



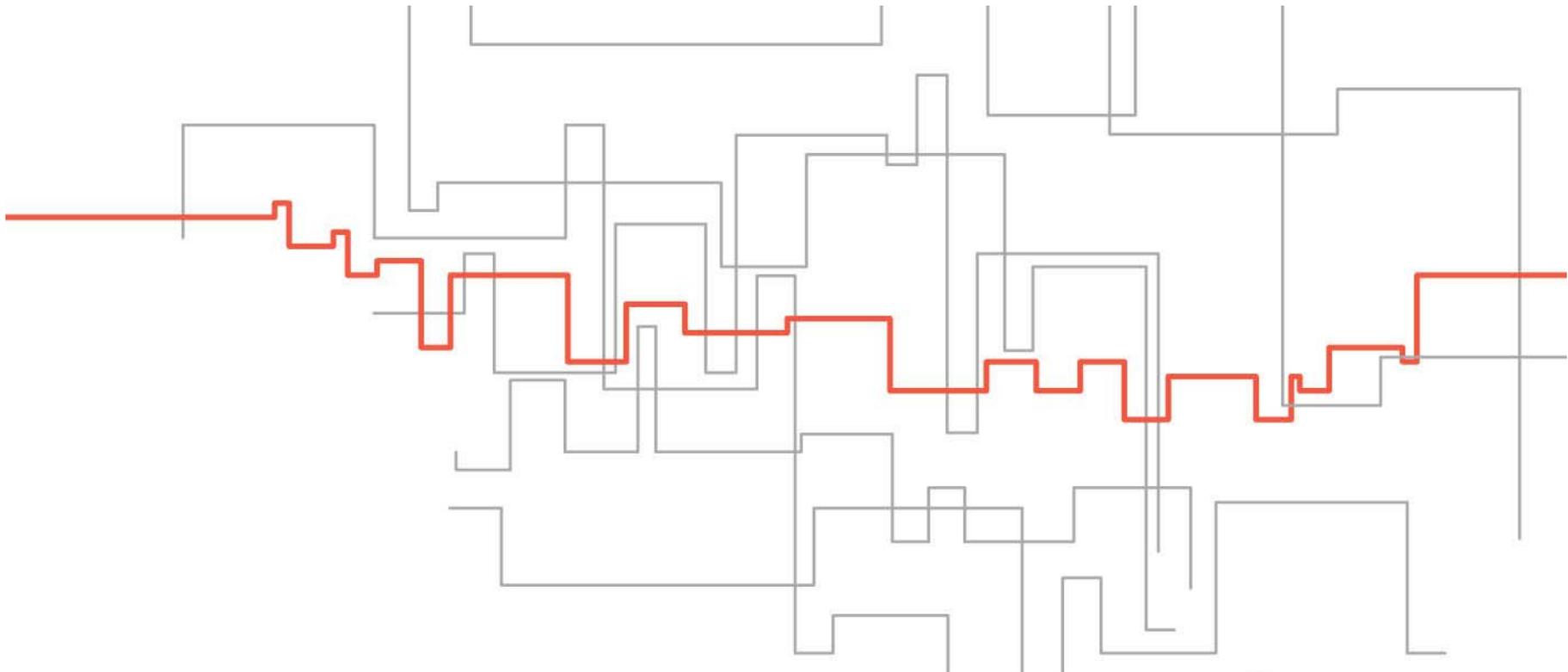
## Curso de reservas de siniestros

Una presentación por Eduardo Esteva y Gilberto Balderas

Septiembre, 2014

# Temario

- Introducción
  - Definición y discusión básica sobre la importancia de los siguientes conceptos:
    - Reservas
      - Reserva Caso a Caso
      - IBNR
        - IBNER
        - IBNYR
      - Gastos de Ajuste (LAE)
        - No Asignados al Siniestro (ULAE)
        - Asignados al Siniestro (ALAE)
    - Siniestros
      - Indemnización
      - Gastos de ajuste
    - Número de siniestros
    - Siniestralidad Inicial Esperada (IELR)
    - Siniestros Últimos
    - Primas devengadas
    - Patrón de desarrollo
    - Factores de selección
- Reservas de Siniestros
  - Reserva Caso a Caso
  - IBNR
    - IBNER
    - IBNYR
  - Gastos de Ajuste (LAE)
    - No Asignados al Siniestro (ULAE)
    - Asignados al Siniestro (ALAE)
- Metodologías
  - Método de desarrollo
  - Frecuencia y Severidad
  - Índice de Siniestralidad Inicial Esperada
  - Bornhuetter-Ferguson

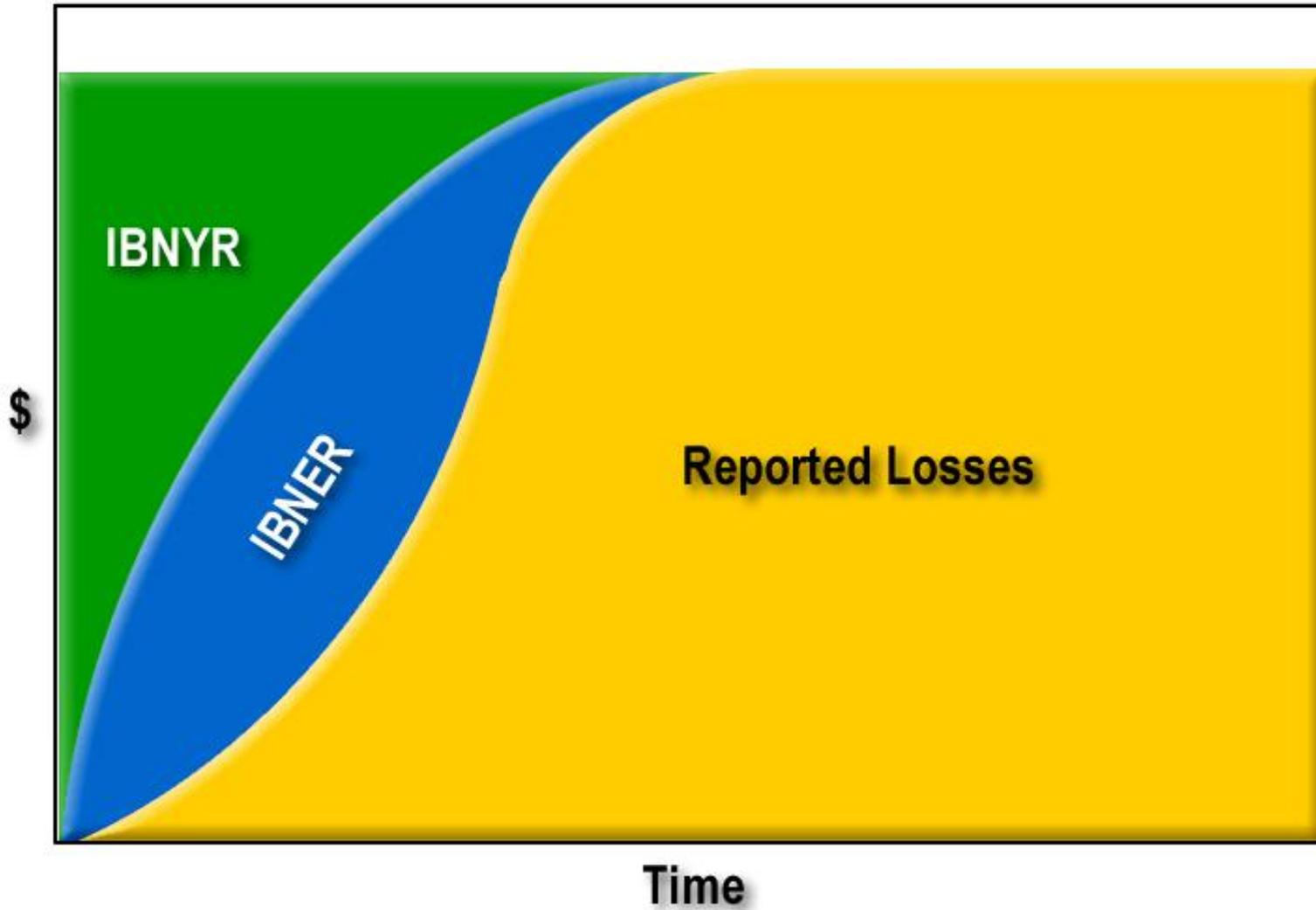


# Introducción

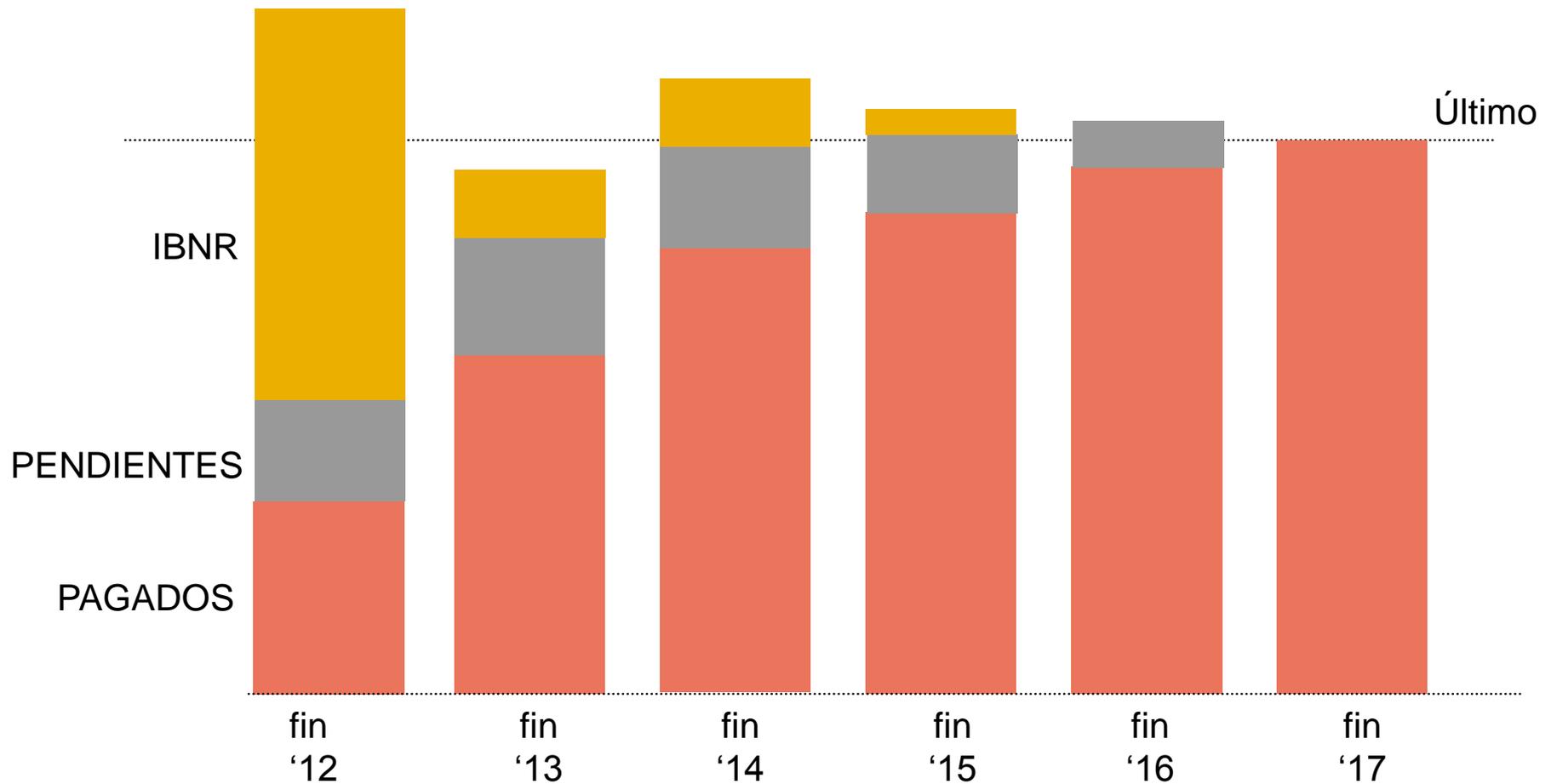
# Reservas de Siniestros

- Los siniestros ocurridos pero no reportados están constituidos por:
  - Siniestros ocurridos pero aún no reportados (IBNYR)
  - Siniestros ocurridos pero no suficientemente reportados (IBNER)

# Reservas de Siniestros

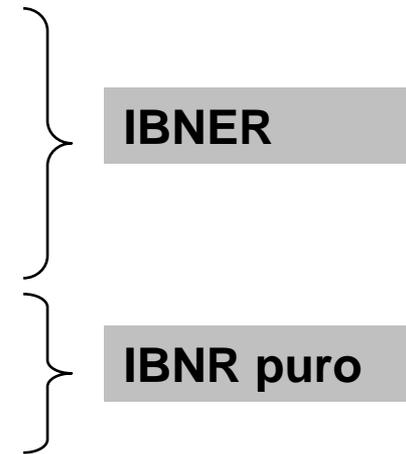


# Ejemplo



# Según el *Statement of Principles* para reservas de siniestros de la CAS

- Cinco elementos
  - (1) Montos pendientes
  - (2) Desarrollo futuro de siniestros conocidos
    - Costo final superior o inferior a la reserva pendiente
  - (3) Reapertura de casos cerrados
  - (4) Casos ocurridos pero no denunciados
  - (5) Siniestros en “tránsito” (“*pipeline*”)
- En general los cinco componentes del IBNR se cuantifican en conjunto
  - Podría ser necesario evaluar los componentes por separado
- En algunos casos se evalúa (2) por separado



# Consecuencias de la evaluación incorrecta de reservas

- Tarificación
  - Las tarifas calculadas basadas en reservas inexactas resultan excesivas o insuficientes
- Impuestos
  - La correcta determinación de las utilidades depende en gran parte de la correcta estimación de las reservas
- Solvencia
  - La subvaloración de reservas a lo largo de varios períodos puede causar insolvencia

# Pasos para realizar un análisis actuarial de reservas



## 1. Base de datos

1. Realizar una revisión de la información disponible de forma de determinar las principales características y posibles anomalías en conjunto con un análisis cualitativo de la operación de la compañía.
2. Realizar la reconciliación con la contabilidad y con la información utilizada en evaluaciones anteriores.

## 2. Metodologías

1. Evaluación y determinación de las metodologías a utilizar, a la luz de la información disponible para cada ramo, tanto interna como externa.
2. Evaluación de los resultados de cada método, análisis de los desvíos entre métodos con la finalidad de explicar la diferencia entre las distintas proyecciones.
3. Seleccionar la última pérdida esperada para cada ramo

## 3. Realizar pruebas para monitorear los resultados



# Metodologías

# Metodologías

- En general, se estima el valor último
  - El IBNR se obtiene como la diferencia entre el valor último y los montos reportados
- Métodos comúnmente usados:
  - Desarrollo de siniestros ocurridos/pagados
  - Bornhuetter-Ferguson
    - Initial Expected Loss Ratio
  - Desarrollo de siniestros ajustado a la inflación
- Supuesto: el desarrollo pasado se repetirá en el futuro
  - “Patrón de desarrollo” basado en desarrollo histórico

# Metodologías

- El o los métodos que se elijan para obtener el “Best Estimate” deben ser objetivos y confiables.
- Algunos factores que impactan en la selección de la metodología:
  - **Cambios en los procesos de reservas** pueden distorsionar proyecciones basadas en ocurridos
  - **Cambios en los patrones de pagos** pueden distorsionar proyecciones basadas en pagados
  - Factores que influyen en la selección del método apropiado
    - Cambio en la velocidad de desarrollo
    - Cambios en las frecuencias
    - Cambios en los costos promedios
    - Cambios en la maduración de los siniestros

# Metodologías - Periodo De Agrupación

- Según sean las características de las coberturas y los datos disponibles los triángulos se pueden generar de manera anual, trimestral, mensual, etc.
- La utilización de triángulos mensuales reflejan un desarrollo más detallado de los movimientos de los siniestros. Sin embargo, dependiendo principalmente de la cartera, además de su riesgo, su manejo podría generar volatilidad significativa al utilizarla en adición a requerir mayor tiempo de trabajo en el análisis y la selección de los resultados. En carteras homogéneas el valor agregado que da es marginal, a menos que existan patrones estacionales.
- La agrupación trimestral permite estimar las reservas para efectos de reportes financieros en forma oportuna, y en la mayoría de los casos, con una mayor estabilidad en los parámetros simplificando el análisis
- El análisis bajo triángulos anuales generalmente se realiza para riesgos que llegan a tener colas largas

# Metodologías - Tipos De Análisis

- El análisis se puede hacer por:
  - Periodo de Ocurrencia
  - Periodo de Suscripción (generación)
- Ambas formas de analizar los datos tienen sus particularidades, mientras que para la primera se tiene una forma de reconciliar las bases en forma directa, la segunda requiere hacer pasos intermedios para obtener su reconciliación.
- Bajo periodo de ocurrencia, la estimación de la reserva de siniestros se hace en forma directa, mientras que usando el periodo de suscripción, ésta se debe ajustar usando la siniestralidad última ya que dicha estimación no es a la fecha de valuación.

# Metodologías – Método de Desarrollo

- Supuesto
  - Este método asume implícitamente que la suficiencia relativa de las reservas de la empresa a lo largo del tiempo ha sido consistente y que no ha habido cambios importantes en el ritmo al que se han ido reportando los siniestros
  - El desarrollo de los siniestros en el futuro será consistente con el desarrollo pasado
- Técnica
  - Datos se organizan en un triángulo de siniestros
  - Selección de factores representativos del comportamiento típico
  - Selección de un factor de cola basado en tendencias mostradas en la información y en consideraciones de patrones externos
  - Proyección basada en la última evaluación

# Metodologías – Método de Desarrollo

- Ventaja
  - Refleja los datos más actuales
- Desventaja
  - Distorsiones en los resultados si la última evaluación es atípica
  - Distorsiones en los resultados si los patrones de desarrollo históricos no son estables

# Metodologías – Método de desarrollo

## Pagados vs Ocurridos

Basado en Pagos	Basado en Ocurridos
Ventajas	
-La información es puramente objetiva	-La información es exhaustiva
-Sólo necesita datos de información de pagos	-Menos volátil
-No se ve afectado por cambios en la política de constitución de reservas	
Desventajas	
- Usualmente es más volátil ya que utiliza menos información que el método de siniestros ocurridos. - Se ve afectado por los cambios en el patrón de pago de siniestros, cambios en la política de reaseguro, cambios legislativos y fallos judiciales	-Se ve afectado por cambios en la política de constitución de la reserva de siniestros pendientes, cambios en la política de reaseguro, cambios legislativos y fallos judiciales
	-Se ve afectado por los cambios en el patrón de pago de siniestros pero en un grado menor que el método de siniestros pagados,
	-Incluye reservas que son determinadas de acuerdo a apreciaciones y no una metodología.

# Metodologías – Método de Desarrollo

- Para cada triángulo acumulado de siniestros ocurridos y pagados se debe:
  - Realizar una primera selección de factores (FDI). Un buen punto de partida es el promedio ponderado de todos los periodos a analizar
  - Determinar el Factor de Cola, en caso de aplicar
  - Calcular los factores de desarrollo acumulados (FDA) como el producto sucesivo de los FDI, incluyendo el factor de cola.
  - Calcular el monto último total como el producto de la última diagonal y los FDA de cada período de desarrollo

# Metodologías – Método de Desarrollo - Siniestros

## TRIÁNGULOS DE PAGOS INCREMENTALES

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	$P_{1,1}$	$P_{1,2}$	...	$P_{1,n-i+1}$	...	$P_{1,n-1}$	$P_{1,n}$
2	$P_{2,1}$	$P_{2,2}$	...	$P_{2,n-i+1}$	...	$P_{2,n}$	
...	...	...	...	...	...		
i	$P_{i,1}$	$P_{i,2}$	...	$P_{i,n-i+1}$			
...	...	...	...				
n-1	$P_{n-1,1}$	$P_{n-1,2}$					
n	$P_{n,1}$						

Donde  $P_{i,j}$  = Monto de siniestros pagados en el período j, ocurrido en el período i

## TRIÁNGULO DE PAGOS ACUMULADOS

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	$PA_{1,1}$	$PA_{1,2}$	...	$PA_{1,n-i+1}$	...	$PA_{1,n-1}$	$PA_{1,n}$
2	$PA_{2,1}$	$PA_{2,2}$	...	$PA_{2,n-i+1}$	...	$PA_{2,n}$	
...	...	...	...	...	...		
i	$PA_{i,1}$	$PA_{i,2}$	...	$PA_{i,n-i+1}$			
...	...	...	...				
n-1	$PA_{n-1,1}$	$PA_{n-1,2}$					
n	$PA_{n,1}$						

Donde:

$$PA_{i,j} = \sum_{t=1}^j P_{i,t}$$

# Metodologías – Método de Desarrollo - Siniestros

## TRIÁNGULOS DE SINIESTROS OCURRIDOS INCREMENTALES

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	$l_{1,1}$	$l_{1,2}$	...	$l_{1,n-i+1}$	...	$l_{1,n-1}$	$l_{1,n}$
2	$l_{2,1}$	$l_{2,2}$	...	$l_{2,n-i+1}$	...	$l_{2,n}$	
...	...	...	...	...	...		
i	$l_{i,1}$	$l_{i,2}$	...	$l_{i,n-i+1}$			
...	...	...	...				
n-1	$l_{n-1,1}$	$l_{n-1,2}$					
n	$l_{n,1}$						

Donde  $l_{i,j}$  = Monto de siniestros ocurridos en el período  $j$ , cuyo movimiento se da en el período  $i$

## TRIÁNGULO DE SINIESTROS OCURRIDOS ACUMULADOS

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	$IA_{1,1}$	$IA_{1,2}$	...	$IA_{1,n-i+1}$	...	$IA_{1,n-1}$	$IA_{1,n}$
2	$IA_{2,1}$	$IA_{2,2}$	...	$IA_{2,n-i+1}$	...	$IA_{2,n}$	
...	...	...	...	...	...		
i	$IA_{i,1}$	$IA_{i,2}$	...	$IA_{i,n-i+1}$			
...	...	...	...				
n-1	$IA_{n-1,1}$	$IA_{n-1,2}$					
n	$IA_{n,1}$						

Donde:

$$IA_{i,j} = \sum_{t=1}^j I_{i,t}$$

# Metodologías – Método de Desarrollo - Siniestros

## TRIÁNGULOS DE RESERVAS

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	$R_{1,1}$	$R_{1,2}$	...	$R_{1,n-i+1}$	...	$R_{1,n-1}$	$R_{1,n}$
2	$R_{2,1}$	$R_{2,2}$	...	$R_{2,n-i+1}$	...	$R_{2,n}$	
...	...	...	...	...	...		
i	$R_{i,1}$	$R_{i,2}$	...	$R_{i,n-i+1}$			
...	...	...	...				
n-1	$R_{n-1,1}$	$R_{n-1,2}$					
n	$R_{n,1}$						

Donde  $R_{i,j}$  = Monto total de los reservas de los siniestros que se habían constituidos al final del período  $j$ , ocurrido en el período  $i$

# Metodologías – Método de Desarrollo - Siniestros

## TRIANGULO DE NÚMERO DE CASOS

- Para contar el número de casos de siniestros, hay que agrupar la información tomando en cuenta:
  - Número de la póliza
  - Número de siniestro
  - Línea de negocio
  - Cobertura
  - Tipo de movimiento
  - Fecha de ocurrencia o fecha de suscripción
- Una vez agrupada la información de la base de datos, se procede a contar. Por ejemplo para el concepto de casos ocurridos nos fijamos en el momento en que se realizaron las estimaciones iniciales de los siniestros y contamos estos casos.

# Metodologías – Método de Desarrollo - Siniestros

## TRIÁNGULO DE NÚMERO DE CASOS INCREMENTAL

Periodo de Ocurrencia	Periodo de Desarrollo					
	1	2	3	...	n-1	n
1	$N_{1,1}$	$N_{1,2}$	$N_{1,3}$		$N_{1,n-1}$	$N_{1,n}$
2	$N_{2,1}$	$N_{2,2}$	$N_{2,3}$		$N_{2,n-1}$	
3	$N_{3,1}$	$N_{3,2}$	$N_{3,3}$			
...	...	...	...			
n-1	$N_{n-1,1}$	$N_{n-1,2}$				
n	$N_{n,1}$					

## TRIÁNGULO DE NÚMERO DE CASOS ACUMULADO

Periodo de Ocurrencia	Periodo de Desarrollo				
	1	2	...	n-1	n
1	$NC_{1,1} = N_{1,1}$	$NC_{1,2} = NC_{1,1} + N_{1,2}$		$NC_{1,n-1} = NC_{1,n-2} + N_{1,n-1}$	$NC_{1,n} = NC_{1,n-1} + N_{1,n}$
2	$NC_{2,1} = N_{2,1}$	$NC_{1,2} = NC_{2,1} + N_{1,2}$		$NC_{2,n-1} = NC_{2,n-2} + N_{2,n-1}$	
...	...	...			
n-1	$NC_{n-1,1} = N_{n-1,1}$	$NC_{n-1,2} = NC_{n-1,1} + NC_{n-1,2}$			
n	$NC_{n,1} = N_{n,1}$				

## Metodologías – Método de Desarrollo - Siniestros

- Siniestro medio. Para obtener el siniestro medio se pueden tomar los triángulos acumulados del monto de siniestros y el del número de casos y hacer la división.

Periodo de Ocurrencia	Periodo de Desarrollo				
	1	2	...	n-1	n
1	$SM_{1,1} = B_{1,1} / NC_{1,1}$	$SM_{1,2} = B_{1,2} / NC_{1,2}$		$SM_{1,n-1} = B_{1,n-1} / NC_{1,n-1}$	$SM_{1,n} = B_{1,n} / NC_{1,n}$
2	$SM_{2,2} = B_{2,1} / NC_{2,1}$	$SM_{2,2} = B_{2,2} / NC_{2,2}$		$SM_{2,n-1} = B_{2,n-1} / NC_{2,n-1}$	
...	...	...			
n-1	$SM_{n-1,1} = B_{n-1,1} / NC_{n-1,1}$	$SM_{n-1,2} = B_{n-1,2} / NC_{n-1,2}$			
n	$SM_{n,1} = B_{n,1} / NC_{n,1}$				

Donde:

$B_{i,j}$  = Monto de siniestros ocurridos o pagados

# Metodologías – Método de desarrollo

## Organización de la información

Año de ocurrencia	Meses de desarrollo - Última evaluación a diciembre 2012									
	12	24	36	48	60	72	84	96	108	
2004	502.5	674.9	751.3	791.2	809.7	817.9	821.3	823.0	823.0	
2005	527.6	684.6	768.0	804.6	820.5	828.6	833.5	835.1		
2006	553.9	741.0	823.5	866.7	885.7	894.2	898.2			
2007	581.7	745.6	845.2	890.2	909.7	918.8				
2008	668.9	801.5	841.0	864.5	883.5					
2009	702.3	842.1	885.7	907.8						
2010	737.5	882.0	926.1							
2011	774.3	925.7								
2012	875.3									

Flecha horizontal: Monto incurrido en cada año de ocurrencia evaluado cada 12 meses

Flecha vertical: Monto incurrido para cada año de accidente evaluado a una edad determinada (por ejemplo 36 meses)

Flecha diagonal: Monto incurrido en cada año de ocurrencia evaluados a una fecha específica (por ejemplo, Diciembre 2012)



# Metodologías – Método de Desarrollo

## Cálculo de promedios

- La fórmula general para calcular el promedio ponderado en el periodo t es la siguiente:

$$PP_t = \frac{\sum_{j=0}^m B_{n-t-j,t+1}}{\sum_{i=0}^m B_{n-t-i,t}}$$

- La fórmula general para calcular el promedio simple quitando el máximo y el mínimo es la siguiente:

$$PS_{(m,n),i} = \frac{[D_{n-1,i} + D_{n-2,i} + \dots + D_{n-m,i}] - \text{Max}(D_{n-1,i}, \dots, D_{n-m,i}) - \text{Min}(D_{n-1,i}, \dots, D_{n-m,i})}{m-2}$$

- NO UTILIZAR** promedios ponderados para triángulos de severidades o ratios

# Metodologías – Frecuencia/Severidad

- Supuestos
  - Siniestros totales se pueden desglosar en componentes de frecuencia y costo medio
- Técnica
  - Cantidad de casos
    - Análisis de casos totales (Ocurridos y Cerrados con pago)
    - Análisis de la razón entre casos y expuestos; se ajusta a una curva si es necesario
    - Selección de frecuencia por período
    - Casos = Frecuencia x Expuestos
  - Costo Promedio
    - Desarrollo de los costos promedios proyectados por período; se ajusta a una curva en caso de necesario
    - Análisis y selección del costo medio proyectado por período

**Siniestros últimos = Casos totales x costo promedio estimado**

# Metodologías – Frecuencia/Severidad

- Ventaja
  - Estable
  - Estudio de los componentes de frecuencia y costo promedio
- Desventaja
  - Menos sensible al cambio en las evaluaciones más recientes
  - Menos útil para períodos antiguos

# Metodologías – Frecuencia/Severidad

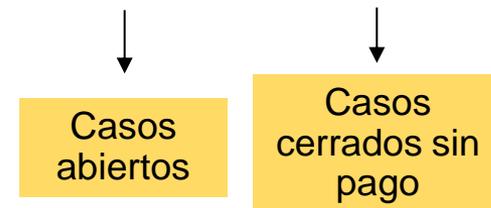
## Cantidad de siniestros ocurridos

### TRIÁNGULO DE CANTIDAD DE SINIESTROS OCURRIDOS

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	$CI_{1,1}$	$CI_{1,2}$	...	$CI_{1,n-i+1}$	...	$CI_{1,n-1}$	$CI_{1,n}$
2	$CI_{2,1}$	$CI_{2,2}$	...	$CI_{2,n-i+1}$	...	$CI_{2,n}$	
...	...	...	...	...	...		
i	$CI_{i,1}$	$CI_{i,2}$	...	$CI_{i,n-i+1}$			
...	...	...	...				
n-1	$CI_{n-1,1}$	$CI_{n-1,2}$					
n	$CI_{n,1}$						

Donde:

$$CI_{n-1,1} = CA_{n-1,1} - CC \text{ S/P}_{n-1,1}$$



- Pasos a seguir:

1. Calcular triángulo de cantidad de siniestros ocurridos
2. Calcular promedios
3. Seleccionar factores de desarrollo
4. Determinar el Factor de Cola, en caso de aplicar
5. Calcular los FDA como el producto sucesivo de los FDI, incluyendo el factor de cola.
6. Calcular cantidad última de siniestros ocurridos como el producto de la ultima diagonal y los FDA de cada período de desarrollo

# Metodologías – Frecuencia/Severidad

## Cantidad de siniestros pagados

### TRIÁNGULO DE CANTIDAD DE SINIESTROS CERRADOS CON PAGO

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	CP <sub>1,1</sub>	CP <sub>1,2</sub>	...	CP <sub>1,n-i+1</sub>	...	CP <sub>1,n-1</sub>	CP <sub>1,n</sub>
2	CP <sub>2,1</sub>	CP <sub>2,2</sub>	...	CP <sub>2,n-i+1</sub>	...	CP <sub>2,n</sub>	
...	...	...	...	...	...		
i	CP <sub>i,1</sub>	CP <sub>i,2</sub>	...	CP <sub>i,n-i+1</sub>			
...	...	...	...				
n-1	CP <sub>n-1,1</sub>	CP <sub>n-1,2</sub>					
n	CP <sub>n,1</sub>						

CP<sub>i,j</sub>=Casos cerrados con pago

Repetir pasos 1 a 6

# Metodologías – Frecuencia/Severidad

## Cantidad de siniestros últimos

Proyección de siniestros últimos

Período de Ocurrencia	Cantidad de siniestros de siniestros	Cantidad de siniestros de siniestros	Cantidad última de siniestros		Cantidad última de siniestros	Expuestos	Frecuencia F
	Ocurridos	Pagados	Ocurridos CIU	Pagados CPU	CSU		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	$CI_{1,n}$	$CP_{1,n}$	$CI_{1,n} \times FDA_n$	$CP_{1,n} \times FDA_n$	Selección	$E_1$	
2	$CI_{2,n}$	$CP_{2,n}$	$CI_{2,n} \times FDA_{n-1}$	$CP_{2,n} \times FDA_{n-1}$		$E_2$	
...	...	...	...	...		...	
i	$CI_{i,n}$	$CP_{i,n}$	$CI_{i,n} \times FDA_{n-i+1}$	$CP_{i,n} \times FDA_{n-i+1}$		$E_i$	(6) / (7)
...	...	...	...	...		...	
n-1	$CI_{n-1,n}$	$CP_{n-1,n}$	$CI_{n-1,n} \times FDA_2$	$CP_{n-1,n} \times FDA_2$		$E_{n-1}$	
n	$CI_{n,n}$	$CP_{n,n}$	$CI_{n,n} \times FDA_1$	$CP_{n,n} \times FDA_1$		$E_n$	

- Revisar:

- Existencia de tendencias en la frecuencia
- Si existen desviaciones entre los métodos de proyección, identificar causas
- Analizar razonabilidad de los resultados en cuanto a la frecuencia

# Metodologías – Frecuencia/Severidad Promedios

## TRIÁNGULO DE OCURRENCIA PROMEDIO (IP)

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	IP <sub>1,1</sub>	IP <sub>1,2</sub>	...	IP <sub>1,n-i+1</sub>	...	IP <sub>1,n-1</sub>	IP <sub>1,n</sub>
2	IP <sub>2,1</sub>	IP <sub>2,2</sub>	...	IP <sub>2,n-i+1</sub>	...	IP <sub>2,n</sub>	
...	...	...	...	...	...		
i	IP <sub>i,1</sub>	IP <sub>i,2</sub>	...	IP <sub>i,n-i+1</sub>			
...	...	...	...				
n-1	IP <sub>n-1,1</sub>	IP <sub>n-1,2</sub>					
n	IP <sub>n,1</sub>						

Donde:

$$IP_{i,j} = I_{i,j} / Cl_{i,j}$$

## TRIÁNGULO DE PAGO PROMEDIO (PP)

Período de ocurrencia	Período de desarrollo						
	1	2	...	n-i+1	...	n-1	n
1	PP <sub>1,1</sub>	PP <sub>1,2</sub>	...	PP <sub>1,n-i+1</sub>	...	PP <sub>1,n-1</sub>	PP <sub>1,n</sub>
2	PP <sub>2,1</sub>	PP <sub>2,2</sub>	...	PP <sub>2,n-i+1</sub>	...	PP <sub>2,n</sub>	
...	...	...	...	...	...		
i	PP <sub>i,1</sub>	PP <sub>i,2</sub>	...	PP <sub>i,n-i+1</sub>			
...	...	...	...				
n-1	PP <sub>n-1,1</sub>	PP <sub>n-1,2</sub>					
n	PP <sub>n,1</sub>						

Donde:

$$PP_{i,j} = PA_{i,j} / CP_{i,j}$$

Repetir pasos 1 a 6

# Metodologías – Frecuencia/Severidad

## Monto promedio último

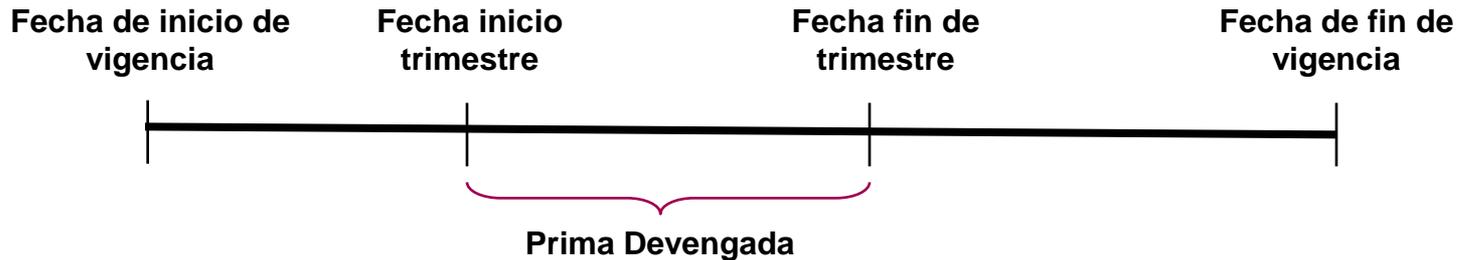
Frecuencia / Severidad

Período de Ocurrencia	Monto Promedio Ocurrido	Monto Promedio Pagado	Monto Promedio Último		Monto Promedio Último MPU	Cantidad última de siniestros CSU	Siniestros Últimos Frecuencia x Severidad
			Ocurridos IPU	Pagados PPU			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	IP <sub>1</sub>	PP <sub>1</sub>	IP <sub>1,n</sub> x FDA <sub>n</sub>	PP <sub>1,n</sub> x FDA <sub>n</sub>	Selección	CSU <sub>1,n</sub>	MPU <sub>1</sub> x CSU <sub>1</sub>
2	IP <sub>2</sub>	PP <sub>2</sub>	IP <sub>2,n</sub> x FDA <sub>n-1</sub>	PP <sub>2,n</sub> x FDA <sub>n-1</sub>		CSU <sub>2,n</sub>	MPU <sub>2</sub> x CSU <sub>2</sub>
...	...	...	...	...		...	...
i	IP <sub>i</sub>	PP <sub>i</sub>	IP <sub>i,n</sub> x FDA <sub>n-i+1</sub>	PP <sub>i,n</sub> x FDA <sub>n-i+1</sub>		CSU <sub>i,n</sub>	MPU <sub>i</sub> x CSU <sub>i</sub>
...	...	...	...	...		...	...
n-1	IP <sub>n-1</sub>	PP <sub>n-1</sub>	IP <sub>n-1,n</sub> x FDA <sub>2</sub>	PP <sub>n-1,n</sub> x FDA <sub>2</sub>		CSU <sub>n-1,n</sub>	MPU <sub>n-1</sub> x CSU <sub>n-1</sub>
n	IP <sub>n</sub>	PP <sub>n</sub>	IP <sub>n,n</sub> x FDA <sub>1</sub>	PP <sub>n,n</sub> x FDA <sub>1</sub>	CSU <sub>n,n</sub>	MPU <sub>n</sub> x CSU <sub>n</sub>	

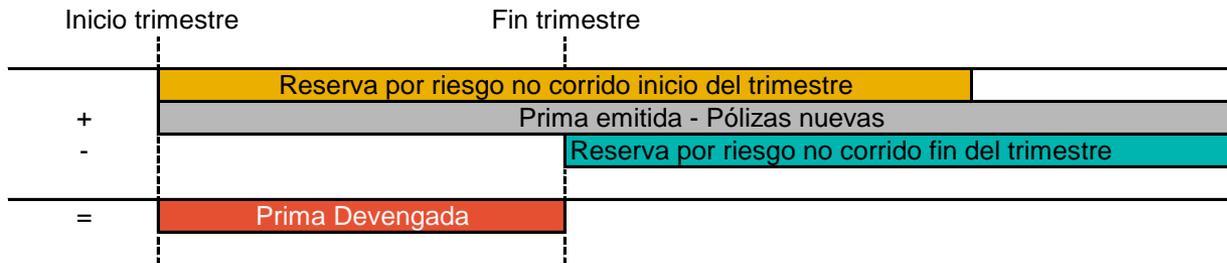
- Revisar:
  - Existencia de tendencias en la frecuencia
  - Si existen desviaciones entre los métodos de proyección, identificar causas
  - Analizar razonabilidad de los resultados en cuanto a la frecuencia
- Analizar la conveniencia de ajustar una curva o utilizar las coberturas y aspectos operacionales para seleccionar la severidad especialmente en periodos menos maduros

# Metodologías - Primas Devengadas

- La forma esquemática de ver la prima devengada es la siguiente:



- Para calcular la prima devengada se tomara la prima suscrita y se devengara considerando la fecha de valuación, las fechas de inicio y fin de vigencia
- La fórmula para calcular el devengamiento es la siguiente:



## Metodologías - Primas Devengadas

- Algunas consideraciones generales que deben tomarse en cuenta sobre la prima devengada son las siguientes:
  - La suma de la prima devengada en todos los periodos, deberá sumar el total de la prima suscrita
  - El total de la prima devengada en cada uno de los trimestres analizados deberá ser positiva, esto es para efectos de los modelos que se analizaran
  - Se debe de tener cuidado con posibles movimientos operativos como la cancelación de una póliza desde el origen, lo que puede llevar a cambios en los triángulos

## Metodologías - Initial Expected Loss Ratio

- El Initial Expected Loss Ratio (Siniestralidad Inicial Esperada) se calcula de la siguiente manera:

Periodo de Ocurrencia	Siniestros Ultimos Frecuencia/Severidad	Prima Devengada	Initial Expected Loss Ratio IELR	Initial Expected Loss Ratio Seleccionado
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	$SU_{FS_1}$	$PD_1$	$SU_{FS_1}/PD_1$	Selección
2	$SU_{FS_2}$	$PD_2$	$SU_{FS_2}/PD_2$	
...	...	...	...	
i	$SU_{FS_i}$	$PD_i$	$SU_{FS_i}/PD_i$	
...	...	...	...	
n-1	$SU_{FS_{n-1}}$	$PD_{n-1}$	$SU_{FS_{n-1}}/PD_{n-1}$	
n	$SU_{FS_n}$	$PD_n$	$SU_{FS_n}/PD_n$	

# Metodologías – Initial Expected Loss Ratio con ajuste de primas

- Cuando existen incrementos en las primas y se quiere hacer una comparación de Loss Ratios en distintos momentos del tiempo, éstos deben ser corregidos para poder seleccionar el ratio final correcto. En contextos inflacionarios, el incremento de las primas debe estar neto de los ajustes por inflación.

Ajustado por corrección en primas

Periodo de Ocurrencia	Promedio Siniestros Ultimos	Prima Devengada	Initial Expected Loss Ratio IELR	Ajuste por corrección de primas	Initial Expected Loss Ratio Reexpresado	Initial Expected Loss Ratio Seleccionado
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	PSU <sub>1</sub>	PD <sub>1</sub>	PSU <sub>1</sub> /PD <sub>1</sub>	ACP <sub>1</sub>	IELR <sub>1</sub> x ACP <sub>1</sub>	Selección
2	PSU <sub>2</sub>	PD <sub>2</sub>	PSU <sub>2</sub> /PD <sub>2</sub>	ACP <sub>2</sub>	IELR <sub>2</sub> x ACP <sub>2</sub>	
...	...	...	...	...	...	
i	PSU <sub>i</sub>	PD <sub>i</sub>	PSU <sub>i</sub> /PD <sub>i</sub>	ACP <sub>i</sub>	IELR <sub>i</sub> x ACP <sub>i</sub>	
...	...	...	...	...	...	
n-1	PSU <sub>n-1</sub>	PD <sub>n-1</sub>	PSU <sub>n-1</sub> /PD <sub>n-1</sub>	ACP <sub>n-1</sub>	IELR <sub>n-1</sub> x ACP <sub>n-1</sub>	
n	PSU <sub>n</sub>	PD <sub>n</sub>	PSU <sub>n</sub> /PD <sub>n</sub>	ACP <sub>n</sub>	IELR <sub>n</sub> x ACP <sub>n</sub>	

# Metodologías – Bornhuetter–Ferguson

- **Supuesto**
  - Reservas no están directamente relacionadas con los siniestros pagados/reportados
- Técnica
  - **Híbrido** de los métodos de desarrollo y siniestralidad esperada
    - Comienza realizando una **estimación a-priori de la siniestralidad**
      - Siniestralidad esperada o Initial Expected Loss Ratio (IELR)
  - A medida que el periodo subyacente va madurando, los siniestros ocurridos reemplazan la siniestralidad esperada

**Siniestros últimos =**

**Montos ocurridos + % por desarrollar x Siniestralidad Esperada**

**Montos pagados + % por desarrollar x Siniestralidad Esperada**

# Metodologías – Bornhuetter–Ferguson

- Ventajas

- Mayor estabilidad que los métodos de desarrollo
- Refleja en cierta medida los datos más recientes
- Permite suavizar los resultados
  - El método de desarrollo tiende a subestimar cuando el ocurrido es bajo y a sobreestimar si es alto.
- Permite incorporar los cambios en la estructura de las tarifas
- Permite estimar el IBNR cuando la información es escasa

- Desventajas

- Requiere la estimación de la siniestralidad esperada inicial
- Requiere la estimación de porcentajes de desarrollo de siniestros
- Más complejo y menos intuitivo que los métodos anteriores

# Metodologías – Bornhuetter–Ferguson

Siniestros últimos  
utilizando Bornhuetter - Ferguson sobre Ocurridos

Período de Ocurrencia	Prima Devengada	Initial Expected Loss Ratio IELR	Siniestralidad Esperada SE	% Desarrollado	% Esperado por Desarrollar	Ocurridos Reportados Esperados	Ocurrido Actual	Ocurrido no reportado IBNR	Siniestros Últimos B-F SU_B-F
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	$PD_1$	$IELR_1$	$PD_1 \times IELR_1$	$1/FDA_n$	$1-1/FDA_n$	$SE_1 \times (1/FDA_n)$	$I_{1,n}$	$SE_1 \times (1-1/FDA_n)$	$I_{1,n} + IBNR_1$
2	$PD_2$	$IELR_2$	$PD_2 \times IELR_2$	$1/FDA_{n-1}$	$1-1/FDA_{n-1}$	$SE_2 \times (1/FDA_{n-1})$	$I_{2,n-1}$	$SE_2 \times (1-1/FDA_{n-1})$	$I_{2,n-1} + IBNR_2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
i	$PD_i$	$IELR_i$	$PD_i \times IELR_i$	$1/FDA_{n-i+1}$	$1-1/FDA_{n-i+1}$	$SE_i \times (1/FDA_{n-i+1})$	$I_{i,n-i+1}$	$SE_i \times (1-1/FDA_{n-i+1})$	$I_{i,n-i+1} + IBNR_i$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
n-1	$PD_{n-1}$	$IELR_{n-1}$	$PD_{n-1} \times IELR_{n-1}$	$1/FDA_2$	$1-1/FDA_2$	$SE_{n-1} \times (1/FDA_2)$	$I_{n-1,2}$	$SE_{n-1} \times (1-1/FDA_2)$	$I_{n-1,2} + IBNR_{n-1}$
n	$PD_n$	$IELR_n$	$PD_n \times IELR_n$	$1/FDA_1$	$1-1/FDA_1$	$SE_n \times (1/FDA_1)$	$I_{n,1}$	$SE_n \times (1-1/FDA_1)$	$I_{n,1} + IBNR_n$

Comparar la siniestralidad esperada vs la observada

# Metodologías – Bornhuetter-Ferguson

## Initial Expected Loss Ratio

- Para la estimación de la siniestralidad esperada se pueden utilizar:
  - Selección del Loss Ratio
  - Corrección del Loss Ratio por el incremento en las primas
  - Promedio de los siniestros últimos proveniente del método de desarrollo de ocurridos y pagados
  - Siniestros últimos del método de Frecuencia x Severidad
  - Estudio de la tarificación interna de la compañía. Se debe verificar que los parámetros utilizados en la tarificación son consistentes con los utilizados en reservas.

# Metodologías – Bornhuetter – Ferguson

- Bornhuetter – Ferguson. Salvamentos y Recuperaciones

Bornhuetter - Ferguson. Salvamentos y Recuperaciones					
Periodo de Ocurrencia	Siniestralidad Ultima	Siniestralidad Esperada SyR	Siniestralidad Esperada SyR	Porcentaje Esperado	Porcentaje Esperado por Reportar
1	2	3	4	5	6
1	* Selección <sub>1</sub>	IELR <sub>1</sub>	MES <sub>1</sub> = Selección <sub>1</sub> x IELR <sub>1</sub>	PE <sub>1</sub> = 1 / FA <sub>n</sub>	1- PE <sub>1</sub>
2	* Selección <sub>2</sub>	IELR <sub>2</sub>	MES <sub>2</sub> = Selección <sub>2</sub> x IELR <sub>2</sub>	PE <sub>2</sub> = 1 / FA <sub>n-1</sub>	1- PE <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
n-1	* Selección <sub>n-1</sub>	IELR <sub>n-1</sub>	MES <sub>n-1</sub> = Selección <sub>n-1</sub> x IELR <sub>n-1</sub>	PE <sub>n-1</sub> = 1 / FA <sub>2</sub>	1- PE <sub>n-1</sub>
n	* Selección <sub>n</sub>	IELR <sub>n</sub>	MES <sub>n</sub> = Selección <sub>n</sub> x IELR <sub>n</sub>	PE <sub>n</sub> = 1 / FA <sub>1</sub>	1- PE <sub>n</sub>

- Por ejemplo el IELR ó siniestralidad esperada para el caso de Salvamentos y Recuperaciones, se puede obtener al dividir los salvamentos y recuperaciones últimos, obtenidos a partir del método de desarrollo entre la siniestralidad última seleccionada para obtener el IBNR

# Metodologías – Bornhuetter – Ferguson

- Bornhuetter – Ferguson. Salvamentos y Recuperaciones, continuación

SyR Ocurridos Esperados	SyR	SyR por Ocurrir Esperados	Ultimos SyR Projectados	Ultimos SyR Projectados
7	8	9	10	11
$MES_1 \times PE_1$	$B_{1,n}$	$SRE_1 = MES_1 \times (1 - PE_1)$	$USP_1 = B_{1,n} + SRE_1$	$USP_1 = / \text{Seleccion}_1$
$MES_2 \times PE_2$	$B_{2,n-1}$	$SRE_2 = MES_2 \times (1 - PE_2)$	$USP_2 = B_{2,n-1} + SRE_1$	$USP_2 = / \text{Seleccion}_2$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
$MES_{n-1} \times PE_{n-1}$	$B_{n-1,2}$	$SRE_{n-1} = MES_{n-1} \times (1 - PE_{n-1})$	$USP_{n-1} = B_{n-1,2} + SRE_{n-1}$	$USP_{n-1} = / \text{PSeleccion}_{n-1}$
$MES_n \times PE_n$	$B_{n,1}$	$SRE_n = MES_n \times (1 - PE_n)$	$USP_n = B_{n,1} + SRE_n$	$USP_n = / \text{Seleccion}_n$



# Determinación de las Reservas

# Determinación de las Reservas

- Estimación de la reserva de IBNR

Reservas						
Periodo de Ocurrencia	Siniestros Ocurredos	Siniestros Pagados	Ocurredos Método de Desarrollo	Pagados Método de Desarrollo	Ocurredo Método B-F	Pagado Método B-F
1	2	3	4	5	6	7
1	$SO_{1,n}$	$SP_{1,n}$	$SO_{U_1}$	$SP_{U_1}$	$O_{USP_1}$	$P_{USP_1}$
2	$SO_{2,n-1}$	$SP_{2,n-1}$	$SO_{U_2}$	$SP_{U_2}$	$O_{USP_2}$	$P_{USP_2}$
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
n-1	$SO_{n-1,2}$	$SP_{n-1,2}$	$SO_{U_{n-1}}$	$SP_{U_{n-1}}$	$O_{USP_{n-1}}$	$P_{USP_{n-1}}$
n	$SO_{n,1}$	$SP_{n,1}$	$SO_{U_n}$	$SP_{U_n}$	$O_{USP_n}$	$P_{USP_n}$
Total						

# Determinación de las Reservas

- Estimación de la reserva de IBNR, continuación

Reservas					
Ocurrido Método CC	Pagado Método CC	Frecuencia x Severidad	Selección Última	IBNR	Reserva Caso por Caso
8	9	10	11	12	13
$O_{UCC_1}$	$P_{UCC_1}$	$OC_{FxS_1}$	* Selección <sub>1</sub>	Selección <sub>1</sub> - $SO_{1,n}$	$SO_{1,n} - SP_{1,n}$
$O_{UCC_2}$	$P_{UCC_2}$	$OC_{FxS_2}$	* Selección <sub>2</sub>	Selección <sub>2</sub> - $SO_{2,n-1}$	$SO_{2,n-1} - SP_{2,n-1}$
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
$O_{UCC_{n-1}}$	$P_{UCC_{n-1}}$	$OC_{FxS_{n-1}}$	* Selección <sub>n-1</sub>	Selección <sub>n-1</sub> - $SO_{1n-1,2}$	$SO_{n-1,2} - SP_{n-1,2}$
$O_{UCC_n}$	$P_{UCC_n}$	$OC_{FxS_n}$	* Selección <sub>n</sub>	Selección <sub>n</sub> - $SO_{n,1}$	$SO_{n,1} - SP_{n,1}$
Total					

- Como punto de partida se puede considerar el promedio de las columnas 4 a 10
  - Se debe analizar contra la columna 2
  - También se debe aplicar el juicio actuarial

## Determinación de las Reservas

- Estimación de la reserva de IBNR, continuación

Reservas		
Reservas Totales	Prima Devengada	Porcentaje de Siniestralidad
14	15	16
$IBNR_1 + Rcxc_1$	$Pdev_1$	$Selección_1 / Pdev_1$
$IBNR_2 + Rcxc_2$	$Pdev_2$	$Selección_2 / Pdev_2$
...	...	...
...	...	...
$IBNR_{n-1} + Rcxc_{n-1}$	$Pdev_{n-1}$	$Selección_{n-1} / Pdev_{n-1}$
$IBNR_n + Rcxc_n$	$Pdev_n$	$Selección_n / Pdev_n$
Total		

# Determinación de las Reservas

## Reserva de gastos

La reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro, también conocida como LAE (Loss Adjustment Expenses). La reserva LAE, se compone a su vez de los siguientes rubros:

- ULAE. Unallocated Loss Adjustment Expenses
  - Gastos de Ajuste No Asignados al Siniestro
- ALAE. Allocated Loss Adjustment Expenses
  - Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro

La reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro, tiene la finalidad de tener una provisión en caso de que la operación de seguros este en run-off, se cuenten con los recursos suficientes para hacer frente a los gastos que se deriven de los siniestros que se vayan a reportar.

**Resumen de Gastos**

<b>(1) Gastos Brutos</b>	Gastos del área de siniestros
<b>(2) Siniestro Pagados</b>	Siniestros Pagados en el año
<b>(3) Tasa Estimada de Gastos</b>	$(3) = (1) / (2)$
<b>(4) Selección de Tasa</b>	Selección
<b>(5) Reserva Estimada Caso por Caso</b>	Reserva del periodo
<b>(6) Reserva Estimada de IBNR</b>	Estimación del periodo
<b>(7) Reserva de Gastos</b>	$(7) = (4) \times [0.5 \times (5) + (6)]$

# Determinación de las Reservas

- Estimación de Salvamentos y Recuperaciones

Salvamentos y Recuperaciones				
Periodo de Ocurrencia	Salvamentos y Recuperaciones	Salvamentos y Recuperaciones Método de Desarrollo	Selección Ultima	Método Estimado de Salvamentos y Recuperaciones
1	2	3	4	5
1	$SyR_{1,n}$	$SyR_{U_{1,n}}$	* Selección <sub>1</sub>	Selección <sub>1</sub> - $SyR_{1,n}$
2	$SyR_{2,n-1}$	$SyR_{U_{2,n-1}}$	* Selección <sub>2</sub>	Selección <sub>2</sub> - $SyR_{2,n-1}$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
n-1	$SyR_{n-1,2}$	$SyR_{U_{n-1,2}}$	* Selección <sub>n-1</sub>	Selección <sub>n-1</sub> - $SyR_{1n-1,2}$
n	$SyR_{n,1}$	$SyR_{U_{n,1}}$	* Selección <sub>n</sub>	Selección <sub>n</sub> - $SyR_{n,1}$
Total				

# Determinación de las Reservas

- Estimación de Gastos de Salvamento

Gastos de Salvamento				
Periodo de Ocurrencia	Gastos de Salvamento	Gastos de Salvamento Método de Desarrollo	Selección Última	Método Estimado de Gastos de Salvamento
1	2	3	4	5
1	$GSal_{1,n}$	$GSal\_U_{1,n}$	* Selección <sub>1</sub>	Selección <sub>1</sub> - $GSal_{1,n}$
2	$GSal_{2,n-1}$	$GSal\_U_{2,n-1}$	* Selección <sub>2</sub>	Selección <sub>2</sub> - $GSal_{2,n-1}$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
n-1	$GSal_{n-1,2}$	$GSal\_U_{n-1,2}$	* Selección <sub>n-1</sub>	Selección <sub>n-1</sub> - $GSal_{1n-1,2}$
n	$GSal_{n,1}$	$GSal\_U_{n,1}$	* Selección <sub>n</sub>	Selección <sub>n</sub> - $GSal_{n,1}$
Total				



## Conclusiones

# Conclusiones

## Resumen de la valuación de la reserva de IBNR

### 1. Construcción de triángulos

- Triángulos de montos
  - Siniestros Ocurridos
  - Siniestros Pagados
  - Salvamentos y Recuperaciones
  - Gastos de Salvamento
  - Deducibles Pagados
- Triángulos de montos
  - Siniestros Ocurridos
  - Siniestros Pagados

2.1 Acomodar los triángulos, en la manera que se necesitan para los modelos

2.2 Acumular triángulos

2.3 Construir el triangulo de siniestro promedio, de siniestros ocurridos, de siniestros pagados y los triángulos de casos

# Conclusiones

## 3. Prima Devengada

- Para obtener la prima devengada hay que utilizar las bases de años anteriores, al menos de los últimos dos años. Esto se debe a que las bases tienen pólizas que van a estar vigentes en los siguientes periodos. La fórmula de obtener el devengamiento se encuentra dentro de la presentación.

## 4. Metodologías

### 4.1 Método de Desarrollo

- Obtención de los intervalos de desarrollo
- Calcular los distintos promedios (promedio simple y promedio ponderado)
- Selección en cada uno de los triángulos
- Siniestros últimos

### 4.2. Siniestralidad Inicial Esperada

- Siniestros ocurridos y siniestros pagados

### 4.3 Bornhuetter – Ferguson

- Siniestros ocurridos y siniestros pagados

### 4.4 Frecuencia por severidad

### 4.5 Estimación final de la reserva

# Conclusiones

## 5. Salvamentos y Recuperaciones

- Siniestralidad inicial esperada
- Bornhuetter – Ferrguson
- Proyección de salvamentos y recuperaciones



**Apéndice**

# Definiciones

- **Reclamación** – Cuando un asegurado informa de un posible siniestro a la aseguradora
- **Siniestro** – Monto pagado al asegurado o reclamante a nombre del asegurado para reponer (indemnificar) parcial o totalmente el daño
  - **Siniestros Pagados** – El monto pagado por cada siniestro individual
  - **Siniestros Ocurridos** – el monto pagado por cada siniestro individual más su reserva respectiva
- **Reserva de Siniestros** – El monto reservado para cada siniestro establecido por el área de siniestros. El monto se modifica en el tiempo conforme se tenga más información o se pague el siniestro
- **Gastos de Ajuste del Siniestro**
  - **Gastos de ajuste asignados al siniestro (ALAE)** – Gastos asociados directos a un siniestro como gastos de abogados, investigación, grúas, entre otros
  - **Gastos de ajuste no asignados al siniestro (ULAE)** – Gastos no asociados a un siniestro como nómina del área de siniestros, electricidad
- **Salvamentos** – Recuperaciones de un siniestro, que al ser transferidas a la aseguradora, ésta por lo general las vende para recuperar parte del siniestro pagado
- **Subrogación** – Un derecho de recuperar el siniestro que paga la aseguradora al cederle los derechos para que por medios legales recupere de un tercero responsable del siniestro pagado
- **Número de Siniestros Ocurridos** – Número de siniestros reportados, estos se registran al momento de su estimación inicial

## Definiciones continuación...

- **Número de Siniestros Pagados** – Número de siniestros pagados, estos se registran al momento del primer pago (parcial o total)
- **Siniestralidad Inicial Esperada (IELR)** – Supuesto de la siniestralidad inicial para un periodo dado
- **Siniestros últimos** – Estimación del monto último a pagar por parte de la aseguradora por periodo
- **Primas devengadas** – Prima ganada durante el periodo
- **Colas de siniestros** – Periodo de desarrollo hasta que se termina de reportar o pagar el siniestro
- **Frecuencia** – El número de siniestros por unidad expuesta
- **Unidad Expuesta** – Unidad de medición la cual describe en el periodo de valuación la exposición al riesgo (Prima no devengada, número de automóviles, número de casas, etc.)
- **Severidad** – Por lo general es la siniestralidad última entre el número último estimado