

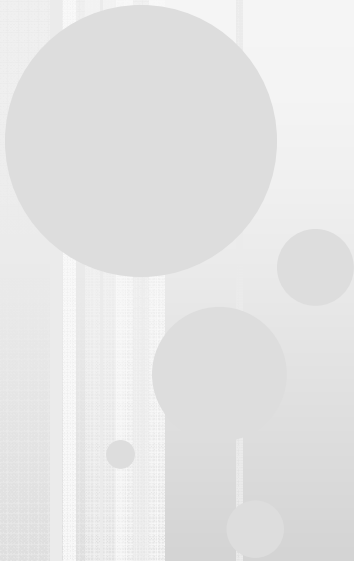
# **Modelos de Estabilización de Reservas**

**Reservas SONR, RRC, SPV.**

**Pedro Aguilar B.**

**México, marzo 2011**

# **Antecedentes-Problemática**



## Antecedentes-Problemática

- Se ha vuelto cada vez más frecuente la modificación de los métodos de valuación de las reservas de IBNR, RRC, SPV, debido a la variación que dichos métodos producen en los resultados en cualquier momento del tiempo.



## Antecedentes-Problemática

- La variación ocurre cuando un siniestro “atípico” entra o sale de la estadística con que se está realizando la valuación, o cuando se producen cambios importantes en los valores históricos de la matriz de siniestros utilizada.
- El efecto de las variaciones se puede prever con anticipación, mediante la simulación de este tipo de escenarios, sin embargo, no es práctica común realizar análisis de este tipo.
- En cualquier circunstancia lo que se busca es resolver el problema que constituye la variación en los resultados de la valuación, en el momento en que se presenta.

# Ejemplo-Problemática



# Ejemplo-Problemática:

- Considere la siguiente información estadística:

## Estadística a 2009

| año  | Periodo de la Reclamación |            |           |           |           |         |        |
|------|---------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
|      | 0                         | 1          | 2         | 3         | 4         | 5       | 6      |
| 2003 | 11,459,874                | 2,885,596  | 1,425,608 | 930,714   | 407,399   | 177,122 | 67,384 |
| 2004 | 21,587,943                | 3,551,217  | 2,851,767 | 1,607,222 | 1,758,122 | 240,166 |        |
| 2005 | 15,987,645                | 3,430,629  | 8,224,364 | 721,203   | 184,290   |         |        |
| 2006 | 18,975,487                | 5,220,156  | 2,165,103 | 0.00      |           |         |        |
| 2007 | 51,487,921                | 9,880,532  | 4,696,316 |           |           |         |        |
| 2008 | 125,487,943               | 43,935,839 |           |           |           |         |        |
| 2009 | 18,948,789                |            |           |           |           |         |        |

## Factores a 2009

| año                 | Periodo de la Reclamación |         |         |         |         |         |         |
|---------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                     | 0                         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       |
| 2003                | 1                         | 0.25180 | 0.12440 | 0.08122 | 0.03555 | 0.01546 | 0.00588 |
| 2004                | 1                         | 0.16450 | 0.13210 | 0.07445 | 0.08144 | 0.01113 |         |
| 2005                | 1                         | 0.21458 | 0.51442 | 0.04511 | 0.01153 |         |         |
| 2006                | 1                         | 0.27510 | 0.11410 | 0.00    |         |         |         |
| 2007                | 1                         | 0.19190 | 0.09121 |         |         |         |         |
| 2008                | 1                         | 0.35012 |         |         |         |         |         |
| 2009                | 1                         |         |         |         |         |         |         |
| Factores Promedio   |                           | 0.24133 | 0.19525 | 0.05019 | 0.04284 | 0.01329 | 0.00588 |
| Factores Acumulados |                           | 0.24133 | 0.43658 |         | 0.52961 | 0.54290 | 0.54878 |

$$F_{ij} = \frac{S_{i,j}}{S_{i,0}}$$

# Ejemplo-Problemática

- Realizando la valuación con esos factores se tiene que:

Valuación a 2009

| año  | Periodo de la Reclamación |            |            |           |           |           | Sin Última | Sin Pagada  | Sin.<br>Remanente |            |
|------|---------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------------|------------|
|      | 0                         | 1          | 2          | 3         | 4         | 5         |            |             |                   | 6          |
| 2003 | 11,459,874                | 2,885,596  | 1,425,608  | 930,714   | 407,399   | 177,122   | 67,384     | 17,353,696  | 17,353,696        | -          |
| 2004 | 21,587,943                | 3,551,217  | 2,851,767  | 1,607,222 | 1,758,122 | 240,166   | 126,937    | 31,723,374  | 31,596,437        | 126,937    |
| 2005 | 15,987,645                | 3,430,629  | 8,224,364  | 721,203   | 184,290   | 212,482   | 94,007     | 28,854,620  | 28,548,130        | 306,490    |
| 2006 | 18,975,487                | 5,220,156  | 2,165,103  | 0.00      | 812,891   | 252,192   | 111,576    | 27,537,405  | 26,360,747        | 1,176,659  |
| 2007 | 51,487,921                | 9,880,532  | 4,696,316  | 2,584,372 | 2,205,691 | 684,295   | 302,749    | 71,841,876  | 66,064,769        | 5,777,107  |
| 2008 | 125,487,943               | 43,935,839 | 24,501,069 | 6,298,710 | 5,375,778 | 1,667,785 | 737,869    | 208,004,993 | 169,423,782       | 38,581,212 |
| 2009 | 18,948,789                | 4,572,974  | 3,699,683  | 951,111   | 811,747   | 251,837   | 111,419    | 29,347,560  | 18,948,789        | 10,398,771 |

**Reserva: 56,367,175**

## Ejemplo-Problemática

- Con la estadística de 2010, aparece un siniestro que distorsiona en forma importante los valores:

### Estadística a 2010

| año  | Periodo de la Reclamación |            |            |           |           |         |        |
|------|---------------------------|------------|------------|-----------|-----------|---------|--------|
|      | 0                         | 1          | 2          | 3         | 4         | 5       | 6      |
| 2003 |                           |            |            |           |           |         |        |
| 2004 | 21,587,943                | 3,551,217  | 2,851,767  | 1,607,222 | 1,758,122 | 240,166 | 47,234 |
| 2005 | 15,987,645                | 3,430,629  | 8,224,364  | 721,203   | 184,290   | 246,210 |        |
| 2006 | 18,975,487                | 5,220,156  | 2,165,103  | 0.00      | 1,041,185 |         |        |
| 2007 | 51,487,921                | 9,880,532  | 4,696,316  | 3,082,788 |           |         |        |
| 2008 | 125,487,943               | 43,935,839 | 14,492,226 |           |           |         |        |
| 2009 | 18,948,789                | 53,421,521 |            |           |           |         |        |
| 2010 | 58,978,756                |            |            |           |           |         |        |

## Ejemplo-Problemática

- Se incorporan nuevos factores que influirán sobre el valor de los factores promedio de 2010:

| año                    | 0 | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
|------------------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2003                   |   |          |          |          |          |          |          |
| 2004                   | 1 | 0.164500 | 0.132100 | 0.074450 | 0.081440 | 0.011125 | 0.002188 |
| 2005                   | 1 | 0.214580 | 0.514420 | 0.045110 | 0.011527 | 0.015400 |          |
| 2006                   | 1 | 0.275100 | 0.114100 | 0.00     | 0.054870 |          |          |
| 2007                   | 1 | 0.191900 | 0.091212 | 0.059874 |          |          |          |
| 2008                   | 1 | 0.350120 | 0.115487 |          |          |          |          |
| 2009                   | 1 | 2.819258 |          |          |          |          |          |
| 2010                   | 1 |          |          |          |          |          |          |
| Factores Promedio 2010 |   | 0.669243 | 0.193464 | 0.044859 | 0.049279 | 0.013263 | 0.002188 |
| Fact. Acumulados 2010  |   | 0.669243 | 0.862707 | 0.907565 | 0.956844 | 0.970107 | 0.972295 |
| Factores Promedio 2009 |   | 0.24133  | 0.19525  | 0.05019  | 0.04284  | 0.01329  | 0.00588  |
| Fact. Acumulados 2009  |   | 0.24133  | 0.43658  | 0.48677  | 0.52961  | 0.54290  | 0.54878  |

## Ejemplo-problemática

- Se puede ver que los factores variaron de tal manera que en el acumulado se incrementaron de 0.54878 a 0.972295, es decir, el efecto máximo es de un incremento del 77% aproximadamente. Ello por lo general tiene repercusiones en el monto estimado de la reserva como se muestra a continuación:

# Ejemplo-Problemática

## Valuación a 2010

| año  | 0           | 1          | 2          | 3         | 4         | 5         | 6       | Sin Última  | Sin Pagada  | Sin. Remanente |
|------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|-------------|-------------|----------------|
| 2003 |             |            |            |           |           |           |         |             |             |                |
| 2004 | 21,587,943  | 3,551,217  | 2,851,767  | 1,607,222 | 1,758,122 | 240,166   | 47,234  | 31,643,672  | 31,643,672  | -              |
| 2005 | 15,987,645  | 3,430,629  | 8,224,364  | 721,203   | 184,290   | 246,210   | 34,981  | 28,829,321  | 28,794,340  | 34,981         |
| 2006 | 18,975,487  | 5,220,156  | 2,165,103  | 0.00      | 1,041,185 | 251,662   | 11,422  | 27,665,016  | 27,401,932  | 263,084        |
| 2007 | 51,487,921  | 9,880,532  | 4,696,316  | 3,082,788 | 2,537,273 | 131,041   | 10,276  | 71,826,146  | 69,147,557  | 2,678,589      |
| 2008 | 125,487,943 | 43,935,839 | 14,492,226 | 5,629,201 | 6,183,920 | 1,664,284 | 274,568 | 197,667,980 | 183,916,008 | 13,751,973     |
| 2009 | 18,948,789  | 53,421,521 | 3,665,905  | 850,014   | 933,777   | 251,308   | 41,460  | 78,112,775  | 72,370,310  | 5,742,465      |
| 2010 | 58,978,756  | 39,471,118 | 11,410,254 | 2,645,699 | 2,906,414 | 782,206   | 129,046 | 116,323,492 | 58,978,756  | 57,344,736     |

Reserva a 2010:

79,815,827

## Ejemplo-Problemática

- La reserva de 2009 fue de 56,367,175, en tanto que la de 2010 fue de 79,815,827, lo cual constituye un incremento del 42%, en tanto que en términos absolutos el incremento es de 23,448,653.
- La solución a este problema no es eliminar los siniestros “atípicos”, ya que es un tanto subjetivo considerar que un determinado siniestro ocurrido es “atípico”. En todo caso lo adecuado es que la valuación considere un número grande de escenarios dentro de los cuales la ocurrencia de ese tipo de siniestros se maneje con determinada probabilidad. En esta forma la reserva no mostrará gran variabilidad de un año a otro.
- Las metodologías que se presentan a continuación, establecen pautas para solucionar la citada problemática.

# Metodologías



## Modelos Alternativos de Solución

- En ese sentido se ha visto que existen metodologías que constituyen soluciones factibles, desde un punto de vista práctico y desde un punto de vista regulatorio. Identificaremos dichas metodologías como:
  1. Modelo estático con estadística histórica.
  2. Modelo de escenarios estocásticos tipo bootstrap.
  3. Modelo con credibilidad implícita mercado-compañía.
  4. Modelo de Simulación de Siniestralidad Última.

# 1. Modelo Estático con estadística Histórica

- Este método consiste en mantener la información histórica de la compañía, siempre que su perfil de homogeneidad de riesgos no hubiese cambiado significativamente :

Factores Históricos 1990-2009

| año  | 0 | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
|------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1990 | 1 | 0.2135   | 0.1571   | 0.0412   | 0.0215   | 0.0159   | 0.0079   |
| 1991 | 1 | 0.1990   | 0.0958   | 0.0155   | 0.0255   | 0.0155   | 0.0015   |
| 1992 | 1 | 0.3500   | 0.0990   | 0.0758   | 0.0549   | 0.0326   | 0.0025   |
| 1993 | 1 | 0.2200   | 0.1188   | 0.1255   | 0.0758   | 0.0255   | 0.0015   |
| 1994 | 1 | 0.1800   | 0.1352   | 0.1646   | 0.0985   | 0.0016   | 0.0087   |
| 1995 | 1 | 0.1200   | 0.1159   | 0.0549   | 0.0215   | 0.0265   | 0.0085   |
| 1996 | 1 | 0.0500   | 0.2575   | 0.0321   | 0.0355   | 0.0116   | 0.0065   |
| 1997 | 1 | 0.1700   | 0.0578   | 0.0215   | 0.0549   | 0.0213   | 0.0035   |
| 1998 | 1 | 0.4200   | 0.0149   | 0.3259   | 0.0654   | 0.0581   | 0.0045   |
| 1999 | 1 | 0.3549   | 0.2155   | 0.1488   | 0.0322   | 0.0215   | 0.0051   |
| 2000 | 1 | 0.1500   | 0.1590   | 0.0549   | 0.0422   | 0.0325   | 0.0079   |
| 2001 | 1 | 0.1900   | 0.0514   | 0.9654   | 0.0875   | 0.0154   | 0.0013   |
| 2002 | 1 | 0.2100   | 0.1879   | 0.0789   | 0.0251   | 0.0006   | 0.0153   |
| 2003 | 1 | 0.251800 | 0.124400 | 0.081215 | 0.035550 | 0.015456 | 0.005880 |
| 2004 | 1 | 0.164500 | 0.132100 | 0.074450 | 0.081440 | 0.011125 |          |
| 2005 | 1 | 0.214580 | 0.514420 | 0.045110 | 0.011527 |          |          |
| 2006 | 1 | 0.275100 | 0.114100 | 0.000000 |          |          |          |
| 2007 | 1 | 0.191900 | 0.091212 |          |          |          |          |
| 2008 | 1 | 0.350120 |          |          |          |          |          |
| 2009 | 1 |          |          |          |          |          |          |
| 2010 | 1 |          |          |          |          |          |          |

Factores Promedio  
Factores Acumulados

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.22502 | 0.14677 | 0.13564 | 0.04807 | 0.02033 | 0.00575 |
| 0.22502 | 0.37179 | 0.50743 | 0.55550 | 0.57583 | 0.58158 |

# 1. Modelo Estático con base Histórica

- Realizando la valuación a 2009, con los factores históricos tenemos que:

| año  | 0           | 1          | 2          | 3          | 4         | 5         | 6       | Sin Última  | Sin Pagada  | Sin Remanente |
|------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|---------|-------------|-------------|---------------|
| 2003 | 11,459,874  | 2,885,596  | 1,425,608  | 930,714    | 407,399   | 177,122   | 67,384  | 17,353,696  | 17,353,696  | -             |
| 2004 | 21,587,943  | 3,551,217  | 2,851,767  | 1,607,222  | 1,758,122 | 240,166   | 124,202 | 31,720,639  | 31,596,437  | 124,202       |
| 2005 | 15,987,645  | 3,430,629  | 8,224,364  | 721,203    | 184,290   | 324,998   | 91,981  | 28,965,110  | 28,548,130  | 416,979       |
| 2006 | 18,975,487  | 5,220,156  | 2,165,103  | -          | 912,180   | 385,735   | 109,171 | 27,767,833  | 26,360,747  | 1,407,086     |
| 2007 | 51,487,921  | 9,880,532  | 4,696,316  | 6,983,721  | 2,475,101 | 1,046,650 | 296,224 | 76,866,466  | 66,064,769  | 10,801,697    |
| 2008 | 125,487,943 | 43,935,839 | 18,418,123 | 17,020,939 | 6,032,393 | 2,550,929 | 721,967 | 214,168,133 | 169,423,782 | 44,744,351    |
| 2009 | 18,948,789  | 4,263,787  | 2,781,153  | 2,570,177  | 910,897   | 385,192   | 109,018 | 29,969,012  | 18,948,789  | 11,020,223    |

Reserva

68,514,538

# 1. Modelo Estático con base Histórica

- Realizando la valuación a 2010 con los factores históricos tenemos que:

**Factores Históricos 1990-2010**

| año  | 0 | 1      | 2       | 3       | 4       | 5      | 6      |
|------|---|--------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 1990 |   | 0.2135 | 0.1571  | 0.0412  | 0.0215  | 0.0159 | 0.0079 |
| 1991 | 1 | 0.1990 | 0.0958  | 0.0155  | 0.0255  | 0.0155 | 0.0015 |
| 1992 | 1 | 0.3500 | 0.0990  | 0.0758  | 0.0549  | 0.0326 | 0.0025 |
| 1993 | 1 | 0.2200 | 0.1188  | 0.1255  | 0.0758  | 0.0255 | 0.0015 |
| 1994 | 1 | 0.1800 | 0.1352  | 0.1646  | 0.0985  | 0.0016 | 0.0087 |
| 1995 | 1 | 0.1200 | 0.1159  | 0.0549  | 0.0215  | 0.0265 | 0.0085 |
| 1996 | 1 | 0.0500 | 0.2575  | 0.0321  | 0.0355  | 0.0116 | 0.0065 |
| 1997 | 1 | 0.1700 | 0.0578  | 0.0215  | 0.0549  | 0.0213 | 0.0035 |
| 1998 | 1 | 0.4200 | 0.0149  | 0.3259  | 0.0654  | 0.0581 | 0.0045 |
| 1999 | 1 | 0.3549 | 0.2155  | 0.1488  | 0.0322  | 0.0215 | 0.0051 |
| 2000 | 1 | 0.1500 | 0.1590  | 0.0549  | 0.0422  | 0.0325 | 0.0079 |
| 2001 | 1 | 0.1900 | 0.0514  | 0.9654  | 0.0875  | 0.0154 | 0.0013 |
| 2002 | 1 | 0.2100 | 0.1879  | 0.0789  | 0.0251  | 0.0006 | 0.0153 |
| 2003 | 1 | 0.2518 | 0.1244  | 0.0812  | 0.0356  | 0.0155 | 0.0059 |
| 2004 | 1 | 0.2146 | 0.5144  | 0.0451  | 0.0115  | 0.0154 | 0.0022 |
| 2005 | 1 | 0.2146 | 0.51442 | 0.04511 | 0.01153 | 0.0154 |        |
| 2006 | 1 | 0.2751 | 0.11410 | 0.00000 | 0.0549  |        |        |
| 2007 | 1 | 0.1919 | 0.09121 | 0.0599  |         |        |        |
| 2008 | 1 | 0.3501 | 0.1155  |         |         |        |        |
| 2009 | 1 | 2.8193 |         |         |         |        |        |
| 2010 | 1 |        |         |         |         |        |        |

Factores Promedio  
Factores Acumulados

|                     |         |         |         |         |         |         |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Factores Promedio   | 0.35723 | 0.16525 | 0.12980 | 0.04436 | 0.02029 | 0.00552 |
| Factores Acumulados | 0.35723 | 0.52248 | 0.65228 | 0.69664 | 0.71693 | 0.72244 |

# 1. Modelo Estático con base Histórica

- Realizando la valuación a 2010 con los factores históricos tenemos que:

| año  | 0           | 1          | 2          | 3          | 4         | 5         | 6       | Sin Última  | Sin Pagada  | Sin Remanente |
|------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|---------|-------------|-------------|---------------|
| 2003 |             |            |            |            |           |           |         |             |             |               |
| 2004 | 21,587,943  | 3,551,217  | 2,851,767  | 1,607,222  | 1,758,122 | 240,166   | 47,234  | 31,643,672  | 31,643,672  | -             |
| 2005 | 15,987,645  | 3,430,629  | 8,224,364  | 721,203    | 184,290   | 246,210   | 88,181  | 28,882,522  | 28,794,340  | 88,181        |
| 2006 | 18,975,487  | 5,220,156  | 2,165,103  | -          | 1,041,185 | 384,961   | 104,661 | 27,891,553  | 27,401,932  | 489,622       |
| 2007 | 51,487,921  | 9,880,532  | 4,696,316  | 3,082,788  | 2,283,946 | 1,044,549 | 283,987 | 72,760,039  | 69,147,557  | 3,612,482     |
| 2008 | 125,487,943 | 43,935,839 | 14,492,226 | 16,288,200 | 5,566,504 | 2,545,806 | 692,141 | 209,008,660 | 183,916,008 | 25,092,652    |
| 2009 | 18,948,789  | 53,421,521 | 3,131,242  | 2,459,532  | 840,547   | 384,419   | 104,514 | 79,290,564  | 72,370,310  | 6,920,254     |
| 2010 | 58,978,756  | 21,069,122 | 9,746,097  | 7,655,379  | 2,616,231 | 1,196,517 | 325,303 | 101,587,406 | 58,978,756  | 42,608,650    |

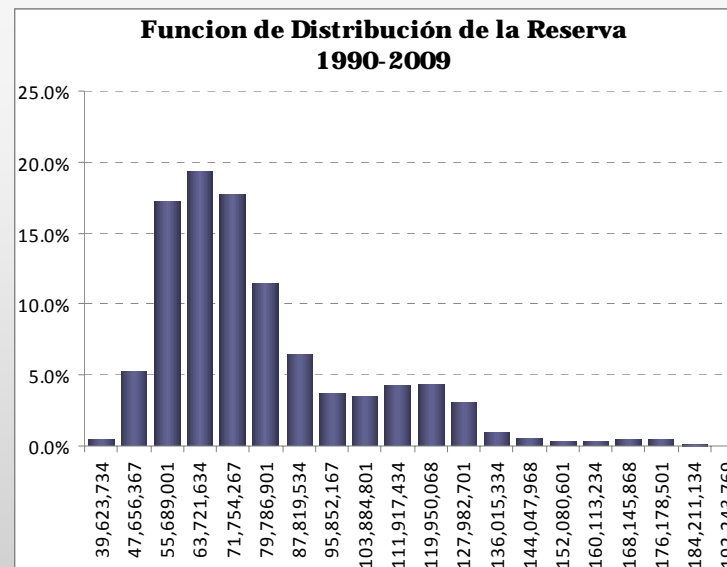
Reserva **78,811,840**

- La variación en el resultado es del 15%.

Este método mostrará mejor estabilidad y atenuará el efecto de altas variaciones de los siniestros.

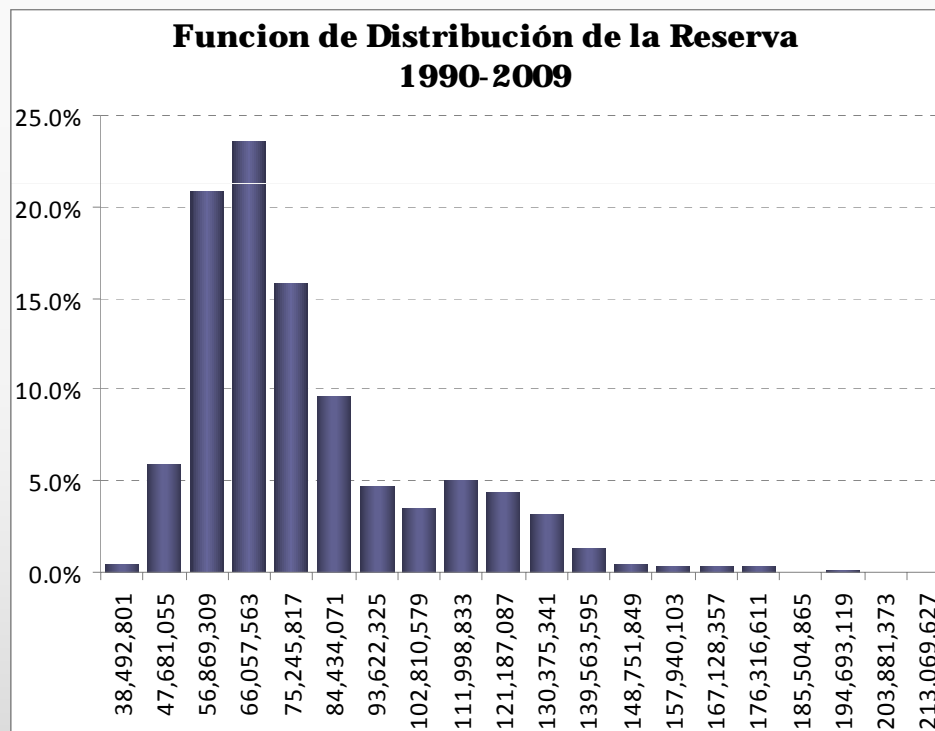
## 2. Modelo de escenarios estocásticos tipo bootstrap

- Este procedimiento consiste en generar, a partir de la estadística histórica de la compañía, muchos escenarios de ocurrencia de reclamaciones futuras, y estimar la reserva en cada escenario simulado, obteniendo así la estadística de los valores aleatorios de la reserva. A partir de dicha estadística, se puede estimar la media y los cuantiles de la función empírica (5000 escenarios).



## 2. Modelo de escenarios estocásticos tipo bootstrap

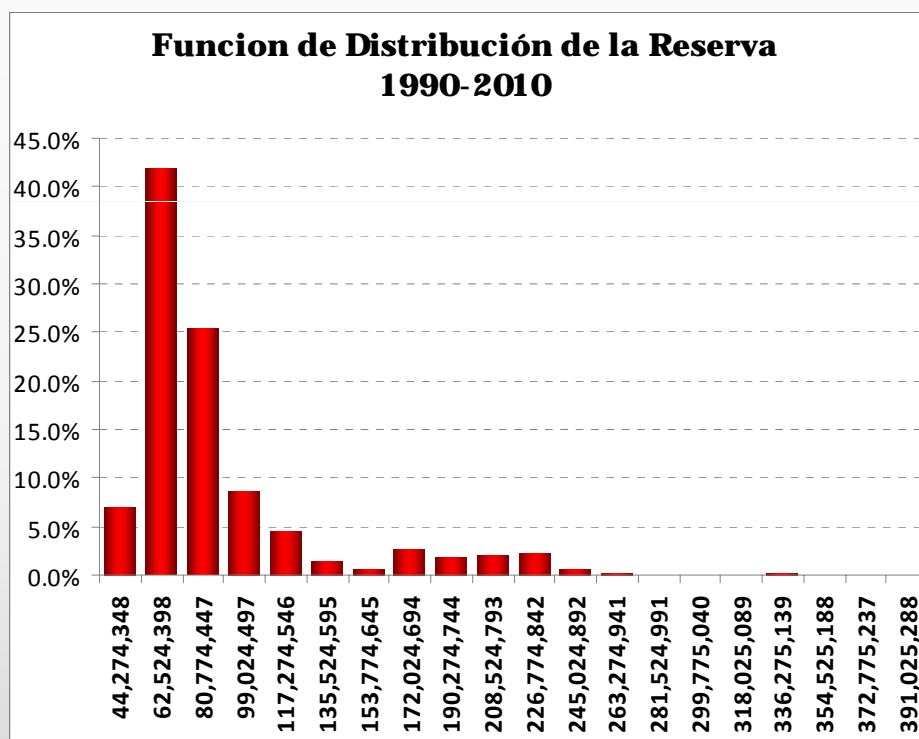
- Los resultados de 5000 escenarios, generados con la información de la compañía a 2009, es la siguiente:



| Año 2009         |                   |
|------------------|-------------------|
| Mínimo           | 29,304,547        |
| Máximo           | 213,069,626       |
| Promedio         | 73,278,672        |
| Desviación       | 24,639,516        |
| Cuantil al 50%   | 65,735,209        |
| Cuantil al 99.5% | 166,127,070       |
| <b>RCS</b>       | <b>92,848,398</b> |

## 2. Modelo de escenarios estocásticos tipo bootstrap

- Los resultados de 5000 escenarios, generados con la información de la compañía a 2010, es la siguiente:



| Año 2010         |                    |
|------------------|--------------------|
| Mínimo           | 26,024,299         |
| Máximo           | 391,025,287        |
| Promedio         | 79,137,945         |
| Desviación       | 46,437,471         |
|                  |                    |
| Cuantil al 50%   | 62,940,698         |
| Cuantil al 99.5% | 258,156,603        |
| <b>RCS</b>       | <b>179,018,658</b> |

## 2. Modelo de escenarios estocásticos tipo bootstrap

- Como puede notarse, no existe mucha variación en la media al incorporarse los siniestros del nuevo año (2010). No obstante, el cuantil calculado al 99.5%, tiene una variación importante. Harán falta un mayor número de simulaciones, para estabilizar el valor del cuantil.

| <b>Año 2009</b>  |             |
|------------------|-------------|
| Mínimo           | 29,304,547  |
| Máximo           | 213,069,626 |
| Promedio         | 73,278,672  |
| Desviación       | 24,639,516  |
|                  |             |
| Cuantil al 50%   | 65,735,209  |
| Cuantil al 99.5% | 166,127,070 |
| <b>RCS</b>       | 92,848,398  |

| <b>Año 2010</b>  |             |
|------------------|-------------|
| Mínimo           | 26,024,299  |
| Máximo           | 391,025,287 |
| Promedio         | 79,137,945  |
| Desviación       | 46,437,471  |
|                  |             |
| Cuantil al 50%   | 62,940,698  |
| Cuantil al 99.5% | 258,156,603 |
| <b>RCS</b>       | 179,018,658 |

## 2. Modelo con Credibilidad Implícita Mercado-Compañía.

- Este modelo sería recomendable para compañías que no cuentan con una estadística suficiente para simular su reserva. Consiste en darle un cierto porcentaje de credibilidad a la experiencia de la compañía y otro porcentaje a la experiencia del mercado. La forma de dar credibilidad consiste en generar un porcentaje de los escenarios, conforme a la información de la compañía y otro porcentaje conforme a la experiencia del mercado.

$$NE_{Exp-Cía} = \alpha * NE_{total}$$

$$NE_{Exp-Merc} = (1 - \alpha) * NE_{total}$$

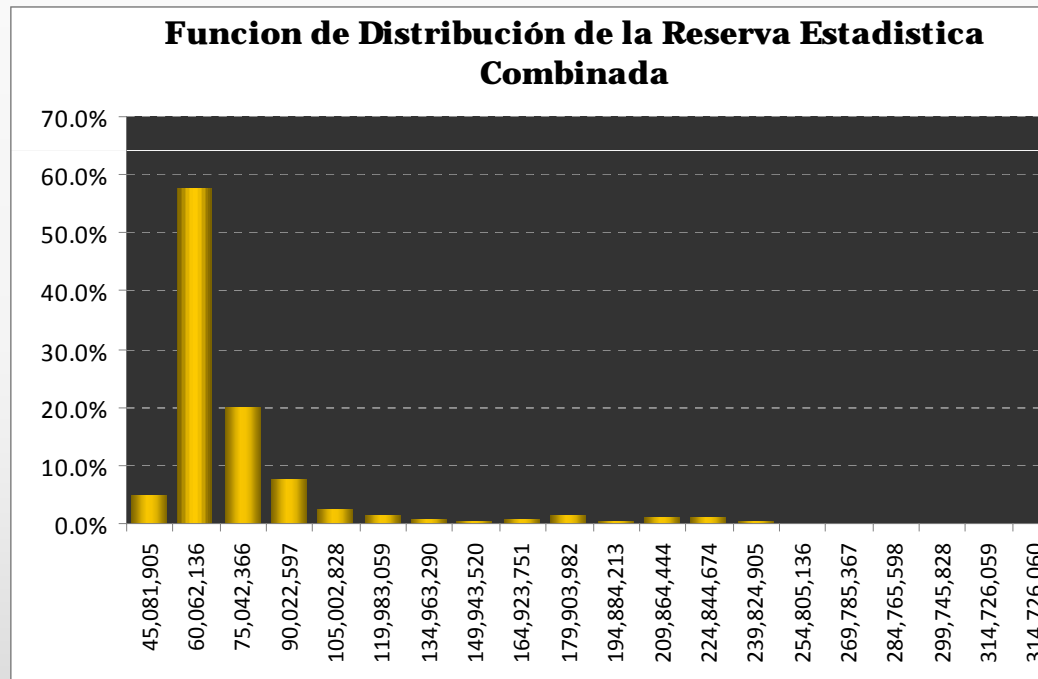
## 2. Modelo con Credibilidad Implícita Mercado-Compañía.

- Para el mismo caso que hemos presentado (2010), suponiendo que existe una estadística de mercado, un poco más uniforme que la de la compañía, como la siguiente:

|      | Año de Pago de la Reclamación |         |         |         |        |        |
|------|-------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|
|      | 1                             | 2       | 3       | 4       | 5      | 6      |
| 1990 | 0.2599                        | 0.1571  | 0.0512  | 0.0235  | 0.0152 | 0.0088 |
| 1991 | 0.1579                        | 0.1246  | 0.0355  | 0.0334  | 0.0152 | 0.0013 |
| 1992 | 0.2590                        | 0.1052  | 0.0644  | 0.0423  | 0.0136 | 0.0094 |
| 1993 | 0.3521                        | 0.0944  | 0.0881  | 0.0352  | 0.0216 | 0.0051 |
| 1994 | 0.3251                        | 0.1246  | 0.0941  | 0.0214  | 0.0191 | 0.0032 |
| 1995 | 0.4153                        | 0.1159  | 0.0511  | 0.0254  | 0.0101 | 0.0022 |
| 1996 | 0.2549                        | 0.1245  | 0.0672  | 0.0323  | 0.0096 | 0.0031 |
| 1997 | 0.2215                        | 0.1145  | 0.0752  | 0.0453  | 0.0226 | 0.0115 |
| 1998 | 0.3225                        | 0.1542  | 0.0552  | 0.0512  | 0.0155 | 0.0022 |
| 1999 | 0.3126                        | 0.1752  | 0.0429  | 0.0252  | 0.0116 | 0.0051 |
| 2000 | 0.2946                        | 0.1452  | 0.0591  | 0.0214  | 0.0216 | 0.0051 |
| 2001 | 0.2146                        | 0.1785  | 0.0984  | 0.0258  | 0.0161 | 0.0012 |
| 2002 | 0.2845                        | 0.1584  | 0.0715  | 0.0202  | 0.0211 | 0.0084 |
| 2003 | 0.2542                        | 0.1155  | 0.0641  | 0.0322  | 0.0158 | 0.0051 |
| 2004 | 0.7863                        | 0.0942  | 0.0745  | 0.0352  | 0.0111 | 0.0056 |
| 2005 | 0.2896                        | 0.13523 | 0.05423 | 0.02521 | 0.0162 |        |
| 2006 | 0.2751                        | 0.11558 | 0.05220 | 0.0296  |        |        |
| 2007 | 0.2588                        | 0.14229 | 0.0681  |         |        |        |
| 2008 | 0.3786                        | 0.1641  |         |         |        |        |
| 2009 | 0.4521                        |         |         |         |        |        |

## 2. Modelo con Credibilidad Implícita Mercado-Compañía.

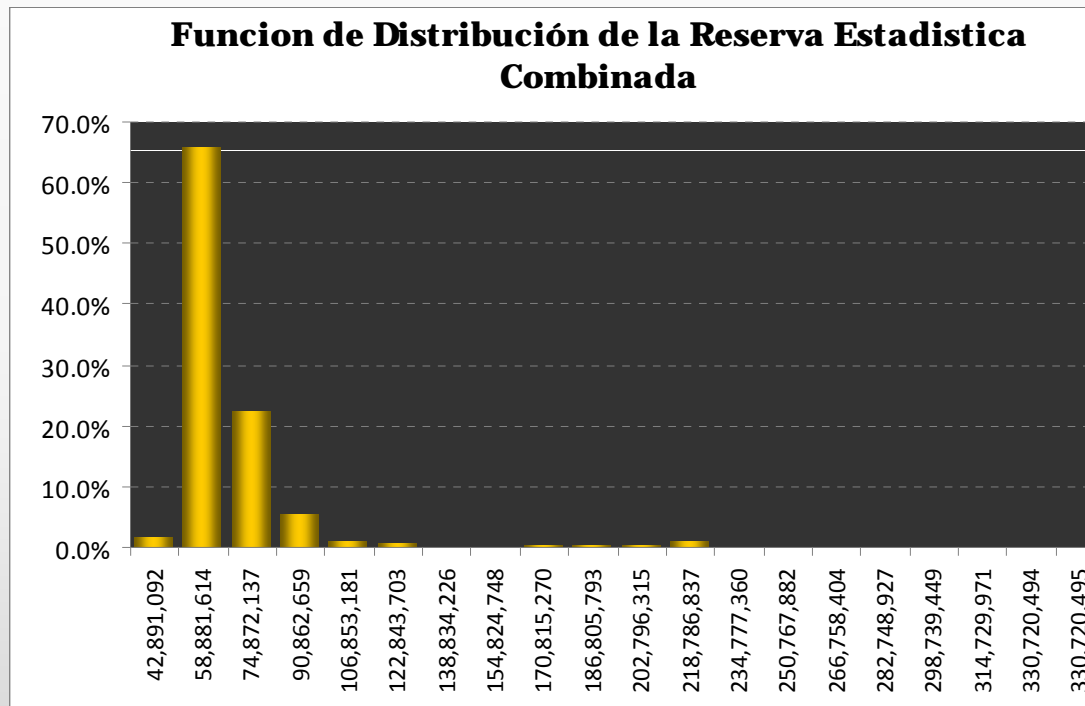
- Si realizamos la valuación de 2010, dándole una credibilidad a la información del mercado del 50% (2500 y 2500 escenarios), obtenemos lo siguiente:



| Estadística         | Simulaciones |
|---------------------|--------------|
| Escenarios Compañía | 2500         |
| Escenarios Mercado  | 2500         |
| Total Escenarios    | 5000         |
| Mínimo              | 30,101,674   |
| Máximo              | 329,706,290  |
| Promedio            | 67,648,466   |
| Desviación          | 35,089,473   |
| Cuantil al 50%      | 56,726,260   |
| Cuantil al 99.5%    | 227,848,950  |
| RCS                 | 160,200,483  |

## 2. Modelo con Credibilidad Implícita Mercado-Compañía.

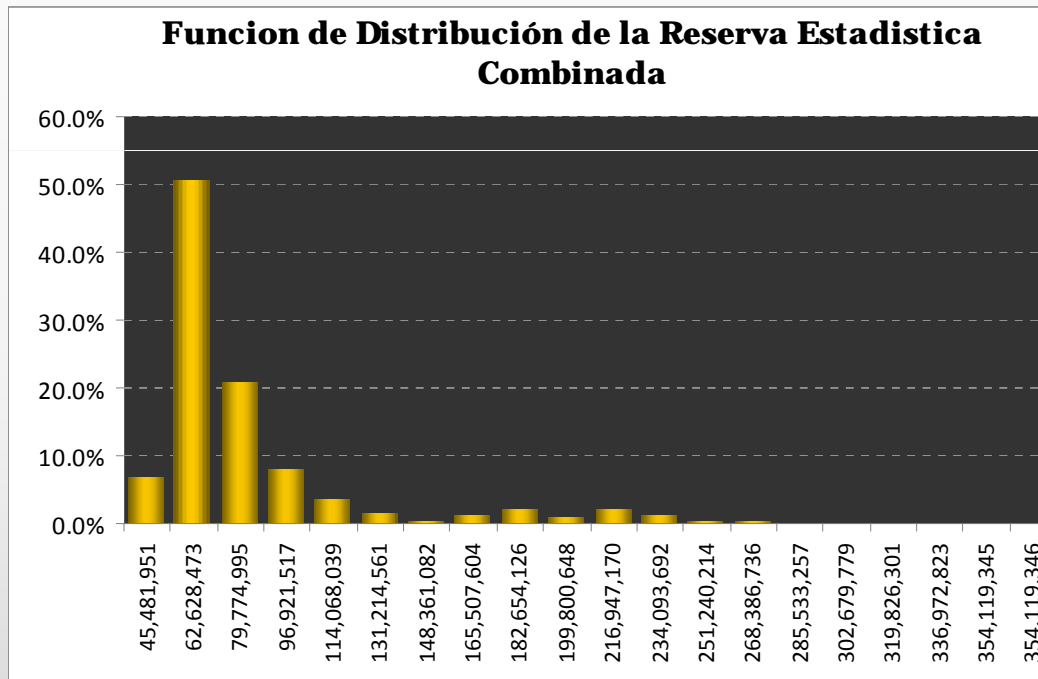
- Haciendo el mismo ejercicio, dándole una credibilidad a la información de la compañía del 20%, (4000 mercado, 1000 cía.) tenemos:



| Estadística        | Simulaciones |
|--------------------|--------------|
| Escenario Compañía | 1000         |
| Escenarios Mercado | 4000         |
| Total Escenarios   | 5000         |
| Mínimo             | 26,900,569   |
| Máximo             | 346,711,015  |
| Promedio           | 61,460,866   |
| Desviación         | 25,935,214   |
| Cuantil al 50%     | 55,498,623   |
| Cuantil al 99.5%   | 216,617,690  |
| RCS                | 155,156,823  |

## 2. Modelo con Credibilidad Implícita Mercado-Compañía.

- Haciendo el mismo ejercicio, dándole una credibilidad a la información del mercado del 20%, (4000 cía., 1000 mercado.) tenemos:



| Estadística         | Simulaciones       |
|---------------------|--------------------|
| Escenarios Compañía | 4000               |
| Escenarios Mercado  | 1000               |
|                     | 5000               |
| Mínimo              | 28,335,429         |
| Máximo              | 371,265,866        |
| Promedio            | 74,395,900         |
| Desviación          | 42,299,375         |
|                     | 50%                |
|                     | 59,813,053         |
|                     | 99.5%              |
|                     | 247,935,638        |
| <b>RCS</b>          | <b>173,539,737</b> |

## 2. Modelo de Simulación de Siniestralidad Última.

- Este modelo consiste en simular la siniestralidad última IBNR de cada año de operación y relacionarla con la siniestralidad última Total. Ello permite poder estimar la reserva con escasa información. El resultado nos da qué porcentaje de la siniestralidad anual, se convertirá en IBNR. Si conocemos el factor de siniestralidad última, entonces:

$$IBNR_{t+n} = \sum_{i=t}^{t+n} SU_i * FSR_i$$
$$SU_i = S_{i,0} * FSU$$

$S_{i,0}$  = Siniestralidad del año  $i$  pagada en el año 0.

$FSU$  = Factor de siniestralidad última estimado con la simulación

$t + n$  = año de valuación de la IBNR

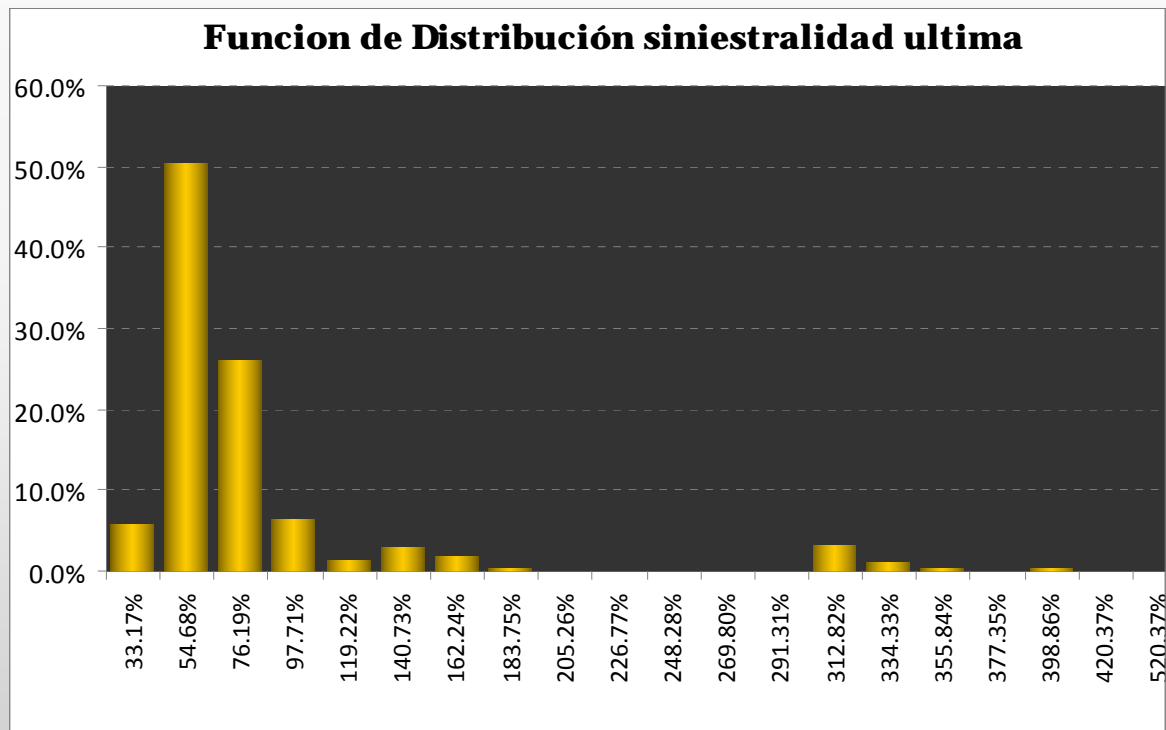
$n$  = número de años de desarrollo considerados en la valuación

$SU_i$  = Siniestralidad Última año  $i$

$FSR_i$  = Factor de Siniestralidad Última Remanente del año  $i$

## 2. Modelo de Simulación de Siniestralidad Última.

- En nuestro ejemplo, la simulación de la siniestralidad última IBNR da un resultado del 70% para la media y 337% para el cuantil al 99.5%.

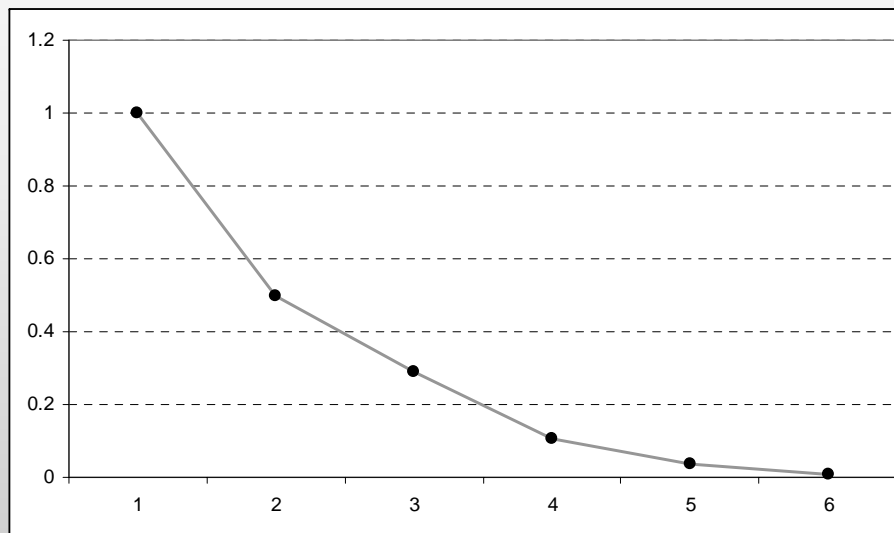


| Estadística   | Simulaciones |
|---------------|--------------|
| Compañía      | 1000         |
| Mercado       | 0            |
| Mínimo        | 11.66%       |
| Máximo        | 441.89%      |
| Promedio      | 70.08%       |
| Desviación    | 60.96%       |
| Cuantil 99.5% | 337%         |

## 2. Modelo de Simulación de Siniestralidad Última.

- Con ese resultado se puede establecer como procedimiento, que la compañía constituya como reserva IBNR, el 70% de la siniestralidad pagada en el año y que la devengue en los siguientes 6 años. El devengamiento puede ser estimado con base en la diferencia entre la siniestralidad remanente en cada año de desarrollo, respecto de la siniestralidad última total.

| Año Desarrollo | 1 | 2          | 3           | 4          | 5          | 6       |
|----------------|---|------------|-------------|------------|------------|---------|
| Factor FSR     | 1 | 0.49704596 | 0.291278823 | 0.10493143 | 0.03620592 | 0.00782 |



## 2. Modelo de Simulación de Siniestralidad Última.

- Con otro enfoque similar, se puede simular la siniestralidad última, como un porcentaje de la prima emitida en cada año, obteniendo un factor base primas, con el cual se podrá estimar la IBNR, desde el momento en que se emite y se devenga la prima.

$$IBNR_{t+n} = \sum_{i=t}^{t+n} SU_i * FSR_i$$
$$SU_i = PED_i * FSU_{BP}$$

$PED_i$  = Prima emitida devengada del año  $i$ .

$FSU_{BP}$  = Factor de siniestralidad última base prima, estimado con la simulación

$t + n$  = año de valuación de la IBNR

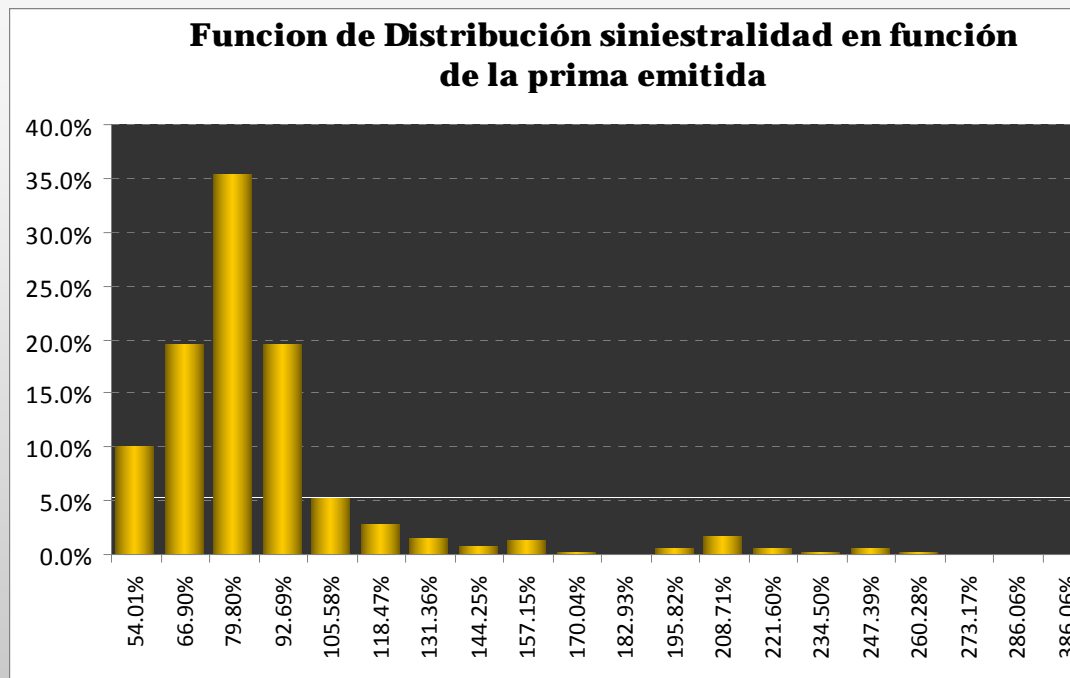
$n$  = número de años de desarrollo considerados en la valuación

$SU_i$  = Siniestralidad Última año  $i$

$FSR_i$  = Factor de Siniestralidad Última Remanente del año  $i$

## 2. Modelo de Simulación de Siniestralidad Última.

- Con base en la estadística del ejemplo, suponiendo que se tiene la prima de cada año, se simuló el factor de siniestralidad última, respecto de la prima emitida. El factor resulta ser del 80.93% en la media y del 244% en el cuantil al 99.5% de confianza. Es decir, la reserva podría ser calculada para cada año de origen (los últimos 6 años), como el 80% de la prima emitida devengada, multiplicando el resultado por el respectivo factor FSR.



| Estadística | Simulaciones |
|-------------|--------------|
| Compañía    | 1000         |
| Mercado     | 0            |
| Mínimo      | 41.12%       |
| Máximo      | 298.95%      |
| Promedio    | 80.93%       |
| Desviación  | 32.71%       |
| 99.5%       | 244%         |

| Prima       | año  |
|-------------|------|
| 43,576,510  | 2004 |
| 42,343,633  | 2005 |
| 37,057,854  | 2006 |
| 103,812,800 | 2007 |
| 210,716,915 | 2008 |
| 52,648,776  | 2009 |
| 124,488,567 | 2010 |

# Aspectos de Reaseguro



## Aspectos de Reaseguro

- Las obligaciones a retención pueden ser estimadas en la misma forma, sólo que introduciendo en cada año, el factor de retención que se tenga con base en los contratos proporcionales. Los contratos no proporcionales se pueden introducir como acotación a la siniestralidad última retenida de cada año, simulada en cada escenario y en cada año de origen.

Valuación a 2009

| año  | % de Retención | Periodo de la Reclamación |            |            |           |           |           |         | Sin Última Retenida Acotada reaseguro XL | Sin Pagada Retenida | Sin. Remanente Retenida |
|------|----------------|---------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|--|---------------------|-------------------------|
|      |                | 0                         | 1          | 2          | 3         | 4         | 5         | 6       |  |                     |                         |
| 2003 | <b>52%</b>     | 11,459,874                | 2,885,596  | 1,425,608  | 930,714   | 407,399   | 177,122   | 67,384  | 17,353,696                               | 17,353,696          | -                       |
| 2004 | <b>27%</b>     | 21,587,943                | 3,551,217  | 2,851,767  | 1,607,222 | 1,758,122 | 240,166   | 126,937 | 31,723,374                               | 31,596,437          | 126,937                 |
| 2005 | <b>20.1%</b>   | 15,987,645                | 3,430,629  | 8,224,364  | 721,203   | 184,290   | 212,482   | 94,007  | 28,854,620                               | 28,548,130          | 306,490                 |
| 2006 | <b>15.72%</b>  | 18,975,487                | 5,220,156  | 2,165,103  | 0.00      | 812,891   | 252,192   | 111,576 | 27,537,405                               | 26,360,747          | 1,176,659               |
| 2007 | <b>14.52%</b>  | 51,487,921                | 9,880,532  | 4,696,316  | 2,584,372 | 2,205,691 | 684,295   | 302,749 | 71,841,876                               | 66,064,769          | 5,777,107               |
| 2008 | <b>11.25%</b>  | 125,487,943               | 43,935,839 | 24,501,069 | 6,298,710 | 5,375,778 | 1,667,785 | 737,869 | 208,004,993                              | 169,423,782         | 38,581,212              |
| 2009 | <b>11.12%</b>  | 18,948,789                | 4,572,974  | 3,699,683  | 951,111   | 811,747   | 251,837   | 111,419 | 29,347,560                               | 18,948,789          | 10,398,771              |

# Modelos de Estabilización de Reservas

**Reservas SONR, RRC, SPV.**

**Pedro Aguilar B.**

*[paguilar@cnsf.gob.mx](mailto:paguilar@cnsf.gob.mx)*

**México, marzo 2011**