



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la  
Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ACTUARIO

P R E S E N T A:

AGUSTIN PERALTA CUELLAR

TUTOR: ACT. PEDRO AGUILAR BELTRÁN

2007





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

# Índice

	<b>Pág</b>
<b>Índice</b>	<b>I</b>
<b>Introducción</b>	<b>II</b>
<b>Capítulo I: Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados</b>	
1.1	Concepto de Siniestro. 1
1.2	Los Siniestros Ocurridos pero No Reportados. 1
1.3	Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados. 2
1.4	Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados. 3
1.5	Incertidumbres de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados. 4
1.6	La Importancia de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados. 4
1.7	Triángulo de desarrollo. 5
<b>Capítulo II: Modelo aplicado al método de razón</b>	
2.1	Método de la razón. 9
2.1.1	Aplicación del modelo general de estabilización. 14
2.1.2	Uso del método con estadística modificada. 20
2.1.3	Modelo general de estabilización con estadística modificada. 25
<b>Capítulo III: Modelo aplicado al método de Chain-Ladder</b>	
3.1	Método de Chain-Ladder. 32
3.1.1	Aplicación del modelo general de estabilización. 36
3.1.2	Uso del método con estadística modificada. 41
3.1.3	Modelo general de estabilización con estadística modificada. 46
<b>Capítulo IV: Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional</b>	
4.1	Método de crecimiento proporcional. 52
4.1.1	Aplicación del modelo general de estabilización. 56
4.1.2	Uso del método con estadística modificada. 61
4.1.3	Modelo general de estabilización con estadística modificada. 65
<b>Capítulo V: Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&amp;F)</b>	
5.1	Método de Bornhueter/Ferguson (B.&F). 70
5.1.1	Aplicación del Modelo general de estabilización. 76
5.1.2	Uso del método con estadística modificada. 82
5.1.3	Modelo general de estabilización con estadística modificada. 87
<b>ANEXO I</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO IV</b>	<b>126</b>
<b>Conclusión</b>	<b>139</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>141</b>

# Introducción

En este trabajo de tesis se habla de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados.

Las reservas técnicas, de acuerdo a la regulación en los estados unidos mexicanos, son: Reserva de Riesgos en Curso, Reserva Especial (Reserva de Riesgos Catastróficos) y la Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir, de donde se define que la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados forma parte de la Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir.

La Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados se constituye en las operaciones de vida (excepto pensiones), daños (excepto crédito) y accidentes y enfermedades.

El propósito de una compañía de seguros es hacer frente a las obligaciones contraídas con el asegurado, por que se ha llevado a cabo un contrato llamado póliza, el cumplimiento de tales obligaciones se hará solventando las reclamaciones presentes y futuras de los asegurados, para ello la compañía de seguros debe de contar con los recursos financieros, a través de la constitución e inversión de reservas.

La constitución de reservas, hace que una compañía de seguros no ponga en riesgo su solvencia y estabilidad económica o financiera, al efectuar el pago de las obligaciones contraídas con sus asegurados, permitiéndole operar así de manera mas eficiente; sin embargo, el pago de reclamaciones de siniestros pueden ocurrir con un diferimiento en el tiempo, esto se debe a que existen siniestros ocurridos que posiblemente no han sido reportados, ya que son eventos cuya ocurrencia se puede dar durante algún intervalo de exposición fija, pero no son conocidos hasta un tiempo después, debido a un retraso temporal del reporte respecto de su fecha de ocurrencia, de tal manera, que el pago de estas reclamaciones diferidas con respecto a la fecha de ocurrencia y reporte hacen que las compañías de seguros tengan la necesidad de constituir una reserva, llamada Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, cuya abreviatura en inglés es (IBNR )

El cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados para métodos de triángulos de desarrollo de pago de siniestros, se comporta de manera sensible cuando se alteran algunas de las observaciones de la estadística de pago de siniestros, obteniéndose diferentes resultados de cálculo, para diferentes tipos de alteraciones en la estadística.

Por otra parte, se observa que para fines contables, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados se puede ajustar a las necesidades de la compañía de seguros; lo cual no debería ocurrir, ya que el cálculo de esta reserva no debe depender de la situación de la empresa sino de su estadística real.

La variación de resultados de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por alterar las observaciones de la estadística de pago de siniestros, se debe, a que la cantidad de observaciones consideradas para la obtención de parámetros (porcentajes de promedios de columnas de pago de reclamaciones de un año con respecto al otro), son considerados insuficientes.

Para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados se debe de considerar una estadística suficiente, confiable y homogénea, para que los porcentajes de pago de siniestros de un año con respecto a otro no expongan una varianza significativa, la cual puede afectar de manera cualitativa el valor del cálculo de la reserva. Sin embargo, los porcentajes de pago de siniestros de un año con respecto otro exhiben varianza significativa cuando se modifican las observaciones de la estadística de pago de siniestros, para fines o necesidades que tiene la compañía de seguros, lo cual tiene como consecuencia, que el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados sea comporte de manera diferente, la cual puede ser superior o inferior respecto al valor calculado con la estadística real.

La propuesta que se da en esta tesis para el problema de sensibilidad, por la alteración que se da en la estadística, es un modelo para la estabilización del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados para métodos que tengan que ver con triángulos de desarrollo de pago de siniestros.

La estabilización de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados se da cuando se obtienen porcentajes promedio de pago de siniestros de un año con respecto a otro, con varianza poco significativa, entonces la estadística que se ocupa debe de ser considerada lo suficiente, para lograr que se de una varianza menor.

En un contexto estadístico, la justificación sobre la medida pequeña de la varianza o dispersión, se debe a la variedad de datos concentrados, al ampliar el número de observaciones de pago de siniestros. Por otra parte, la estadística que se considera suficiente para lograr que se de menor varianza para el cálculo de porcentajes promedios de crecimiento de pago de siniestros de un año con respecto otro, debe ser colocada en la parte superior de la matriz de desarrollo de pago de siniestros, la cantidad de estadística por agregar a la matriz de desarrollo de pagos, se considera arbitraria, y solo depende de la estabilización de los factores promedio, es decir, la estadística se dice que es suficiente, solo cuando los factores promedio por columnas llegan a tener estabilidad, la cual se caracteriza por que se tiene una varianza menor, así mismo, la cantidad de estadística por agregar para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados dependerá de que tipo de operación o ramo se esta evaluando, ya que se observa que la cantidad de estadística que se ocupa para automóviles se puede considerar suficiente, mientras que la cantidad de estadística para la

reserva de riesgos hidrometeorológicos, catastrófica o de terremoto, no se puede considerar suficiente debido a que no hay tantos datos históricos de eventos catastróficos que son hidrometeorológicos.

La propuesta para el modelo para la estabilización de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, que se desarrolla en el siguiente documento de tesis, se distingue principalmente por anexar estadística en la parte superior de los triángulos de desarrollo de pagos de siniestros. El agregar más estadística se hace con el fin de estabilizar con mayor confianza el resultado del cálculo de la reserva de Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, debido que al alterar la estadística del triángulo de desarrollo de pago de siniestros de manera poco significativa, esta percibe un comportamiento sensible.

El siguiente documento escrito, estará compuesto por: una introducción, donde se describe de manera muy puntual, el significado de la importancia sobre la constitución de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, donde también se menciona de manera breve la principal problemática y de las razones por las cuales se considera apropiado el uso del modelo expuesto en el siguiente trabajo, así como las consecuencias de lo que sucede si este no es ocupado, adicionalmente se indica el objetivo perseguido, así como un panorama general del contenido.

En el capítulo I llamado Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados (IBNR), se da una breve explicación teórica de lo que es y significa la constitución, valuación y cálculo, de tal manera que se hace ver la importancia de su valuación y de su existencia.

En lo que se refiere del capítulo II, III, IV y V se describirán diferentes tipos de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, tales como la razón, Chain-Ladder, crecimiento proporcional y Bornhuetter-Ferguson(B.&F) así como un ejemplo numérico, el cual se divide en cuatro escenarios.

- En el primer escenario, es el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados de tal forma que las observaciones de la estadística no se alteren.
- En el segundo escenario, se propone anexar estadística de pago de siniestros en la parte superior del triángulo de desarrollo de pago de siniestros, sin embargo, las observaciones de la estadística inicial del triángulo de pago de siniestros se debe mantener igual.
- En el tercer escenario, se considera, que la estadística del triángulo de desarrollo de pago de siniestros se altere de manera aleatoria, con respecto a la estadística real, ya sea con cantidades superiores, inferiores o con valores de cero pago de siniestros, de tal manera que la forma de alterar las observaciones de la estadística del triángulo de reclamaciones y pago de siniestros no debe de seguir un patrón o un comportamiento, el cual describa la forma en que se altera la estadística.

## Introducción

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

---

- Para el cuarto escenario, se propone anexar mas estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, el cual se encuentra con estadística alterada.

Y para finalizar se desarrolla un ejemplo numérico dividido en anexos para cada uno de los métodos de triangulo de desarrollo de pago de siniestros (razón, Chain-Ladder, crecimiento proporcional y Bornhuetter-Ferguson(B.&F) donde se da una breve explicación de lo que sucede cuando se desarrolla el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados haciendo uso de la propuesta de estabilización en este documento de tesis.

# Capítulo I

## Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados

### 1.1 Concepto de Siniestro

Siniestro “es un acontecimiento que, por causar eventos concretos previstos en la póliza, origina la aparición del principio indemnizatorio, obligando a la entidad aseguradora a satisfacer, total o parcialmente, al asegurado o a sus beneficiarios, el capital garantizado en el contrato.

Una vez ocurrido el siniestro, éste debe ser evaluado mediante un conjunto de procesos, realizados por especialistas (peritos, ajustadores, médicos, etc.) o por la compañía de seguros, encaminados a determinar el valor económico de las pérdidas sufridas por el asegurado.

### 1.2 Los Siniestros Ocurridos pero No Reportados

Las clasificaciones hechas para los siniestros pagados y pendientes de pago se ven incrementadas al tomar en cuenta aquellos siniestros que ocurrieron en algún momento en el pasado y que presentarán reclamaciones en el futuro, para las cuales se deben constituir recursos con qué hacerles frente.

Esta clase de siniestros representan una fuerte responsabilidad para la compañía de seguros, y el ignorarlos puede traer como consecuencia; resultados técnicos con mayor utilidad o menor pérdida de la reportada, haciéndolos en realidad inexactos.

Por tal razón, en la actualidad, la importancia de estos siniestros, hacen que se constituya la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados.



### 1.3 Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados

Las reservas comúnmente se crean en función de hechos ya conocidos por la compañía de seguros, o bien, que se espera puedan llegar a ocurrir. Sin embargo, para el caso de la Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados esta no se había constituido estrictamente debido, a que se consideraba un argumento general el pensar que esta responsabilidad estaba cubierta por otras clases de reservas.

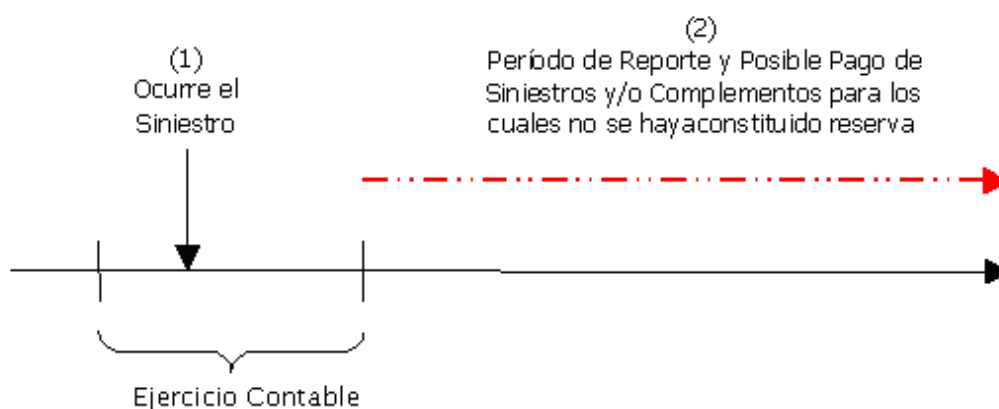


Tabla 1.1: Reserva de siniestros ocurridos y no reportados

La Tabla 1.1 muestra que, a partir de la ocurrencia el siniestro (1), se tiene un período de duración incierta para que la compañía de seguros conozca dicho evento y constituya la reserva correspondiente.

Esta situación hace necesario establecer una provisión de los recursos que hagan frente a los siniestros que posiblemente ya ocurrieron pero aún no se conocen, y que además se desconoce cuándo se notificarán. Este hecho se vuelve más trascendente si se considera que al momento de conocer estos siniestros la póliza que cubría el riesgo puede estar o no en vigor, pero dado que su fecha de ocurrencia se registró cuando dicha póliza estaba vigente, existe una responsabilidad legal de atender estas reclamaciones.

Por lo anterior, la compañía de seguros debe considerar esta posibilidad de siniestralidad adicional en sus cierres contables. De esta manera, se define.

### 1.4 Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados

Es una reserva que ha de constituirse para hacer frente a los montos reclamados por aquellos siniestros que ocurrieron (conocidos parcialmente y/o todavía no conocidos) y para los cuales no se ha constituido reserva al cierre contable, pero que se espera sean reportados de manera complementaria o inicial durante ejercicios futuros.

Así, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados muestra una naturaleza muy específica, ya que ofrece una estimación del posible impacto futuro (no necesariamente inmediato) que tengan los siniestros que posiblemente ocurrieron y aún no se reportan a la compañía de seguros (Tabla 1.2).

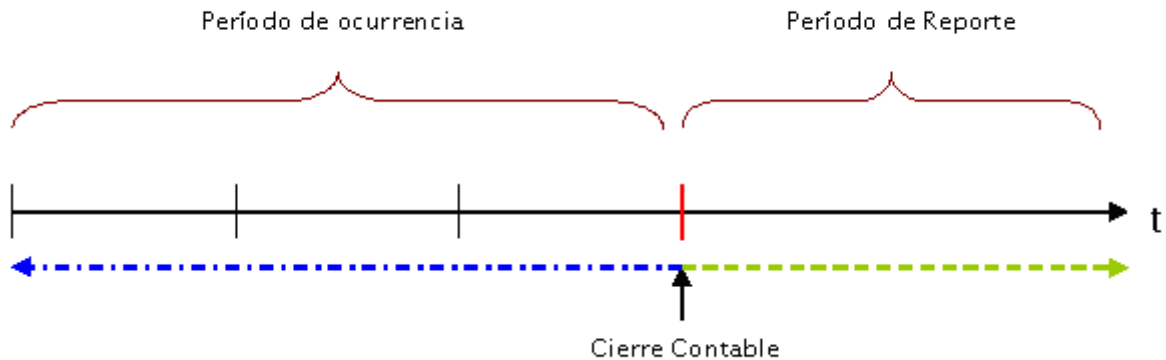


Tabla 1.2

Cabe señalar que la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados se utiliza para pagar los siniestros únicamente cuando la compañía de seguros cesa su operación, de otra manera sólo se ajusta durante cada período de acuerdo a su valuación.

El concepto “No Reportado” está en relación directa con el período en que ocurre el siniestro. De esta manera, los Siniestros Ocurridos y No Reportados pueden dividirse en:

- \* Siniestros ocurridos en períodos anteriores, pero reportados durante el actual período (SONOR pasados).
- \* Siniestros ocurridos en períodos anteriores o en el actual, pero conocidos después del período actual (SONOR futuros) (Tabla 1.3).

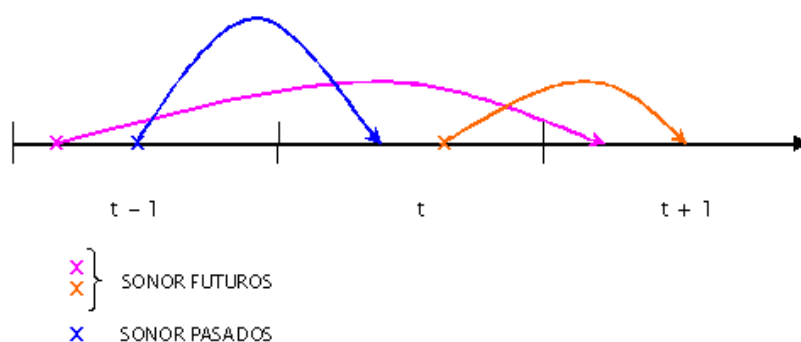


Tabla 1.3

Para calcular dicha reserva, existen diversos métodos; sin embargo, el criterio general para su valuación está dado como el valor estimado de la suma de los Siniestros Ocurridos pero No Reportados que se esperan pagar en el futuro, respecto del período de tiempo “n” (que se conoce como período de desarrollo) y que provienen de un determinado año de origen.

Asimismo, la reserva se debe ajustar periódicamente, conforme a los resultados que se obtengan de la valuación actuarial incorporando las nuevas tendencias que la compañía de seguros tenga en la siniestralidad a la fecha de cálculo.

### 1.5 Incertidumbres de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados

Cuando se calcula la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, aplicando alguno de los métodos (se mencionarán en el capítulo II en adelante), esencialmente se realiza una **estimación**, tomando en cuenta la experiencia pasada.

Por otra parte, se sabe que para fines contables, la reserva de Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados “se puede” ajustar a las necesidades de la compañía de seguros; esto es, si la compañía tiene altas ganancias puede agrandar la reserva (declara mayor reserva), o bien, si la compañía tiene pocas ganancias o pérdidas puede disminuir la reserva (declara poca reserva), lo cual no debería ocurrir, ya que el cálculo de esta reserva no debe depender de la situación de la empresa sino de su realidad estadística.

### 1.6 La Importancia de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados

La Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, es una reserva que teóricamente sirve para atender aquellas demandas que aún no son del conocimiento de la compañía de seguros dado que no han sido reportadas al momento de su valuación.

Por lo tanto, el propósito de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados es crear un fondo necesario para hacer frente a los siniestros que se reportaron después del cierre contable, además de los siniestros que no se reportaron completamente (su estimación no fue la adecuada o pagos futuros de siniestros no terminados) y los siniestros que, ya habiendo sido cerrados, requieren de efectuar pagos adicionales con posterioridad a dicho cierre contable y así cuidar la posible falta de solvencia causada por el pago de dichos siniestros.

Como punto relevante, se considera que la falta de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, puede ser una de las causas importantes de la inexactitud de los resultados técnicos de las compañías de seguros que no la constituyan, ya que al no considerar la creación de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados dentro de los resultados, ya que si se subestima la siniestralidad, esto puede conducir a primas insuficientes y en última instancia, a problemas de solvencia.

Para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, se debe de empezar por acomodar de manera correcta la estadística de desarrollo de pago de siniestros, esto se hace colocando cada uno de los datos en una matriz, llamada matriz de triangulo de desarrollo de pago de siniestros, de donde es importante conocer como se da el llenado de la matriz de la forma correcta, para ello, se da una breve explicación de lo que es el triangulo de desarrollo de pago de siniestros.

### **1.7 Triángulo de desarrollo**

Un requisito importante para poder estimar la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados es conocer la manera en que históricamente se ha comportado la siniestralidad de una operación o ramo asegurado. Este patrón de desarrollo puede ser descrito en el llamado triángulo de desarrollo, el cual es sólo un arreglo matricial triangular de valores

$X_{i,j}$  ( $i=,1,2, \dots , k$ ;  $j=0,1,2, \dots , t$ ) (Tabla 1.4), donde:

- $X_{i,j}$  Monto de siniestralidad registrado como durante el período  $i$  y reportado en el momento de desarrollo  $j$ .
- $i$  Base de identificación de la siniestralidad: Este se considera como el período durante el cual ocurre el siniestro.
- $j$  Momento de desarrollo de la siniestralidad: Número de períodos que transcurren entre el instante de origen y el de reporte del siniestro. También puede interpretarse como el momento calendario  $i+j$ .

Desarrollo de la Siniestralidad: Es el lapso de unidades de tiempo  $j$  que se genera a consecuencia de reclamos iniciales o complementarios inesperados que se registran “ $n$ ” períodos después de la siniestralidad inicial  $X_{i,0}$ .

## Capítulo I Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

Por lo general se toman períodos anuales, aunque también pueden ser meses, trimestres, semestres, etc. y no necesariamente tiene que coincidir la periodicidad en los renglones y en las columnas.

período $i$ de ocurrencia	período $j$ de desarrollo de la siniestralidad						
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	$j$	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,j}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	$X_{2,j}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$	.....	$X_{3,j}$	.....	
.	.	.	.	.....	.	.....	
$i$	$X_{k-1,0}$	$X_{k-1,0}$	$X_{k-1,0}$	.....	$X_{i,j}$	.....	
.	.	.	.	.....	.	.....	
$K-1$	$X_{k-1,0}$						
$K$	$X_{k,0}$						

Tabla 1.4 Triángulo de desarrollo

Asimismo, es necesario seleccionar cuidadosamente el período que se establecerá como base estadística para el cálculo, pues la información que tenga mucho tiempo de haber sido generada puede presentar desviaciones en su estructura fundamental, como pueden ser: cambios internos en la compañía, tales como la modificación en la administración de siniestros, oferta de nuevos beneficios y/o endosos adicionales que afecten el tiempo de reclamación, etc., o cambios externos, como la inflación, o bien una combinación de ambos.

También deberá determinarse cuidadosamente el tipo de siniestralidad ( $X_{i,j}$ ) que se tomará como base estadística de cálculo, ya que el utilizar distinta información puede arrojar niveles de reserva que no reflejen el verdadero comportamiento de los Siniestros Ocurridos y no Reportados. Esto es:

1. Siniestros Pagados, el utilizar siniestros pagados, en ocasiones da resultados poco consistentes, debido a que el instante en que se paga un siniestro puede darse mucho tiempo después de que se reportó y constituyó la reserva correspondiente.
2. Siniestros Ocurridos, establece un sistema de mayor consistencia ya que, al excluir del cálculo aquellas reclamaciones que han sido pagadas en el tiempo, establece una mayor exactitud en la información registrada.

Para poder interpretar correctamente el triángulo de desarrollo, es importante considerar lo siguiente:

- a. La lectura horizontal de cualquier renglón  $i$  fijo describe como evolucionan los montos de siniestros ocurridos durante el período  $i$  en cada momento  $j$ .
- b. La lectura vertical de cualquier columna  $j$  fija describe el comportamiento que se ha observado por montos de siniestros ocurridos en cualquier período  $i$  en el momento  $j$ .

**Capítulo I Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

---

- c. La lectura de las diagonales describe los montos reportados en el período  $i$  por siniestros ocurridos durante el lapso considerado, cuya suma se representa  $M_i$ .

Trimestre J de Ocurrencia	Trimestre S de Desarrollo Siniestral			
	0	1	2	3
95-1	$X_{95-1,0}$	$X_{95-1,1}$	$X_{95-1,2}$	$X_{95-1,3}$
95-2	$X_{95-2,0}$	$X_{95-2,1}$	$X_{95-2,2}$	
95-3	$X_{95-3,0}$	$X_{95-3,1}$		
95-4	$X_{95-4,0}$			

Tabla 1.5

De este modo  $M_{95-4}$  es el monto total de los siniestros reportados en 95-4 correspondientes al período considerado, sin importar el año del cual provienen ni el período de desarrollo de la siniestralidad en el que se encuentren.

Bajo este orden de ideas, el registro estadístico de los Siniestros Occurridos y No Reportados pasados en un triángulo de desarrollo es información que debe ser usada cuidadosamente, ya que deben evaluarse meticulosamente los cambios que han tenido lugar y de los que posiblemente se darán en el futuro; entre el tiempo en que los datos fueron desarrollados y el tiempo para el cual se hacen las estimaciones.

# Capítulo II

## Método de la razón

Esquemáticamente las obligaciones que se han reportado, se pueden representar en un arreglo matricial de dimensión  $n$ , donde la primera columna representa el año en el que ocurrió el siniestro y las columnas posteriores el año en que se hizo el pago.

Por consiguiente la información se debe acomodar de tal forma que se puedan identificar los montos reclamados por siniestros de acuerdo a la fecha de ocurrencia o a su fecha de origen recordando que por ésta nos referimos a la fecha en que ocurre el evento objeto de cobertura, con su fecha de pago, a fin de proceder a efectuar el cálculo de la reserva.

Esta agrupación de siniestros se hace por períodos de igual duración, generalmente son anuales sin embargo no existe ninguna diferencia esencial si estos son meses, trimestres, semestres, etc.

Para llevar a cabo este método tendremos un arreglo triangular de  $M \times N$  donde  $M=N$ . Se estima el monto total de los siniestros para cada año de ocurrencia, por medio de un producto.

Para realizar un ejemplo numérico, se toman períodos anuales, por otra parte, el ejemplo numérico, donde se notaran las diferencias del cálculo de la *Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados* se divide en cuatro escenarios.

- El primer escenario, consiste en el cálculo de la *Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados*, de tal forma, que las observaciones de la estadística no se alteren.
- En el segundo escenario, se propone anexar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, sin embargo, las observaciones de la estadística inicial de pago de siniestros se debe mantener igual.
- En el tercer escenario, se considera, que la estadística del triangulo de desarrollo de pago de siniestros se altere de manera aleatoria, con respecto a la estadística real, ya sea con cantidades superiores, inferiores o con valores de cero pago de siniestros, de tal manera que la forma de alterar las observaciones de la estadística del triangulo de reclamaciones y

## Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

pago de siniestros no debe de seguir un patrón o un comportamiento, el cual describa la forma en que se altera la estadística.

- Para el cuarto escenario, se toman observaciones de la estadística del triangulo de pago de siniestros con cifras inferiores, superiores o con valor cero con respecto a el valor real de la observación.

### 2.1 Método de la razón

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ . Para el cálculo de la *Reserva de Siniestros Ocurredos y No Reportados*, por el método de la razón, se analizan  $t$  períodos de experiencia de la siniestralidad.

		período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$	
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$	
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....		
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$			
.	.	.	..			
.	.	.				
.	.					
.	.					
$K$	$X_{k,0}$					

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los siniestros acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

		siniestros acumulados				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$	
1	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$	
2	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....		
3	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$			
.	.					
$K$	$X_{k,0}$					



## Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede

determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h} \cdot$

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

	factores de desarrollo de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	Año 2 al Año 3	.....	Año $t-1$ al Año $t$
<b>1</b>	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,2}}{ST_{1,1}}$	.	.	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,2}}{ST_{2,1}}$	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.			
<b><math>k-1</math></b>	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$				

## Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

Etapa 4: Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de la siniestralidad de la cartera con que se cuenta.

Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $P_j$ ) de la siguiente manera.

promedios aritméticos de desarrollo siniestros					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año r..	Año t-1
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	.		$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.		
.	.	.	.		
.	.	$C_{k-2,1}$			
k-1	$C_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b> $P_j$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j}}{k-1}$ con $j=0$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j}}{k-2}$ con $j=1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j}}{k-3}$ con $j=2$		$C_{1,t-1}$

Etapa 5: Una vez calculados los factores promedios de crecimiento, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar.

El factor ( $\bar{F}$ ), para efectos del siguiente trabajo de tesis será igual a 1.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de pago de siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación, para poder estimar lo que se pueda pagar en ejercicios futuros.

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago t-1 ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado**( $S_{t-1}$ ) del año t-1; el del año t-2 tomamos el promedio acumulado del año t-1( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el promedio aritmético del año t-2, y así sucesivamente:

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

período de ocurrencia	promedios acumulados				
	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año t-1
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	.	...	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	...	
.	.	.		...	
k-1	$C_{k-1,0}$			...	
promedio aritmético	$P_0$	$P_1$	$P_2$	...	$P_{t-1}$
promedio acumulado	$S_0 = P_0 * S_1$	$S_1 = P_1 * S_2$	$S_2 = P_2 * S_{2+1}$	...	$S_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

Etapa 6: Por último, para obtener la estimación del pago final ( $\bar{M}$ ), multiplicamos el último pago del período de origen analizado por el porcentaje del promedio acumulado correspondiente.

período de ocurrencia	proyección de la siniestralidad futura						
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año t	Porcentaje acumulado	Estimación del Pago final
1	$ST_{1,0}$	$ST_{1,1}$	$ST_{1,2}$	.....	$ST_{1,t}$	$\bar{F}$	$\bar{M}_1 = ST_{(1,t)} * \bar{F}$
2	$ST_{2,0}$	$ST_{2,1}$	$ST_{2,2}$	.....		$S_{t-1}$	$\bar{M}_2 = \bar{M}_1 * ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,0}$	$ST_{3,1}$	$ST_{3,2}$			$S_{t-2}$	$\bar{M}_3 = \bar{M}_2 * ST_{(3,t-2)}$
.		.....				.	
.						.	
K	$ST_{k,0}$					$S_0$	$\bar{M}_k = ST_{(k,0)} * S_0$

La responsabilidad de la pérdida, se obtienen de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y las estimaciones de los pagos finales.

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

período de ocurrencia	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1	$ST_{1,t}$	$\bar{M}_1$	$\tau_1 = \bar{M}_1 - ST_{(1,t)}$
2	$ST_{2,t-1}$	$\bar{M}_2$	$\tau_2 = \bar{M}_2 - ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,t-2}$	$\bar{M}_3$	$\tau_3 = \bar{M}_3 - ST_{(3,t-2)}$
.	.		
$K$	$ST_{k,0}$	$\bar{M}_k$	$\tau_k = \bar{M}_k - ST_{K,0}$

Por lo tanto, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón, por lo mencionado en el primer escenario es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

**2.1.1 Aplicación del modelo general de estabilización.**

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

El cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, en el siguiente escenario, considera el agregar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, la cual debe corresponder a ejercicios contables de registros de años anteriores los cuales estén cerrados, por otro lado, se considera una estadística lo suficientemente homogénea, para que los factores de desarrollo de pago de siniestros de un año con respecto a otro sean mas confiables, los cuales deben de manifestar un margen de error mas pequeño.

El método en su estructura algebraica para el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados no se modifica, por lo que se ocupa la misma notación.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de pago de siniestros, de tal manera que  $Y_{i,j}$ , representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

		período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$	
1	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	.....	$Y_{1,t}$	
2	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	.....	$Y_{2,t}$	
3	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	.....	$Y_{3,t}$	
.	.	.	.	.....	.	
.	.	.	.	.....	.	
.	.	.	.	.....	.	
.	.	.	.	.....	.	
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,1}$	$Y_{s,2}$	.....	$Y_{s,t}$	
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$	
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....		
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$			
.	.	.	.			
.	.	.	.			
.	.	.	.			
.	.	.	.			
$k$	$X_{k,0}$					

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los montos acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

período de ocurrencia	siniestros acumulados				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
<b>1</b>	$Y_{1,0}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}+Y_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{1,j}$
<b>2</b>	$Y_{2,0}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}+Y_{2,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{2,j}$
<b>3</b>	$Y_{3,0}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}+Y_{3,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{3,j}$
.				.....	.
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}+Y_{s,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{s,j}$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Mientras tanto, la siniestralidad acumulada de la estadística agregada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $STA_{i,j} = \sum_{h=1}^j Y_{i,h}$ .

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

- Los factores de crecimiento, se calculan como sigue:  $C_{i,j} = \frac{ST_{i,j}}{ST_{i,j-1}}$
- Los factores de crecimiento, para la estadística agregada se calculan como sigue:  $B_{i,j} = \frac{STA_{i,j}}{STA_{i,j-1}}$

	factores de desarrollo de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	Año 2 al Año 3	.....	Año t-1 al Año t
<b>1</b>	$B_{1,0} = \frac{STA_{1,1}}{STA_{1,0}}$	$B_{1,1} = \frac{STA_{1,2}}{STA_{1,1}}$	.	.	$B_{1,t-1} = \frac{STA_{1,t}}{STA_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$B_{2,0} = \frac{STA_{2,1}}{STA_{2,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{2,2}}{STA_{2,1}}$	.	.	$B_{2,t-1} = \frac{STA_{2,t}}{STA_{2,t-1}}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
<b>s-1</b>	$C_{s-1,0} = \frac{ST_{s-1,1}}{ST_{s-1,0}}$	$C_{s-1,1} = \frac{ST_{s-1,2}}{ST_{s-1,1}}$	.	.	$B_{s-1,t-1} = \frac{STA_{s-1,t}}{STA_{s-1,t-1}}$
<b>1</b>	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,2}}{ST_{1,1}}$	.	.	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,2}}{ST_{2,1}}$	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
<b>k-1</b>	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$				

## Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

Etapa 4: Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de siniestralidad de la cartera con la que se cuenta.

Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $P_j$ ) de la siguiente manera.

<b>promedios aritméticos de desarrollo de siniestros</b>					
<b>período de ocurrencia</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	.	<b>Año <math>t-1</math></b>
<b>1</b>	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	.	$B_{1,t-1}$
<b>2</b>	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	.	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
<b><math>s-1</math></b>	$B_{s-1,0}$	$B_{s-1,1}$	$B_{s-1,2}$	.	$B_{s-1,t-1}$
<b>1</b>	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	.	$C_{1,t-1}$
<b>2</b>	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	.	
.	.	.	.		
.	.	$C_{k-2,1}$			
<b><math>k-1</math></b>	$C_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b>	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-1) + (s-1)}$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-2) + (s-1)}$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-3) + (s-1)}$		$\frac{\sum_{i=1}^{s-1} C_{i,j} + B_{1,t-1}}{(s-1) + 1}$
<b><math>P_j</math></b>	con $j=0$	con $j=1$	con $j=2$		con $j=t-1$

Etapa 5: Una vez calculados los factores promedios de crecimiento, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar.

El factor ( $\bar{F}$ ), para el siguiente trabajo de tesis será igual a 1.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de pago de siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación, para poder estimar lo que se pueda pagar en ejercicios futuros.



**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago  $t-1$  ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado**( $S_{t-1}$ ) del año  $t-1$ ; el del año  $t-2$  tomamos el promedio acumulado del año  $t-1$ ( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el promedio aritmético del año  $t-2$ , y así sucesivamente:

promedios acumulados					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t-1$
1	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	.	$B_{1,t-1}$
2	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	.	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	.	.
$S-1$	.	.	.	.	.
1	$B_{S-1,0}$	$B_{S-1,1}$	$B_{S-1,2}$	.	$B_{S-1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	.	
.	.	.			
$k-1$	$C_{k-1,0}$				
promedio aritmético	$P_0$	$P_1$	$P_2$	....	$P_{t-1}$
promedio acumulado	$S_0 = P_0 * S_1$	$S_1 = P_1 * S_2$	$S_2 = P_2 * S_{2+1}$	....	$S_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 6: Por último, para obtener la estimación del pago final ( $\bar{M}$ ), multiplicamos el último pago del período de origen analizado por el porcentaje del promedio acumulado correspondiente.

período de ocurrencia	proyección de la siniestralidad futura						Estimación del Pago final
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año t	Porcentaje acumulado	
1	$ST_{1,0}$	$ST_{1,1}$	$ST_{1,2}$	.....	$ST_{1,t}$	$\bar{F}$	$\bar{M}_1 = ST_{(1,t)} * \bar{F}$
2	$ST_{2,0}$	$ST_{2,1}$	$ST_{2,2}$	.....		$S_{t-1}$	$\bar{M}_2 = \bar{M}_1 * ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,0}$	$ST_{3,1}$	$ST_{3,2}$			$S_{t-2}$	$\bar{M}_3 = \bar{M}_2 * ST_{(3,t-2)}$
.		.....				.	
.						.	
K	$ST_{k,0}$					$S_0$	$\bar{M}_k = ST_{(k,0)} * S_0$

La responsabilidad de la pérdida, se obtienen de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y las estimaciones de los pagos finales.

período de ocurrencia	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1	$ST_{1,t}$	$\bar{M}_1$	$\tau_1 = \bar{M}_1 - ST_{(1,t)}$
2	$ST_{2,t-1}$	$\bar{M}_2$	$\tau_2 = \bar{M}_2 - ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,t-2}$	$\bar{M}_3$	$\tau_3 = \bar{M}_3 - ST_{(3,t-2)}$
.	.		
K	$ST_{k,0}$	$\bar{M}_k$	$\tau_k = \bar{M}_k - ST_{(k,0)}$

Por lo tanto, la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados por el método de la razón, por la descripción del segundo escenario, es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

### 2.1.2 Uso del método con estadística modificada

En este escenario, la estadística que se utiliza para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, debe de manifestar algunas modificaciones para montos de pago de siniestros, estos cambios no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se dan no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Los cambios que se hacen en la matriz del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetaran solo en el ejemplo numérico, de tal forma que se puedan distinguir, los cambios de forma cuantitativa, y así poder analizar como afectan estos cambios cuantitativos al resultado de la valuación de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, para fines prácticos, en la notación algebraica no se tomara en cuenta alguna notación adicional, ya que la naturaleza del método de la razón para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, no resulta tener cambios en su forma algebraica, debido a que lo único que se está cambiando es el valor cuantitativo de  $X_{i,j}$ .

A continuación se describe algebraicamente el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados.

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

	período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	..		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los siniestros acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

	siniestros acumulados				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
<b><math>k</math></b>	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

	factores de desarrollo de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	Año 2 al Año 3	.....	Año $t-1$ al Año $t$
<b>1</b>	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,2}}{ST_{1,1}}$	.	.	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,2}}{ST_{2,1}}$	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.			
<b><math>k-1</math></b>	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$				

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

---

Etapa 4: Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de siniestralidad de la cartera con que se cuenta.

Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $\underline{P}_i$ ) de la siguiente manera.

promedios aritméticos de desarrollo siniestros					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año r..	Año t-1
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	.		$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.		
.	.	.	.		
.	.	$C_{k-2,1}$			
k-1	$C_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b> $\underline{P}_i$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j}}{k-1}$ con j=0	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j}}{k-2}$ con j=1	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j}}{k-3}$ con j=2		$C_{1,t-1}$

Etapa 5: Una vez calculados los factores promedios de crecimiento, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar.

El factor ( $\bar{F}$ ), para efectos del siguiente trabajo de tesis, tendrá el valor de uno.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de pago de siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación, para poder estimar lo que se pueda pagar en ejercicios futuros.

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago t-1 ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado**( $S_{t-1}$ ) del año t-1; el del año t-2 tomamos el promedio acumulado del año t-1( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el promedio aritmético del año t-2, y así sucesivamente:

## Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

promedios acumulados					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año t-1
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	.	.	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	.	
.	.	.			
k-1	$C_{k-1,0}$				
promedio aritmético	$P_0$	$P_1$	$P_2$	....	$P_{t-1}$
promedio acumulado	$S_0 = P_0 * S_1$	$S_1 = P_1 * S_2$	$S_2 = P_2 * S_{2+1}$	....	$S_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

Etapa 6: Por último, para obtener la estimación del pago final ( $\bar{M}$ ), multiplicamos el último pago del período de origen analizado por el porcentaje del promedio acumulado correspondiente.

proyección de la siniestralidad futura							
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año t	Porcentaje acumulado	Estimación del Pago final
1	$ST_{1,0}$	$ST_{1,1}$	$ST_{1,2}$	.....	$ST_{1,t}$	$\bar{F}$	$\bar{M}_1 = ST_{(1,t)} * \bar{F}$
2	$ST_{2,0}$	$ST_{2,1}$	$ST_{2,2}$	.....		$S_{t-1}$	$\bar{M}_2 = \bar{M}_1 * ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,0}$	$ST_{3,1}$	$ST_{3,2}$			$S_{t-2}$	$\bar{M}_3 = \bar{M}_2 * ST_{(3,t-2)}$
.		.....				.	
.						.	
K	$ST_{k,0}$					$S_0$	$\bar{M}_k = ST_{(k,0)} * S_0$

La responsabilidad de la pérdida, se obtienen de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y las estimaciones de los pagos finales.

## Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

período de ocurrencia	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1	$ST_{1,t}$	$\bar{M}_1$	$\tau_1 = \bar{M}_1 - ST_{(1,t)}$
2	$ST_{2,t-1}$	$\bar{M}_2$	$\tau_2 = \bar{M}_2 - ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,t-2}$	$\bar{M}_3$	$\tau_3 = \bar{M}_3 - ST_{(3,t-2)}$
.	.		
$K$	$ST_{k,0}$	$\bar{M}_k$	$\tau_k = \bar{M}_k - ST_{K,0}$

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón, por la descripción del tercer escenario es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

**2.1.3 Modelo general de estabilización con estadística modificada**

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$

Por otra parte, para el cálculo de la Reserva de Sinistros Occurridos y No Reportados, se considera el agregar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, está debe de ser de ejercicios contables, los cuales ya están cerrados, además la estadística debe ser los suficientemente homogénea para que el cálculo de los factores de desarrollo de pago de siniestros de un año con respecto a otro sean confiables.

La estadística que se utiliza para el cálculo de la Reserva de Sinistros Occurridos y No Reportados, se debe de encontrar modificada en algunos montos de pago de siniestros, estos no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se den no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Para el ejemplo numérico, los cambios que se hacen en la matriz de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetan, para distinguir los pagos de siniestros alterados; por otra parte, la notación algebraica no considera alguna notación diferente, por que la naturaleza del cálculo de la Reserva de Sinistros Occurridos y No Reportados por el método de la razón no se altera en su forma algebraica.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de pago de siniestros, de tal manera que  $Y_{i,j}$ , representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ . Para el desarrollo de este cálculo, se analizaran  $t$  períodos de experiencia de la siniestralidad.

período ocurrencia	período de desarrollo				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
<b>1</b>	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	.....	$Y_{1,t}$
<b>2</b>	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	.....	$Y_{2,t}$
<b>3</b>	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	.....	$Y_{3,t}$
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,1}$	$Y_{s,2}$	.....	$Y_{s,t}$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	.		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				



**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los montos acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

	<b>siniestros acumulados</b>				
<b>período de ocurrencia</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>.....</b>	<b>Año <i>t</i></b>
<b>1</b>	$Y_{1,0}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}+Y_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{1,j}$
<b>2</b>	$Y_{2,0}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}+Y_{2,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{2,j}$
<b>3</b>	$Y_{3,0}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}+Y_{3,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{3,j}$
.				.....	.
<b>s</b>	$Y_{s,0}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}+Y_{s,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{s,j}$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
<b>k</b>	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año *i* en el año *j* puede determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Mientras tanto, la siniestralidad acumulada de la estadística agregada correspondiente al año *i* en el año *j* puede determinarse como:  $STA_{i,j} = \sum_{h=1}^j Y_{i,h}$ .

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

- Los factores de crecimiento, se calculan como sigue:  $C_{i,j} = \frac{ST_{i,j}}{ST_{i,j-1}}$
- Los factores de crecimiento, para la estadística agregada se calculan como sigue:  $B_{i,j} = \frac{STA_{i,j}}{STA_{i,j-1}}$

	factores de desarrollo de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	Año 2 al Año 3	.....	Año t-1 al Año t
<b>1</b>	$B_{1,0} = \frac{STA_{1,1}}{STA_{1,0}}$	$B_{1,1} = \frac{STA_{1,2}}{STA_{1,1}}$	.	.	$B_{1,t-1} = \frac{STA_{1,t}}{STA_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$B_{2,0} = \frac{STA_{2,1}}{STA_{2,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{2,2}}{STA_{2,1}}$	.	.	$B_{2,t-1} = \frac{STA_{2,t}}{STA_{2,t-1}}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
<b>s-1</b>	$C_{s-1,0} = \frac{ST_{s-1,1}}{ST_{s-1,0}}$	$C_{s-1,1} = \frac{ST_{s-1,2}}{ST_{s-1,1}}$			$B_{s-1,t-1} = \frac{STA_{s-1,t}}{STA_{s-1,t-1}}$
<b>1</b>	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,2}}{ST_{1,1}}$	.	.	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,2}}{ST_{2,1}}$	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
<b>k-1</b>	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$				

## Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

Etapa 4: Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de siniestralidad de la cartera con la que se cuenta.

Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $R_j$ ) de la siguiente manera.

promedios aritméticos de desarrollo de siniestros					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.	Año $t-1$
1	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	.	$B_{1,t-1}$
2	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	.	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$s-1$	$B_{s-1,0}$	$B_{s-1,1}$	$B_{s-1,2}$	.	$B_{s-1,t-1}$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	.	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	.	
.	.	.	.		
.	.	$C_{k-2,1}$			
$k-1$	$C_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b>	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-1) + (s-1)}$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-2) + (s-1)}$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-3) + (s-1)}$		$\frac{\sum_{i=1}^{s-1} C_{i,j} + B_{1,t-1}}{(s-1) + 1}$
$P_j$	con $j=0$	con $j=1$	con $j=2$		con $j=t-1$

Etapa 5: Una vez calculados los factores promedios de crecimiento, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar.

El factor ( $\bar{F}$ ), para efectos del siguiente análisis en el trabajo de tesis tomara el valor de uno.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de pago de siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación, para poder estimar lo que se pueda pagar en ejercicios futuros.

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago  $t-1$  ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado**( $S_{t-1}$ ) del año  $t-1$ ; el del año  $t-2$  tomamos el promedio acumulado del año  $t-1$ ( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el promedio aritmético del año  $t-2$ , y así sucesivamente:

promedios acumulados					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año $t-1$
1	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	...	$B_{1,t-1}$
2	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	...	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	...	.
$S-1$	.	.	.	...	.
1	$B_{S-1,0}$	$B_{S-1,1}$	$B_{S-1,2}$	...	$B_{S-1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	...	
.	.	.		...	
$k-1$	$C_{k-1,0}$			...	
promedio aritmético	$P_0$	$P_1$	$P_2$	...	$P_{t-1}$
promedio acumulado	$S_0 = P_0 * S_1$	$S_1 = P_1 * S_2$	$S_2 = P_2 * S_{2+1}$	...	$S_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

Etapa 6: Por último, para obtener la estimación del pago final ( $\bar{M}$ ), multiplicamos el último pago del período de origen analizado por el porcentaje del promedio acumulado correspondiente.

proyección de la siniestralidad futura							
Período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$	Porcentaje acumulado	Estimación del Pago final
1	$ST_{1,0}$	$ST_{1,1}$	$ST_{1,2}$	.....	$ST_{1,t}$	$\bar{F}$	$\bar{M}_1 = ST_{(1,t)} * \bar{F}$
2	$ST_{2,0}$	$ST_{2,1}$	$ST_{2,2}$	.....		$S_{t-1}$	$\bar{M}_2 = \bar{M}_1 * ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,0}$	$ST_{3,1}$	$ST_{3,2}$			$S_{t-2}$	$\bar{M}_3 = \bar{M}_2 * ST_{(3,t-2)}$
.		.....				.	
.						.	
$K$	$ST_{k,0}$					$S_0$	$\bar{M}_k = ST_{(k,0)} * S_0$

**Capítulo II Modelo aplicado al método de la razón**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

---

La responsabilidad de la pérdida, se obtienen de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y las estimaciones de los pagos finales.

período de ocurrencia	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1	$ST_{1,t}$	$\bar{M}_1$	$\tau_1 = \bar{M}_1 - ST_{(1,t)}$
2	$ST_{2,t-1}$	$\bar{M}_2$	$\tau_2 = \bar{M}_2 - ST_{(2,t-1)}$
3	$ST_{3,t-2}$	$\bar{M}_3$	$\tau_3 = \bar{M}_3 - ST_{(3,t-2)}$
.	.		
K	$ST_{k,0}$	$\bar{M}_k$	$\tau_k = \bar{M}_k - ST_{K,0}$

Por lo tanto, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de la razón, por la descripción del cuarto escenario, es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

# Capítulo III

## Modelo aplicado al método de Chain-Ladder

Este método utiliza un factor para “suavizar” los datos y con base en estos datos suavizados realizar interpolaciones para estimar los siniestros agregados para cada período de ocurrencia y posteriormente la reserva correspondiente.

El supuesto básico de este método es que las columnas en el triángulo de desarrollo son proporcionales, es decir, independientemente del período de origen, en cada período de desarrollo se reporta una proporción constante de siniestros, con respecto al total, que depende únicamente del período de desarrollo. El sustento del supuesto depende en buena medida, tanto del tipo de negocio que se trate, como de la homogeneidad y de la operación o ramo.

Para poder aplicar este método se requiere que las carteras, o la estadística que se ocupa, sea homogénea. La principal suposición en este método es que las columnas en el triángulo son proporcionales.

- La primera es el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, de tal forma, que las observaciones de la estadística no se alteren.
- En el segundo escenario, se propone anexar estadística de pago de siniestros en la parte superior del triángulo de desarrollo de pago de siniestros, sin embargo, las observaciones de la estadística inicial de pago de siniestros se debe mantener igual.
- En el tercer escenario, se considera, que la estadística del triángulo de desarrollo de pago de siniestros se altere de manera aleatoria, con respecto a la estadística real, ya sea con cantidades superiores, inferiores o con valores de cero pago de siniestros.
- Para el cuarto escenario, se toman observaciones de la estadística del triángulo de pago de siniestros con cifras inferiores, superiores o con valor cero con respecto a el valor real de la observación.

Al término de realizar los cálculos, por los escenarios que se describen, se concluye sobre la utilidad de la propuesta de estabilización del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de Chain-Ladder.

### 3.1 Método de Chain-Ladder

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

período ocurrencia	período de desarrollo				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	..		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los siniestros acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

período de ocurrencia	siniestros acumulados				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $C_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

---

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentaje, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

Los factores de desarrollo, se calculan como sigue:  $D_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{i,j-1}}$

factores de desarrollo de siniestros						
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	.....	Año $t$
1		$D_{1,0} = \frac{C_{1,1}}{C_{1,0}}$	$D_{1,1} = \frac{C_{1,2}}{C_{1,1}}$	.	.	$D_{1,t-1} = \frac{C_{1,t}}{C_{1,t-1}}$
2		$D_{2,0} = \frac{C_{2,1}}{C_{2,0}}$	$D_{2,1} = \frac{C_{2,2}}{C_{2,1}}$	.	.	
.		.	.	.	.	
.		.	.			
$k-1$		$D_{K-1,0} = \frac{C_{K-1,1}}{C_{K-1,0}}$				

Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de la cartera de siniestralidad con la que se cuenta.



**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos  $D'_j$  de la siguiente manera

	factores de desarrollo de siniestros						
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año r	Año t-1	Año t
1		$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	.	.		$D_{1,t-1}$
2		$D_{2,0}$	$D_{2,1}$	.	.		
.		.	.	.			
.		.	$D_{k-2,1}$				
k-1		$D_{k-1,0}$					
promedio aritmético $D'_j$		$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j-1}}$ $j = 1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j-1}}$ $j = 2$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j-1}}$ $j = 3$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-(r+1)} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-(r+1)} C_{i,j-1}}$ $j = r$ $r < t$		$\frac{C_{1,t}}{C_{1,t-1}}$

Etapa 5: Para el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, se completara todo el rectángulo de desarrollo de pago de de siniestros.

$$C'_{i,j} = C_{i,j-i+1} * \prod_{k=j-i+2}^s D'_k$$

La responsabilidad de la pérdida, se obtiene de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y los pagos finales.

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

período de ocurrencia	siniestros reclamados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
<b>1</b>	$C_{1,t}$	$C_{1,t}$	$\tau_1 = C_{1,t} - C_{1,t}$
<b>2</b>	$C_{2,t-1}$	$C'_{2,t}$	$\tau_2 = C'_{2,t} - C_{2,t-1}$
<b>3</b>	$C_{3,t-2}$	$C'_{3,t}$	$\tau_3 = C'_{3,t} - C_{3,t-2}$
.	.		
<b>K</b>	$C_{k,0}$	$C'_{k,t}$	$\tau_k = C'_{k,t} - C_{k,0}$

Por lo tanto, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de Chain-Ladder, por la descripción del primer escenario, es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

### 3.1.1 Aplicación del modelo general de estabilización

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

El cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, en el siguiente escenario se considera el agregar estadística en la parte superior del triángulo de desarrollo de pago de siniestros, la cual se debe corresponder a ejercicios contables de registros de años anteriores los cuales se encuentren cerrados, por otra parte se considera una estadística lo suficientemente homogénea, para que los factores de desarrollo de siniestros de un año con respecto a otros sean mas óptimos.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de pago de siniestros, de tal manera que  $Y_{i,j}$ , representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

	período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	.....	$Y_{1,t}$
2	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	.....	$Y_{2,t}$
3	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	.....	$Y_{3,t}$
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,1}$	$Y_{s,2}$	.....	$Y_{s,t}$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	.		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los montos acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

período de ocurrencia	siniestros acumulados				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
<b>1</b>	$Y_{1,0}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}+Y_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{1,j}$
<b>2</b>	$Y_{2,0}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}+Y_{2,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{2,j}$
<b>3</b>	$Y_{3,0}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}+Y_{3,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{3,j}$
.				.....	.
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}+Y_{s,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{s,j}$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.					
$k$	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $C_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Mientras tanto, la siniestralidad acumulada de la estadística agregada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $B_{i,j} = \sum_{h=1}^j Y_{i,h}$ .

### Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

- Los factores de desarrollo, se calculan como sigue:  $D_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{i,j-1}}$
- Los factores de desarrollo, para la estadística agregada se calculan como sigue:  $E_{i,j} = \frac{B_{i,j}}{B_{i,j-1}}$

	factores de desarrollo de siniestros					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	...	Año $t$
1		$E_{1,0} = \frac{B_{1,1}}{B_{1,0}}$	$E_{1,1} = \frac{B_{1,2}}{B_{1,1}}$	.	...	$E_{1,t-1} = \frac{B_{1,t}}{B_{1,t-1}}$
2		$E_{2,0} = \frac{B_{2,1}}{B_{2,0}}$	$E_{2,1} = \frac{B_{2,2}}{B_{2,1}}$	.	...	$E_{1,t-1} = \frac{B_{1,t}}{B_{1,t-1}}$
.		.	.	.	...	
.		.	.	.	...	
$s-1$		$E_{s-1,0} = \frac{B_{s-1,1}}{B_{s-1,0}}$	$E_{s-1,1} = \frac{B_{s-1,2}}{B_{s-1,1}}$		...	$E_{s-1,t-1} = \frac{B_{s-1,t}}{B_{s-1,t-1}}$
		$D_{1,0} = \frac{C_{1,1}}{C_{1,0}}$	$D_{1,1} = \frac{C_{1,2}}{C_{1,1}}$	.	...	$D_{1,t-1} = \frac{C_{1,t}}{C_{1,t-1}}$
2		$D_{2,0} = \frac{C_{2,1}}{C_{2,0}}$	$D_{2,1} = \frac{C_{2,2}}{C_{2,1}}$	.	.	
.		.	.	.	.	
.		.	.	.	.	
$k-1$		$D_{K-1,0} = \frac{C_{K-1,1}}{C_{K-1,0}}$				

Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de la cartera de siniestralidad con la que se cuenta.

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos  $D'_j$  de la siguiente manera.

período de ocurrencia	factores de desarrollo de siniestros					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	.	Año $t$
1		$E_{1,0}$	$E_{1,1}$	$E_{1,2}$	.	$E_{1,t-1}$
2		$E_{2,0}$	$E_{2,1}$	$E_{2,2}$	.	$E_{2,t-1}$
.		.	.	.	.	.
.		.	.	.	.	.
$s-1$		$E_{s-1,0}$	$E_{s-1,1}$	$E_{s-1,2}$	.	$E_{s-1,t-1}$
1		$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	.	$D_{1,t}$
2		$D_{2,0}$	$D_{2,1}$	$D_{2,2}$	.	
.		.	.	.		
.		.	$D_{k-2,1}$			
$k-1$		$D_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b> $D'_j$		$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j-1} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1}}$ con $j=1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j-1} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1}}$ con $j=2$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j-1} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1}}$ con $j=3$		$\frac{\sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j} + C_{1,t}}{\sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1} + C_{1,t-1}}$ con $j=t$

Etapa 5: Para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados se completara todo el rectángulo de desarrollo de pago de siniestros.

$$C'_{i,j} = C_{i,j-i+1} * \prod_{k=j-i+2}^j D'_k$$

La responsabilidad de la pérdida, se obtiene de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y las estimaciones de los pagos finales.

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

período de ocurrencia	siniestros reclamados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
<b>1</b>	$C_{1,t}$	$C_{1,t}$	$\tau_1 = C_{1,t} - C_{1,t}$
<b>2</b>	$C'_{2,t}$	$C'_{2,t-1}$	$\tau_2 = C'_{2,t} - C'_{2,t-1}$
<b>3</b>	$C'_{3,t}$	$C'_{3,t-2}$	$\tau_3 = C'_{3,t} - C'_{3,t-2}$
.	.	.	.
<b>K</b>	$C'_{k,t}$	$C'_{k,0}$	$\tau_k = C'_{k,t} - C'_{k,0}$

Por lo tanto, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de la Chain-Ladder, por la descripción del segundo escenario, es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

### 3.1.2 Uso del método con estadística modificada.

En el siguiente escenario, la estadística que se utiliza para el cálculo de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados, se debe de encontrar modificada en algunos montos de pago de siniestros, estos no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se den no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Los cambios que se hacen en la matriz del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetaran solo en el ejemplo numérico, de tal forma que se puedan distinguir, los cambios de forma cuantitativa, y así poder analizar como afectan estos cambios cuantitativos al resultado de la valuación de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados, para fines prácticos, en la notación algebraica no se tomara en cuenta alguna notación adicional, ya que la naturaleza del método de la razón para el cálculo de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados, no resulta tener cambios en su forma algebraica, debido a que lo único que se está cambiando es el valor cuantitativo de  $X_{i,j}$ .

A continuación se describe algebraicamente el cálculo de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados, por la descripción del tercer escenario.



**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ . Para el de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Chain-Ladder, se analizaran  $t$  períodos de experiencia de siniestralidad.

	período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	..		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los siniestros acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

	siniestros acumulados				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

### Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede

determinarse como:  $C_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte, estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

Los factores de desarrollo, se calculan como sigue:  $D_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{i,j-1}}$

factores de desarrollo de siniestros						
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	.....	Año $t$
1		$D_{1,0} = \frac{C_{1,1}}{C_{1,0}}$	$D_{1,1} = \frac{C_{1,2}}{C_{1,1}}$	.	.	$D_{1,t-1} = \frac{C_{1,t}}{C_{1,t-1}}$
2		$D_{2,0} = \frac{C_{2,1}}{C_{2,0}}$	$D_{2,1} = \frac{C_{2,2}}{C_{2,1}}$	.	.	
.		.	.	.	.	
.		.	.			
$k-1$		$D_{K-1,0} = \frac{C_{K-1,1}}{C_{K-1,0}}$				

Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de la cartera de siniestralidad con la que se cuenta.

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos  $D'_j$  de la siguiente manera

	factores de desarrollo de siniestros						
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año r	Año t-1	Año t
1		$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	.	.		$D_{1,t-1}$
2		$D_{2,0}$	$D_{2,1}$	.	.		
.		.	.	.			
.		.	$D_{k-2,1}$				
$k-1$		$D_{k-1,0}$					
promedio aritmético $D'_j$		$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j-1}}$ $j = 1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j-1}}$ $j = 2$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j-1}}$ $j = 3$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-(r+1)} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-(r+1)} C_{i,j-1}}$ $j = r$ $r < t$		$\frac{C_{1,t}}{C_{1,t-1}}$

Etapa 5: En este método de cálculo para la Reserva de siniestros Ocurridos y No Reportados, se completara todo el rectángulo de desarrollo de reclamaciones de de siniestros.

$$C'_{i,j} = C_{i,j-i+1} * \prod_{k=j-i+2}^s D'_k$$

La responsabilidad de la pérdida, se obtiene de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y las estimaciones de los pagos finales.

Período de ocurrencia	siniestros reclamados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1	$C_{1,t}$	$C_{1,t}$	$\tau_1 = C_{1,t} - C_{1,t}$
2	$C_{2,t-1}$	$C'_{2,t}$	$\tau_2 = C'_{2,t} - C_{2,t-1}$
3	$C_{3,t-2}$	$C'_{3,t}$	$\tau_3 = C'_{3,t} - C_{3,t-2}$
.	.		
$K$	$C_{k,0}$	$C'_{k,t}$	$\tau_k = C'_{k,t} - C_{k,0}$

### Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

---

Por lo tanto, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de Chain-Ladder, por la descripción del tercer escenario, es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

**3.1.3 Modelo general de estabilización con estadística modificada.**

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ . Para el Cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Chain-Ladder, se analizaran  $t$  períodos de experiencia de siniestralidad.

Por otra parte, el cálculo de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados considera el agregar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, está debe de ser de ejercicios contables, los cuales ya están cerrados, además la estadística debe ser lo suficientemente homogénea para que el cálculo de los factores de desarrollo de pago de siniestros de un año con respecto a otro sean confiables, y se tenga menos varianza. La estadística que se utiliza para el cálculo de la reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados, se debe de encontrar modificada en algunos montos de pago de siniestros, estos no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se den no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Para el ejemplo numérico, los cambios que se hacen en la matriz de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetan, para distinguir los pagos de siniestros alterados; por otra parte, la notación algebraica no considera alguna notación diferente, por que la naturaleza del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de Chain-Ladder no se altera en su forma algebraica.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de pago de siniestros, de tal manera que  $Y_{i,j}$ , representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

Se analizaran  $t$  períodos de experiencia de siniestralidad.

período ocurrencia	período de desarrollo				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	.....	$Y_{1,t}$
2	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	.....	$Y_{2,t}$
3	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	.....	$Y_{3,t}$
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,1}$	$Y_{s,2}$	.....	$Y_{s,t}$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
$k$	$X_{k,0}$				

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los montos acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

	<b>siniestros acumulados</b>				
<b>período de ocurrencia</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>.....</b>	<b>Año <i>t</i></b>
<b>1</b>	$Y_{1,0}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}+Y_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{1,j}$
<b>2</b>	$Y_{2,0}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}+Y_{2,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{2,j}$
<b>3</b>	$Y_{3,0}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}+Y_{3,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{3,j}$
.				.....	.
<b><i>s</i></b>	$Y_{s,0}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}+Y_{s,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{s,j}$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.					
<b><i>k</i></b>	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año *i* en el año *j* puede determinarse como:  $C_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Mientras tanto, la siniestralidad acumulada de la estadística agregada correspondiente al año *i* en el año *j* puede determinarse como:  $B_{i,j} = \sum_{h=1}^j Y_{i,h}$ .

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentaje, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

- Los factores de desarrollo, se calculan como sigue:  $D_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{i,j-1}}$
- Los factores de desarrollo, para la estadística agregada se calculan como sigue:  $E_{i,j} = \frac{B_{i,j}}{B_{i,j-1}}$

		factores de desarrollo de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	...	Año $t$
<b>1</b>		$E_{1,0} = \frac{B_{1,1}}{B_{1,0}}$	$E_{1,1} = \frac{B_{1,2}}{B_{1,1}}$	.	...	$E_{1,t-1} = \frac{B_{1,t}}{B_{1,t-1}}$
<b>2</b>		$E_{2,0} = \frac{B_{2,1}}{B_{2,0}}$	$E_{2,1} = \frac{B_{2,2}}{B_{2,1}}$	.	...	$E_{1,t-1} = \frac{B_{1,t}}{B_{1,t-1}}$
.		.	.	.	...	
.		.	.		...	
<b>s-1</b>		$E_{s-1,0} = \frac{B_{s-1,1}}{B_{s-1,0}}$	$E_{s-1,1} = \frac{B_{s-1,2}}{B_{s-1,1}}$		...	$E_{s-1,t-1} = \frac{B_{s-1,t}}{B_{s-1,t-1}}$
<b>1</b>		$D_{1,0} = \frac{C_{1,1}}{C_{1,0}}$	$D_{1,1} = \frac{C_{1,2}}{C_{1,1}}$	.	...	$D_{1,t-1} = \frac{C_{1,t}}{C_{1,t-1}}$
<b>2</b>		$D_{2,0} = \frac{C_{2,1}}{C_{2,0}}$	$D_{2,1} = \frac{C_{2,2}}{C_{2,1}}$	.	.	
.		.	.	.	.	
.		.	.			
<b>k-1</b>		$D_{k-1,0} = \frac{C_{k-1,1}}{C_{k-1,0}}$				

**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Enseguida se determinan los factores promedio de crecimiento de cada año, para lo cual existen varios procesos de proyección que podemos elegir, de acuerdo a la experiencia de la cartera de siniestralidad con la que se cuenta.

Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos  $D'_j$  de la siguiente manera.

	factores de desarrollo de siniestros					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	.	Año $t$
1		$E_{1,0}$	$E_{1,1}$	$E_{1,2}$	.	$E_{1,t-1}$
2		$E_{2,0}$	$E_{2,1}$	$E_{2,2}$	.	$E_{2,t-1}$
.		.	.	.	.	.
.		.	.	.	.	.
$s-1$		$E_{s-1,0}$	$E_{s-1,1}$	$E_{s-1,2}$	.	$E_{s-1,t-1}$
1		$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	.	$D_{1,t}$
2		$D_{2,0}$	$D_{2,1}$	$D_{2,2}$	.	
.		.	.	.		
.		.	$D_{k-2,1}$			
$k-1$		$D_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b> $D'_j$		$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j-1} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1}}$ con $j=1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j-1} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1}}$ con $j=2$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j-1} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1}}$ con $j=3$		$\frac{\sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j} + C_{1,t}}{\sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j-1} + C_{1,t-1}}$ con $j=t$

Etapa 5: Para el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, en este método, se completara todo el rectángulo de desarrollo de pago de siniestros.

$$C'_{i,j} = C_{i,j-i+1} * \prod_{k=j-i+2}^j D'_k$$

La responsabilidad de la pérdida, se obtiene de las diferencias de los últimos pagos de los períodos de origen y las estimaciones de los pagos finales.



**Capítulo III Modelo aplicado al método de Chain-Ladder**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

---

período de ocurrencia	siniestros reclamados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
<b>1</b>	$C_{1,t}$	$C_{1,t}$	$\tau_1 = C_{1,t} - C_{1,t}$
<b>2</b>	$C'_{2,t}$	$C'_{2,t-1}$	$\tau_2 = C'_{2,t} - C_{2,t-1}$
<b>3</b>	$C'_{3,t}$	$C'_{3,t-2}$	$\tau_3 = C'_{3,t} - C_{3,t-2}$
·	·	·	·
<b>K</b>	$C'_{k,t}$	$C'_{k,0}$	$\tau_k = C'_{k,t} - C_{k,0}$

Por lo tanto, la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de Chain-Ladder , por la descripción del cuarto escenario, es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

# Capítulo IV

## Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional

Con este método se calcula la responsabilidad de la pérdida, por medio de los montos acumulados a siniestros reportados hasta la fecha y no por medio de la siniestralidad total. Se calcula la responsabilidad de la pérdida por medio de los montos acumulados de los siniestros pagados durante varios períodos. Dicha responsabilidad se obtiene a partir de porcentajes de los montos pagados con los cuales se calcula el monto final. Por lo que en este caso las variables  $D_{t-k,t}$  y  $D_t$  representan respectivamente los montos de los siniestros reportados en el año  $t-k$ , con fecha de ocurrencia en el año  $t-L$ , y el monto total de los siniestros con fecha de ocurrencia en  $t-L$ .

El ejemplo numérico, donde se verán, las diferencias del cálculo de la Reserva de siniestros ocurridos y no reportados, se divide en cuatro escenarios:

- El primer escenario, el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados se hace de tal forma que las observaciones de la estadística de pago de siniestros no se alteren.
- En el segundo escenario, se propone anexar estadística de pago de siniestros en la parte superior del triángulo de desarrollo de pago de siniestros, sin embargo, las observaciones de la estadística inicial de pago de siniestros se debe mantener igual.
- En el tercer escenario, se considera, que la estadística del triángulo de desarrollo de pago de siniestros se altere de manera aleatoria, con respecto a la estadística real, ya sea con cantidades superiores, inferiores o con valores de cero pago de siniestros, de tal manera que la forma de alterar las observaciones de la estadística del triángulo de reclamaciones y pago de siniestros no debe de seguir un patrón o un comportamiento, el cual describa la forma en que se altera la estadística.
- Para el cuarto escenario, se toman observaciones de la estadística del triángulo de pago de siniestros con cifras inferiores, superiores o con valor cero con respecto a el valor real de la observación.

**4.1 Método de crecimiento proporcional.**

Etapa 1 Se representa el monto acumulado de los siniestros ocurridos, por período de desarrollo y ocurrencia.

siniestros acumulados					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
$t-L$	$D_t^L$	$D_t^{L-1}$	...	$D_t^1$	$D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L$	$D_{t+1}^{L-1}$	...	$D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L$	$D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L$				

Etapa 2: Una vez obtenida la información, se calcula el porcentaje que representan los siniestros acumulados para cada año de desarrollo, con respecto al valor del último período de desarrollo conocido, de manera que se obtenga el triángulo de siniestros ocurridos y no reportados expresado en porcentajes.

porcentajes de crecimiento de siniestros					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
$t-L$	$D_t^L / D_t$	$D_t^{L-1} / D_t$	...	$D_t^1 / D_t$	$D_t / D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L / D_{t+1}^1$	$D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1$	...	$D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}$	$D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L / D_{t+L}^L$				

Etapa 3: La siguiente etapa consiste en estimar el monto de siniestros que se considera se reportarán entre los años  $t$  y  $t-L$  (colas). Este se presentará como un porcentaje  $\alpha$ . Al fijar este porcentaje, se está suponiendo que se reportará entre  $t-L$  y  $t$  un  $\alpha$  por ciento del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ .

Por ejemplo, puede darse el caso de que se estime que entre  $t-L$  y  $t$  se registre  $\alpha\%$  del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ , por lo que, para obtener una buena estimación del monto total esperado, se aumenta el porcentaje de siniestralidad reportada hasta el tiempo  $t$  por un factor equivalente al  $\alpha\%$  faltante, es decir, por el inverso de  $(1-\alpha)\%$ . Cabe mencionar que este factor es muy importante, ya que de su valor depende la estimación final, sin embargo, no existe una metodología objetiva para determinarlo, por lo que esto introduce un cierto grado de subjetividad al método.

Para efectos de esta tesis, el factor estimado  $\alpha$ , para efectos de esta tesis será del 100%

Lo anterior tiene como efecto que el porcentaje  $\alpha$ , concentre una cola de todas las posibles reclamaciones que se puedan presentar en el futuro, esto basado principalmente en la experiencia de siniestralidad que se tenga, aunque para este trabajo de tesis se considera que no existe ninguna cola de reclamaciones futuras, aunque esto no implica la no existencia de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados.

Una vez determinado este porcentaje el procedimiento es el siguiente:

- Se actualizan todos los porcentajes correspondientes al primer período de ocurrencia con respecto a  $\alpha$ .
- Se actualizan los porcentajes del siguiente período de ocurrencia, utilizando para el último año de desarrollo, el promedio de los porcentajes correspondientes a ese período de desarrollo, pero para períodos de ocurrencia anteriores, y así sucesivamente.

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**  
**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

---

porcentajes acumulados de las siniestralidad					
Período de Ocurrencia	0	1	...	L-1	L
t-L	$(D_t^L / D_t)^* \alpha$	$(D_t^{L-1} / D_t)^* \alpha$	...	$(D_t^1 / D_t)^* \alpha$	$(D_t / D_t)^* \alpha$
t-L+1	$(D_{t+1}^L / D_{t+1}^1)^* \beta$	$(D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1)^* \beta$	...	$(D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1)^* \beta$	
...	...	...	...		
t-1	$(D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1})^* \delta$	$(D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1})^* \delta$	...		
t	$\lambda$		...		

Donde:

$$\beta = \frac{\alpha \left( \frac{D_t^1}{D_t} \right)}{1}$$

⋮

$$\delta = \frac{\left[ \left( D_t^{L-1} / D_t \right)^* \alpha + \left( D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1 \right)^* \beta + \dots + \left( D_{t+L-2}^{L-1} / D_{t+L-2}^{L-2} \right)^* \gamma \right]}{L-1}$$

Donde  $\gamma$  es el promedio del período de desarrollo 2.

$$\lambda = \frac{\left[ \left( D_t^L / D_t \right)^* \alpha + \left( D_{t+1}^L / D_{t+1}^1 \right)^* \beta + \dots + \left( D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1} \right)^* \delta \right]}{L}$$

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

Etapa 4:

Período de Ocurrencia	Porcentaje Acumulado	Monto Acumulado de Siniestros Pagados	Estimación del Pago Final	IBNR
$t - L$	$\alpha$	$D_t$	$\frac{D_t}{\alpha}^*$	$D_t - \frac{D_t}{\alpha}$
$t - L + 1$	$\beta$	$D_{t+1}^1$	$\frac{D_{t+1}^1}{\beta}$	$D_{t+1}^1 - \frac{D_{t+1}^1}{\beta}$
$t - L + 2$	$\theta$	$D_{t+2}^2$	$\frac{D_{t+2}^2}{\theta}$	$D_{t+2}^2 - \frac{D_{t+2}^2}{\theta}$
...	...	...	...	
$t - 2$	$\gamma$	$D_{t+L-2}^{L-2}$	$\frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$	$D_{t+L-2}^{L-2} - \frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$
$t - 1$	$\delta$	$D_{t+L-1}^{L-1}$	$\frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$	$D_{t+L-1}^{L-1} - \frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$
$t$	$\lambda$	$D_{t+L}^L$	$\frac{D_{t+L}^L}{\lambda}$	$D_{t+L}^L - \frac{D_{t+L}^L}{\lambda}$

**4.1.1 Aplicación del modelo general de estabilización.**

El cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, en el siguiente escenario considera el agregar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, la cual se debe corresponder a ejercicios contables de registros de años anteriores los cuales estén cerrados, también se considera una estadística lo suficientemente homogénea, para que los factores de desarrollo de siniestros de un año con respecto a otros sean mas óptimos.

El método del cálculo de la reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados en su forma algebraica no se altera, por lo que se ocupa la misma notación.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de reporte de pago de siniestros, de tal manera que también en esta matriz se representa el monto de siniestralidad acumulada ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

Etapa 1: Se representa el monto acumulado de los siniestros ocurridos, por período de desarrollo y ocurrencia.

siniestros acumulados					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
1	$D_s^L$	$D_s^{L-1}$	...	$D_s^1$	$D_s$
2	$D_{s+1}^L$	$D_{s+1}^{L-1}$	...	$D_{s+1}^1$	$D_{s+1}$
	...	...	...		
$s-1$	$D_{s+L-1}^L$	$D_{s+L-1}^{L-1}$			$D_{s+L-1}$
$s$	$D_{s+L}^L$	$D_{s+L}^{L-1}$	...	$D_{s+L}^1$	$D_{s+L}$
$t-L$	$D_t^L$	$D_t^{L-1}$	...	$D_t^1$	$D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L$	$D_{t+1}^{L-1}$	...	$D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L$	$D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L$				

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Una vez obtenida la información, se calcula el porcentaje que representan los siniestros acumulados para cada año de desarrollo, con respecto al valor del último período de desarrollo conocido, de manera que se obtenga el triángulo de siniestros ocurridos y no reportados expresado en porcentajes.

porcentajes de crecimiento de siniestros					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
1	$D_s^L / D_s$	$D_s^{L-1} / D_s$	...	$D_s^1 / D_s$	$D_s / D_s$
2	$D_{s+1}^L / D_{s+1}$	$D_{s+1}^{L-1} / D_{s+1}$	...	$D_{s+1}^1 / D_{s+1}$	$D_{s+1} / D_{s+1}$
	...	...	...		
$s-1$	$D_{s+L-1}^L / D_{s+L-1}$	$D_{s+L-1}^{L-1} / D_{s+L-1}$			$D_{s+L-1} / D_{s+L-1}$
$s$	$D_{s+L}^L / D_s$	$D_{s+L}^{L-1} / D_{s+L}$	...	$D_s^1 / D_{s+L}$	$D_{s+L} / D_{s+L}$
$t-L$	$D_t^L / D_t$	$D_t^{L-1} / D_t$	...	$D_t^1 / D_t$	$D_t / D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L / D_{t+1}^1$	$D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1$	...	$D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}$	$D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L / D_{t+L}^L$				

Etapa 3: La siguiente etapa, consiste en estimar el monto de siniestros que se considera se reportarán entre los años  $t$  y  $t-L$  (colas). Este se presentará como un porcentaje  $\alpha$ . Al fijar este porcentaje, se está suponiendo que se reportará entre  $t-L$  y  $t$  un  $\alpha$  por ciento del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ .

Por ejemplo, puede darse el caso de que se estime que entre  $t-L$  y  $t$  se registre  $\alpha\%$  del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ , por lo que, para obtener una buena estimación del monto total esperado, se aumenta el porcentaje de siniestralidad reportada hasta el tiempo  $t$  por un factor equivalente al  $\alpha\%$  faltante, es decir, por el inverso de  $(1-\alpha)\%$ . Cabe mencionar que este factor es muy importante, ya que de su valor depende la estimación final, sin embargo, no



### Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

existe una metodología objetiva para determinarlo, por lo que esto introduce un cierto grado de subjetividad al método.

Para efectos de esta tesis, el factor estimado  $\alpha$ , para efectos de esta tesis será del 100%

Lo anterior tiene como efecto que el porcentaje  $\alpha$ , concentre una cola de todas las posibles reclamaciones que se puedan presentar en el futuro, esto basado principalmente en la experiencia de siniestralidad que se tenga, aunque para este trabajo de tesis se considera que no existe ninguna cola de reclamaciones futuras, aunque esto no implica la no existencia de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados.

Una vez determinado este porcentaje el procedimiento es el siguiente:

- Se actualizan todos los porcentajes correspondientes al primer período de ocurrencia con respecto a  $\alpha$ .
- Se actualizan los porcentajes del siguiente período de ocurrencia, utilizando para el último año de desarrollo, el promedio de los porcentajes correspondientes a ese período de desarrollo, pero para períodos de ocurrencia anteriores, y así sucesivamente.

<b>porcentajes acumulados de las siniestralidad</b>					
<b>Período de Ocurrencia</b>	0	1	...	$L-1$	$L$
1	$D_s^L / D_s$	$D_s^{L-1} / D_s$	...	$D_s^1 / D_s$	$D_s / D_s$
2	$D_{s+1}^L / D_{s+1}$	$D_{s+1}^{L-1} / D_{s+1}$	...	$D_{s+1}^1 / D_{s+1}$	$D_{s+1} / D_{s+1}$
...	...	...	...	...	...
$s-1$	$D_{s+L-1}^L / D_{s+L-1}$	$D_{s+L-1}^{L-1} / D_{s+L-1}$	...		$D_{s+L-1} / D_{s+L-1}$
$s$	$D_{s+L}^L / D_s$	$D_s^{L-1} / D_{s+L}$	...	$D_s^1 / D_{s+L}$	$D_{s+L} / D_{s+L}$
$t-L$	$(D_t^L / D_t)^* \alpha$	$(D_t^{L-1} / D_t)^* \alpha$	...	$(D_t^1 / D_t)^* \alpha$	$(D_t / D_t)^* \alpha$
$t-L+1$	$(D_{t+1}^L / D_{t+1}^1)^* \beta$	$(D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1)^* \beta$	...	$(D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1)^* \beta$	
...	...	...	...	...	...
$t-1$	$(D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1})^* \delta$	$(D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1})^* \delta$	...		
$t$	$\lambda$		...		

Donde:

$$\beta = \frac{\alpha \left( \frac{D_t}{D_t} \right) + \left( \sum_{j=0}^L \frac{D_{s+j}}{D_{s+j}} \right)}{s+1}$$

⋮

$$\delta = \frac{\left( \sum_{j=0}^L \frac{D_{s+j}^{L-1}}{D_{s+j}} \right) + \alpha \left( \frac{D_t^{L-1}}{D_t} \right) + \beta \left( \frac{D_t^{L-1}}{D_{t+1}^1} \right) + \dots + \gamma \left( \frac{D_{t+L-2}^{L-1}}{D_{t+L-2}^{L-2}} \right)}{s+L-1}$$

Donde  $\gamma$  es el promedio del período de desarrollo 2.

$$\lambda = \frac{\left( \sum_{j=0}^L \frac{D_{s+j}^L}{D_{s+j}} \right) + \alpha \left( \frac{D_t^{L-1}}{D_t} \right) + \beta \left( \frac{D_t^{L-1}}{D_{t+1}^1} \right) + \dots + \delta \left( \frac{D_{t+L-2}^{L-1}}{D_{t+L-2}^{L-2}} \right)}{s+L}$$

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

Etapa 4:

Período de Ocurrencia	Porcentaje Acumulado	Monto Acumulado de Siniestros Pagados	Estimación del Pago Final	IBNR
$t - L$	$\alpha$	$D_t$	$\frac{D_t}{\alpha} *$	$D_t - \frac{D_t}{\alpha}$
$t - L + 1$	$\beta$	$D_{t+1}^1$	$\frac{D_{t+1}^1}{\beta}$	$D_{t+1}^1 - \frac{D_{t+1}^1}{\beta}$
$t - L + 2$	$\theta$	$D_{t+2}^2$	$\frac{D_{t+2}^2}{\theta}$	$D_{t+2}^2 - \frac{D_{t+2}^2}{\theta}$
...	...	...	...	
$t - 2$	$\gamma$	$D_{t+L-2}^{L-2}$	$\frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$	$D_{t+L-2}^{L-2} - \frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$
$t - 1$	$\delta$	$D_{t+L-1}^{L-1}$	$\frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$	$D_{t+L-1}^{L-1} - \frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$
$t$	$\lambda$	$D_{t+L}^L$	$\frac{D_{t+L}^L}{\lambda}$	$D_{t+L}^L - \frac{D_{t+L}^L}{\lambda}$

**4.1.2 Uso del método con estadística modificada.**

En el siguiente escenario, la estadística que se utiliza para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, se debe de encontrar modificada en algunos montos de pago de siniestros, estos no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se den no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Los cambios que se hacen en la matriz del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetaran solo en el ejemplo numérico, de tal forma que se puedan distinguir, los cambios de forma cuantitativa, y así poder analizar como afectan estos cambios cuantitativos al resultado de la valuación de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, para fines prácticos, en la notación algebraica no se tomara en cuenta alguna notación adicional, ya que la naturaleza del método de la razón para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, no resulta tener cambios en su forma algebraica, debido a que lo único que se está cambiando es el valor cuantitativo del valor de la observación de la estadística de pago de siniestros.

A continuación se describe algebraicamente el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, según la descripción del tercer escenario.

Etapa 1 Se representa el monto acumulado de los siniestros ocurridos, por período de desarrollo y ocurrencia.

<b>siniestros acumulados</b>					
<b>Período de Ocurrencia</b>	0	1	...	$L-1$	$L$
$t-L$	$D_t^L$	$D_t^{L-1}$	...	$D_t^1$	$D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L$	$D_{t+1}^{L-1}$	...	$D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L$	$D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L$				

Etapa 2: Una vez obtenida la información, se calcula el porcentaje que representan los siniestros acumulados para cada año de desarrollo, con respecto al valor del último período de desarrollo conocido, de manera que se obtenga el triángulo de siniestros ocurridos y no reportados expresado en porcentajes.

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

porcentajes de crecimiento de siniestros					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
$t-L$	$D_t^L / D_t$	$D_t^{L-1} / D_t$	...	$D_t^1 / D_t$	$D_t / D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L / D_{t+1}^1$	$D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1$	...	$D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}$	$D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L / D_{t+L}^L$				

Etapa 3: La siguiente etapa, consiste en estimar el monto de siniestros que se considera se reportarán entre los años  $t$  y  $t-L$  (colas). Este se presentará como un porcentaje  $\alpha$ . Al fijar este porcentaje, se está suponiendo que se reportará entre  $t-L$  y  $t$  un  $\alpha$  por ciento del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ .

Por ejemplo, puede darse el caso de que se estime que entre  $t-L$  y  $t$  se registre  $\alpha\%$  del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ , por lo que, para obtener una buena estimación del monto total esperado, se aumenta el porcentaje de siniestralidad reportada hasta el tiempo  $t$  por un factor equivalente al  $\alpha\%$  faltante, es decir, por el inverso de  $(1-\alpha)\%$ . Cabe mencionar que este factor es muy importante, ya que de su valor depende la estimación final, sin embargo, no existe una metodología objetiva para determinarlo, por lo que esto introduce un cierto grado de subjetividad al método.

Para efectos de esta tesis, el factor estimado  $\alpha$ , para efectos de esta tesis será del 100%

Lo anterior tiene como efecto que el porcentaje  $\alpha$ , concentre una cola de todas las posibles reclamaciones que se puedan presentar en el futuro, esto basado principalmente en la experiencia de siniestralidad que se tenga, aunque para este trabajo de tesis se considera que no existe ninguna cola de reclamaciones futuras, aunque esto no implica la no existencia de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados.

Lo anterior tiene como efecto el que en el porcentaje  $\alpha$ , se concentre una cola larga de todas las posibles reclamaciones que se puedan presentar en el futuro, esto basado principalmente en la experiencia de siniestralidad que se tenga.

Una vez determinado este porcentaje el procedimiento es el siguiente:

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

- Se actualizan todos los porcentajes correspondientes al primer período de ocurrencia con respecto a  $\alpha$ .
- Se actualizan los porcentajes del siguiente período de ocurrencia, utilizando para el último año de desarrollo, el promedio de los porcentajes correspondientes a ese período de desarrollo, pero para períodos de ocurrencia anteriores, y así sucesivamente.

porcentajes acumulados de las siniestralidad					
Período de Ocurrencia	0	1	...	L-1	L
$t-L$	$(D_t^L / D_t) * \alpha$	$(D_t^{L-1} / D_t) * \alpha$	...	$(D_t^1 / D_t) * \alpha$	$(D_t / D_t) * \alpha$
$t-L+1$	$(D_{t+1}^L / D_{t+1}^1) * \beta$	$(D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1) * \beta$	...	$(D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1) * \beta$	
...	...	...	...		
$t-1$	$(D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}) * \delta$	$(D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1}) * \delta$	...		
$t$	$\lambda$		...		

Donde:

$$\beta = \frac{\alpha \left( \frac{D_t^1}{D_t} \right)}{1}$$

...

$$\delta = \frac{\left[ \left( D_t^{L-1} / D_t \right) * \alpha + \left( D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1 \right) * \beta + \dots + \left( D_{t+L-2}^{L-1} / D_{t+L-2}^{L-2} \right) * \gamma \right]}{s + L - 1}$$

Donde  $\gamma$  es el promedio del período de desarrollo 2.

$$\lambda = \frac{\left[ \left( D_t^L / D_t \right) * \alpha + \left( D_{t+1}^L / D_{t+1}^1 \right) * \beta + \dots + \left( D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1} \right) * \delta \right]}{s + L}$$

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

Etapa 4:

Año Origen	Porcentaje Acumulado	Monto Acumulado de Siniestros Pagados	Estimación del Pago Final	IBNR
$t - L$	$\alpha$	$D_t$	$\frac{D_t}{\alpha} *$	$D_t - \frac{D_t}{\alpha}$
$t - L + 1$	$\beta$	$D_{t+1}^1$	$\frac{D_{t+1}^1}{\beta}$	$D_{t+1}^1 - \frac{D_{t+1}^1}{\beta}$
$t - L + 2$	$\theta$	$D_{t+2}^2$	$\frac{D_{t+2}^2}{\theta}$	$D_{t+2}^2 - \frac{D_{t+2}^2}{\theta}$
...	...	...	...	
$t - 2$	$\gamma$	$D_{t+L-2}^{L-2}$	$\frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$	$D_{t+L-2}^{L-2} - \frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$
$t - 1$	$\delta$	$D_{t+L-1}^{L-1}$	$\frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$	$D_{t+L-1}^{L-1} - \frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$
$t$	$\lambda$	$D_{t+L}^L$	$\frac{D_{t+L}^L}{\lambda}$	$D_{t+L}^L - \frac{D_{t+L}^L}{\lambda}$

### 4.1.3 Modelo general de estabilización con estadística modificada.

En esta parte, el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados considera el agregar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, está debe de ser de ejercicios contables, los cuales ya están cerrados, además la estadística debe ser lo suficientemente homogénea para que el cálculo de los factores de desarrollo de pago de siniestros de un año con respecto a otro sean confiables, y se tenga menos varianza.

La estadística que se utiliza para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, se debe de encontrar modificada en algunos montos de pago de siniestros, estos no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se den no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Para el ejemplo numérico, los cambios que se hacen en la matriz de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetan, para distinguir los pagos de siniestros alterados; por otra parte, la notación algebraica no considera alguna notación diferente, por que la naturaleza del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de la razón no se altera en su forma algebraica.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de reclamaciones de siniestros, de tal manera que  $Y_{i,j}$ , representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y reclamada en el año  $j$ . Para el desarrollo de este cálculo, se analizaran  $t$  períodos de experiencia de la siniestralidad.

Etapa 1 Se representa el monto acumulado de los siniestros ocurridos, por período de desarrollo y ocurrencia.

siniestros acumulados					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
1	$D_s^L$	$D_s^{L-1}$	...	$D_s^1$	$D_s$
2	$D_{s+1}^L$	$D_{s+1}^{L-1}$	...	$D_{s+1}^1$	$D_{s+1}$
	...	...	...		
$s-1$	$D_{s+L-1}^L$	$D_{s+L-1}^{L-1}$			$D_{s+L-1}$
$s$	$D_{s+L}^L$	$D_{s+L}^{L-1}$	...	$D_{s+L}^1$	$D_{s+L}$
$t-L$	$D_t^L$	$D_t^{L-1}$	...	$D_t^1$	$D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L$	$D_{t+1}^{L-1}$	...	$D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L$	$D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L$				



**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Una vez obtenida la información, se calcula el porcentaje que representan los siniestros acumulados para cada año de desarrollo, con respecto al valor del último período de desarrollo conocido, de manera que se obtenga el triángulo de siniestros ocurridos y no reportados expresado en porcentajes.

porcentajes de crecimiento de siniestros					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
1	$D_s^L / D_s$	$D_s^{L-1} / D_s$	...	$D_s^1 / D_s$	$D_s / D_s$
2	$D_{s+1}^L / D_{s+1}$	$D_{s+1}^{L-1} / D_{s+1}$	...	$D_{s+1}^1 / D_{s+1}$	$D_{s+1} / D_{s+1}$
	...	...	...		
$s-1$	$D_{s+L-1}^L / D_{s+L-1}$	$D_{s+L-1}^{L-1} / D_{s+L-1}$			$D_{s+L-1} / D_{s+L-1}$
$s$	$D_{s+L}^L / D_s$	$D_s^{L-1} / D_{s+L}$	...	$D_s^1 / D_{s+L}$	$D_{s+L} / D_{s+L}$
$t-L$	$D_t^L / D_t$	$D_t^{L-1} / D_t$	...	$D_t^1 / D_t$	$D_t / D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L / D_{t+1}^1$	$D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1$	...	$D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}$	$D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L / D_{t+L}^L$				

Etapa 3: La siguiente etapa consiste en estimar el monto de siniestros que se considera se reportarán entre los años  $t$  y  $t-L$  (colas). Este se presentará como un porcentaje  $\alpha$ . Al fijar este porcentaje, se está suponiendo que se reportará entre  $t-L$  y  $t$  un  $\alpha$  por ciento del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ .

Por ejemplo, puede darse el caso de que se estime que entre  $t-L$  y  $t$  se registre  $\alpha\%$  del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ , por lo que, para obtener una buena estimación del monto total esperado, se aumenta el porcentaje de siniestralidad reportada hasta el tiempo  $t$  por un factor equivalente al  $\alpha\%$  faltante, es decir, por el inverso de  $(1-\alpha)\%$ . Cabe mencionar que este factor es muy importante, ya que de su valor depende la estimación final, sin embargo, no existe una metodología objetiva para determinarlo, por lo que esto introduce un cierto grado de subjetividad al método.

Para efectos de esta tesis, el factor estimado  $\alpha$ , para efectos de esta tesis será del 100%

## Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

Lo anterior tiene como efecto que el porcentaje  $\alpha$ , concentre una cola de todas las posibles reclamaciones que se puedan presentar en el futuro, esto basado principalmente en la experiencia de siniestralidad que se tenga, aunque para este trabajo de tesis se considera que no existe ninguna cola de reclamaciones futuras, aunque esto no implica la no existencia de la reserva de siniestros ocurridos y no reportados.

Una vez determinado este porcentaje el procedimiento es el siguiente:

- Se actualizan todos los porcentajes correspondientes al primer período de ocurrencia con respecto a  $\alpha$ .
- Se actualizan los porcentajes del siguiente período de ocurrencia, utilizando para el último año de desarrollo, el promedio de los porcentajes correspondientes a ese período de desarrollo, pero para períodos de ocurrencia anteriores, y así sucesivamente.

porcentajes acumulados de las siniestralidad					
Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
1	$D_s^L / D_s$	$D_s^{L-1} / D_s$	...	$D_s^1 / D_s$	$D_s / D_s$
2	$D_{s+1}^L / D_{s+1}$	$D_{s+1}^{L-1} / D_{s+1}$	...	$D_{s+1}^1 / D_{s+1}$	$D_{s+1} / D_{s+1}$
	...	...	...		
$s-1$	$D_{s+L-1}^L / D_{s+L-1}$	$D_{s+L-1}^{L-1} / D_{s+L-1}$			$D_{s+L-1} / D_{s+L-1}$
$s$	$D_{s+L}^L / D_s$	$D_{s+L}^{L-1} / D_{s+L}$	...	$D_{s+L}^1 / D_{s+L}$	$D_{s+L} / D_{s+L}$
$t-L$	$(D_t^L / D_t)^* \alpha$	$(D_t^{L-1} / D_t)^* \alpha$	...	$(D_t^1 / D_t)^* \alpha$	$(D_t / D_t)^* \alpha$
$t-L+1$	$(D_{t+1}^L / D_{t+1}^1)^* \beta$	$(D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1)^* \beta$	...	$(D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1)^* \beta$	
...	...	...	...		
$t-1$	$(D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1})^* \delta$	$(D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1})^* \delta$	...		
$t$	$\lambda$		...		

Donde:

$$\alpha = \frac{\left( \frac{D_t}{D_t} \right) + \left( \sum_{j=0}^L \frac{D_{s+j}}{D_{s+j}} \right)}{s+1}$$

$$\vdots$$

**Capítulo IV Modelo aplicado al método de crecimiento proporcional**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

$$\delta = \frac{\left( \sum_{j=0}^L \frac{D_{s+j}^{L-1}}{D_{s+j}} \right) + \alpha \left( \frac{D_t^{L-1}}{D_t} \right) + \beta \left( \frac{D_{t+1}^{L-1}}{D_{t+1}} \right) + \dots + \gamma \left( \frac{D_{t+L-2}^{L-1}}{D_{t+L-2}} \right)}{s + L - 1}$$

Donde  $\gamma$  es el promedio del período de desarrollo 2.

$$\lambda = \frac{\left( \sum_{j=0}^L \frac{D_{s+j}^L}{D_{s+j}} \right) + \alpha \left( \frac{D_t^{L-1}}{D_t} \right) + \beta \left( \frac{D_{t+1}^{L-1}}{D_{t+1}} \right) + \dots + \delta \left( \frac{D_{t+L-2}^{L-1}}{D_{t+L-2}} \right)}{s + L}$$

Etapa 4:

Período de Ocurrencia	Porcentaje Acumulado	Monto Acumulado de Siniestros Pagados	Estimación del Pago Final	IBNR
$t - L$	$\alpha$	$D_t$	$\frac{D_t}{\alpha} *$	$D_t - \frac{D_t}{\alpha}$
$t - L + 1$	$\beta$	$D_{t+1}^1$	$\frac{D_{t+1}^1}{\beta}$	$D_{t+1}^1 - \frac{D_{t+1}^1}{\beta}$
$t - L + 2$	$\theta$	$D_{t+2}^2$	$\frac{D_{t+2}^2}{\theta}$	$D_{t+2}^2 - \frac{D_{t+2}^2}{\theta}$
...	...	...	...	
$t - 2$	$\gamma$	$D_{t+L-2}^{L-2}$	$\frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$	$D_{t+L-2}^{L-2} - \frac{D_{t+L-2}^{L-2}}{\gamma}$
$t - 1$	$\delta$	$D_{t+L-1}^{L-1}$	$\frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$	$D_{t+L-1}^{L-1} - \frac{D_{t+L-1}^{L-1}}{\delta}$
$t$	$\lambda$	$D_{t+L}^L$	$\lambda * D_{t+L}^L$	$D_{t+L}^L - \lambda D_{t+L}^L$

# Capítulo V

## Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)

Este método es parecido al método de la razón. Sin embargo, además de los patrones históricos de desarrollo de siniestralidad, se necesita el monto de primas percibidas o pagadas para cada año y los porcentajes esperados de pérdida, los cuales pueden ser propuestos por el asegurador o se pueden calcular mediante el método de crecimiento (Diagonal de la matriz  $PYS_{ij}$ ).

Para realizar un ejemplo numérico, se tomaran períodos anuales, por otra parte, el ejemplo numérico, donde se notaran las diferencias del cálculo de la Reserva de siniestros ocurridos y no reportados se divide en cuatro escenarios:

- El primer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson, de tal manera que la estadística del triangulo de desarrollo de pago siniestros no se altere.
- El segundo escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la Bornhueter/Ferguson, considerando la nueva propuesta de anexar mas estadística de pago de siniestros en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, por otra parte se debe considerar que la estadística ocupada, no se encuentre modificada.
- El tercer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson, de tal manera que la estadística del triangulo d desarrollo de siniestros se altere de manera aleatoria, ya sea con valores superiores o inferiores, o con valores nulos, con respecto a la estadística inicial.
- El cuarto escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson, considerando la nueva propuesta de anexar mas estadística de pago de siniestros en la parte superior del triangulo de pago de siniestros, sin embargo para el cálculo de la reserva, en este escenario,

se debe de considerar que se altere la estadística de manera aleatoria, tal alteración, se menciona en el tercer escenario.

Para calcular la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados utilizando el método de Bornhueter/Ferguson (B.&F), se tienen las siguientes etapas, algunas de las cuales ya se han escrito en los métodos anteriores.

Al término de realizar los cálculos, según los escenarios descritos anteriormente, se podrá concluir finalmente sobre la utilidad de la propuesta de estabilización del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de Bornhueter/Ferguson (B.&F).

### 5.1 Método de Bornhueter/Ferguson (B.&F)

Etapa1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y reclamada en el año  $j$ . Para el método de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson (B.&F), se analizaran  $t$  períodos de experiencia de siniestralidad.

	período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
+3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	..		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los siniestros acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

	siniestros acumulados				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

**Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede

determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h} .$

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc. Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

	factores de crecimiento de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	Año 2 al Año 3	.....	Año $t-1$ al Año $t$
<b>1</b>	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,0}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	.	.	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,0}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	$C_{k-2,2} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$			
<b>k</b>	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k,0}}{ST_{k,0}}$				

Enseguida se determinan promedios aritméticos de los factores de crecimiento acumulados.

Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $P_j$ ) de la siguiente manera.

período de ocurrencia	Año 1	Año 2	...	Año $t-1$
1	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	...	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	...	
.	.	.	...	
.	$C_{k-2,1}$	$C_{k-2,2}$	...	
$k-1$	$C_{k-1,1}$	$C_{k-1,2}$	...	
<b>Promedio Aritmético</b> $P_j$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j}}{k-1}$ con $j=1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j}}{k-2}$ con $j=2$	...	$C_{1,t-1}$

Etapa 5: Una vez calculados los factores de los promedios de crecimiento acumulados, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar después del último año de desarrollo.

El factor estimado ( $\bar{F}$ ), para efectos del siguiente trabajo de tesis, será igual a uno.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de los siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación para poder estimar lo que se espera pagar en ejercicios futuros.

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago  $t-1$  ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado**( $FS_{t-1}$ ) del año  $t-1$ ; el del año  $t-2$  tomamos el promedio acumulado del año  $t-1$ ( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el promedio aritmético del año  $t-2$ , para obtener el promedio acumulado ( $FS_{t-2}$ ) y así sucesivamente, hasta llegar al promedio acumulado ( $FS_0$ ).



factores de siniestralidad					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	....	Año t-1
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	.	.	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	.	
.	.	.			
k-1	$C_{k-1,0}$				
promedio aritmético	$P_0$	$P_1$	$P_2$	....	$P_{t-1}$
promedio acumulado ( $FS_j$ )	$FS_0 = P_0 * S_1$	$FS_1 = P_1 * S_2$	$FS_2 = P_2 * S_{2+1}$	....	$FS_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

Etapa 6: Cálculo del factor de Siniestros Ocurredos pero no Reportados (factor *OPNR*).

Para el Calcular el factor *OPNR* para cada año de desarrollo ( $FOPNR_j$ ), se aplica la siguiente ecuación sobre los factores de siniestralidad ( $FS_j$ ).

$$(FOPNR_j) = 1 - \frac{1}{FS_j}$$

factores de siniestralidad					
	Año 0	Año 1	Año 2	....	Año t-1
$FOPNR_j$	$FOPNR_0 = 1 - \frac{1}{S_0}$	$FOPNR_1 = 1 - \frac{1}{S_1}$	$FOPNR_2 = 1 - \frac{1}{S_2}$		$FOPNR_{t-1} = 1 - \frac{1}{S_{t-1}}$

Etapa 7: Cálculo del porcentaje esperado de pérdida ( $PEP_i$ ).

Para el cálculo del porcentaje esperado de pérdida de cada año de ocurrencia, se hace el cociente, del promedio aritmético de los factores de crecimiento acumulados entre el Factor de Siniestros Ocurredos pero no Reportados, es decir:

$$PEP_i = \begin{cases} 2 - \bar{F} & \text{si } i = 0 \\ \frac{P_{t-i}}{FOPNR_{t-i}} & \text{si } i = 1, \dots, k-1 \end{cases}$$

**Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

---

Etapa 8: Por último, para obtener el valor de la Reserva de siniestros ocurridos y no reportados, multiplicamos la Prima de Riesgo de cada año de ocurrencia ( $PR_j$ ) con el factor de Siniestros Ocurridos y no Reportados y el porcentaje esperado de pérdida

período de ocurrencia	IBNR
1	$\tau_1 = FOPNR_{t-1} * PR_1 * PEP_{1,t-1}$
2	$\tau_2 = FOPNR_{t-2} * PR_2 * PEP_{2,t-2}$
3	$\tau_3 = FOPNR_{t-3} * PR_3 * PEP_{3,t-3}$
.	
k	$\tau_k = FOPNR_1 * PR_k * PEP_{k,0}$

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F) por la descripción del primer escenario es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

**5.1.1 Aplicación del Modelo general de estabilización.**

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y reclamada en el año  $j$ . Para el método de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson (B.&F), se analizaran  $t$  períodos de experiencia de la siniestralidad.

El cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados en el escenario siguiente, se considera el agregar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, la cual se debe corresponder a ejercicios contables de registros de años anteriores los cuales estén cerrados, también se considera una estadística lo suficientemente homogénea, para que los factores de desarrollo de siniestros de un año con respecto a otros sean mas óptimos.

El método en su forma algebraica del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados no se altera, por lo que se ocupa la misma notación.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de reclamaciones de siniestros, de tal manera que  $Y_{i,j}$ , representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y reclamada en el año  $j$ .

	período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	.....	$Y_{1,t}$
2	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	.....	$Y_{2,t}$
3	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	.....	$Y_{3,t}$
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,1}$	$Y_{s,2}$	.....	$Y_{s,t}$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	.		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

**Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los montos acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

período de ocurrencia	siniestros acumulados				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
<b>1</b>	$Y_{1,0}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}+Y_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{1,j}$
<b>2</b>	$Y_{2,0}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}+Y_{2,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{2,j}$
<b>3</b>	$Y_{3,0}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}+Y_{3,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{3,j}$
.				.....	
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}+Y_{s,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t Y_{s,j}$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Mientras tanto, la siniestralidad acumulada de la estadística agregada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede determinarse como:  $STA_{i,j} = \sum_{h=1}^j Y_{i,h}$ .

**Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

Etapa 3: :La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

- Los factores de crecimiento, se calculan como sigue:  $C_{i,j} = \frac{ST_{i,j}}{ST_{i,j-1}}$
- Los factores de crecimiento, para la estadística agregada se calculan como sigue:  $B_{i,j} = \frac{STA_{i,j}}{STA_{i,j-1}}$

		factores de desarrollo de siniestros			
período de ocurrencia		Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	.....	Año t-1 al Año t
<b>1</b>	$B_{1,0} = \frac{STA_{1,0}}{STA_{1,0}}$	$B_{1,1} = \frac{STA_{1,1}}{STA_{1,0}}$	$B_{1,1} = \frac{STA_{1,2}}{STA_{1,1}}$	.....	$B_{1,t-1} = \frac{STA_{1,t}}{STA_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$B_{2,0} = \frac{STA_{2,0}}{STA_{2,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{2,1}}{STA_{2,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{2,2}}{STA_{2,1}}$	.....	$B_{2,t-1} = \frac{STA_{2,t}}{STA_{2,t-1}}$
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
<b>s-1</b>	$C_{s-1,0} = \frac{ST_{s-1,0}}{ST_{s-1,0}}$	$C_{s-1,0} = \frac{ST_{s-1,1}}{ST_{s-1,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{s-1,2}}{STA_{s-1,1}}$	.....	$B_{s-1,t-1} = \frac{STA_{s-1,t}}{STA_{s-1,t-1}}$
<b>1</b>	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,0}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,2}}{ST_{1,1}}$	.....	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,0}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,2}}{ST_{2,1}}$	.....	
.	.	.	.	.....	
<b>k-1</b>	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k-1,0}}{ST_{k-1,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$		.....	
<b>K</b>	$C_{k,0} = \frac{ST_{k,0}}{ST_{k,0}}$			.....	

Enseguida se determinan promedios aritméticos de los factores de crecimiento acumulados.

Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $P_j$ ) de la siguiente manera.

factores de crecimiento de siniestros					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.	Año $t-1$
1	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	.	$B_{1,t-1}$
2	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	.	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$s-1$	$B_{s-1,0}$	$B_{s-1,1}$	$B_{s-1,2}$	.	$B_{s-1,t-1}$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	.	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	.	
.	.	.	.		
.	.	$C_{k-2,1}$			
$k-1$	$C_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b> $P_j$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-1) + (s-1)}$ con $j=0$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-2) + (s-1)}$ con $j=1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-3) + (s-1)}$ con $j=2$		$\frac{\sum_{i=1}^{s-1} C_{i,j} + B_{1,t-1}}{(s-1) + 1}$ con $j=t-1$

Etapa 5: Una vez calculados los factores de los promedios de crecimiento acumulados, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar después del último año de desarrollo.

El factor ( $\bar{F}$ ), para efectos del siguiente trabajo de tesis, será igual a uno.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de los siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación para poder estimar lo que se espera pagar en ejercicios futuros.

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago  $t-1$  ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado**( $FS_{t-1}$ ) del año  $t-1$ ; el del año  $t-2$  tomamos el promedio acumulado del año  $t-1$ ( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el

**Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

promedio aritmético del año  $t-2$ , para obtener el promedio acumulado ( $FS_{t-2}$ ) y así sucesivamente, hasta llegar al promedio acumulado ( $FS_0$ ).

factores de siniestralidad					
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t-1$
1	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	.	$B_{1,t-1}$
2	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	.	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	.	.
$S-1$	$B_{S-1,0}$	$B_{S-1,1}$	$B_{S-1,2}$	.	$B_{S-1,t-1}$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	.	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	.	
.	.	.			
$k-1$	$C_{k-1,0}$				
promedio aritmético	$R_0$	$R_1$	$R_2$	....	$R_{t-1}$
promedio acumulado	$S_0 = P_0 * S_1$	$S_1 = P_1 * S_2$	$S_2 = P_2 * S_{2+1}$	....	$S_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

Etapa 6: Cálculo del factor de Siniestros Occurridos pero no Reportados (factor  $OPNR$ ).

Para el Calcular el factor  $OPNR$  para cada año de desarrollo ( $FOPNR_j$ ), se aplica la siguiente ecuación sobre los factores de siniestralidad ( $FS_j$ ).

$$(FOPNR_j) = 1 - \frac{1}{FS_j}$$

factores de siniestralidad					
	Año 0	Año 1	Año 2	....	Año $t-1$
$FOPNR_j$	$FOPNR_0 = 1 - \frac{1}{S_0}$	$FOPNR_1 = 1 - \frac{1}{S_1}$	$FOPNR_2 = 1 - \frac{1}{S_2}$		$FOPNR_{t-1} = 1 - \frac{1}{S_{t-1}}$

Etapa 7: Cálculo del porcentaje esperado de pérdida ( $PEP_i$ ).

Para el cálculo del porcentaje esperado de pérdida de cada año de ocurrencia, se hace el cociente, del promedio aritmético de los factores de crecimiento acumulados entre el Factor de Siniestros Ocurridos pero no Reportados, es decir:

$$PEP_i = \begin{cases} 2 - \bar{F} & \text{si } i = 0 \\ \frac{P_{t-i}}{FOPNR_{t-i}} & \text{si } i = 1, \dots, k-1 \end{cases}$$

Etapa 8: Por último, para obtener el valor de la Reserva de siniestros ocurridos y no reportados, multiplicamos la Prima de Riesgo de cada año de ocurrencia ( $PR_j$ ) con el factor de Siniestros Ocurridos y No Reportados y el porcentaje esperado de pérdida

período de ocurrencia	IBNR
1	$\tau_1 = FOPNR_{t-1} * PR_1 * PEP_{1,t-1}$
2	$\tau_2 = FOPNR_{t-2} * PR_2 * PEP_{2,t-2}$
3	$\tau_3 = FOPNR_{t-3} * PR_3 * PEP_{3,t-3}$
.	
k	$\tau_k = FOPNR_1 * PR_k * PEP_{k,0}$

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F) por la descripción del segundo escenario es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$



### 5.1.2 Uso del método con estadística modificada.

En el siguiente escenario, la estadística que se utiliza para el cálculo de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados, se debe de encontrar modificada en algunos montos de pago de siniestros, estos no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se den no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Los cambios que se hacen en la matriz del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetaran solo en el ejemplo numérico, de tal forma que se puedan distinguir, los cambios de forma cuantitativa, y así poder analizar como afectan estos cambios cuantitativos al resultado de la valuación de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, para fines prácticos, en la notación algebraica no se tomara en cuenta alguna notación adicional, ya que la naturaleza del método de la razón para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, no resulta tener cambios en su forma algebraica, debido a que lo único que se está cambiando es el valor cuantitativo de  $X_{i,j}$ .

Etapa1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y reclamada en el año  $j$ . Para el método de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson (B.&F), se analizaran  $t$  períodos de experiencia de siniestralidad.

	período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
+3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	..		
.	.	.			
.	.				
.	.				
$k$	$X_{k,0}$				

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los siniestros acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

período de ocurrencia	siniestros acumulados				
	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	.....	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	.....	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
.	.				
<b><math>k</math></b>	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año  $i$  en el año  $j$  puede

determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

**Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

Etapa 3: La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc. Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

	factores de crecimiento de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	Año 2 al Año 3	.....	Año t-1 al Año t
<b>1</b>	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,0}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	.	.	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
<b>2</b>	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,0}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	$C_{k-2,2} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$			
<b>k</b>	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k,0}}{ST_{k,0}}$				

Enseguida se determinan promedios aritméticos de los factores de crecimiento acumulados.

Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $P_j$ ) de la siguiente manera.

período de ocurrencia	Año 1	Año 2	...	Año t-1
1	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	...	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	...	
.	.	.	...	
.	$C_{k-2,1}$	$C_{k-2,2}$	...	
k-1	$C_{k-1,1}$	$C_{k-1,2}$	...	
<b>Promedio Aritmético</b> $P_j$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j}}{k-1}$ con $j=1$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j}}{k-2}$ con $j=2$	...	$C_{1,t-1}$

**Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

Etapa 5: Una vez calculados los factores de los promedios de crecimiento acumulados, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar después del último año de desarrollo.

El factor estimado ( $\bar{F}$ ), para efectos del análisis del siguiente trabajo de tesis, será igual a uno.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de los siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación para poder estimar lo que se espera pagar en ejercicios futuros.

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago  $t-1$  ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado**( $FS_{t-1}$ ) del año  $t-1$ ; el del año  $t-2$  tomamos el promedio acumulado del año  $t-1$ ( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el promedio aritmético del año  $t-2$ , para obtener el promedio acumulado ( $FS_{t-2}$ ) y así sucesivamente, hasta llegar al promedio acumulado ( $FS_0$ ).

	factores de siniestralidad				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	....	Año t-1
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	.	....	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	....	
.	.	.		....	
k-1	$C_{k-1,0}$			....	
promedio aritmético	$P_0$	$P_1$	$P_2$	....	$P_{t-1}$
promedio acumulado ( $FS_j$ )	$FS_0 = P_0 * S_1$	$FS_1 = P_1 * S_2$	$FS_2 = P_2 * S_{2+1}$	....	$FS_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

Etapa 6: Cálculo del factor de Siniestros Ocurredos pero no Reportados (factor *OPNR*).

Para el Calcular el factor *OPNR* para cada año de desarrollo ( $FOPNR_j$ ), se aplica la siguiente ecuación sobre los factores de siniestralidad ( $FS_j$ ).

$$(FOPNR_j) = 1 - \frac{1}{FS_j}$$

factores de siniestralidad					
	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año t-1
$FOPNR_j$	$FOPNR_0 = 1 - \frac{1}{S_0}$	$FOPNR_1 = 1 - \frac{1}{S_1}$	$FOPNR_2 = 1 - \frac{1}{S_2}$		$FOPNR_{t-1} = 1 - \frac{1}{S_{t-1}}$

Etapa 7: Cálculo del porcentaje esperado de pérdida ( $PEP_i$ ).

Para el cálculo del porcentaje esperado de pérdida de cada año de ocurrencia, se hace el cociente, del promedio aritmético de los factores de crecimiento acumulados entre el Factor de Siniestros Ocurridos pero no Reportados, es decir:

$$PEP_i = \begin{cases} 2 - \bar{F} & \text{si } i = 0 \\ \frac{P_{t-i}}{FOPNR_{t-i}} & \text{si } i = 1, \dots, k-1 \end{cases}$$

Etapa 8: Por último, para obtener el valor de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, multiplicamos la Prima de Riesgo de cada año de ocurrencia ( $PR_j$ ) con el factor de Siniestros Ocurridos y No Reportados y el porcentaje esperado de pérdida

período de ocurrencia	IBNR
1	$\tau_1 = FOPNR_{t-1} * PR_1 * PEP_{1,t-1}$
2	$\tau_2 = FOPNR_{t-2} * PR_2 * PEP_{2,t-2}$
3	$\tau_3 = FOPNR_{t-3} * PR_3 * PEP_{3,t-3}$
.	
k	$\tau_k = FOPNR_1 * PR_k * PEP_{k,0}$

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F) por la descripción del tercer escenario es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

### 5.1.3 Modelo general de estabilización con estadística modificada.

Etapa 1: Se considera la matriz de  $X_{i,j}$ , que representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y pagada en el año  $j$ .

Por otra parte, el cálculo de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados considera el agregar estadística en la parte superior del triangulo de desarrollo de pago de siniestros, está debe de ser de ejercicios contables, los cuales ya están cerrados, además la estadística debe ser lo suficientemente homogénea para que el cálculo de los factores de desarrollo de pago de siniestros de un año con respecto a otro sean confiables, y se tenga menos varianza.

La estadística que se utiliza para el cálculo de la reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados, se debe de encontrar modificada en algunos montos de pago de siniestros, estos no se deben distinguir por algún patrón de cambio de forma iterada o secuencial, por otra parte los cambios que se den no deben de manifestar algún tipo de distribución de probabilidad.

Para el ejemplo numérico, los cambios que se hacen en la matriz de desarrollo de pago de siniestros, se etiquetan, para distinguir los pagos de siniestros alterados; por otra parte, la notación algebraica no considera alguna notación diferente, por que la naturaleza del cálculo de la Reserva de Sinistros Ocurridos y No Reportados por el método de la razón no se altera en su forma algebraica.

Se considera la matriz adicional agregada, la cual cuenta con  $s$  períodos de experiencia de siniestralidad de reclamaciones de siniestros, de tal manera que  $Y_{i,j}$ , representa el monto de siniestralidad ocurrida en el año  $i$  y reclamada en el año  $j$ .

	período de desarrollo				
período ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t$
1	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	.....	$Y_{1,t}$
2	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	.....	$Y_{2,t}$
3	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	.....	$Y_{3,t}$
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
$s$	$Y_{s,0}$	$Y_{s,1}$	$Y_{s,2}$	.....	$Y_{s,t}$
1	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	.....	$X_{1,t}$
2	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	.....	
3	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
$k$	$X_{k,0}$				

Etapa 2: Posteriormente a partir del segundo período de reclamación (Año 1) se toman los montos acumulados de los siniestros, de la siguiente manera:

	<b>siniestros acumulados</b>				
<b>período de ocurrencia</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>.....</b>	<b>Año <i>t</i></b>
<b>1</b>	$Y_{1,0}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}$	$Y_{1,0}+Y_{1,1}+Y_{1,2}$	<b>.....</b>	$\sum_{j=0}^t Y_{1,j}$
<b>2</b>	$Y_{2,0}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}$	$Y_{2,0}+Y_{2,1}+Y_{2,2}$	<b>.....</b>	$\sum_{j=0}^t Y_{2,j}$
<b>3</b>	$Y_{3,0}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}$	$Y_{3,0}+Y_{3,1}+Y_{3,2}$	<b>.....</b>	$\sum_{j=0}^t Y_{3,j}$
<b>.</b>				<b>.....</b>	<b>.</b>
<b><i>s</i></b>	$Y_{s,0}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}$	$Y_{s,0}+Y_{s,1}+Y_{s,2}$	<b>.....</b>	$\sum_{j=0}^t Y_{s,j}$
<b>1</b>	$X_{1,0}$	$X_{1,0}+X_{1,1}$	$X_{1,0}+X_{1,1}+X_{1,2}$	<b>.....</b>	$\sum_{j=0}^t X_{1,j}$
<b>2</b>	$X_{2,0}$	$X_{2,0}+X_{2,1}$	$X_{2,0}+X_{2,1}+X_{2,2}$	<b>.....</b>	
<b>3</b>	$X_{3,0}$	$X_{3,0}+X_{3,1}$	$X_{3,0}+X_{3,1}+X_{3,2}$		
<b>.</b>	<b>.</b>				
<b><i>k</i></b>	$X_{k,0}$				

Donde la siniestralidad total acumulada correspondiente al año *i* en el año *j* puede determinarse como:  $ST_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h}$ .

Mientras tanto, la siniestralidad acumulada de la estadística agregada correspondiente al año *i* en el año *j* puede determinarse como:  $STA_{i,j} = \sum_{h=1}^j Y_{i,h}$ .

### Capítulo V Modelo aplicado al método de Bornhueter/Ferguson(B.&F)

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

Etapa 3: :La responsabilidad de la pérdida se debe de obtener a partir de porcentajes de crecimiento entre los períodos de cada año, es decir del año 0 al año 1, del año 1 al año 2, del año 2 al año 3, etc.

Se toman porcentajes, ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de crecimiento entre un año y otro, por otra parte estos porcentajes se proyectan a futuro, para obtener toda la gama de siniestralidad reclamada.

- Los factores de crecimiento, se calculan como sigue:  $C_{i,j} = \frac{ST_{i,j}}{ST_{i,j-1}}$
- Los factores de crecimiento, para la estadística agregada se calculan como

sigue:  $B_{i,j} = \frac{STA_{i,j}}{STA_{i,j-1}}$

factores de desarrollo de siniestros					
período de ocurrencia		Año 0 al Año 1	Año 1 al Año 2	.....	Año t-1 al Año t
1	$B_{1,0} = \frac{STA_{1,0}}{STA_{1,0}}$	$B_{1,1} = \frac{STA_{1,1}}{STA_{1,0}}$	$B_{1,1} = \frac{STA_{1,2}}{STA_{1,1}}$	.....	$B_{1,t-1} = \frac{STA_{1,t}}{STA_{1,t-1}}$
2	$B_{2,0} = \frac{STA_{2,0}}{STA_{2,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{2,1}}{STA_{2,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{2,2}}{STA_{2,1}}$	.....	$B_{2,t-1} = \frac{STA_{2,t}}{STA_{2,t-1}}$
.	.	.	.	.....	.
.	.	.	.	.....	.
s-1	$C_{s-1,0} = \frac{ST_{s-1,0}}{ST_{s-1,0}}$	$C_{s-1,0} = \frac{ST_{s-1,1}}{ST_{s-1,0}}$	$B_{2,1} = \frac{STA_{s-1,2}}{STA_{s-1,1}}$	.....	$B_{s-1,t-1} = \frac{STA_{s-1,t}}{STA_{s-1,t-1}}$
1	$C_{1,0} = \frac{ST_{1,0}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,1}}{ST_{1,0}}$	$C_{1,1} = \frac{ST_{1,2}}{ST_{1,1}}$	.....	$C_{1,t-1} = \frac{ST_{1,t}}{ST_{1,t-1}}$
2	$C_{2,0} = \frac{ST_{2,0}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,1}}{ST_{2,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{2,2}}{ST_{2,1}}$	.....	
.	.	.	.	.....	
k-1	$C_{k-1,0} = \frac{ST_{k-1,0}}{ST_{k-1,0}}$	$C_{2,1} = \frac{ST_{k-1,1}}{ST_{k-1,0}}$		.....	
K	$C_{k,0} = \frac{ST_{k,0}}{ST_{k,0}}$			.....	

Enseguida se determinan promedios aritméticos de los factores de crecimiento acumulados.



Etapa 4: Un proceso es obteniendo los promedios aritméticos ( $R_j$ ) de la siguiente manera.

	factores de crecimiento de siniestros				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.	Año $t-1$
1	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	.	$B_{1,t-1}$
2	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	.	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$s-1$	$B_{s-1,0}$	$B_{s-1,1}$	$B_{s-1,2}$	.	$B_{s-1,t-1}$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	.	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	.	
.	.	.	.		
.	.	$C_{k-2,1}$			
$k-1$	$C_{k-1,0}$				
<b>Promedio Aritmético</b>	$\frac{\sum_{i=1}^{k-1} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-1) + (s-1)}$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-2} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-2) + (s-1)}$	$\frac{\sum_{i=1}^{k-3} C_{i,j} + \sum_{i=1}^{s-1} B_{i,j}}{(k-3) + (s-1)}$		$\frac{\sum_{i=1}^{s-1} C_{i,j} + B_{1,t-1}}{(s-1) + 1}$
$P_j$	con $j=0$	con $j=1$	con $j=2$		con $j=t-1$

Etapa 5: Una vez calculados los factores de los promedios de crecimiento acumulados, se fija un factor estimado ( $\bar{F}$ ) de los siniestros que aun faltan por pagar después del último año de desarrollo.

El factor ( $\bar{F}$ ), para efectos del siguiente trabajo de tesis será igual a uno.

A partir de este factor, y considerando un patrón uniforme para el desarrollo de los siniestros en el tiempo, los factores de siniestralidad se determinan mediante un proceso de acumulación para poder estimar lo que se espera pagar en ejercicios futuros.

El proceso de acumulación se desarrolla al hacer el promedio **aritmético** del período de pago  $t-1$  ( $P_{t-1}$ ), lo multiplicamos por el factor estimado de los siniestros ( $\bar{F}$ ) y obtenemos el promedio **acumulado** ( $FS_{t-1}$ ) del año  $t-1$ ; el del año  $t-2$  tomamos el promedio acumulado del año  $t-1$  ( $S_{t-1}$ ) y lo multiplicamos por el

promedio aritmético del año  $t-2$ , para obtener el promedio acumulado ( $FS_{t-2}$ ) y así sucesivamente, hasta llegar al promedio acumulado ( $FS_0$ ).

	factores de siniestralidad				
período de ocurrencia	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año $t-1$
1	$B_{1,0}$	$B_{1,1}$	$B_{1,2}$	.	$B_{1,t-1}$
2	$B_{2,0}$	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$	.	$B_{2,t-1}$
.	.	.	.	.	.
$S-1$	$B_{S-1,0}$	$B_{S-1,1}$	$B_{S-1,2}$	.	$B_{S-1,t-1}$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	.	$C_{1,t-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	.	.	
.	.	.			
$k-1$	$C_{k-1,0}$				
promedio aritmético	$R_0$	$R_1$	$R_2$	....	$R_{t-1}$
promedio acumulado	$S_0 = P_0 * S_1$	$S_1 = P_1 * S_2$	$S_2 = P_2 * S_{2+1}$	....	$S_{t-1} = (\bar{F}) * P_{t-1}$

Etapa 6: Cálculo del factor de Siniestros Occurridos pero no Reportados (factor  $OPNR$ ).

Para el Calcular el factor  $OPNR$  para cada año de desarrollo ( $FOPNR_j$ ), se aplica la siguiente ecuación sobre los factores de siniestralidad ( $FS_j$ ).

$$(FOPNR_j) = 1 - \frac{1}{FS_j}$$

	factores de siniestralidad				
	Año 0	Año 1	Año 2	....	Año $t-1$
$FOPNR_j$	$FOPNR_0 = 1 - \frac{1}{S_0}$	$FOPNR_1 = 1 - \frac{1}{S_1}$	$FOPNR_2 = 1 - \frac{1}{S_2}$		$FOPNR_{t-1} = 1 - \frac{1}{S_{t-1}}$

Etapa 7: Cálculo del porcentaje esperado de pérdida ( $PEP_i$ ).

Para el cálculo del porcentaje esperado de pérdida de cada año de ocurrencia, se hace el cociente, del promedio aritmético de los factores de crecimiento acumulados entre el Factor de Siniestros Ocurridos pero no Reportados, es decir:

$$PEP_i = \begin{cases} 2 - \bar{F} & \text{si } i = 0 \\ \frac{P_{t-i}}{FOPNR_{t-i}} & \text{si } i = 1, \dots, k-1 \end{cases}$$

Etapa 8: Por último, para obtener el valor de la Reserva de siniestros ocurridos y no reportados, multiplicamos la Prima de Riesgo de cada año de ocurrencia ( $PR_j$ ) con el factor de Siniestros Ocurridos y No Reportados y el porcentaje esperado de pérdida

período de ocurrencia	IBNR
1	$\tau_1 = FOPNR_{t-1} * PR_1 * PEP_{1,t-1}$
2	$\tau_2 = FOPNR_{t-2} * PR_2 * PEP_{2,t-2}$
3	$\tau_3 = FOPNR_{t-3} * PR_3 * PEP_{3,t-3}$
.	
k	$\tau_k = FOPNR_1 * PR_k * PEP_{k,0}$

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F) por la descripción del cuarto escenario es:

$$IBNR = \sum_{i=1}^k \tau_i$$

# ANEXO I

En el Anexo I, se da un ejemplo numérico, donde se propone un modelo para la estabilización del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón.

Para el ejemplo numérico, se realizara el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, según lo indicado en el escenario, así como las etapas a seguir, que se indican en el escenario.

- El primer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón, de tal manera que la estadística del triangulo de desarrollo de siniestros no se encuentre modificada.

## Etapas 1

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	116,945	77,975	38,921	19,445	11,680	7,740
1998	4,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	12,694	
1999	5,512,789	551,307	275,641	220,489	165,401	110,303	55,201	27,512		
2000	5,598,790	559,912	279,997	223,945	167,975	111,987	55,995			
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	137,954				
2002	7,598,742	759,897	379,941	303,902	228,010					
2003	7,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	8,105,410	810,559	405,303							
2005	9,020,104	910,714								
2006	10,102,131									

Tabla 2.1

## Etapas 2

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	4,754,845	4,832,820	4,871,741	4,891,186	4,902,866	4,910,606
1998	4,222,387	4,644,632	4,855,774	5,024,575	5,151,263	5,235,764	5,277,985	5,299,095	5,311,789	
1999	5,512,789	6,064,096	6,339,737	6,560,226	6,725,627	6,835,930	6,891,131	6,918,643		
2000	5,598,790	6,158,702	6,438,699	6,662,644	6,830,619	6,942,606	6,998,601			
2001	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	8,552,884				
2002	7,598,742	8,358,639	8,738,580	9,042,482	9,270,492					
2003	7,999,910	8,799,899	9,199,800	9,519,712						
2004	8,105,410	8,915,969	9,321,272							
2005	9,020,104	9,930,818								
2006	10,102,131									

Tabla 2.2

## ANEXO I

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

#### Etapa 3

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1997	110.0000%	104.5460%	103.4763%	102.5215%	101.6399%	100.8053%	100.3991%	100.2388%	100.1579%
1998	110.0001%	104.5459%	103.4763%	102.5214%	101.6404%	100.8064%	100.4000%	100.2396%	
1999	110.0005%	104.5455%	103.4779%	102.5213%	101.6400%	100.8075%	100.3992%		
2000	110.0006%	104.5464%	103.4781%	102.5211%	101.6395%	100.8065%			
2001	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	101.6394%				
2002	110.0003%	104.5455%	103.4777%	102.5215%					
2003	110.0000%	104.5444%	103.4774%						
2004	110.0002%	104.5458%							
2005	110.0965%								

Tabla 2.3

#### Etapa 4

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1997	110.0000%	104.5460%	103.4763%	102.5215%	101.6399%	100.8053%	100.3991%	100.2388%	100.1579%
1998	110.0001%	104.5459%	103.4763%	102.5214%	101.6404%	100.8064%	100.4000%	100.2396%	
1999	110.0005%	104.5455%	103.4779%	102.5213%	101.6400%	100.8075%	100.3992%		
2000	110.0006%	104.5464%	103.4781%	102.5211%	101.6395%	100.8065%			
2001	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	101.6394%				
2002	110.0003%	104.5455%	103.4777%	102.5215%					
2003	110.0000%	104.5444%	103.4774%						
2004	110.0002%	104.5458%							
2005	110.0965%								
<b>promedio aritmético factores acumulados de siniestros</b>	<b>110,0109%</b>	<b>104,5457%</b>	<b>103,4775%</b>	<b>102,5213%</b>	<b>101,6398%</b>	<b>100,8064%</b>	<b>100,3994%</b>	<b>100,2392%</b>	<b>100,1579%</b>

Tabla 2.4

#### Etapa 5

$(\bar{F})$	<b>100.000%</b>
-------------	-----------------

#### Etapa 6

período de ocurrencia	porcentaje acumulado de siniestros	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1997	100,0000%	4.910.606,00	4.910.606,00	-
1998	100,1579%	5.311.789,00	5.320.174,55	8.385,55
1999	100,3974%	6.918.643,00	6.946.138,94	27.495,94
2000	100,7985%	6.998.601,00	7.054.481,47	55.880,47
2001	101,6113%	8.552.884,00	8.690.700,10	137.816,10
2002	103,2776%	9.270.492,00	9.574.342,43	303.850,43
2003	105,8815%	9.519.712,00	10.079.616,03	559.904,03
2004	109,5635%	9.321.272,00	10.212.713,01	891.441,01
2005	114,5439%	9.930.818,00	11.375.145,20	1.444.327,20
2006	126,0108%	10.102.131,00	12.729.773,95	2.627.642,95
<b>Total</b>		<b>80.836.948,00</b>	<b>86.893.691,68</b>	<b>6.056.743,68</b>

## ANEXO I

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

Por lo tanto el primer escenario nos dice que el valor de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón, es **\$ 6,056,743.68**.

- El segundo escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón, considerando la nueva propuesta de anexar mas estadística de reclamaciones de siniestros en la parte superior del triangulo de desarrollo de reclamaciones de siniestros, por otra parte se debe considerar que la estadística ocupada, no se encuentre modificada.

#### Etapa 1

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4,897,614	489,050	245,221	197,524	146,904	97,898	48,899	24,050	14,612	9,801
1981	4,104,761	410,202	205,010	164,105	123,102	82,100	41,011	20,602	12,515	8,293
1982	5,256,770	525,508	262,805	210,241	157,682	105,114	52,522	26,297	15,771	10,499
1983	5,102,541	510,152	255,179	204,112	153,200	102,142	51,009	25,421	15,299	10,210
1984	4,789,450	478,888	239,502	191,599	143,701	95,802	47,901	23,998	14,297	9,489
1985	6,108,970	610,897	305,449	244,359	183,269	122,179	61,090	30,545	18,327	12,218
1986	4,225,897	422,601	211,302	169,105	126,710	84,499	42,301	21,133	12,689	8,505
1987	4,997,894	499,699	249,804	199,945	149,978	99,904	49,991	25,012	15,127	9,926
1988	5,101,280	510,001	255,021	205,001	153,102	102,089	51,101	25,601	15,310	10,214
1989	4,225,890	422,597	211,303	169,101	126,801	84,602	42,303	21,131	12,671	8,467
1990	3,987,521	398,778	199,400	159,499	119,619	79,751	39,888	19,945	11,978	7,920
1991	2,151,001	215,199	107,560	86,103	64,537	43,021	21,545	10,705	6,468	4,329
1992	4,781,006	478,145	239,101	191,234	143,521	95,701	47,798	23,899	14,421	9,498
1993	4,115,015	411,489	205,699	164,702	123,410	82,305	41,141	20,587	12,320	8,234
1994	4,150,089	415,019	207,540	166,400	124,514	83,056	41,545	20,710	12,404	8,356
1995	3,227,890	322,789	161,392	129,121	96,845	64,560	32,298	16,114	9,645	6,478
1996	2,997,890	299,797	149,897	119,912	89,912	59,001	29,910	14,981	8,992	5,894
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	116,945	77,975	38,921	19,445	11,680	7,740
1998	4,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	12,694	
1999	5,512,789	551,307	275,641	220,489	165,401	110,303	55,201	27,512		
2000	5,598,790	559,912	279,997	223,945	167,975	111,987	55,995			
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	137,954				
2002	7,598,742	759,897	379,941	303,902	228,010					
2003	7,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	8,105,410	810,559	405,303							
2005	9,020,104	910,714								
2006	10,102,131									

Tabla 2.5

#### Etapa 2

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4,897,614	5,386,664	5,631,885	5,829,409	5,976,313	6,074,211	6,123,110	6,147,160	6,161,772	6,171,573
1981	4,104,761	4,514,963	4,719,973	4,884,078	5,007,180	5,089,280	5,130,291	5,150,893	5,163,408	5,171,701
1982	5,256,770	5,782,278	6,045,083	6,255,324	6,413,006	6,518,120	6,570,642	6,596,939	6,612,710	6,623,209
1983	5,102,541	5,612,693	5,867,872	6,071,984	6,225,184	6,327,326	6,378,335	6,403,756	6,419,055	6,429,265
1984	4,789,450	5,268,338	5,507,840	5,699,439	5,843,140	5,938,942	5,986,843	6,010,841	6,025,138	6,034,627
1985	6,108,970	6,719,867	7,025,316	7,269,675	7,452,944	7,575,123	7,636,213	7,666,758	7,685,085	7,697,303
1986	4,225,897	4,648,498	4,859,800	5,028,905	5,155,615	5,240,114	5,282,415	5,303,548	5,316,237	5,324,742
1987	4,997,894	5,497,593	5,747,397	5,947,342	6,097,320	6,197,224	6,247,215	6,272,227	6,287,354	6,297,280
1988	5,101,280	5,611,281	5,866,302	6,071,303	6,224,405	6,326,494	6,377,595	6,403,196	6,418,506	6,428,720
1989	4,225,890	4,648,487	4,859,790	5,028,891	5,155,692	5,240,294	5,282,597	5,303,728	5,316,399	5,324,866
1990	3,987,521	4,386,299	4,585,699	4,745,198	4,864,817	4,944,568	4,984,456	5,004,401	5,016,379	5,024,299
1991	2,151,001	2,366,200	2,473,760	2,559,863	2,624,400	2,667,421	2,688,966	2,699,671	2,706,139	2,710,468
1992	4,781,006	5,259,151	5,498,252	5,689,486	5,833,007	5,928,708	5,976,506	6,000,405	6,014,826	6,024,324
1993	4,115,015	4,526,504	4,732,203	4,896,905	5,020,315	5,102,620	5,143,761	5,164,348	5,176,668	5,184,902
1994	4,150,089	4,565,108	4,772,648	4,938,688	5,063,202	5,146,258	5,187,803	5,208,513	5,220,917	5,229,273
1995	3,227,890	3,550,679	3,712,071	3,841,192	3,938,037	4,002,597	4,034,895	4,051,009	4,060,654	4,067,132
1996	2,997,890	3,297,687	3,447,584	3,567,496	3,657,408	3,716,409	3,746,319	3,761,300	3,770,292	3,776,186
1997	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	4,754,845	4,832,820	4,871,741	4,891,186	4,902,866	4,910,606
1998	4,222,387	4,644,632	4,855,774	5,024,575	5,151,263	5,235,764	5,277,985	5,299,095	5,311,789	
1999	5,512,789	6,064,096	6,339,737	6,560,226	6,725,627	6,835,930	6,891,131	6,918,643		
2000	5,598,790	6,158,702	6,438,699	6,662,644	6,830,619	6,942,606	6,998,601			
2001	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	8,552,884				
2002	7,598,742	8,358,639	8,738,580	9,042,482	9,270,492					
2003	7,999,910	8,799,899	9,199,800	9,519,712						
2004	8,105,410	8,915,969	9,321,272							
2005	9,020,104	9,930,818								
2006	10,102,131									

Tabla 2.6

**ANEXO I**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

**Etapa 3**

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1980	109.9855%	104.5524%	103.5072%	102.5200%	101.6381%	100.8050%	100.3928%	100.2377%	100.1591%
1981	109.9933%	104.5407%	103.4768%	102.5205%	101.6396%	100.8058%	100.4016%	100.2430%	100.1606%
1982	109.9968%	104.5450%	103.4779%	102.5208%	101.6391%	100.8058%	100.4002%	100.2391%	100.1588%
1983	109.9980%	104.5465%	103.4785%	102.5231%	101.6408%	100.8062%	100.3986%	100.2389%	100.1591%
1984	109.9988%	104.5461%	103.4787%	102.5213%	101.6396%	100.8066%	100.4008%	100.2379%	100.1575%
1985	110.0000%	104.5455%	103.4783%	102.5210%	101.6393%	100.8065%	100.4000%	100.2390%	100.1590%
1986	110.0003%	104.5456%	103.4797%	102.5196%	101.6390%	100.8073%	100.4001%	100.2393%	100.1600%
1987	109.9982%	104.5439%	103.4789%	102.5218%	101.6385%	100.8067%	100.4004%	100.2412%	100.1579%
1988	109.9975%	104.5448%	103.4946%	102.5217%	101.6401%	100.8077%	100.4014%	100.2391%	100.1591%
1989	110.0002%	104.5456%	103.4796%	102.5215%	101.6409%	100.8073%	100.4000%	100.2389%	100.1593%
1990	110.0006%	104.5460%	103.4782%	102.5208%	101.6393%	100.8067%	100.4001%	100.2393%	100.1579%
1991	110.0046%	104.5457%	103.4807%	102.5211%	101.6393%	100.8077%	100.3981%	100.2396%	100.1600%
1992	110.0009%	104.5464%	103.4781%	102.5226%	101.6407%	100.8062%	100.3999%	100.2403%	100.1579%
1993	109.9997%	104.5443%	103.4805%	102.5202%	101.6394%	100.8063%	100.4002%	100.2386%	100.1591%
1994	110.0002%	104.5462%	103.4790%	102.5212%	101.6404%	100.8073%	100.3992%	100.2381%	100.1600%
1995	110.0000%	104.5454%	103.4784%	102.5212%	101.6394%	100.8069%	100.3994%	100.2381%	100.1595%
1996	110.0003%	104.5455%	103.4781%	102.5203%	101.6132%	100.8048%	100.3999%	100.2391%	100.1563%
1997	110.0000%	104.5460%	103.4763%	102.5215%	101.6399%	100.8053%	100.3991%	100.2388%	100.1579%
1998	110.0001%	104.5459%	103.4763%	102.5214%	101.6404%	100.8064%	100.4000%	100.2396%	
1999	110.0005%	104.5455%	103.4779%	102.5213%	101.6400%	100.8075%	100.3992%		
2000	110.0006%	104.5464%	103.4781%	102.5211%	101.6395%	100.8065%			
2001	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	101.6394%				
2002	110.0003%	104.5455%	103.4777%	102.5215%					
2003	110.0000%	104.5444%	103.4774%						
2004	110.0002%	104.5458%							
2005	110.0965%								

Tabla 2.7

**Etapa 4**

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1980	109.9855%	104.5524%	103.5072%	102.5200%	101.6381%	100.8050%	100.3928%	100.2377%	100.1591%
1981	109.9933%	104.5407%	103.4768%	102.5205%	101.6396%	100.8058%	100.4016%	100.2430%	100.1606%
1982	109.9968%	104.5450%	103.4779%	102.5208%	101.6391%	100.8058%	100.4002%	100.2391%	100.1588%
1983	109.9980%	104.5465%	103.4785%	102.5231%	101.6408%	100.8062%	100.3986%	100.2389%	100.1591%
1984	109.9988%	104.5461%	103.4787%	102.5213%	101.6396%	100.8066%	100.4008%	100.2379%	100.1575%
1985	110.0000%	104.5455%	103.4783%	102.5210%	101.6393%	100.8065%	100.4000%	100.2390%	100.1590%
1986	110.0003%	104.5456%	103.4797%	102.5196%	101.6390%	100.8073%	100.4001%	100.2393%	100.1600%
1987	109.9982%	104.5439%	103.4789%	102.5218%	101.6385%	100.8067%	100.4004%	100.2412%	100.1579%
1988	109.9975%	104.5448%	103.4946%	102.5217%	101.6401%	100.8077%	100.4014%	100.2391%	100.1591%
1989	110.0002%	104.5456%	103.4796%	102.5215%	101.6409%	100.8073%	100.4000%	100.2389%	100.1593%
1990	110.0006%	104.5460%	103.4782%	102.5208%	101.6393%	100.8067%	100.4001%	100.2393%	100.1579%
1991	110.0046%	104.5457%	103.4807%	102.5211%	101.6393%	100.8077%	100.3981%	100.2396%	100.1600%
1992	110.0009%	104.5464%	103.4781%	102.5226%	101.6407%	100.8062%	100.3999%	100.2403%	100.1579%
1993	109.9997%	104.5443%	103.4805%	102.5202%	101.6394%	100.8063%	100.4002%	100.2386%	100.1591%
1994	110.0002%	104.5462%	103.4790%	102.5212%	101.6404%	100.8073%	100.3992%	100.2381%	100.1600%
1995	110.0000%	104.5454%	103.4784%	102.5212%	101.6394%	100.8069%	100.3994%	100.2381%	100.1595%
1996	110.0003%	104.5455%	103.4781%	102.5203%	101.6132%	100.8048%	100.3999%	100.2391%	100.1563%
1997	110.0000%	104.5460%	103.4763%	102.5215%	101.6399%	100.8053%	100.3991%	100.2388%	100.1579%
1998	110.0001%	104.5459%	103.4763%	102.5214%	101.6404%	100.8064%	100.4000%	100.2396%	
1999	110.0005%	104.5455%	103.4779%	102.5213%	101.6400%	100.8075%	100.3992%		
2000	110.0006%	104.5464%	103.4781%	102.5211%	101.6395%	100.8065%			
2001	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	101.6394%				
2002	110.0003%	104.5455%	103.4777%	102.5215%					
2003	110.0000%	104.5444%	103.4774%						
2004	110.0002%	104.5458%							
2005	110.0965%								
<b>promedio aritmético factores</b>	<b>110,0028%</b>	<b>104,5456%</b>	<b>103,4802%</b>	<b>102,5211%</b>	<b>101,6385%</b>	<b>100,8065%</b>	<b>100,3996%</b>	<b>100,2392%</b>	<b>100,1588%</b>
<b>acumulados de siniestros</b>	<b>126,0044%</b>	<b>114,5465%</b>	<b>109,5661%</b>	<b>105,8812%</b>	<b>103,2774%</b>	<b>101,6125%</b>	<b>100,7996%</b>	<b>100,3984%</b>	<b>100,1588%</b>

Tabla 2.8

## ANEXO I

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

#### Etapa 5

$(\bar{F})$	<b>100.000%</b>
-------------	-----------------

#### Etapa 6

período de ocurrencia	porcentaje acumulado de siniestros	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1997	100,0000%	4.910.606,00	4.910.606,00	-
1998	100,1588%	5.311.789,00	5.320.225,36	8.436,36
1999	100,3984%	6.918.643,00	6.946.209,48	27.566,48
2000	100,7996%	6.998.601,00	7.054.560,39	55.959,39
2001	101,6125%	8.552.884,00	8.690.801,49	137.917,49
2002	103,2774%	9.270.492,00	9.574.323,13	303.831,13
2003	105,8812%	9.519.712,00	10.079.582,76	559.870,76
2004	109,5661%	9.321.272,00	10.212.951,13	891.679,13
2005	114,5465%	9.930.818,00	11.375.407,53	1.444.589,53
2006	126,0044%	10.102.131,00	12.729.130,26	2.626.999,26
<b>Total</b>		<b>80.836.948,00</b>	<b>86.893.797,54</b>	<b>6.056.849,54</b>

Por lo tanto, el segundo escenario nos dice, que el valor de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón, es **\$6,056,849.54**.



## ANEXO I

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

- El tercer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, por el método de la razón, de tal manera que la estadística del triángulo de desarrollo de siniestros se altere de manera aleatoria, ya sea con cantidades superiores o inferiores, o con valores nulos, con respecto a la estadística real.

Etapa 1: Los valores iniciales, que correspondían a la estadística original, se pueden corroborar en la Tabla 2.1.

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	<b>1,169,450</b>	77,975	38,921	-	11,680	7,740
1998	<b>2,222,387</b>	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	-	-
1999	5,512,789	-	275,641	220,489	165,401	110,303	<b>852,014</b>	27,512	-	-
2000	5,598,790	559,912	279,997	-	167,975	111,987	55,995	-	-	-
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	-	-	-	-	-
2002	7,598,742	759,897	-	303,902	228,010	-	-	-	-	-
2003	<b>3,999,910</b>	799,989	399,901	319,912	-	-	-	-	-	-
2004	8,105,410	810,559	405,303	-	-	-	-	-	-	-
2005	9,020,104	910,714	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	10,102,131	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2.9

Etapa 2

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	<b>5,807,350</b>	5,885,325	5,924,246	<b>5,924,246</b>	5,935,926	5,943,666
1998	<b>2,222,387</b>	2,644,632	2,855,774	3,024,575	3,151,263	3,235,764	3,277,985	3,299,095	<b>3,299,095</b>	-
1999	5,512,789	<b>5,512,789</b>	5,788,430	6,008,919	6,174,320	6,284,623	<b>7,136,637</b>	7,164,149	-	-
2000	5,598,790	6,158,702	6,438,699	<b>6,438,699</b>	6,606,674	6,718,661	6,774,656	-	-	-
2001	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	<b>8,414,930</b>	-	-	-	-
2002	7,598,742	8,358,639	<b>8,358,639</b>	8,662,541	8,890,551	-	-	-	-	-
2003	<b>3,999,910</b>	4,799,899	5,199,800	5,519,712	-	-	-	-	-	-
2004	8,105,410	8,915,969	9,321,272	-	-	-	-	-	-	-
2005	9,020,104	9,930,818	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	10,102,131	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2.10

Etapa 3

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1997	110.0000%	104.5460%	103.4763%	125.2151%	101.3427%	100.6613%	100.0000%	100.1972%	100.1304%
1998	118.9996%	107.9838%	105.9109%	104.1886%	102.6815%	101.3048%	100.6440%	100.0000%	-
1999	100.0000%	105.0000%	103.8091%	102.7526%	101.7865%	113.5571%	100.3855%	-	-
2000	110.0006%	104.5464%	100.0000%	102.6088%	101.6951%	100.8334%	-	-	-
2001	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	100.0000%	-	-	-	-
2002	110.0003%	100.0000%	103.6358%	102.6321%	-	-	-	-	-
2003	120.0002%	108.3314%	106.1524%	-	-	-	-	-	-
2004	110.0002%	104.5458%	-	-	-	-	-	-	-
2005	110.0965%	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2.11

## ANEXO I

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

#### Etapa 4

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1997	110,0000%	104,5460%	103,4763%	125,2151%	101,3427%	100,6613%	100,0000%	100,1972%	100,1304%
1998	118,9996%	107,9838%	105,9109%	104,1886%	102,6815%	101,3048%	100,6440%	100,0000%	
1999	100,0000%	105,0000%	103,8091%	102,7526%	101,7865%	113,5571%	100,3855%		
2000	110,0006%	104,5464%	100,0000%	102,6088%	101,6951%	100,8334%			
2001	110,0000%	104,5458%	103,4786%	102,5208%	100,0000%				
2002	110,0003%	100,0000%	103,6358%	102,6321%					
2003	120,0002%	108,3314%	106,1524%						
2004	110,0002%	104,5458%							
2005	110,0965%								
<b>promedio aritmético factores</b>	<b>111,0108%</b>	<b>104,9374%</b>	<b>103,7804%</b>	<b>106,6530%</b>	<b>101,5011%</b>	<b>104,0892%</b>	<b>100,3432%</b>	<b>100,0986%</b>	<b>100,1304%</b>
<b>acumulados de siniestros</b>	<b>137,0069%</b>	<b>123,4176%</b>	<b>117,6107%</b>	<b>113,3264%</b>	<b>106,2571%</b>	<b>104,6857%</b>	<b>100,5731%</b>	<b>100,2291%</b>	<b>100,1304%</b>

Tabla 2.12

#### Etapa 5

$(\bar{F})$	<b>100.000%</b>
-------------	-----------------

#### Etapa 6

período de ocurrencia	porcentaje acumulado de siniestros	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1997	100,0000%	5.943.666,00	5.943.666,00	-
1998	100,1304%	3.299.095,00	3.303.396,77	4.301,77
1999	100,2291%	7.164.149,00	7.180.561,99	16.412,99
2000	100,5731%	6.774.656,00	6.813.478,22	38.822,22
2001	104,6857%	8.414.930,00	8.809.224,76	394.294,76
2002	106,2571%	8.890.551,00	9.446.845,37	556.294,37
2003	113,3264%	5.519.712,00	6.255.293,38	735.581,38
2004	117,6107%	9.321.272,00	10.962.810,92	1.641.538,92
2005	123,4176%	9.930.818,00	12.256.376,11	2.325.558,11
2006	137,0069%	10.102.131,00	13.840.614,15	3.738.483,15
<b>Total</b>		<b>75.360.980,00</b>	<b>84.812.267,65</b>	<b>9.451.287,65</b>

Por lo tanto, el tercer escenario nos dice que el valor de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón, es **\$ 9,451,287.65**.

De donde al ser comparados los cálculos de la primera y segunda parte, con el cálculo de la tercera parte, se muestran diferencias significativas, las cuales hacen ver desde este momento, la sensibilidad que muestra el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de la razón.

## ANEXO I

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

- El cuarto escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, por el método de razón, considerando la nueva propuesta de anexar mas estadística de reclamaciones de siniestros en la parte superior del triangulo de reclamaciones de siniestros, sin embargo para el cálculo de la reserva, en este escenario, se debe de considerar que se altere la estadística de manera aleatoria, dicha alteración, se menciona en el escenario tres.

#### Etapa 1

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4,897,614	489,050	245,221	197,524	146,904	97,898	48,899	24,050	14,612	9,801
1981	4,104,761	410,202	205,010	164,105	123,102	82,100	41,011	20,602	12,515	8,293
1982	5,256,770	525,508	262,805	210,241	157,682	105,114	52,522	26,297	15,771	10,499
1983	5,102,541	510,152	255,179	204,112	153,200	102,142	51,009	25,421	15,299	10,210
1984	4,789,450	478,888	239,502	191,599	143,701	95,802	47,901	23,998	14,297	9,489
1985	6,108,970	610,897	305,449	244,359	183,269	122,179	61,090	30,545	18,327	12,218
1986	4,225,897	422,601	211,302	169,105	126,710	84,499	42,301	21,133	12,689	8,505
1987	4,997,894	499,699	249,804	199,945	149,978	99,904	49,991	25,012	15,127	9,926
1988	5,101,280	510,001	255,021	205,001	153,102	102,089	51,101	25,601	15,310	10,214
1989	4,225,890	422,597	211,303	169,101	126,801	84,602	42,303	21,131	12,671	8,467
1990	3,987,521	398,778	199,400	159,499	119,619	79,751	39,888	19,945	11,978	7,920
1991	2,151,001	215,199	107,560	86,103	64,537	43,021	21,545	10,705	6,468	4,329
1992	4,781,006	478,145	239,101	191,234	143,521	95,701	47,798	23,899	14,421	9,498
1993	4,115,015	411,489	205,699	164,702	123,410	82,305	41,141	20,587	12,320	8,234
1994	4,150,089	415,019	207,540	166,040	124,514	83,056	41,545	20,710	12,404	8,356
1995	3,227,890	322,789	161,392	129,121	96,845	64,560	32,298	16,114	9,645	6,478
1996	2,997,890	299,797	149,897	119,912	89,912	59,001	29,910	14,981	8,992	5,894
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	1,169,450	77,975	38,921	-	11,680	7,740
1998	2,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	-	-
1999	5,512,789	-	275,641	220,489	165,401	110,303	852,014	27,512	-	-
2000	5,598,790	559,912	279,997	-	167,975	111,987	55,995	-	-	-
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	-	-	-	-	-
2002	7,598,742	759,897	-	303,902	228,010	-	-	-	-	-
2003	3,999,910	799,989	399,901	319,912	-	-	-	-	-	-
2004	8,105,410	810,559	405,303	-	-	-	-	-	-	-
2005	9,020,104	910,714	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	10,102,131	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2.13

#### Etapa 2

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4,897,614	5,386,664	5,631,885	5,829,409	5,976,313	6,074,211	6,123,110	6,147,160	6,161,772	6,171,573
1981	4,104,761	4,514,963	4,719,973	4,884,078	5,007,180	5,089,280	5,130,291	5,150,893	5,163,408	5,171,701
1982	5,256,770	5,782,278	6,045,083	6,255,324	6,413,006	6,518,120	6,570,642	6,596,939	6,612,710	6,623,209
1983	5,102,541	5,612,693	5,867,872	6,071,984	6,225,184	6,327,326	6,378,335	6,403,756	6,419,055	6,429,265
1984	4,789,450	5,268,338	5,507,840	5,699,439	5,843,140	5,938,942	5,986,843	6,010,841	6,025,138	6,034,627
1985	6,108,970	6,719,867	7,025,316	7,269,675	7,452,944	7,575,123	7,636,213	7,666,758	7,685,085	7,697,303
1986	4,225,897	4,648,498	4,859,800	5,028,905	5,155,615	5,240,114	5,282,415	5,303,548	5,316,237	5,324,742
1987	4,997,894	5,497,593	5,747,397	5,947,342	6,097,320	6,197,224	6,247,215	6,272,227	6,287,354	6,297,280
1988	5,101,280	5,611,281	5,866,302	6,071,303	6,224,405	6,326,494	6,377,595	6,403,196	6,418,506	6,428,720
1989	4,225,890	4,648,487	4,859,790	5,028,891	5,155,692	5,240,294	5,282,597	5,303,728	5,316,399	5,324,866
1990	3,987,521	4,386,299	4,585,699	4,745,198	4,864,817	4,944,568	4,984,456	5,004,401	5,016,379	5,024,299
1991	2,151,001	2,366,200	2,473,760	2,559,863	2,624,400	2,667,421	2,688,966	2,699,671	2,706,139	2,710,468
1992	4,781,006	5,259,151	5,498,252	5,689,486	5,833,007	5,928,708	5,976,506	6,000,405	6,014,826	6,024,324
1993	4,115,015	4,526,504	4,732,203	4,896,905	5,020,315	5,102,620	5,143,761	5,164,348	5,176,668	5,184,902
1994	4,150,089	4,565,108	4,772,648	4,938,688	5,063,202	5,146,258	5,187,803	5,208,513	5,220,917	5,229,273
1995	3,227,890	3,550,679	3,712,071	3,841,192	3,938,037	4,002,597	4,034,895	4,051,009	4,060,654	4,067,132
1996	2,997,890	3,297,687	3,447,584	3,567,496	3,657,408	3,716,409	3,746,319	3,761,300	3,770,292	3,776,186
1997	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	5,807,350	5,885,325	5,924,246	5,924,246	5,935,926	5,943,666
1998	2,222,387	2,644,632	2,855,774	3,024,575	3,151,263	3,235,764	3,277,985	3,299,095	3,299,095	-
1999	5,512,789	5,512,789	5,788,430	6,008,919	6,174,320	6,284,623	7,136,637	7,164,149	-	-
2000	5,598,790	6,158,702	6,438,699	6,438,699	6,606,674	6,718,661	6,774,656	-	-	-
2001	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	8,414,930	-	-	-	-
2002	7,598,742	8,358,639	8,358,639	8,662,541	8,890,551	-	-	-	-	-
2003	3,999,910	4,799,899	5,199,800	5,519,712	-	-	-	-	-	-
2004	8,105,410	8,915,969	9,321,272	-	-	-	-	-	-	-
2005	9,020,104	9,930,818	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	10,102,131	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2.14

**ANEXO I**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

**Etapa 3**

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1980	109.9855%	104.5524%	103.5072%	102.5200%	101.6381%	100.8050%	100.3928%	100.2377%	100.1591%
1981	109.9933%	104.5407%	103.4768%	102.5205%	101.6396%	100.8058%	100.4016%	100.2430%	100.1606%
1982	109.9968%	104.5450%	103.4779%	102.5208%	101.6391%	100.8058%	100.4002%	100.2391%	100.1588%
1983	109.9980%	104.5465%	103.4785%	102.5231%	101.6408%	100.8062%	100.3986%	100.2389%	100.1591%
1984	109.9988%	104.5461%	103.4787%	102.5213%	101.6396%	100.8066%	100.4008%	100.2379%	100.1575%
1985	110.0000%	104.5455%	103.4783%	102.5210%	101.6393%	100.8065%	100.4000%	100.2390%	100.1590%
1986	110.0003%	104.5456%	103.4797%	102.5196%	101.6390%	100.8073%	100.4001%	100.2393%	100.1600%
1987	109.9982%	104.5439%	103.4789%	102.5218%	101.6385%	100.8067%	100.4004%	100.2412%	100.1579%
1988	109.9975%	104.5448%	103.4946%	102.5217%	101.6401%	100.8077%	100.4014%	100.2391%	100.1591%
1989	110.0002%	104.5456%	103.4796%	102.5215%	101.6409%	100.8073%	100.4000%	100.2389%	100.1593%
1990	110.0006%	104.5460%	103.4782%	102.5208%	101.6393%	100.8067%	100.4001%	100.2393%	100.1579%
1991	110.0046%	104.5457%	103.4807%	102.5211%	101.6393%	100.8077%	100.3981%	100.2396%	100.1600%
1992	110.0009%	104.5464%	103.4781%	102.5226%	101.6407%	100.8062%	100.3999%	100.2403%	100.1579%
1993	109.9997%	104.5443%	103.4805%	102.5202%	101.6394%	100.8063%	100.4002%	100.2386%	100.1591%
1994	110.0002%	104.5462%	103.4790%	102.5212%	101.6404%	100.8073%	100.3992%	100.2381%	100.1600%
1995	110.0000%	104.5454%	103.4784%	102.5212%	101.6394%	100.8069%	100.3994%	100.2381%	100.1595%
1996	110.0003%	104.5455%	103.4781%	102.5203%	101.6132%	100.8048%	100.3999%	100.2391%	100.1563%
1997	110.0000%	104.5460%	103.4763%	125.2151%	101.3427%	100.6613%	100.0000%	100.1972%	100.1304%
1998	118.9996%	107.9838%	105.9109%	104.1886%	102.6815%	101.3048%	100.6440%	100.0000%	
1999	100.0000%	105.0000%	103.8091%	102.7526%	101.7865%	113.5571%	100.3855%		
2000	110.0006%	104.5464%	100.0000%	102.6088%	101.6951%	100.8334%			
2001	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	100.0000%				
2002	110.0003%	100.0000%	103.6358%	102.6321%					
2003	120.0002%	108.3314%	106.1524%						
2004	110.0002%	104.5458%							
2005	110.0965%								

Tabla 2.15

**Etapa 4**

período de ocurrencia	factores de crecimiento de desarrollo de siniestros								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1980	109.9855%	104.5524%	103.5072%	102.5200%	101.6381%	100.8050%	100.3928%	100.2377%	100.1591%
1981	109.9933%	104.5407%	103.4768%	102.5205%	101.6396%	100.8058%	100.4016%	100.2430%	100.1606%
1982	109.9968%	104.5450%	103.4779%	102.5208%	101.6391%	100.8058%	100.4002%	100.2391%	100.1588%
1983	109.9980%	104.5465%	103.4785%	102.5231%	101.6408%	100.8062%	100.3986%	100.2389%	100.1591%
1984	109.9988%	104.5461%	103.4787%	102.5213%	101.6396%	100.8066%	100.4008%	100.2379%	100.1575%
1985	110.0000%	104.5455%	103.4783%	102.5210%	101.6393%	100.8065%	100.4000%	100.2390%	100.1590%
1986	110.0003%	104.5456%	103.4797%	102.5196%	101.6390%	100.8073%	100.4001%	100.2393%	100.1600%
1987	109.9982%	104.5439%	103.4789%	102.5218%	101.6385%	100.8067%	100.4004%	100.2412%	100.1579%
1988	109.9975%	104.5448%	103.4946%	102.5217%	101.6401%	100.8077%	100.4014%	100.2391%	100.1591%
1989	110.0002%	104.5456%	103.4796%	102.5215%	101.6409%	100.8073%	100.4000%	100.2389%	100.1593%
1990	110.0006%	104.5460%	103.4782%	102.5208%	101.6393%	100.8067%	100.4001%	100.2393%	100.1579%
1991	110.0046%	104.5457%	103.4807%	102.5211%	101.6393%	100.8077%	100.3981%	100.2396%	100.1600%
1992	110.0009%	104.5464%	103.4781%	102.5226%	101.6407%	100.8062%	100.3999%	100.2403%	100.1579%
1993	109.9997%	104.5443%	103.4805%	102.5202%	101.6394%	100.8063%	100.4002%	100.2386%	100.1591%
1994	110.0002%	104.5462%	103.4790%	102.5212%	101.6404%	100.8073%	100.3992%	100.2381%	100.1600%
1995	110.0000%	104.5454%	103.4784%	102.5212%	101.6394%	100.8069%	100.3994%	100.2381%	100.1595%
1996	110.0003%	104.5455%	103.4781%	102.5203%	101.6132%	100.8048%	100.3999%	100.2391%	100.1563%
1997	110.0000%	104.5460%	103.4763%	125.2151%	101.3427%	100.6613%	100.0000%	100.1972%	100.1304%
1998	118.9996%	107.9838%	105.9109%	104.1886%	102.6815%	101.3048%	100.6440%	100.0000%	
1999	100.0000%	105.0000%	103.8091%	102.7526%	101.7865%	113.5571%	100.3855%		
2000	110.0006%	104.5464%	100.0000%	102.6088%	101.6951%	100.8334%			
2001	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	100.0000%				
2002	110.0003%	100.0000%	103.6358%	102.6321%					
2003	120.0002%	108.3314%	106.1524%						
2004	110.0002%	104.5458%							
2005	110.0965%								
<b>promedio aritmético factores</b>	<b>110,3489%</b>	<b>104,6710%</b>	<b>103,5686%</b>	<b>103,5990%</b>	<b>101,6069%</b>	<b>101,4318%</b>	<b>100,3911%</b>	<b>100,2244%</b>	<b>100,1573%</b>
<b>acumulados de siniestros</b>	<b>128,7143%</b>	<b>116,6430%</b>	<b>111,4378%</b>	<b>107,5980%</b>	<b>103,8601%</b>	<b>102,2176%</b>	<b>100,7747%</b>	<b>100,3821%</b>	<b>100,1573%</b>

Tabla 2.16

**ANEXO I**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados**

Etapa 5

$(\bar{F})$	100.000%
-------------	----------

Etapa 6

período de ocurrencia	porcentaje acumulado de siniestros	siniestros pagados a la fecha	siniestros totales estimados	IBNR
1997	100,000%	5.943.666,00	5.943.666,00	-
1998	100,157%	3.299.095,00	3.304.284,37	5.189,37
1999	100,382%	7.164.149,00	7.191.522,13	27.373,13
2000	100,775%	6.774.656,00	6.827.138,39	52.482,39
2001	102,218%	8.414.930,00	8.601.535,91	186.605,91
2002	103,860%	8.890.551,00	9.233.737,25	343.186,25
2003	107,598%	5.519.712,00	5.939.101,85	419.389,85
2004	111,438%	9.321.272,00	10.387.417,06	1.066.145,06
2005	116,643%	9.930.818,00	11.583.604,69	1.652.786,69
2006	128,714%	10.102.131,00	13.002.888,75	2.900.757,75
<b>Total</b>		<b>75.360.980,00</b>	<b>82.014.896,40</b>	<b>6.653.916,40</b>

Por lo tanto, el cuarto escenario nos dice que el valor de la Reserva de Siniestros Occurridos y No reportados, por el método de la razón, es **\$ 6.653.916,40**.

Se puede evaluar en el cuadro siguiente, que el porcentaje de comparación del cálculo de la IBNR con la estadística modificada del triangulo de desarrollo de pago de reclamaciones y estadística no modificada, es diferente; ya que la IBNR, conserva diferencias poco significativas, cuando se realiza el cálculo haciendo uso del modelo propuesto dentro de este documento.

Con esto se concluye que el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, con el modelo propuesto en este documento, alcanza una estabilización, la cual es considerada confiable los resultados obtenidos sobre el cálculo de la reserva.

	cálculo con estadística no alterada	cálculo con estadística alterada
Razón	sin agregar estadística \$6.056.743,68	sin agregar estadística \$9.451.287,65
	agregando estadística \$6.056.849,54	agregando estadística \$6.653.916,40

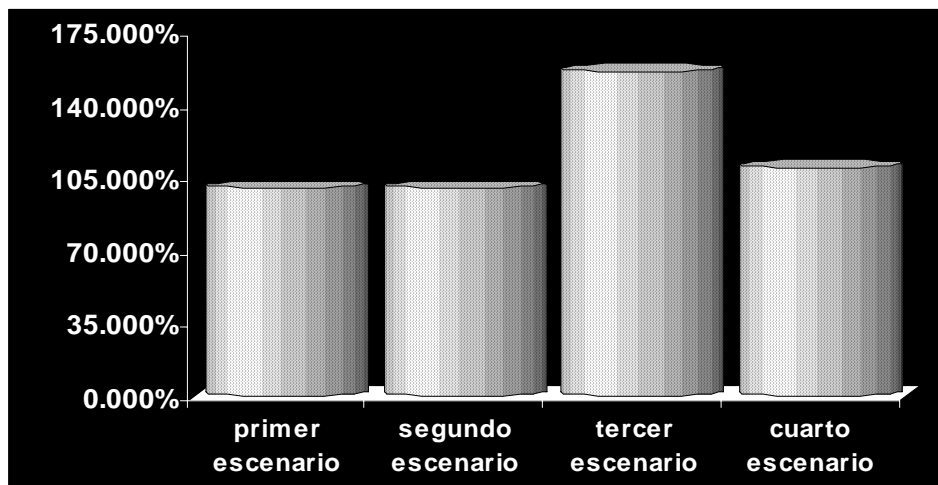
	cálculo con estadística no alterada	Cálculo con estadística alterada
Razón	sin agregar estadística 100,0000%	sin agregar estadística 156,0457%
	agregando estadística 100,0017%	agregando estadística 109,8596%

## ANEXO I

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

primer escenario	cálculo con estadística no alterada	sin agragar mas estadística
segundo escenario		agragando mas estadística
tercer escenario	cálculo con estadística alterada	sin agragar mas estadística
cuarto escenario		agragando mas estadística

escenarios	porcentajes	porcentaje de variación con respecto al primer escanario
primer escenario	100.000%	0.000%
segundo escenario	100.002%	0.002%
tercer escenario	156.046%	56.046%
cuarto escenario	109.860%	9.860%



### Resultados

En este capítulo, el modelo de estabilización para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos No Reportados por el método de la razón, logra estabilizar de manera confiable el valor de la reserva, de tal manera que los valores de la reserva en el primero, segundo y cuarto escenario tienen diferencias poco significativas, mientras tanto el tercer escenario muestra una diferencia más significativa respecto a las otras tres.

Se puede observar en los resultados numéricos y gráficos, que el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados con el método de estabilización propuesto en el siguiente trabajo de tesis se logra estabilizar, obteniendo así resultados más confiables en el valor de la reserva.

## ANEXO II

En el Anexo II, se da un ejemplo numérico, donde se propone un modelo para la estabilización del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Chain- Ladder.

Para el ejemplo numérico, se realizara el cálculo de la IBNR, haciendo referencia del escenario, así como las etapas que se indican en el mismo escenario.

- El primer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Chain-Ladder, de tal manera que la estadística del triangulo de desarrollo de siniestros no se altere.

### Etapas 1

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	116,945	77,975	38,921	19,445	11,680	7,740
1998	4,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	12,694	
1999	5,512,789	551,307	275,641	220,489	165,401	110,303	55,201	27,512		
2000	5,598,790	559,912	279,997	223,945	167,975	111,987	55,995			
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	137,954				
2002	7,598,742	759,897	379,941	303,902	228,010					
2003	7,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	8,105,410	810,559	405,303							
2005	9,020,104	910,714								
2006	10,102,131									

Tabla 3.1

### Etapas 2:

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	4,754,845	4,832,820	4,871,741	4,891,186	4,902,866	4,910,606
1998	4,222,387	4,644,632	4,855,774	5,024,575	5,151,263	5,235,764	5,277,985	5,299,095	5,311,789	
1999	5,512,789	6,064,096	6,339,737	6,560,226	6,725,627	6,835,930	6,891,131	6,918,643		
2000	5,598,790	6,158,702	6,438,699	6,662,644	6,830,619	6,942,606	6,998,601			
2001	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	8,552,884				
2002	7,598,742	8,358,639	8,738,580	9,042,482	9,270,492					
2003	7,999,910	8,799,899	9,199,800	9,519,712						
2004	8,105,410	8,915,969	9,321,272							
2005	9,020,104	9,930,818								
2006	10,102,131									

Tabla 3.2

## ANEXO II

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

#### Etapa 3 y Etapa 4

período de ocurrencia	factores de desarrollo de siniestros									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997		110,0000%	104,5460%	103,4763%	102,5215%	101,6399%	100,8053%	100,3991%	100,2388%	100,1579%
1998		110,0001%	104,5459%	103,4763%	102,5214%	101,6404%	100,8064%	100,4000%	100,2396%	
1999		110,0005%	104,5455%	103,4779%	102,5213%	101,6400%	100,8075%	100,3992%		
2000		110,0006%	104,5464%	103,4781%	102,5211%	101,6395%	100,8065%			
2001		110,0000%	104,5458%	103,4786%	102,5208%	101,6394%				
2002		110,0003%	104,5455%	103,4777%	102,5215%					
2003		110,0000%	104,5444%	103,4774%						
2004		110,0002%	104,5458%							
2005		110,0965%								
<b>promedio aritmético</b>		<b>110,0150%</b>	<b>104,5456%</b>	<b>103,4776%</b>	<b>102,5213%</b>	<b>101,6398%</b>	<b>100,8065%</b>	<b>100,3994%</b>	<b>100,2392%</b>	<b>100,1579%</b>

Tabla 3.3

#### Etapa 5: Se completa el rectángulo.

período de ocurrencia	proyección de la siniestralidad futura									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3.897.451	4.287.196	4.482.090	4.637.900	4.754.845	4.832.820	4.871.741	4.891.186	4.902.866	4.910.606
1998	4.222.387	4.644.632	4.855.774	5.024.575	5.151.263	5.235.764	5.277.985	5.299.095	5.311.789	5.320.175
1999	5.512.789	6.064.096	6.339.737	6.560.226	6.725.627	6.835.930	6.891.131	6.918.643	6.935.192	6.946.140
2000	5.598.790	6.158.702	6.438.699	6.662.644	6.830.619	6.942.606	6.998.601	7.026.556	7.043.363	7.054.482
2001	6.897.451	7.587.195	7.932.096	8.208.020	8.414.930	8.552.884	8.621.867	8.656.306	8.677.011	8.690.709
2002	7.598.742	8.358.639	8.738.580	9.042.482	9.270.492	9.504.225	9.580.881	9.619.150	9.642.158	9.657.380
2003	7.999.910	8.799.899	9.199.800	9.519.712	9.759.729	10.005.797	10.086.498	10.126.787	10.151.009	10.167.034
2004	8.105.410	8.915.969	9.321.272	9.645.428	9.888.614	10.137.932	10.219.699	10.260.520	10.285.062	10.301.298
2005	9.020.104	9.930.818	10.382.231	10.743.283	11.014.149	11.291.844	11.382.918	11.428.385	11.455.721	11.473.805
2006	10.102.131	11.113.856	11.619.045	12.023.108	12.326.242	12.637.018	12.738.942	12.789.825	12.820.417	12.840.656

Tabla 3.4

período de ocurrencia	siniestros totales		IBNR
	estimados	sniniestros pagados a la fecha	
1997	4,910,606.00	4,910,606.00	0.00
1998	5,320,174.55	5,311,789.00	8,385.55
1999	6,946,138.94	6,918,643.00	27,495.94
2000	7,054,481.47	6,998,601.00	55,880.47
2001	8,690,700.10	8,552,884.00	137,816.10
2002	9,574,342.43	9,270,492.00	303,850.43
2003	10,079,616.03	9,519,712.00	559,904.03
2004	10,212,713.01	9,321,272.00	891,441.01
2005	11,375,145.20	9,930,818.00	1,444,327.20
2006	12,729,773.95	10,102,131.00	2,627,642.95
<b>Total</b>	<b>86,893,691.68</b>	<b>80,836,948.00</b>	<b>6,056,743.68</b>

Totales Estimados = Siniestros Pagados a la fecha multiplicado por el correspondiente factor de desarrollo promedio (Valores del último período de desarrollo, tabla 3.4).

Siniestros pagados a la fecha = Valores de la Diagonal que representa el presente (tabla 3.4).



## ANEXO II

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

IBNR = Siniestros Totales Estimados – Siniestros Pagados a la fecha.

En el ejemplo numérico, del primer escenario, el valor de IBNR es **\$ 6,056,743.68**

## ANEXO II

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

- En el segundo escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Chain-Ladder, considerando la nueva propuesta de anexar mas estadística de reclamaciones de siniestros en la parte superior del triangulo de desarrollo de reclamaciones de siniestros, por otra parte se debe considerar que la estadística ocupada, no se encuentre modificada.

#### Etapa 1

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	116,945	77,975	38,921	19,445	11,680	7,740
1998	4,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	12,694	
1999	5,512,789	551,307	275,641	220,489	165,401	110,303	55,201	27,512		
2000	5,598,790	559,912	279,997	223,945	167,975	111,987	55,995			
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	137,954				
2002	7,598,742	759,897	379,941	303,902	228,010					
2003	7,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	8,105,410	810,559	405,303							
2005	9,020,104	910,714								
2006	10,102,131									

Tabla 2.1

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4.897.614	489.050	245.221	197.524	146.904	97.898	48.899	24.050	14.612	9.801
1981	4.104.761	410.202	205.010	164.105	123.102	82.100	41.011	20.602	12.515	8.293
1982	5.256.770	525.508	262.805	210.241	157.682	105.114	52.522	26.297	15.771	10.499
1983	5.102.541	510.152	255.179	204.112	153.200	102.142	51.009	25.421	15.299	10.210
1984	4.789.450	478.888	239.502	191.599	143.701	95.802	47.901	23.998	14.297	9.489
1985	6.108.970	610.897	305.449	244.359	183.269	122.179	61.090	30.545	18.327	12.218
1986	4.225.897	422.601	211.302	169.105	126.710	84.499	42.301	21.133	12.689	8.505
1987	4.997.894	499.699	249.804	199.945	149.978	99.904	49.991	25.012	15.127	9.926
1988	5.101.280	510.001	255.021	205.001	153.102	102.089	51.101	25.601	15.310	10.214
1989	4.225.890	422.597	211.303	169.101	126.801	84.602	42.303	21.131	12.671	8.467
1990	3.987.521	398.778	199.400	159.499	119.619	79.751	39.888	19.945	11.978	7.920
1991	2.151.001	215.199	107.560	86.103	64.537	43.021	21.545	10.705	6.468	4.329
1992	4.781.006	478.145	239.101	191.234	143.521	95.701	47.798	23.899	14.421	9.498
1993	4.115.015	411.489	205.699	164.702	123.410	82.305	41.141	20.587	12.320	8.234
1994	4.150.089	415.019	207.540	166.040	124.514	83.056	41.545	20.710	12.404	8.356
1995	3.227.890	322.789	161.392	129.121	96.845	64.560	32.298	16.114	9.645	6.478
1996	2.997.890	299.797	149.897	119.912	89.912	59.001	29.910	14.981	8.992	5.894
1997	3.897.451	389.745	194.894	155.810	116.945	77.975	38.921	19.445	11.680	7.740
1998	4.222.387	422.245	211.142	168.801	126.688	84.501	42.221	21.110	12.694	
1999	5.512.789	551.307	275.641	220.489	165.401	110.303	55.201	27.512		
2000	5.598.790	559.912	279.997	223.945	167.975	111.987	55.995			
2001	6.897.451	689.744	344.901	275.924	206.910	137.954				
2002	7.598.742	759.897	379.941	303.902	228.010					
2003	7.999.910	799.989	399.901	319.912						
2004	8.105.410	810.559	405.303							
2005	9.020.104	910.714								
2006	10.102.131									

Tabla 3.5



## ANEXO II

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados

#### Etapa 5:

proyección de la siniestralidad futura										
período de ocurrencia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1980</b>	4.897.614	5.386.664	5.631.885	5.829.409	5.976.313	6.074.211	6.123.110	6.147.160	6.161.772	6.171.573
<b>1981</b>	4.104.761	4.514.963	4.719.973	4.884.078	5.007.180	5.089.280	5.130.291	5.150.893	5.163.408	5.171.701
<b>1982</b>	5.256.770	5.782.278	6.045.083	6.255.324	6.413.006	6.518.120	6.570.642	6.596.939	6.612.710	6.623.209
<b>1983</b>	5.102.541	5.612.693	5.867.872	6.071.984	6.225.184	6.327.326	6.378.335	6.403.756	6.419.055	6.429.265
<b>1984</b>	4.789.450	5.268.338	5.507.840	5.699.439	5.843.140	5.938.942	5.986.843	6.010.841	6.025.138	6.034.627
<b>1985</b>	6.108.970	6.719.867	7.025.316	7.269.675	7.452.944	7.575.123	7.636.213	7.666.758	7.685.085	7.697.303
<b>1986</b>	4.225.897	4.648.498	4.859.800	5.028.905	5.155.615	5.240.114	5.282.415	5.303.548	5.316.237	5.324.742
<b>1987</b>	4.997.894	5.497.593	5.747.397	5.947.342	6.097.320	6.197.224	6.247.215	6.272.227	6.287.354	6.297.280
<b>1988</b>	5.101.280	5.611.281	5.866.302	6.071.303	6.224.405	6.326.494	6.377.595	6.403.196	6.418.506	6.428.720
<b>1989</b>	4.225.890	4.648.487	4.859.790	5.028.891	5.155.692	5.240.294	5.282.597	5.303.728	5.316.399	5.324.866
<b>1990</b>	3.987.521	4.386.299	4.585.699	4.745.198	4.864.817	4.944.568	4.984.456	5.004.401	5.016.379	5.024.299
<b>1991</b>	2.151.001	2.366.200	2.473.760	2.559.863	2.624.400	2.667.421	2.688.966	2.699.671	2.706.139	2.710.468
<b>1992</b>	4.781.006	5.259.151	5.498.252	5.689.486	5.833.007	5.928.708	5.976.506	6.000.405	6.014.826	6.024.324
<b>1993</b>	4.115.015	4.526.504	4.732.203	4.896.905	5.020.315	5.102.620	5.143.761	5.164.348	5.176.668	5.184.902
<b>1994</b>	4.150.089	4.565.108	4.772.648	4.938.688	5.063.202	5.146.258	5.187.803	5.208.513	5.220.917	5.229.273
<b>1995</b>	3.227.890	3.550.679	3.712.071	3.841.192	3.938.037	4.002.597	4.034.895	4.051.009	4.060.654	4.067.132
<b>1996</b>	2.997.890	3.297.687	3.447.584	3.567.496	3.657.408	3.716.409	3.746.319	3.761.300	3.770.292	3.776.186
1997	3.897.451	4.287.196	4.482.090	4.637.900	4.754.845	4.832.820	4.871.741	4.891.186	4.902.866	4.910.606
1998	4.222.387	4.644.632	4.855.774	5.024.575	5.151.263	5.235.764	5.277.985	5.299.095	5.311.789	5.320.225
1999	5.512.789	6.064.096	6.339.737	6.560.226	6.725.627	6.835.930	6.891.131	6.918.643	6.935.195	6.946.208
2000	5.598.790	6.158.702	6.438.699	6.662.644	6.830.619	6.942.606	6.998.601	7.026.565	7.043.375	7.054.560
2001	6.897.451	7.587.195	7.932.096	8.208.020	8.414.930	8.552.884	8.621.863	8.656.313	8.677.021	8.690.801
2002	7.598.742	8.358.639	8.738.580	9.042.482	9.270.492	9.422.422	9.498.414	9.536.366	9.559.180	9.574.361
2003	7.999.910	8.799.899	9.199.800	9.519.712	9.759.721	9.919.669	9.999.671	10.039.626	10.063.644	10.079.627
2004	8.105.410	8.915.969	9.321.272	9.645.669	9.888.854	10.050.919	10.131.979	10.172.463	10.196.799	10.212.992
2005	9.020.104	9.930.818	10.382.236	10.743.557	11.014.422	11.194.933	11.285.220	11.330.311	11.357.417	11.375.454
2006	10.102.131	11.112.911	11.618.063	12.022.393	12.325.500	12.527.497	12.628.531	12.678.990	12.709.323	12.729.506

Tabla 3.8

Período de	Siniestros Totales	Siniestros reclamados a	IBNR
Orígen	Estimados	la fecha	
<b>1997</b>	4.910.606,00	4.910.606,00	-
<b>1998</b>	5.320.224,73	5.311.789,00	8.435,73
<b>1999</b>	6.946.208,50	6.918.643,00	27.565,50
<b>2000</b>	7.054.560,47	6.998.601,00	55.959,47
<b>2001</b>	8.690.801,47	8.552.884,00	137.917,47
<b>2002</b>	9.574.361,37	9.270.492,00	303.869,37
<b>2003</b>	10.079.626,63	9.519.712,00	559.914,63
<b>2004</b>	10.212.992,40	9.321.272,00	891.720,40
<b>2005</b>	11.375.453,98	9.930.818,00	1.444.635,98
<b>2006</b>	12.729.506,38	10.102.131,00	2.627.375,38
<b>Total</b>	<b>86.894.341,93</b>	<b>80.836.948,00</b>	<b>6.057.393,93</b>

Siniestros Totales Estimados = Siniestros Pagados a la fecha multiplicado por el correspondiente factor de desarrollo promedio (Valores del último período de desarrollo, tabla 3.8).

Siniestros pagados a la fecha = Valores de la Diagonal que representa el presente (tabla 3.8).

IBNR = Siniestros Totales Estimados – Siniestros Pagados a la fecha.

En el ejemplo numérico del escenario 2, el valor de IBNR es \$ **6,057,393.93**.

## ANEXO II

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

- El tercer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Chain-Ladder, de tal manera que la estadística del triángulo de desarrollo de siniestros se altere de manera aleatoria, ya sea con cantidades superiores o inferiores, o con valores nulos, con respecto a la estadística real

#### Etapa 1

Período de Origen	periodo de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	1,169,450	77,975	38,921	-	11,680	7,740
1998	2,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	-	
1999	5,512,789	-	275,641	220,489	165,401	110,303	852,014	27,512		
2000	5,598,790	559,912	279,997	-	167,975	111,987	55,995			
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	-				
2002	7,598,742	759,897	-	303,902	228,010					
2003	3,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	8,105,410	810,559	405,303							
2005	9,020,104	910,714								
2006	10,102,131									

Tabla 3.9

#### Etapa 2

Período de Origen	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,896,951	5,066,292	5,455,693	5,767,671	6,501,612	6,657,557	6,735,544	6,735,544	6,751,165	6,753,375
1998	4,222,412	5,489,257	5,489,257	5,828,136	6,081,237	6,250,234	6,334,579	6,376,789	6,393,630	
1999	2,212,887	3,866,628	4,417,940	4,859,085	5,190,486	5,420,487	5,420,487	5,475,697		
2000	5,598,612	5,598,612	6,157,623	7,005,433	7,340,411	7,963,301	8,082,441			
2001	6,896,900	8,966,234	9,655,879	10,207,667	10,621,654	10,897,651				
2002	7,519,900	9,799,510	9,799,510	10,406,455	10,406,455					
2003	5,000,491	7,310,492	8,109,592	8,749,604						
2004	8,106,411	10,538,456	11,347,254							
2005	9,001,201	9,703,302								
2006	10,001,400									

Tabla 3.10

#### Etapa 3

período de ocurrencia	factores de desarrollo de siniestros									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997		110,0000%	104,5460%	103,4763%	125,2151%	101,3427%	100,6613%	100,0000%	100,1972%	100,1304%
1998		118,9996%	107,9838%	105,9109%	104,1886%	102,6815%	101,3048%	100,6440%	100,0000%	
1999		100,0000%	105,0000%	103,8091%	102,7526%	101,7865%	113,5571%	100,3855%		
2000		110,0006%	104,5464%	100,0000%	102,6088%	101,6951%	100,8334%			
2001		110,0000%	104,5458%	103,4786%	102,5208%	100,0000%				
2002		110,0003%	100,0000%	103,6358%	102,6321%					
2003		120,0002%	108,3314%	106,1524%						
2004		110,0002%	104,5458%							
2005		110,0965%								
<b>promedio aritmético</b>		<b>110,1088%</b>	<b>104,3754%</b>	<b>103,5192%</b>	<b>105,5825%</b>	<b>101,2760%</b>	<b>104,4709%</b>	<b>100,2976%</b>	<b>100,1266%</b>	<b>100,1304%</b>

Tabla 3.11

**ANEXO II**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

Etapa 4 y Etapa 5

proyección de la siniestralidad futura										
período de ocurrencia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3.897.451	4.287.196	4.482.090	4.637.900	<b>5.807.350</b>	5.885.325	5.924.246	<b>5.924.246</b>	5.935.926	5.943.666
1998	<b>2.222.387</b>	2.644.632	2.855.774	3.024.575	3.151.263	3.235.764	3.277.985	3.299.095	<b>3.299.095</b>	3.303.397
1999	5.512.789	<b>5.512.789</b>	5.788.430	6.008.919	6.174.320	6.284.623	<b>7.136.637</b>	7.164.149	7.173.221	7.182.575
2000	5.598.790	6.158.702	6.438.699	<b>6.438.699</b>	6.606.674	6.718.661	6.774.656	6.794.816	6.803.421	6.812.292
2001	6.897.451	7.587.195	7.932.096	8.208.020	8.414.930	<b>8.414.930</b>	8.791.150	8.817.311	8.828.477	8.839.989
2002	7.598.742	8.358.639	<b>8.358.639</b>	8.662.541	8.890.551	9.386.863	9.806.537	9.835.720	9.848.176	9.861.017
2003	<b>3.999.910</b>	4.799.899	5.199.800	5.519.712	5.827.848	6.153.186	6.428.287	6.447.416	6.455.581	6.463.999
2004	8.105.410	8.915.969	9.321.272	9.649.309	10.187.979	10.756.720	11.237.638	11.271.080	11.285.353	11.300.068
2005	9.020.104	9.930.818	10.365.329	10.730.109	11.329.114	11.961.558	12.496.344	12.533.531	12.549.403	12.565.766
2006	10.102.131	11.123.335	11.610.023	12.018.606	12.689.542	13.397.931	13.996.935	14.038.588	14.056.365	14.074.694

Tabla 3.12

período de ocurrencia	siniestros totales		IBNR
	estimados	siniestros pagados a la fecha	
1997	5.943.666,00	5.943.666,00	0,00
1998	3.303.396,77	3.299.095,00	4.301,77
1999	7.182.574,68	7.164.149,00	18.425,68
2000	6.812.292,13	6.774.656,00	37.636,13
2001	8.839.988,84	8.414.930,00	425.058,84
2002	9.861.016,95	8.890.551,00	970.465,95
2003	6.463.998,77	5.519.712,00	944.286,77
2004	11.300.067,97	9.321.272,00	1.978.795,97
2005	12.565.766,21	9.930.818,00	2.634.948,21
2006	14.074.693,93	10.102.131,00	3.972.562,93
<b>Total</b>	<b>86.347.462,25</b>	<b>75.360.980,00</b>	<b>10.986.482,25</b>

Siniestros Totales Estimados = Siniestros Pagados a la fecha multiplicado por el correspondiente factor de desarrollo promedio (Valores del último período de desarrollo, tabla 3.12).

Siniestros pagados a la fecha = Valores de la Diagonal que representa el presente (tabla 3.12)

IBNR = Siniestros Totales Estimados – Siniestros Pagados a la fecha.

En el ejemplo numérico del tercer escenario, el valor de IBNR es \$ **10.986.482,25**

## ANEXO II

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

- El cuarto escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Chain-Ladder, considerando la nueva propuesta de anexar mas estadística de reclamaciones de siniestros en la parte superior del triangulo de reclamaciones de siniestros, sin embargo para el cálculo de la reserva, en este escenario se debe de considerar que se altere la estadística de manera aleatoria, tal alteración, se menciona en el escenario tres.

#### Etapa 1

Período de Origen	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	389,745	194,894	155,810	1,169,450	77,975	38,921	-	11,680	7,740
1998	2,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	-	
1999	5,512,789	-	275,641	220,489	165,401	110,303	852,014	27,512		
2000	5,598,790	559,912	279,997	-	167,975	111,987	55,995			
2001	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	-				
2002	7,598,742	759,897	-	303,902	228,010					
2003	3,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	8,105,410	810,559	405,303							
2005	9,020,104	910,714								
2006	10,102,131									

Tabla 3.9

#### Etapa 2

período de ocurrencia	período de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4.897.614	489.050	245.221	197.524	146.904	97.898	48.899	24.050	14.612	9.801
1981	4.104.761	410.202	205.010	164.105	123.102	82.100	41.011	20.602	12.515	8.293
1982	5.256.770	525.508	262.805	210.241	157.682	105.114	52.522	26.297	15.771	10.499
1983	5.102.541	510.152	255.179	204.112	153.200	102.142	51.009	25.421	15.299	10.210
1984	4.789.450	478.888	239.502	191.599	143.701	95.802	47.901	23.998	14.297	9.489
1985	6.108.970	610.897	305.449	244.359	183.269	122.179	61.090	30.545	18.327	12.218
1986	4.225.897	422.601	211.302	169.105	126.710	84.499	42.301	21.133	12.689	8.505
1987	4.997.894	499.699	249.804	199.945	149.978	99.904	49.991	25.012	15.127	9.926
1988	5.101.280	510.001	255.021	205.001	153.102	102.089	51.101	25.601	15.310	10.214
1989	4.225.890	422.597	211.303	169.101	126.801	84.602	42.303	21.131	12.671	8.467
1990	3.987.521	398.778	199.400	159.499	119.619	79.751	39.888	19.945	11.978	7.920
1991	2.151.001	215.199	107.560	86.103	64.537	43.021	21.545	10.705	6.468	4.329
1992	4.781.006	478.145	239.101	191.234	143.521	95.701	47.798	23.899	14.421	9.498
1993	4.115.015	411.489	205.699	164.702	123.410	82.305	41.141	20.587	12.320	8.234
1994	4.150.089	415.019	207.540	166.040	124.514	83.056	41.545	20.710	12.404	8.356
1995	3.227.890	322.789	161.392	129.121	96.845	64.560	32.298	16.114	9.645	6.478
1996	2.997.890	299.797	149.897	119.912	89.912	59.001	29.910	14.981	8.992	5.894
1997	3.897.451	389.745	194.894	155.810	1.169.450	77.975	38.921	-	11.680	7.740
1998	2.222.387	422.245	211.142	168.801	126.688	84.501	42.221	21.110	-	
1999	5.512.789	-	275.641	220.489	165.401	110.303	852.014	27.512		
2000	5.598.790	559.912	279.997	-	167.975	111.987	55.995			
2001	6.897.451	689.744	344.901	275.924	206.910	-				
2002	7.598.742	759.897	-	303.902	228.010					
2003	3.999.910	799.989	399.901	319.912						
2004	8.105.410	810.559	405.303							
2005	9.020.104	910.714								
2006	10.102.131									

Tabla 3.13





**ANEXO II**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

Etapa 5:

período de ocurrencia	proyección de la siniestralidad futura									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4.897.614	5.386.664	5.631.885	5.829.409	5.976.313	6.074.211	6.123.110	6.147.160	6.161.772	6.171.573
1981	4.104.761	4.514.963	4.719.973	4.884.078	5.007.180	5.089.280	5.130.291	5.150.893	5.163.408	5.171.701
1982	5.256.770	5.782.278	6.045.083	6.255.324	6.413.006	6.518.120	6.570.642	6.596.939	6.612.710	6.623.209
1983	5.102.541	5.612.693	5.867.872	6.071.984	6.225.184	6.327.326	6.378.335	6.403.756	6.419.055	6.429.265
1984	4.789.450	5.268.338	5.507.840	5.699.439	5.843.140	5.938.942	5.986.843	6.010.841	6.025.138	6.034.627
1985	6.108.970	6.719.867	7.025.316	7.269.675	7.452.944	7.575.123	7.636.213	7.666.758	7.685.085	7.697.303
1986	4.225.897	4.648.498	4.859.800	5.028.905	5.155.615	5.240.114	5.282.415	5.303.548	5.316.237	5.324.742
1987	4.997.894	5.497.593	5.747.397	5.947.342	6.097.320	6.197.224	6.247.215	6.272.227	6.287.354	6.297.280
1988	5.101.280	5.611.281	5.866.302	6.071.303	6.224.405	6.326.494	6.377.595	6.403.196	6.418.506	6.428.720
1989	4.225.890	4.648.487	4.859.790	5.028.891	5.155.692	5.240.294	5.282.597	5.303.728	5.316.399	5.324.866
1990	3.987.521	4.386.299	4.585.699	4.745.198	4.864.817	4.944.568	4.984.456	5.004.401	5.016.379	5.024.299
1991	2.151.001	2.366.200	2.473.760	2.559.863	2.624.400	2.667.421	2.688.966	2.699.671	2.706.139	2.710.468
1992	4.781.006	5.259.151	5.498.252	5.689.486	5.833.007	5.928.708	5.976.506	6.000.405	6.014.826	6.024.324
1993	4.115.015	4.526.504	4.732.203	4.896.905	5.020.315	5.102.620	5.143.761	5.164.348	5.176.668	5.184.902
1994	4.150.089	4.565.108	4.772.648	4.938.688	5.063.202	5.146.258	5.187.803	5.208.513	5.220.917	5.229.273
1995	3.227.890	3.550.679	3.712.071	3.841.192	3.938.037	4.002.597	4.034.895	4.051.009	4.060.654	4.067.132
1996	2.997.890	3.297.687	3.447.584	3.567.496	3.657.408	3.716.409	3.746.319	3.761.300	3.770.292	3.776.186
1997	3.897.451	4.287.196	4.482.090	4.637.900	<b>5.807.350</b>	5.885.325	5.924.246	<b>5.924.246</b>	5.935.926	5.943.666
1998	<b>2.222.387</b>	2.644.632	2.855.774	3.024.575	3.151.263	3.235.764	3.277.985	3.299.095	<b>3.299.095</b>	3.304.280
1999	5.512.789	<b>5.512.789</b>	5.788.430	6.008.919	6.174.320	6.284.623	<b>7.136.637</b>	7.164.149	7.180.561	7.191.846
2000	5.598.790	6.158.702	6.438.699	<b>6.438.699</b>	6.606.674	6.718.661	6.774.656	6.800.692	6.816.272	6.826.984
2001	6.897.451	7.587.195	7.932.096	8.208.020	8.414.930	<b>8.414.930</b>	8.542.555	8.575.385	8.595.031	8.608.538
2002	7.598.742	8.358.639	<b>8.358.639</b>	8.662.541	8.890.551	9.028.173	9.165.099	9.200.322	9.221.399	9.235.891
2003	<b>3.999.910</b>	4.799.899	5.199.800	5.519.712	5.708.741	5.797.110	5.885.032	5.907.649	5.921.183	5.930.488
2004	8.105.410	8.915.969	9.321.272	9.646.943	9.977.314	10.131.759	10.285.422	10.324.950	10.348.604	10.364.868
2005	9.020.104	9.930.818	10.375.957	10.738.477	11.106.229	11.278.149	11.449.198	11.493.199	11.519.529	11.537.633
2006	10.102.131	11.116.809	11.615.109	12.020.923	12.432.594	12.625.045	12.816.522	12.865.778	12.895.253	12.915.519

Tabla 2.16

Período de	Siniestros Totales	Siniestros reclamados a	IBNR
Orígen	Estimados	la fecha	
1997	5.943.666,00	5.943.666,00	-
1998	3.304.279,84	3.299.095,00	5.184,84
1999	7.191.846,41	7.164.149,00	27.697,41
2000	6.826.984,30	6.774.656,00	52.328,30
2001	8.608.538,45	8.414.930,00	193.608,45
2002	9.235.891,06	8.890.551,00	345.340,06
2003	5.930.488,26	5.519.712,00	410.776,26
2004	10.364.867,55	9.321.272,00	1.043.595,55
2005	11.537.633,37	9.930.818,00	1.606.815,37
2006	12.915.518,87	10.102.131,00	2.813.387,87
<b>Total</b>	<b>81.859.714,12</b>	<b>75.360.980,00</b>	<b>6.498.734,12</b>

Siniestros Totales Estimados = Siniestros Pagados a la fecha multiplicado por el correspondiente factor de desarrollo promedio (Valores del último período de desarrollo, tabla 3.16).

Siniestros pagados a la fecha = Valores de la Diagonal que representa el presente (tabla 3.16).

IBNR = Siniestros Totales Estimados – Siniestros Pagados a la fecha.

En el ejemplo numérico, del cuarto escenario, el valor de IBNR es \$ **6,653,916.40**.

**ANEXO II**

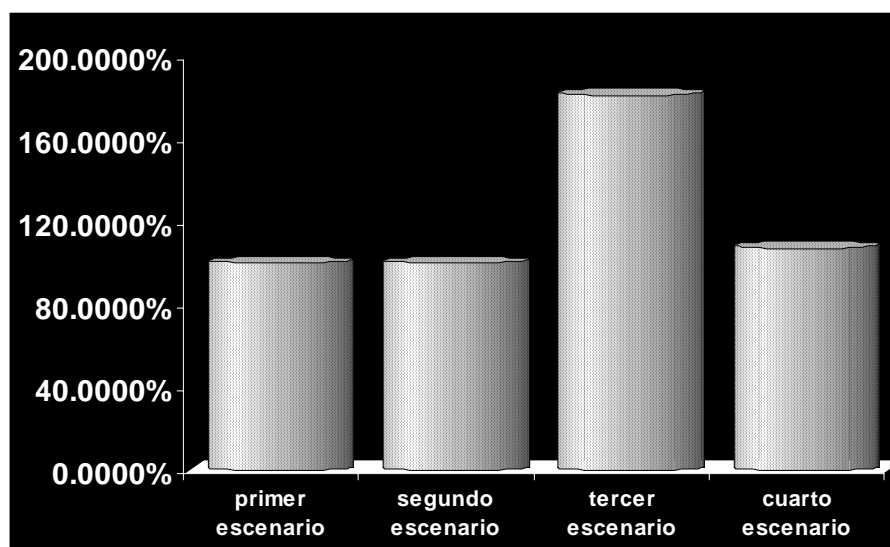
**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

	<b>cálculo con estadística no alterada</b>	<b>cálculo con estadística alterada</b>
<b>Chain_Ladder</b>	sin agregar estadística \$6.056.743,68	sin agregar estadística \$10.986.482,25
	agregando estadística \$6.057.393,39	agregando estadística \$6.498.734,12

	<b>cálculo con estadística no alterada</b>	<b>Cálculo con estadística alterada</b>
<b>Chain_Ladder</b>	sin agregar estadística 100,0000%	sin agregar estadística 181,3926%
	agregando estadística 100,0107%	agregando estadística 107,2975%

primer escenario	cálculo con estadística no alterada	sin agragar mas estadística
segundo escenario		agragando mas estadística
tercer escenario	cálculo con estadística alterada	sin agragar mas estadística
cuarto escenario		agragando mas estadística

<b>escenarios</b>	<b>porcentajes</b>	<b>porcentaje de variación con respecto al primer escenario</b>
primer escenario	100.0000%	0.000%
segundo escenario	100.0107%	0.011%
tercer escenario	181.3926%	81.393%
cuarto escenario	107.2975%	7.298%



## ANEXO II

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

---

#### Resultados

En este capítulo, el modelo de estabilización propuesto en el siguiente trabajo de tesis para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos No Reportados por el método de Chain-Ldder, logra estabilizar de manera confiable el valor de la reserva, de tal manera que los valores de la reserva en el primero, segundo y cuarto escenario tienen diferencias poco significativas, mientras tanto la diferencia del valor en el tercer escenario es mas significativa.

Con esto se concluye que el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, con el modelo propuesto en este documento, alcanza una estabilización, la cual es considerada confiable,

## ANEXO III

En el Anexo III, se da un ejemplo numérico, donde se propone un modelo para la estabilización del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de crecimiento proporcional.

Para el ejemplo numérico, se realizara el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, haciendo referencia de los escenarios que se deben de involucrar, con cada una de las etapas del escenario.

- El primer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de crecimiento proporcional, de tal manera que la estadística del triangulo de desarrollo de siniestros sea la real, sin alteraciones en sus observaciones de pago de reclamaciones de siniestros

### Etapa 1

período de ocurrencia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	4,754,845	4,832,820	4,871,741	4,891,186	4,902,866	4,910,606
1998	4,222,387	4,644,632	4,855,774	5,024,575	5,151,263	5,235,764	5,277,985	5,299,095	5,311,789	
1999	5,512,789	6,064,096	6,339,737	6,560,226	6,725,627	6,835,930	6,891,131	6,918,643		
2000	5,598,790	6,158,702	6,438,699	6,662,644	6,830,619	6,942,606	6,998,601			
2001	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	8,552,884				
2002	7,598,742	8,358,639	8,738,580	9,042,482	9,270,492					
2003	7,999,910	8,799,899	9,199,800	9,519,712						
2004	8,105,410	8,915,969	9,321,272							
2005	9,020,104	9,930,818								
2006	10,102,131									

Tabla 4.1

### Etapa 2

período de ocurrencia	porcentajes de crecimiento de siniestros									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	79.36803%	87.30483%	91.27366%	94.44659%	96.82807%	98.41596%	99.20855%	99.60453%	99.84238%	100.00000%
1998	79.49086%	87.44007%	91.41504%	94.59290%	96.97793%	98.56875%	99.36360%	99.76102%	100.00000%	
1999	79.68021%	87.64863%	91.63267%	94.81955%	97.21020%	98.80449%	99.60235%	100.00000%		
2000	79.99870%	87.99904%	91.99980%	95.19965%	97.59978%	99.19991%	100.00000%			
2001	80.64474%	88.70920%	92.74177%	95.96786%	98.38705%	100.00000%				
2002	81.96698%	90.16392%	94.26231%	97.54048%	100.00000%					
2003	84.03521%	92.43871%	96.63948%	100.00000%						
2004	86.95605%	95.65185%	100.00000%							
2005	90.82942%	100.00000%								
2006	100.00000%									

Tabla 4.2

### ANEXO III

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

#### Etapa 3

$\alpha$	<b>100.0000%</b>
----------	------------------

período de ocurrencia	porcentajes acumulados de la siniestralidad									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	79.36803%	87.30483%	91.27366%	94.44659%	96.82807%	98.41596%	99.20855%	99.60453%	99.84238%	100.00000%
1998	79.36557%	87.30225%	91.27095%	94.44380%	96.82507%	98.41339%	99.20699%	99.60378%	99.84238%	
1999	79.36480%	87.30168%	91.26994%	94.44421%	96.82540%	98.41338%	99.20808%	99.60416%		
2000	79.36501%	87.30198%	91.27105%	94.44555%	96.82666%	98.41412%	99.20787%			
2001	79.36588%	87.30246%	91.27108%	94.44602%	96.82684%	98.41421%				
2002	79.36568%	87.30249%	91.27081%	94.44494%	96.82641%					
2003	79.36721%	87.30391%	91.27133%	94.44518%						
2004	79.36588%	87.30265%	91.27126%							
2005	79.29661%	87.30278%								
2006	79.35830%									
<b>promedios de porcentajes</b>	<b>79.36%</b>	<b>87.30%</b>	<b>91.27%</b>	<b>94.45%</b>	<b>96.83%</b>	<b>98.41%</b>	<b>99.21%</b>	<b>99.60%</b>	<b>99.84%</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 4.3

#### Etapa 4

período de ocurrencia	porcentaje acumulado de	monto acumulado de siniestros pagados	siniestros totales estimados	IBNR
1997	100.00000%	4,910,606.00	4,910,606.00	-
1998	99.84238%	5,311,789.00	5,320,174.55	8,385.55
1999	99.60416%	6,918,643.00	6,946,138.94	27,495.94
2000	99.20787%	6,998,601.00	7,054,481.47	55,880.47
2001	98.41421%	8,552,884.00	8,690,700.10	137,816.10
2002	96.82641%	9,270,492.00	9,574,342.43	303,850.43
2003	94.44518%	9,519,712.00	10,079,616.03	559,904.03
2004	91.27126%	9,321,272.00	10,212,713.00	891,441.00
2005	87.30278%	9,930,818.00	11,375,145.20	1,444,327.20
2006	79.35830%	10,102,131.00	12,729,772.99	2,627,641.99
<b>Total</b>		<b>80,836,948.00</b>	<b>86,893,690.71</b>	<b>6,056,742.71</b>

Por lo tanto, en el primer escenario, el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, por el método de crecimiento proporcional, es:  
**\$ 6,056,742.71.**

### ANEXO III

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

- En el segundo escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de crecimiento proporcional, considerando la nueva propuesta de anexas más estadística de reclamaciones de siniestros en la parte superior del triángulo de desarrollo de reclamaciones de siniestros, por otra parte se debe considerar que la estadística del triángulo, no se encuentre modificada.

#### Etapa 1

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4897614	5386664	5631885	5829409	5976313	6074211	6123110	6147160	6161772	6171573
1981	4104761	4514963	4719973	4884078	5007180	5089280	5130291	5150893	5163408	5171701
1982	5256770	5782278	6045083	6255324	6413006	6518120	6570642	6596939	6612710	6623209
1983	5102541	5612693	5867872	6071984	6225184	6327326	6378335	6403756	6419055	6429265
1984	4789450	5268338	5507840	5699439	5843140	5938942	5986843	6010841	6025138	6034627
1985	6108970	6719867	7025316	7269675	7452944	7575123	7636213	7666758	7685085	7697303
1986	4225897	4648498	4859800	5028905	5155615	5240114	5282415	5303548	5316237	5324742
1987	4997894	5497593	5747397	5947342	6097320	6197224	6247215	6272227	6287354	6297280
1988	5101280	5611281	5866302	6071303	6224405	6326494	6377595	6403196	6418506	6428720
1989	4225890	4648487	4859790	5028891	5155692	5240294	5282597	5303728	5316399	5324866
1990	3987521	4386299	4585699	4745198	4864817	4944568	4984456	5004401	5016379	5024299
1991	2151001	2366200	2473760	2559863	2624400	2667421	2688966	2699671	2706139	2710468
1992	4781006	5259151	5498252	5689486	5833007	5928708	5976506	6000405	6014826	6024324
1993	4115015	4526504	4732203	4896905	5020315	5102620	5143761	5164348	5176668	5184902
1994	4150089	4565108	4772648	4938688	5063202	5146258	5187803	5208513	5220917	5229273
1995	3227890	3550679	3712071	3841192	3938037	4002597	4034895	4051009	4060654	4067132
1996	2997890	3297687	3447584	3567496	3657408	3716409	3746319	3761300	3770292	3776186
1997	3897451	4287196	4482090	4637900	4754845	4832820	4871741	4891186	4902866	4910606
1998	4222387	4644632	4855774	5024575	5151263	5235764	5277985	5299095	5311789	
1999	5512789	6064096	6339737	6560226	6725627	6835930	6891131	6918643		
2000	5598790	6158702	6438699	6662644	6830619	6942606	6998601			
2001	6897451	7587195	7932096	8208020	8414930	8552884				
2002	7598742	8358639	8738580	9042482	9270492					
2003	7999910	8799899	9199800	9519712						
2004	8105410	8915969	9321272							
2005	9020104	9930818								
2006	10102131									

Tabla 4.4

#### Etapa 2

período de ocurrencia	porcentajes de crecimiento de siniestros									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	79.36%	87.28%	91.26%	94.46%	96.84%	98.42%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1981	79.37%	87.30%	91.27%	94.44%	96.82%	98.41%	99.20%	99.60%	99.84%	100.00%
1982	79.37%	87.30%	91.27%	94.45%	96.83%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1983	79.36%	87.30%	91.27%	94.44%	96.83%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1984	79.37%	87.30%	91.27%	94.45%	96.83%	98.41%	99.21%	99.61%	99.84%	100.00%
1985	79.37%	87.30%	91.27%	94.44%	96.83%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1986	79.36%	87.30%	91.27%	94.44%	96.82%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1987	79.37%	87.30%	91.27%	94.44%	96.82%	98.41%	99.20%	99.60%	99.84%	100.00%
1988	79.35%	87.28%	91.25%	94.44%	96.82%	98.41%	99.20%	99.60%	99.84%	100.00%
1989	79.36%	87.30%	91.27%	94.44%	96.82%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1990	79.36%	87.30%	91.27%	94.44%	96.83%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1991	79.36%	87.30%	91.27%	94.44%	96.82%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1992	79.36%	87.30%	91.27%	94.44%	96.82%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1993	79.37%	87.30%	91.27%	94.45%	96.83%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1994	79.36%	87.30%	91.27%	94.44%	96.82%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1995	79.37%	87.30%	91.27%	94.44%	96.83%	98.41%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1996	79.39%	87.33%	91.30%	94.47%	96.85%	98.42%	99.21%	99.61%	99.84%	100.00%
1997	79.37%	87.30%	91.27%	94.45%	96.83%	98.42%	99.21%	99.60%	99.84%	100.00%
1998	79.49%	87.44%	91.42%	94.59%	96.98%	98.57%	99.36%	99.76%	100.00%	
1999	79.68%	87.65%	91.63%	94.82%	97.21%	98.80%	99.60%	100.00%		
2000	80.00%	88.00%	92.00%	95.20%	97.60%	99.20%	100.00%			
2001	80.64%	88.71%	92.74%	95.97%	98.39%	100.00%				
2002	81.97%	90.16%	94.26%	97.54%	100.00%					
2003	84.04%	92.44%	96.64%	100.00%						
2004	86.96%	95.65%	100.00%							
2005	90.83%	100.00%								
2006	100.00%									

Tabla 4.5

### ANEXO III

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

#### Etapa 3

$\alpha$	<b>100.0000%</b>
----------	------------------

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	4897614	5386664	5631885	5829409	5976313	6074211	6123110	6147160	6161772	6171573
1981	4104761	4514963	4719973	4884078	5007180	5089280	5130291	5150893	5163408	5171701
1982	5256770	5782278	6045083	6255324	6413006	6518120	6570642	6596939	6612710	6623209
1983	5102541	5612693	5867872	6071984	6225184	6327326	6378335	6403756	6419055	6429265
1984	4789450	5268338	5507840	5699439	5843140	5938942	5986843	6010841	6025138	6034627
1985	6108970	6719867	7025316	7269675	7452944	7575123	7636213	7666758	7685085	7697303
1986	4225897	4648498	4859800	5028905	5155615	5240114	5282415	5303548	5316237	5324742
1987	4997894	5497593	5747397	5947342	6097320	6197224	6247215	6272227	6287354	6297280
1988	5101280	5611281	5866302	6071303	6224405	6326494	6377595	6403196	6418506	6428720
1989	4225890	4648487	4859790	5028891	5155692	5240294	5282597	5303728	5316399	5324866
1990	3987521	4386299	4585699	4745198	4864817	4944568	4984456	5004401	5016379	5024299
1991	2151001	2366200	2473760	2559863	2624400	2667421	2688966	2699671	2706139	2710468
1992	4781006	5259151	5498252	5689486	5833007	5928708	5976506	6000405	6014826	6024324
1993	4115015	4526504	4732203	4896905	5020315	5102620	5143761	5164348	5176668	5184902
1994	4150089	4565108	4772648	4938688	5063202	5146258	5187803	5208513	5220917	5229273
1995	3227890	3550679	3712071	3841192	3938037	4002597	4034895	4051009	4060654	4067132
1996	2997890	3297687	3447584	3567496	3657408	3716409	3746319	3761300	3770292	3776186
1997	3897451	4287196	4482090	4637900	4754845	4832820	4871741	4891186	4902866	4910606
1998	4222387	4644632	4855774	5024575	5151263	5235764	5277985	5299095	5311789	
1999	5512789	6064096	6339737	6560226	6725627	6835930	6891131	6918643		
2000	5598790	6158702	6438699	6662644	6830619	6942606	6998601			
2001	6897451	7587195	7932096	8208020	8414930	8552884				
2002	7598742	8358639	8738580	9042482	9270492					
2003	7999910	8799899	9199800	9519712						
2004	8105410	8915969	9321272							
2005	9020104	9930818								
2006	10102131									

Tabla 4.6

#### Etapa 4

período de ocurrencia	porcentaje acumulado de	monto acumulado de	siniestros totales		IBNR
	siniestros	siniestros pagados	estimados		
1997	100.00000%	4,910,606.00	4,910,606.00		-
1998	99.84143%	5,311,789.00	5,320,225.36		8,436.36
1999	99.60314%	6,918,643.00	6,946,209.48		27,566.48
2000	99.20676%	6,998,601.00	7,054,560.39		55,959.39
2001	98.41306%	8,552,884.00	8,690,801.49		137,917.49
2002	96.82660%	9,270,492.00	9,574,323.09		303,831.09
2003	94.44550%	9,519,712.00	10,079,582.71		559,870.71
2004	91.26913%	9,321,272.00	10,212,951.05		891,679.05
2005	87.30077%	9,930,818.00	11,375,407.44		1,444,589.44
2006	79.36231%	10,102,131.00	12,729,129.79		2,626,998.79
<b>Total</b>		<b>80,836,948.00</b>	<b>86,893,796.79</b>		<b>6,056,848.79</b>

Por lo tanto el cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y No Reportados, por el método de crecimiento proporcional, según la descripción del segundo escenario es: **\$ 6,056,848.79.**

### ANEXO III

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

- En el tercer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método crecimiento proporcional, de tal manera que la estadística del triángulo de desarrollo de siniestros se altere de manera aleatoria, ya sea con cantidades superiores o inferiores, o con valores nulos, con respecto a la estadística real.

#### Etapa 1

período de ocurrencia	siniestros acumulados									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	<b>5,807,350</b>	5,885,325	5,924,246	<b>5,924,246</b>	5,935,926	5,943,666
1998	<b>2,222,387</b>	2,644,632	2,855,774	3,024,575	3,151,263	3,235,764	3,277,985	3,299,095	<b>3,299,095</b>	
1999	5,512,789	<b>5,512,789</b>	5,788,430	6,008,919	6,174,320	6,284,623	<b>7,136,637</b>	7,164,149		
2000	5,598,790	6,158,702	6,438,699	<b>6,438,699</b>	6,606,674	6,718,661	6,774,656			
2001	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	<b>8,414,930</b>				
2002	7,598,742	8,358,639	<b>8,358,639</b>	8,662,541	8,890,551					
2003	<b>3,999,910</b>	4,799,899	5,199,800	5,519,712						
2004	8,105,410	8,915,969	9,321,272							
2005	9,020,104	9,930,818								
2006	10,102,131									

Tabla 4.7

#### Etapa 2

período de ocurrencia	porcentajes de crecimiento de siniestros									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	65.5732%	72.1305%	75.4095%	78.0310%	<b>97.7065%</b>	99.0184%	99.6733%	<b>99.6733%</b>	99.8698%	100.0000%
1998	<b>67.3635%</b>	80.1623%	86.5623%	91.6789%	95.5190%	98.0804%	99.3601%	100.0000%	<b>100.0000%</b>	
1999	76.9497%	<b>76.9497%</b>	80.7972%	83.8748%	86.1836%	87.7232%	<b>99.6160%</b>	100.0000%		
2000	82.6432%	90.9080%	95.0410%	<b>95.0410%</b>	97.5204%	99.1735%	100.0000%			
2001	81.9668%	90.1635%	94.2622%	97.5412%	100.0000%	<b>100.0000%</b>				
2002	85.4699%	94.0171%	<b>94.0171%</b>	97.4354%	100.0000%					
2003	<b>72.4659%</b>	86.9592%	94.2042%	100.0000%						
2004	86.9561%	95.6518%	100.0000%							
2005	90.8294%	100.0000%								
2006	100.0000%									

Tabla 4.8



**ANEXO III**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

Etapa 3

$\alpha$	<b>100.0000%</b>
----------	------------------

período de ocurrencia	porcentajes acumulados de la siniestralidad									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	65.57318%	72.13050%	75.40952%	78.03097%	97.70653%	99.01843%	99.67327%	99.67327%	99.86978%	100.00000%
1998	67.27581%	80.05796%	86.44962%	91.55954%	95.39463%	97.95263%	99.23074%	99.86978%	99.86978%	
1999	76.77386%	76.77386%	80.61257%	83.68321%	85.98667%	87.52280%	99.38838%	99.77152%		
2000	82.17275%	90.39051%	94.49999%	94.49999%	96.96534%	98.60896%	99.43079%			
2001	78.50431%	86.35472%	90.28026%	93.42073%	95.77571%	95.77571%				
2002	80.65430%	88.71997%	88.71997%	91.94564%	94.36578%					
2003	64.39081%	77.26908%	83.70672%	88.85668%						
2004	74.49384%	81.94339%	85.66838%							
2005	74.21217%	81.70500%								
2006	73.78345%									
<b>promedios de porcentajes acumulados</b>	<b>73.7834%</b>	<b>81.7050%</b>	<b>85.6684%</b>	<b>88.8567%</b>	<b>94.3658%</b>	<b>95.7757%</b>	<b>99.4308%</b>	<b>99.7715%</b>	<b>99.8698%</b>	<b>100.0000%</b>

Tabla 4.9

período de ocurrencia	porcentaje acumulado de siniestros	monto acumulado de siniestros totales		IBNR
		siniestros pagados	estimados	
1997	100.00000%	5,943,666.00	5,943,666.00	-
1998	99.86978%	3,299,095.00	3,303,396.77	4,301.77
1999	99.77152%	7,164,149.00	7,180,555.03	16,406.03
2000	99.43079%	6,774,656.00	6,813,438.56	38,782.56
2001	95.77571%	8,414,930.00	8,786,079.76	371,149.76
2002	94.36578%	8,890,551.00	9,421,372.29	530,821.29
2003	88.85668%	5,519,712.00	6,211,926.83	692,214.83
2004	85.66838%	9,321,272.00	10,880,644.65	1,559,372.65
2005	81.70500%	9,930,818.00	12,154,480.17	2,223,662.17
2006	73.78345%	10,102,131.00	13,691,595.08	3,589,464.08
<b>Total</b>		<b>75,360,980.00</b>	<b>84,387,155.14</b>	<b>9,026,175.14</b>

Por lo tanto el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de crecimiento proporcional, según la descripción del tercer escenario es: **\$ 9,026,175.14.**



### ANEXO III

#### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

#### Etapa 3

$\alpha$	<b>100.0000%</b>
----------	------------------

período de ocurrencia	porcentajes acumulados de la siniestralidad									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	79.3576%	87.2819%	91.2553%	94.4558%	96.8361%	98.4224%	99.2147%	99.6044%	99.8412%	100.0000%
1981	79.3697%	87.3013%	91.2654%	94.4385%	96.8188%	98.4063%	99.1993%	99.5977%	99.8396%	100.0000%
1982	79.3689%	87.3033%	91.2712%	94.4455%	96.8263%	98.4133%	99.2063%	99.6034%	99.8415%	100.0000%
1983	79.3643%	87.2991%	91.2682%	94.4429%	96.8257%	98.4145%	99.2078%	99.6032%	99.8412%	100.0000%
1984	79.3661%	87.3018%	91.2706%	94.4456%	96.8269%	98.4144%	99.2082%	99.6058%	99.8428%	100.0000%
1985	79.3651%	87.3016%	91.2698%	94.4444%	96.8254%	98.4127%	99.2063%	99.6032%	99.8413%	100.0000%
1986	79.3634%	87.3000%	91.2683%	94.4441%	96.8238%	98.4107%	99.2051%	99.6020%	99.8403%	100.0000%
1987	79.3659%	87.3011%	91.2679%	94.4430%	96.8247%	98.4111%	99.2050%	99.6022%	99.8424%	100.0000%
1988	79.3514%	87.2846%	91.2515%	94.4403%	96.8218%	98.4099%	99.2047%	99.6030%	99.8411%	100.0000%
1989	79.3614%	87.2977%	91.2660%	94.4416%	96.8229%	98.4118%	99.2062%	99.6030%	99.8410%	100.0000%
1990	79.3647%	87.3017%	91.2704%	94.4450%	96.8258%	98.4131%	99.2070%	99.6040%	99.8424%	100.0000%
1991	79.3590%	87.2986%	91.2669%	94.4436%	96.8246%	98.4118%	99.2067%	99.6017%	99.8403%	100.0000%
1992	79.3617%	87.2986%	91.2675%	94.4419%	96.8243%	98.4128%	99.2063%	99.6030%	99.8423%	100.0000%
1993	79.3653%	87.3016%	91.2689%	94.4455%	96.8256%	98.4130%	99.2065%	99.6036%	99.8412%	100.0000%
1994	79.3626%	87.2991%	91.2679%	94.4431%	96.8242%	98.4125%	99.2070%	99.6030%	99.8402%	100.0000%
1995	79.3653%	87.3018%	91.2700%	94.4447%	96.8259%	98.4133%	99.2074%	99.6036%	99.8407%	100.0000%
1996	79.3894%	87.3285%	91.2980%	94.4735%	96.8546%	98.4170%	99.2091%	99.6058%	99.8439%	100.0000%
1997	65.5732%	72.1305%	75.4095%	78.0310%	<b>97.7065%</b>	99.0184%	99.6733%	<b>99.6733%</b>	<b>99.8698%</b>	100.0000%
1998	<b>67.2577%</b>	80.0365%	86.4264%	91.5349%	95.3690%	97.9263%	99.2041%	99.8430%	<b>99.8430%</b>	
1999	76.6568%	<b>76.6568%</b>	80.4897%	83.5556%	85.8556%	87.3894%	<b>99.2368%</b>	99.6194%		
2000	82.0080%	90.2092%	94.3105%	<b>94.3105%</b>	96.7709%	98.4112%	99.2314%			
2001	80.2403%	88.2643%	92.2766%	95.4866%	97.8936%	<b>97.8936%</b>				
2002	82.3484%	90.5835%	<b>90.5835%</b>	93.8769%	96.3479%					
2003	<b>67.4996%</b>	80.9997%	87.7481%	93.1467%						
2004	78.2173%	86.0392%	89.9503%							
2005	78.0778%	85.9609%								
2006	77.9647%									
<b>promedios de porcentajes acumulados</b>	<b>77.9647%</b>	<b>85.9609%</b>	<b>89.9503%</b>	<b>93.1467%</b>	<b>96.3479%</b>	<b>97.8936%</b>	<b>99.2314%</b>	<b>99.6194%</b>	<b>99.8430%</b>	<b>100.0000%</b>

Tabla 4.12

#### Etapa 4

período de ocurrencia	porcentaje acumulado	monto acumulado de	siniestros totales		IBNR
	de siniestros	siniestros pagados	estimados		
1997	100.00000%	5,943,666.00	5,943,666.00	-	-
1998	99.84295%	3,299,095.00	3,304,284.36	5,189.36	5,189.36
1999	99.61940%	7,164,149.00	7,191,519.98	27,370.98	27,370.98
2000	99.23139%	6,774,656.00	6,827,130.06	52,474.06	52,474.06
2001	97.89361%	8,414,930.00	8,595,995.04	181,065.04	181,065.04
2002	96.34786%	8,890,551.00	9,227,553.96	337,002.96	337,002.96
2003	93.14672%	5,519,712.00	5,925,825.25	406,113.25	406,113.25
2004	89.95034%	9,321,272.00	10,362,687.16	1,041,415.16	1,041,415.16
2005	85.96087%	9,930,818.00	11,552,718.85	1,621,900.85	1,621,900.85
2006	77.96465%	10,102,131.00	12,957,322.09	2,855,191.09	2,855,191.09
<b>Total</b>		<b>75,360,980.00</b>	<b>81,888,702.76</b>	<b>6,527,722.76</b>	

Por lo tanto el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de crecimiento proporcional, según la descripción del cuarto escenario es: **\$ 6,527,722.76**.

**ANEXO III**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

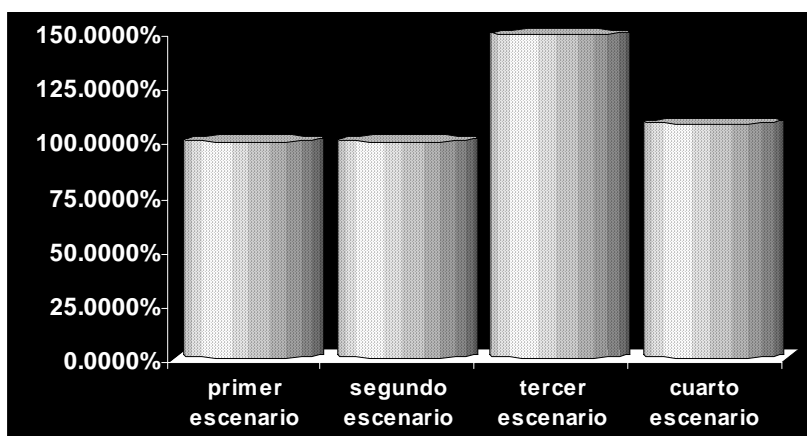
Resultado

	<b>Cálculo con estadística no alterada</b>	<b>Cálculo con estadística alterada</b>
<b>Crecimiento Proporcional</b>	Sin agregar estadística \$6,056,743	Sin agregar estadística \$9,026,175
	Agregando estadística \$6,056,849	Agregando estadística \$6,527,723

	<b>Cálculo con estadística no alterada</b>	<b>Cálculo con estadística alterada</b>
<b>Crecimiento Proporcional</b>	Sin agregar estadística 100.0000%	Sin agregar estadística 149.0269%
	Agregando estadística 100.0018%	Agregando estadística 107.7761%

primer escenario	cálculo con estadística no alterada	sin agragar mas estadística
segundo escenario		agragando mas estadística
tercer escenario	cálculo con estadística alterada	sin agragar mas estadística
cuarto escenario		agragando mas estadística

<b>escenarios</b>	<b>porcentajes</b>	<b>porcentaje de variación con respecto al primer escenario</b>
primer escenario	100.0000%	0.0000%
segundo escenario	100.0180%	0.0180%
tercer escenario	149.0269%	49.0269%
cuarto escenario	107.7761%	7.7761%



En este capítulo, el modelo de estabilización para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método de crecimiento proporcional, logra estabilizar de manera confiable el valor de la reserva, de tal manera que los valores de la reserva en el primero, segundo y cuarto escenario tienen diferencias poco significativas, mientras tanto la diferencia del valor en el tercer escenario es mas significativa, de donde el valor del cálculo de la reserva es mas confiable, debido a que se elimina toda sensibilidad que se presente, por el mejor ajuste de los factores promedios de pago de siniestros por el uso de mas estadística.

## ANEXO IV

En el Anexo I, se da un ejemplo numérico, donde se propone un modelo para la estabilización del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson(B&F).

Para el ejemplo numérico, se realizara el cálculo de la IBNR, se realiza haciendo referencia de cada escenario, así como las etapas que se indican en el escenario.

- En el primer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhueter/Ferguson(B&F), de tal manera que la estadística del triángulo de desarrollo de siniestros no se encuentre modificada.

### Etapa 1

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	período de desarrollo									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5,534,578	3,897,451	389,745	194,894	155,810	116,945	77,975	38,921	19,445	11,680	7,740
1998	5,995,789	4,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	12,694	
1999	7,794,589	5,512,789	551,307	275,641	220,489	165,401	110,303	55,201	27,512		
2000	7,911,201	5,598,790	559,912	279,997	223,945	167,975	111,987	55,995			
2001	9,845,120	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	137,954				
2002	10,678,941	7,598,742	759,897	379,941	303,902	228,010					
2003	11,241,021	7,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	11,412,011	8,105,410	810,559	405,303							
2005	12,800,245	9,020,104	910,714								
2006	14,307,810	10,102,131									

Tabla 5.1

### Etapa 2

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	período de desarrollo									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5,534,578	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	4,754,845	4,832,820	4,871,741	4,891,186	4,902,866	4,910,606
1998	6,945,879	4,222,387	4,644,632	4,855,774	5,024,575	5,151,263	5,235,764	5,277,985	5,299,095	5,311,789	
1999	5,845,789	5,512,789	6,064,096	6,339,737	6,560,226	6,725,627	6,835,930	6,891,131	6,918,643		
2000	7,514,589	5,598,790	6,158,702	6,438,699	6,662,644	6,830,619	6,942,606	6,998,601			
2001	7,341,201	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	8,552,884				
2002	6,878,941	7,598,742	8,358,639	8,738,580	9,042,482	9,270,492					
2003	8,745,120	7,999,910	8,799,899	9,199,800	9,519,712						
2004	6,045,120	8,105,410	8,915,969	9,321,272							
2005	7,088,410	9,020,104	9,930,818								
2006	7,345,120	10,102,131									

Tabla 5.2

## ANEXO IV

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

#### Etapa 3

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	factores de crecimiento de siniestros									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5,534,578	100.000%	110.000%	104.546%	103.476%	102.522%	101.640%	100.805%	100.399%	100.239%	100.158%
1998	6,945,879	100.000%	110.000%	104.546%	103.476%	102.521%	101.640%	100.806%	100.400%	100.240%	
1999	5,845,789	100.000%	110.001%	104.545%	103.478%	102.521%	101.640%	100.808%	100.399%		
2000	7,514,589	100.000%	110.001%	104.546%	103.478%	102.521%	101.639%	100.807%			
2001	7,341,201	100.000%	110.000%	104.546%	103.479%	102.521%	101.639%				
2002	6,878,941	100.000%	110.000%	104.545%	103.478%	102.522%					
2003	8,745,120	100.000%	110.000%	104.544%	103.477%						
2004	6,045,120	100.000%	110.000%	104.546%							
2005	7,088,410	100.000%	110.096%								
2006	7,345,120	100.000%									

Tabla 5.3

#### Etapa 4

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	factores de crecimiento de siniestros									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5,534,578	100.000%	110.000%	104.546%	103.476%	102.522%	101.640%	100.805%	100.399%	100.239%	100.158%
1998	6,945,879	100.000%	110.000%	104.546%	103.476%	102.521%	101.640%	100.806%	100.400%	100.240%	
1999	5,845,789	100.000%	110.001%	104.545%	103.478%	102.521%	101.640%	100.808%	100.399%		
2000	7,514,589	100.000%	110.001%	104.546%	103.478%	102.521%	101.639%	100.807%			
2001	7,341,201	100.000%	110.000%	104.546%	103.479%	102.521%	101.639%				
2002	6,878,941	100.000%	110.000%	104.545%	103.478%	102.522%					
2003	8,745,120	100.000%	110.000%	104.544%	103.477%						
2004	6,045,120	100.000%	110.000%	104.546%							
2005	7,088,410	100.000%	110.096%								
2006	7,345,120	100.000%									
promedio aritmético			110.0109%	104.5457%	103.4775%	102.5213%	101.6398%	100.8064%	100.3994%	100.2388%	100.1579%

Tabla 5.4

#### Etapa 5

promedio aritmético	110,0109%	104,5457%	103,4775%	102,5213%	101,6398%	100,8064%	100,3994%	100,2388%	100,1579%	
$(\bar{F})$	100,000%									
promedio acumulado	126,0103%	114,5435%	109,5631%	105,8811%	103,2772%	101,6110%	100,7981%	100,3970%	100,1579%	100,0000%

#### Etapa 6

$(FS_{i,j})$	126,0103%	114,5435%	109,5631%	105,8811%	103,2772%	101,6110%	100,7981%	100,3970%	100,1579%	100,0000%
$FOPNR_j$	20,641%	12,697%	8,728%	5,554%	3,173%	1,585%	0,792%	0,395%	0,158%	0,000%

## ANEXO IV

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

#### Etapa 7

porcentaje esperado de perdida
100,00000%
100,00000%
99,84238%
99,60453%
99,20825%
98,41458%
96,82677%
94,44554%
91,27160%
87,30311%

#### Etapa 8

período de ocurrencia	factor de siniestros ocurridos pero no reportados	Prima de Riesgo	porcentaje esperado de perdida	IBNR
1997	0,000%	5.534.578,00	100,00000%	0,00
1998	0,158%	5.995.789,00	100,00000%	9.450,44
1999	0,395%	7.794.589,00	99,84238%	30.776,72
2000	0,792%	7.911.201,00	99,60453%	62.389,57
2001	1,585%	9.845.120,00	99,20825%	154.850,52
2002	3,173%	10.678.941,00	98,41458%	333.494,55
2003	5,554%	11.241.021,00	96,82677%	604.565,10
2004	8,728%	11.412.011,00	94,44554%	940.758,28
2005	12,697%	12.800.245,00	91,27160%	1.483.376,47
2006	20,641%	14.307.810,00	87,30311%	2.578.352,29
<b>Total</b>				<b>6.198.013,93</b>

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F), por la descripción del primer escenario es:  
**\$ 6.198.013,93.**







**ANEXO IV**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

**Etapa 5**

promedio aritmético	110,003%	104,546%	103,480%	102,521%	101,638%	100,806%	100,400%	100,239%		
$(\bar{F})$	100,000%									
promedio acumulado	126,004%	114,547%	109,566%	105,881%	103,277%	101,613%	100,800%	100,398%	100,159%	100,000%

**Etapa 6**

$(FS_{i,j})$	126,004%	114,547%	109,566%	105,881%	103,277%	101,613%	100,800%	100,398%	100,159%	100,000%
$FOPNR_j$	20,638%	12,699%	8,731%	5,555%	3,173%	1,587%	0,793%	0,397%	0,159%	0,000%

**Etapa 7**

porcentaje esperado de perdida
100,00000%
100,00000%
99,84143%
99,60314%
99,20676%
98,41306%
96,82660%
94,44550%
91,26913%
87,30077%

**Etapa 8**

período de ocurrencia	factor de siniestros ocurridos pero no reportados	Prima de Riesgo	porcentaje esperado de perdida	IBNR
1997	0,0000%	5.534.578,00	100,00000%	0,00
1998	0,1586%	5.955.324,00	100,00000%	9.443,44
1999	0,3969%	7.810.840,00	99,84143%	30.948,67
2000	0,7932%	7.955.128,00	99,60314%	62.852,60
2001	1,5869%	9.785.410,00	99,20676%	154.056,43
2002	3,1734%	10.731.789,00	98,41306%	335.157,60
2003	5,5545%	11.117.891,00	96,82660%	597.946,52
2004	8,7309%	11.478.921,00	94,44550%	946.541,52
2005	12,6992%	12.841.047,00	91,26913%	1.488.339,00
2006	20,6377%	14.347.810,00	87,30077%	2.585.025,87
<b>Total</b>				<b>6.210.311,66</b>

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F), según la descripción del segundo escenario es: **\$ 6.210.311,66** .

## ANEXO IV

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

- El tercer escenario, consiste en realizar el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados, por el método de Bornhuetter/Ferguson (B.&F), de tal manera que la estadística del triángulo de desarrollo de siniestros se altere de manera aleatoria, ya sea con cantidades superiores o inferiores, o con valores nulos, con respecto a la estadística real.

#### Etapa 1

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	período de desarrollo									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5,534,578	3,897,451	389,745	194,894	155,810	1,169,450	77,975	38,921	-	11,680	7,740
1998	5,995,789	2,222,387	422,245	211,142	168,801	126,688	84,501	42,221	21,110	-	
1999	7,794,589	5,512,789	-	275,641	220,489	165,401	110,303	852,014	27,512		
2000	7,911,201	5,598,790	559,912	279,997	-	167,975	111,987	55,995			
2001	9,845,120	6,897,451	689,744	344,901	275,924	206,910	-				
2002	10,678,941	7,598,742	759,897	-	303,902	228,010					
2003	11,241,021	3,999,910	799,989	399,901	319,912						
2004	11,412,011	8,105,410	810,559	405,303							
2005	12,800,245	9,020,104	910,714								
2006	14,307,810	10,102,131									

Tabla 5.9

#### Etapa 2

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	período de desarrollo									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5,534,578	3,897,451	4,287,196	4,482,090	4,637,900	5,807,350	5,885,325	5,924,246	5,924,246	5,935,926	5,943,666
1998	6,945,879	2,222,387	2,644,632	2,855,774	3,024,575	3,151,263	3,235,764	3,277,985	3,299,095	3,299,095	
1999	5,845,789	5,512,789	5,512,789	5,788,430	6,008,919	6,174,320	6,284,623	7,136,637	7,164,149		
2000	7,514,589	5,598,790	6,158,702	6,438,699	6,438,699	6,606,674	6,718,661	6,774,656			
2001	7,341,201	6,897,451	7,587,195	7,932,096	8,208,020	8,414,930	8,414,930				
2002	6,878,941	7,598,742	8,358,639	8,358,639	8,662,541	8,890,551					
2003	8,745,120	3,999,910	4,799,899	5,199,800	5,519,712						
2004	6,045,120	8,105,410	8,915,969	9,321,272							
2005	7,088,410	9,020,104	9,930,818								
2006	7,345,120	10,102,131									

Tabla 5.10

#### Etapa 3

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	factores de crecimiento de siniestros									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5,534,578	100.0000%	110.0000%	104.5460%	103.4763%	125.2151%	101.3427%	100.6613%	100.0000%	100.1972%	100.1304%
1998	6,945,879	100.0000%	118.9996%	107.9838%	105.9109%	104.1886%	102.6815%	101.3048%	100.6440%	100.0000%	
1999	5,845,789	100.0000%	100.0000%	105.0000%	103.8091%	102.7526%	101.7865%	113.5571%	100.3855%		
2000	7,514,589	100.0000%	110.0006%	104.5464%	100.0000%	102.6088%	101.6951%	100.8334%			
2001	7,341,201	100.0000%	110.0000%	104.5458%	103.4786%	102.5208%	100.0000%				
2002	6,878,941	100.0000%	110.0003%	100.0000%	103.6358%	102.6321%					
2003	8,745,120	100.0000%	120.0002%	108.3314%	106.1524%						
2004	6,045,120	100.0000%	110.0002%	104.5458%							
2005	7,088,410	100.0000%	110.0965%								
2006	7,345,120	100.0000%									

Tabla 5.11

## ANEXO IV

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Occurridos y no Reportados

#### Etapa 4

período de ocurrencia	Prima de Riesgo	factores de crecimiento de siniestros									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	5.534.578	100,0000%	110,0000%	104,5460%	103,4763%	125,2151%	101,3427%	100,6613%	100,0000%	100,1972%	100,1304%
1998	6.945.879	100,0000%	118,9996%	107,9838%	105,9109%	104,1886%	102,6815%	101,3048%	100,6440%	100,0000%	
1999	5.845.789	100,0000%	100,0000%	105,0000%	103,8091%	102,7526%	101,7865%	113,5571%	100,3855%		
2000	7.514.589	100,0000%	110,0006%	104,5464%	100,0000%	102,6088%	101,6951%	100,8334%			
2001	7.341.201	100,0000%	110,0000%	104,5458%	103,4786%	102,5208%	100,0000%				
2002	6.878.941	100,0000%	110,0003%	100,0000%	103,6358%	102,6321%					
2003	8.745.120	100,0000%	120,0002%	108,3314%	106,1524%						
2004	6.045.120	100,0000%	110,0002%	104,5458%							
2005	7.088.410	100,0000%	110,0965%								
2006	7.345.120	100,0000%									
promedio aritmético			111,011%	104,937%	103,780%	106,653%	101,501%	104,089%	100,343%	100,197%	100,130%

Tabla 5.12

#### Etapa 5

promedio aritmético		111,011%	104,937%	103,780%	106,653%	101,501%	104,089%	100,343%	100,197%	100,130%
$(\bar{F})$	100,000%									
promedio acumulado	137,142%	123,539%	117,726%	113,438%	106,362%	104,789%	100,672%	100,328%	100,130%	100,000%

#### Etapa 6

$(FS_{i,j})$	137,142%	123,539%	117,726%	113,438%	106,362%	104,789%	100,672%	100,328%	100,130%	100,000%
$FOPNR_j$	27,083%	19,054%	15,057%	11,846%	5,981%	4,570%	0,668%	0,327%	0,130%	0,000%

#### Etapa 7

porcentaje esperado de perdida
100,00000%
100,00000%
99,86978%
99,67327%
99,33239%
95,43009%
94,01873%
88,15384%
84,94264%
80,94601%

**ANEXO IV**

**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados**

**Etapa 8**

período de ocurrencia	factor de siniestros ocurridos pero no reportados	Prima de Riesgo	porcentaje esperado de perdida	IBNR
1997	0,000%	5.534.578,00	100,00000%	0,00
1998	0,130%	5.995.789,00	100,00000%	7.807,88
1999	0,327%	7.794.589,00	99,86978%	25.434,44
2000	0,668%	7.911.201,00	99,67327%	52.643,32
2001	4,570%	9.845.120,00	99,33239%	446.909,53
2002	5,981%	10.678.941,00	95,43009%	609.546,53
2003	11,846%	11.241.021,00	94,01873%	1.251.980,71
2004	15,057%	11.412.011,00	88,15384%	1.514.789,10
2005	19,054%	12.800.245,00	84,94264%	2.071.714,67
2006	27,083%	14.307.810,00	80,94601%	3.136.618,80
<b>Total</b>				<b>9.117.444,97</b>

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F), según la descripción del tercer escenario es:  
**\$ 9.117.444,97.**





## ANEXO IV

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

#### Etapa 5

promedio aritmético	110,3489%	104,6710%	103,5686%	103,5990%	101,6069%	101,4318%	100,3911%	100,2244%	100,1573%
$(\bar{F})$	100,0000%								
promedio acumulado	128,7143%	116,6430%	111,4378%	107,5980%	103,8601%	102,2176%	100,7747%	100,3821%	100,1573%

#### Etapa 6

$(FS_{i,j})$	128,7143%	116,6430%	111,4378%	107,5980%	103,8601%	102,2176%	100,7747%	100,3821%	100,1573%	100,0000%
FOPNRj	22,309%	14,268%	10,264%	7,062%	3,717%	2,169%	0,769%	0,381%	0,157%	0,000%

#### Etapa 7

porcentaje esperado de pérdida
100,00000%
100,00000%
99,84295%
99,61937%
99,23127%
97,83055%
96,28334%
92,93850%
89,73619%
85,73167%

#### Etapa 8

período de ocurrencia	factor de siniestros ocurridos pero no reportados	Prima de Riesgo	porcentaje esperado de pérdida	IBNR
1997	0,0000%	5.534.578,00	100,00000%	0,00
1998	0,1570%	5.955.324,00	100,00000%	9.352,83
1999	0,3806%	7.810.840,00	99,84295%	29.683,75
2000	0,7687%	7.955.128,00	99,61937%	60.920,83
2001	2,1694%	9.785.410,00	99,23127%	210.657,52
2002	3,7167%	10.731.789,00	97,83055%	390.210,53
2003	7,0615%	11.117.891,00	96,28334%	755.911,09
2004	10,2638%	11.478.921,00	92,93850%	1.094.978,12
2005	14,2683%	12.841.047,00	89,73619%	1.644.148,82
2006	22,3086%	14.347.810,00	85,73167%	2.744.091,11
<b>Total</b>				<b>6.939.954,60</b>

Por lo tanto la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados por el método Bornhueter/Ferguson (B.&F), según la descripción del cuarto escenario es:  
**\$ 6.939.954,60**



**ANEXO IV**

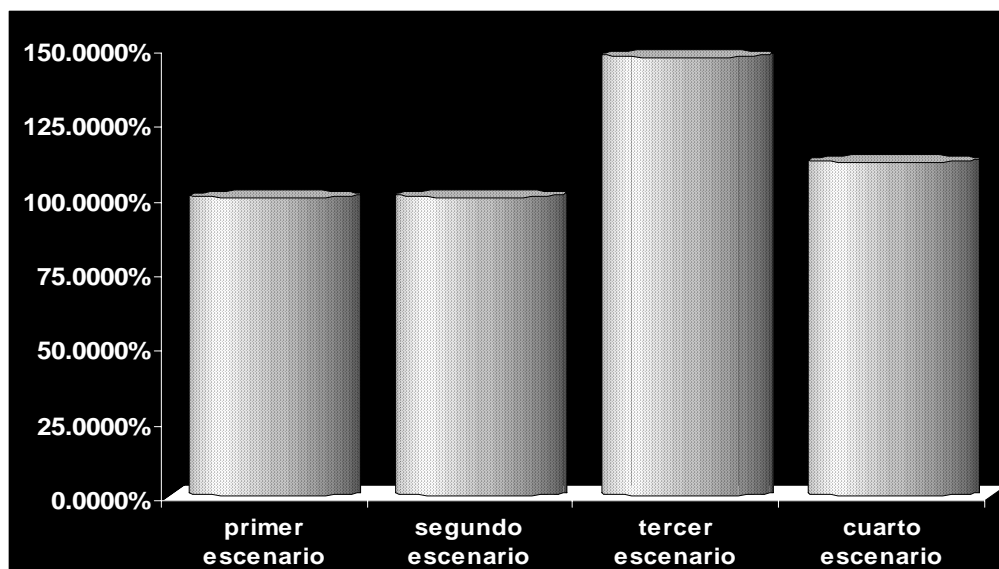
**Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y no Reportados**

	<b>cálculo con estadística no alterada</b>	<b>cálculo con estadística alterada</b>
<b>Bornhueter/Ferguson (B.&amp;F)</b>	sin agregar estadística \$6,198,013.93	sin agregar estadística \$9,117,444.97
	agregando estadística \$6,210,311.66	agregando estadística \$6,939,954.60

	<b>cálculo con estadística no alterada</b>	<b>cálculo con estadística alterada</b>
<b>Bornhueter/Ferguson (B.&amp;F)</b>	sin agregar estadística 100.0000%	sin agregar estadística 147.1027%
	agregando estadística 100.1984%	agregando estadística 111.9706%

primer escenario	cálculo con estadística no alterada	sin agregar mas estadística
segundo escenario		agregando mas estadística
tercer escenario	cálculo con estadística alterada	sin agregar mas estadística
cuarto escenario		agregando mas estadística

<b>escenarios</b>	<b>porcentajes</b>	<b>porcentaje de variación con respecto al primer escenario</b>
primer escenario	100.0000%	0.000%
segundo escenario	100.1984%	0.198%
tercer escenario	147.1027%	47.103%
cuarto escenario	111.9706%	11.971%

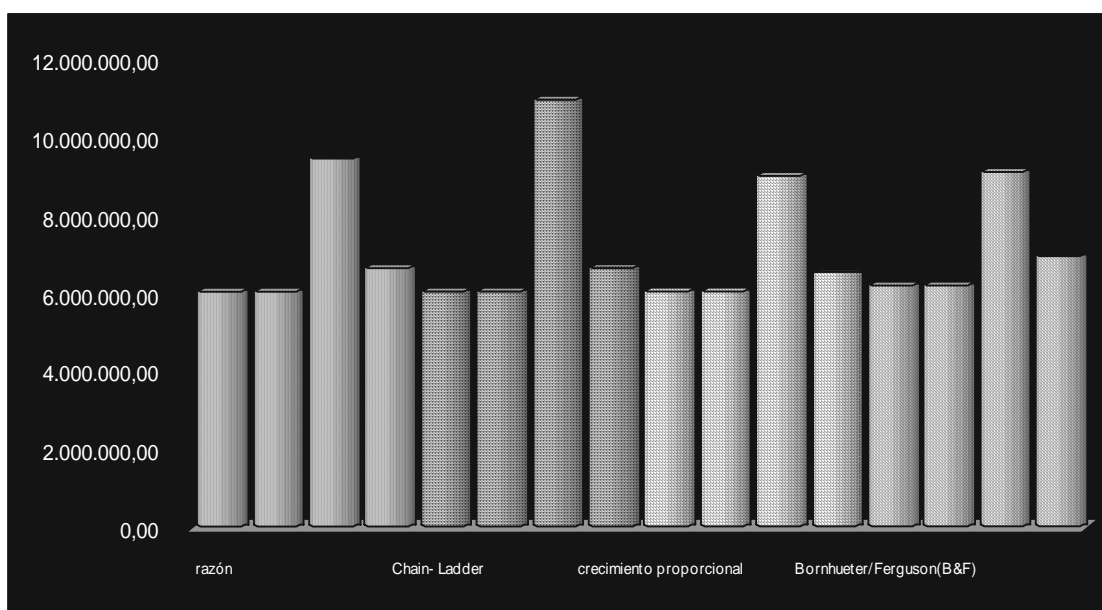


Se puede observar en los resultados numéricos y gráficos, que el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y No Reportados con el método de estabilización propuesto en el siguiente trabajo de tesis, se logra estabilizar, obteniendo así resultados más confiables en el valor de la reserva.

## Conclusión

A continuación se hace una descripción de los resultados de forma gráfica y numérica, en donde se muestra un comparativo del resultado del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y No Reportados para cada uno de los métodos de triangulo de desarrollo de pago de siniestros (Chain-Ladder, crecimiento proporcional, razón y Bornhueter/Ferguson(B&F)).

método de cálculo	escenarios	IBNR	% de IBNR respecto al primer escenario de cada método	% de variación respecto al primer escenario
razón	primer escenario	6.056.743,68	100,0000%	0,0000%
	segundo escenario	6.056.849,54	100,0017%	0,0017%
	tercer escenario	9.451.287,65	156,0457%	56,0457%
	cuarto escenario	6.653.916,40	109,8596%	9,8596%
Chain-Ladder	primer escenario	6.056.743,88	100,0000%	0,0000%
	segundo escenario	6.057.393,93	100,0107%	0,0107%
	tercer escenario	10.986.482,25	181,3926%	81,3926%
	cuarto escenario	6.653.916,40	109,8596%	9,8596%
crecimiento proporcional	primer escenario	6.056.742,71	100,0000%	0,0000%
	segundo escenario	6.056.848,79	100,0018%	0,0018%
	tercer escenario	9.026.175,14	149,0269%	49,0269%
	cuarto escenario	6.527.722,76	107,7761%	7,7761%
Bornhueter/Ferguson(B&F)	primer escenario	6.198.013,93	100,0000%	0,0000%
	segundo escenario	6.210.311,66	100,1984%	0,1984%
	tercer escenario	9.117.444,97	147,1027%	47,1027%
	cuarto escenario	6.939.954,60	111,9706%	11,9706%



Se observa, que el resultado de los cálculos de la Reserva de Siniestros Ocurredos y No Reportados para el primero, segundo y cuarto escenario desarrollados para cada uno de los métodos de triangulo de desarrollo de pago de siniestros muestran una similitud, donde el porcentaje de variación de cada uno de los resultados ellos con respecto al primer escenario resulta poco significativo, el cual varía aproximadamente hasta un 10%, por otro lado, el resultado del cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos y No Reportados en el tercer escenario muestra una diferencia porcentual bastante significativa, la cual oscila aproximadamente entre el 47% y 82% de incremento respecto al cálculo que se

## conclusión

### Modelo para la estabilización de métodos de cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y no Reportados

---

hace en el primer escenario, el incremento mencionado anteriormente se debe a que, para el desarrollo del cálculo en este escenario no se considera la propuesta mencionada en este trabajo de tesis, que es el anexar mas estadística de desarrollo de pago de siniestros de años anteriores.

De donde se concluye que el modelo de estabilización propuesto en el siguiente trabajo de tesis, para la aplicación en métodos para el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurridos y No Reportados logra obtener resultados más confiables, excluyendo casi de manera total la sensibilidad que muestra el desarrollo del cálculo de la reserva cuando se tienen observaciones alteradas en la matriz de pago de reclamaciones de siniestros.

## Bibliografía

- Esteva Fisher, Eduardo. "Reserva de Siniestros Ocurridos Pero No Reportados". Comisión Nacional de Seguros y Fianzas; Serie de Documentos de Trabajo, Documento de Trabajo Núm. 36, Marzo 1994.
- Mack T. Which stochastic model is Underlying the Chainn-Ladder method?, Insurance: Mathematics and Economics, Vol. 15, 1994 pp 133-138.
- González Guevara, Leticia  
Reserva da siniestros ocurridos y no reportados:Análisis comparativo de métodos de estimación y criterios de decisión  
México, 2003  
Pág. 35-37.  
Tesis licenciatura (actual)-UNAM, Facultad de ciencias  
Asesor: Sarros Y villa, Luís Felipe Javier, Asesor: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias