0	0
2011	16,376	16,376	0	0	0
2012	12,153	12,153	0	0	0
2013	8,664	8,449	210	5	215
2014	13,541	13,425	105	12	117
2015	10,834	10,573	207	54	261
2016	8,862	8,058	608	195	804
2017	8,813	5,015	1,898	1,901	3,799
Total	\$ 147,342	\$ 142,148	\$ 3,028	\$ 2,167	\$ 5,194

Notas:

- (2) Cuadro 4.11, Col(8).
- (3) Información proveída por la Compañía ABC.
- (4) Cuadro 4.11, Col(6) - Col(7).
- (5) Col(2) - Col(3) - Col(4).
- (6) Col(4) + Col(5).

Cuadro 4.12: Estimación de la responsabilidad de las pérdidas no pagadas o unpaid claims

Conclusiones y recomendaciones

Dentro de este trabajo se presentaron tres de los principales métodos para el cálculo de reservas aplicados a datos a una línea de negocio en concreto, aunque existen más, como el método *Berquist Sherman* que es utilizado cuando se adquieren nuevas carteras de clientes y los factores $D_{i,j}$ no son consistentes. Los métodos enumerados en el capítulo 3 son empleables a los escenarios más comunes dentro de los seguros de daños o no vida. Se podría copiar la estructura de los apéndices para crear un nuevo reporte en una nueva línea de negocio, siendo esto lo que usualmente se realiza en el ámbito profesional, tomando un análisis existente con características similares y actualizado con base a los nuevos datos.

En el método Chain Ladder uno de los pasos fundamentales es la selección de los factores S_i , estos tienen una implicación directa en el cálculo de la reserva final o *Unpaid Claims* y en el método Bornhuetter Ferguson, esta selección es hecha por los consultores con más experiencia y los actuarios encargados en firmar los reportes para los clientes.

Para el caso del método de Reclamaciones Esperadas se hace un nuevo cálculo tomando en cuenta la línea de negocio, las características de la entidad y las leyes que norman a los seguros donde se asume el riesgo.

Dentro de la selección de los métodos empleados para realizar un reporte Gary S. Patrik (2001), señala que “Se puede ver que hay muchas posibilidades, y no hay un solo método correcto. Cualquier buen actuario querrá usar tantos métodos para los cuales se disponga de información y tiempo razonablemente buenos, para comparar y contrastar las estimaciones de éstos. A menudo es informativo ver la propagación de estimaciones derivadas de diferentes enfoques. Esto nos ayuda a comprender mejor el rango y la distribución de posibilidades, y puede darnos una idea de la sensibilidad de nuestras respuestas a diferentes supuestos y metodologías de estimación.” Es por esto que se usualmente se emplea más de un método para un solo análisis para poder hacer una comparativa entre los distintos resultados y seleccionar los que se ajusten más a la distribución de pérdidas.

Para el caso particular de la aplicación de los métodos en el capítulo 4, al interpolar linealmente los porcentajes esperados de cantidades reportadas y pagadas de la columna 3 en los cuadros 4.9 y 4.10 entre los meses de desarrollo se puede observar que al alcanzar el mes 48, se espera que la mayor parte de las cantidades reportadas sean del conocimiento de la compañía y que de igual manera hayan sido pagadas gran número de las reclamaciones.

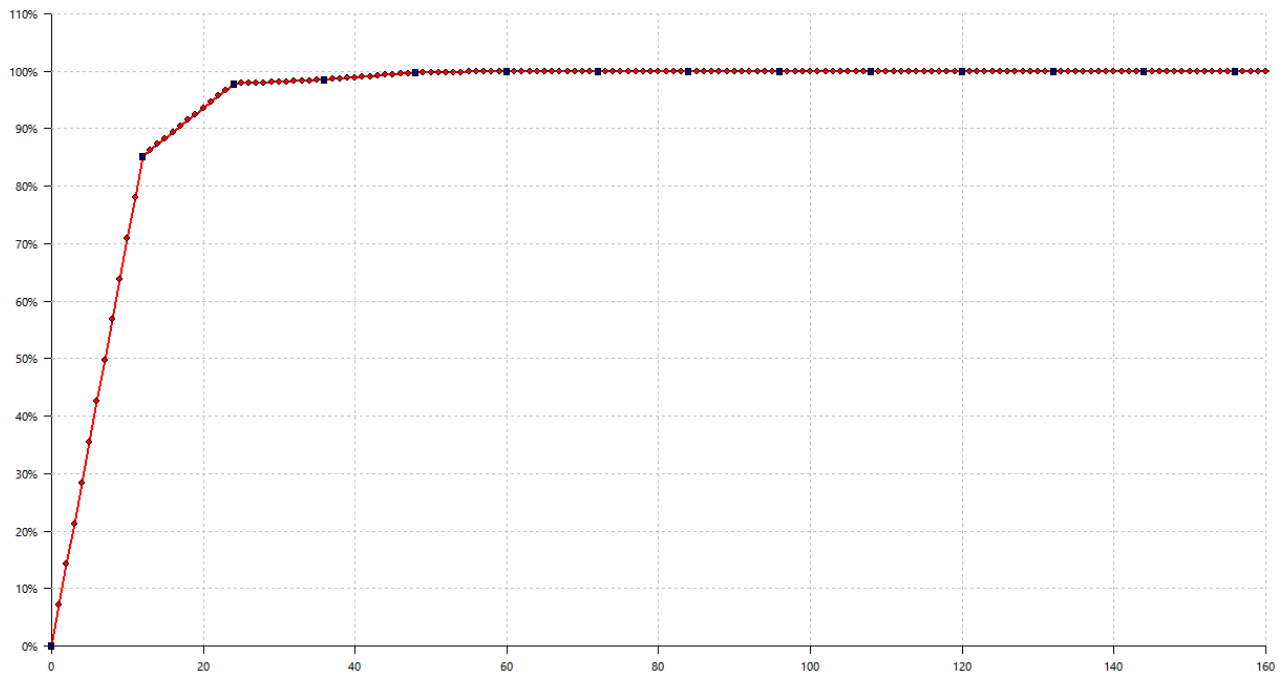


Figura 5.1: Porcentaje de reclamaciones esperadas reportadas ($1/CDF_i$) entre los meses

La Figura 5.1 muestra la interpolación de los porcentajes de reclamaciones reportadas entre los meses de desarrollo, esta gráfica nos da una noción de como se están reportando las reclamaciones en la compañía aseguradora y también hacer na comparativa en con las demás compañías del mismo ramo, al mismo tiempo se pueden observar movimientos inusuales en las reclamaciones que no son propios de la línea de negocio.

Las gráficas nos ayudan a hacer selecciones de los factores S_i y CDF_i dado que podemos visualizar como se comportan las estimaciones de la pérdidas.

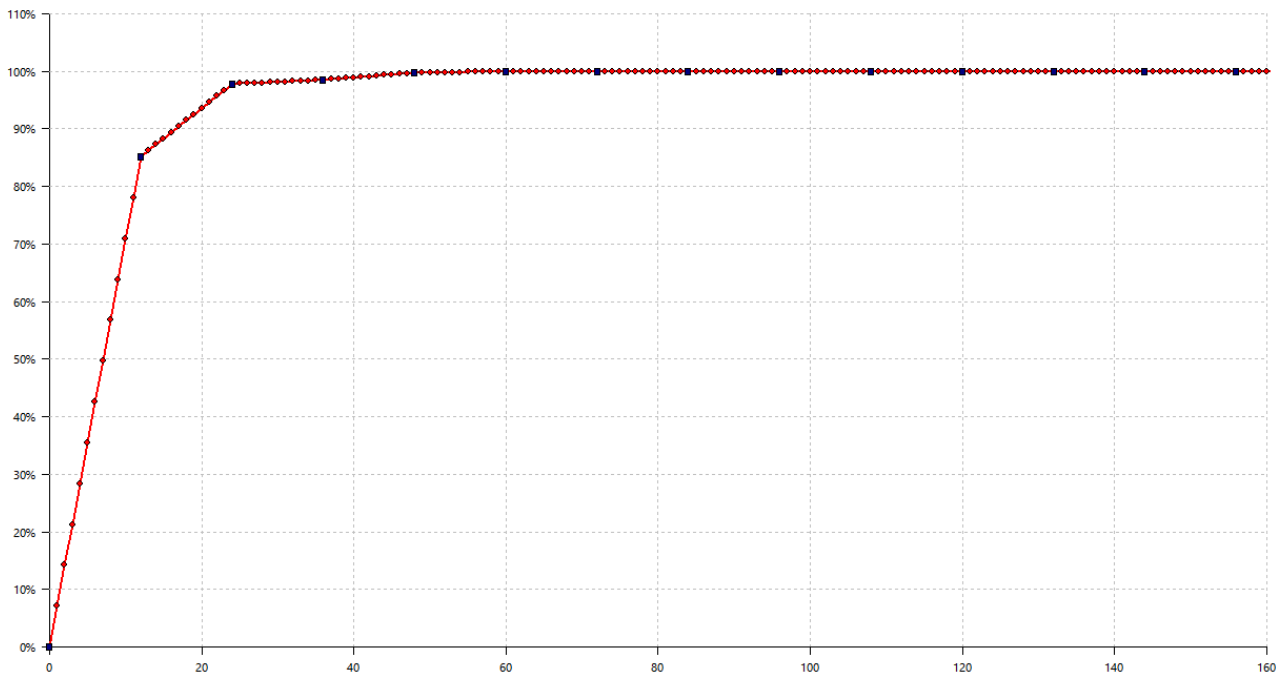


Figura 5.2: Porcentaje de reclamaciones esperadas pagadas ($1/CDF_i$) entre los meses

La figura 5.2 nos muestra de igual manera la interpolación de los porcentajes de pérdidas muestran una similitud con la Figura 5.1, esto se debe a que el patrón visto en las gráficas está relacionado a la línea de negocio, ya que cuando se presenta un incidente en una propiedad o vivienda ésta es reportada inmediatamente a la compañía aseguradora y pagada a un tiempo menor que en un auto ya que es un bien vital.

Otro de los puntos importantes para el cálculo de reservas es la manipulación de los datos para poder ser procesados en los métodos, ya que cada compañía tiene distintos métodos contables de captura de información y es difícil emplear una metodología única para esto.

Bibliografía

- [1] ALBARRÁN LOZANO, IRENE, & PABLO ALONSO GONZÁLEZ (2010). *Métodos Estocásticos de Estimación de las Provisiones Técnicas en el Marco de Solvencia II*
- [2] ALFARO FUENTES, DANIEL DE JESUS (2016). *Modelos Chain-Ladder Clásicos y Bayesianos para el Cálculo de Reservas Auxiliado con R* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- [3] ATKINSON, RICK (1989). *Calculating IBNR Based On Case Reserves*
- [4] BONILLA CAMPOS, DELIA (2006). *Algunos Métodos para el Cálculo de Reservas de Siniestros Ocurridos y No Reportados Aplicables al Ramo No Vida* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- [5] CASUALTY ACTUARIAL SOCIETY (2016). *Bornhuetter-Ferguson Initial Expected Loss Ratio Working Party Paper*
- [6] CASUALTY ACTUARIAL SOCIETY (2001). *Foundations of Casualty Actuarial Science*
- [7] FRIEDLAND, JACQUELINE (2010). *Estimating Unpaid Claims Using Basic Techniques*
- [8] HALLIWELL, LEIGH (2008). *Chain-Ladder Bias: Its Reason and Meaning*
- [9] INSTITUTE AND FACULTY OF ACTUARIES (1997). *SIMPLE RESERVING METHODS*
- [10] INSURANCE INFORMATION INSTITUTE (2010). *Insurance Handbook*
- [11] KAAS, ROB, MARC GOOVAERTS, JAN DHAENE, & MICHEL DENUIT (2009). *Modern Actuarial Risk Theory*
- [12] MINZONI, ANTONIO (2004). *Técnica Actuarial de los Seguros No-Vida*
- [13] NACEUR, GHAZI (2017). *Technical Reserves: A Practical Role for Actuaries*
- [14] NATIONAL ASSOCIATION OF INSURANCE COMMISSIONERS (2011). *State Insurance Regulation*
- [15] SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, ALEJANDRA, & KATIA EDITH SÁNCHEZ MONDRÁGON (2007). *Reservas Técnicas del Seguro Tradicional en México* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- [16] WERNER, GEOFF, & CLAUDINE MODLIN (2010). *Basic Ratemaking*