



# “Credit Risk +” aplicación en una Compañía Aseguradora

Laura Jimena del Pilar Moreno Duarte

Universidad del Rosario  
Facultad de Economía  
Bogotá, Colombia  
2019



# “Credit Risk +” aplicación en una Compañía Aseguradora

Laura Jimena del Pilar Moreno Duarte

Tesis o trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magíster en Finanzas Cuantitativas**

Director:  
Doctor en Economía Carlos Alberto Castro Irigorri

Universidad del Rosario  
Facultad de Economía  
Bogotá, Colombia  
2019



## Resumen

El Riesgo de Crédito refleja el riesgo que el valor de una cartera disminuya debido a incumplimientos inesperados. Estas pérdidas pueden incurrir debido a incumplimientos totales o a los incumplimientos esperados debido al cambio de calificación de la contraparte, en un horizonte de un año y resulta de la agregación de los riesgos de renta fija, hipotecas, reaseguro y otras cuentas por cobrar. Los Riesgos de Renta Fija e Hipotecas se catalogan en:

- Incumplimiento: es el riesgo de que un emisor de deuda se vuelva insolvente y, por lo tanto, no cumpla con sus obligaciones.
- Riesgo de migración: el riesgo de que algún emisor de deuda experimente un cambio de calificación adverso (por ejemplo, una rebaja de la calificación AA de Standard & Poor's a una calificación A), lo que resulta en un mayor riesgo de incumplimiento adicional.

Estos dos riesgos se calculan de forma independiente y simplemente se agregan para obtener el riesgo de renta fija o hipoteca en caso de contraparte incumple en un periodo de un año. Otros riesgos relacionados con los instrumentos de renta fija, como los riesgos de tasa de interés y tasas de cambio, también se consideran pero en el capítulo de Riesgos de Mercado, que no se contempla en este documento.

El riesgo de reaseguro derivado de la exposición a contrapartes de reaseguro y el riesgo de Receivables vinculado a la exposición crediticia de la Compañía a cuentas por cobrar de titulares de pólizas, intermediarios y otras cuentas por cobrar.

# Contenido

<b>Resumen</b>	<b>v</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2 Metodología</b>	<b>3</b>
<b>3 Selección del Modelo</b>	<b>5</b>
3.1 Comparación de Modelos de Riesgo de Crédito. . . . .	5
3.1.1 Limitaciones y propuestas de corrección . . . . .	6
<b>4 Descripción Teórica</b>	<b>9</b>
4.1 Capital económico de Renta Fija . . . . .	9
4.2 Capital económico de Reaseguro . . . . .	10
4.3 Capital económico de Receivables - Cuentas por cobrar . . . . .	11
4.4 Calibración del Modelo . . . . .	12
4.4.1 Probabilidades de incumplimiento - Capital económico de Renta Fija	12
4.4.2 Probabilidades de incumplimiento - Capital económico de Reaseguro	15
<b>5 Descripción general de las bases de datos</b>	<b>16</b>
<b>6 Resultados</b>	<b>18</b>
6.1 Análisis de sensibilidad . . . . .	19
6.1.1 Sensibilidades a las probabilidades de incumplimiento . . . . .	19
6.1.2 Sensibilidades a los coeficientes de variación . . . . .	20
6.1.3 Sensibilidad al cambio absoluto en las tasas de recuperación . . . . .	20
6.1.4 Sensibilidad al cambio relativo en las tasas de recuperación . . . . .	21
<b>7 Conclusiones</b>	<b>23</b>
<b>8 Bibliografía</b>	<b>24</b>

# 1 Introducción

Bajo la directiva de Solvencia II, las compañías de seguros deben calcular su Requerimiento de Capital de Solvencia o económico STEC por sus siglas en inglés (Short Term Economical Capital) para justificar ante al regulador, asegurados y beneficiarios que cuenta con el capital suficiente para absorber pérdidas significativas y cumplir con los pagos pactados, además está diseñado como una herramienta de gestión de riesgos consistente y completa. En los países donde Solvencia II esta implementado las compañías aseguradoras pueden elegir calcular el Requerimiento de Capital usando el modelo entregado por el regulador denominado fórmula estándar o un modelo propio de la compañía denominado modelo interno. Muchas empresas prefieren los modelos internos, ya que son más sensibles al riesgo propio, capturan perfiles de riesgo individuales y, por lo tanto, reducen los requisitos de capital que Solvencia II impone a las compañías de seguros. Sin embargo, los modelos internos están sujetos a la aprobación del regulador local; Las compañías de seguros deben demostrar que su modelo interno cumple con la prueba de uso, estándares de calidad estadística, estándares de calibración, estándares de validación y estándares de documentación. Como en Colombia aún no está tipificado el marco de Solvencia II, pero existe el proyecto de que se implemente en 2020, es importante que las compañías aseguradoras se preparen conociendo sus riesgos y por lo tanto el capital suficiente para que la implementación sea fluida, acorde al mercado Colombiano y así asegurar procesos e informes eficientes, de manera que los roles y las responsabilidades se asignen adecuadamente para identificar, medir, monitorear, administrar e informar los riesgos claves. Este documento pretende construir el capítulo de Riesgo de crédito, dentro del marco del modelo interno de una compañía aseguradora Colombiana, usando el modelo estructural de evaluación de riesgo “Credit Risk +” y las directrices de la compañía con casa matriz en Europa. Se describe las pautas de selección del modelo, explorando las ventajas y limitaciones, así como los planes de remediación para estos limitantes, una descripción del modelo, descripción de la base de datos, los resultados y planteamiento de sensibilidades sobre estos.

## 2 Metodología

El modelo interno de una compañía está compuesto por capítulos, categorías e ítems de riesgo, como se describen en la siguiente tabla:

RIESGOS MODELO INTERNO		
Capítulos	Categorías	Ítems
Riesgos Financieros	Riesgo de Mercado	Tasas de interés
		spread de papeles Corporativos
		spread de papeles gubernamentales
		Equity
		Tasas de cambio
		Real estate
		Fondos propios
		Inflación
	Riesgo de Crédito	Renta fija
		Reaseguros
Hipotecas		
Receivables		
Riesgo de Liquidez	Riesgo de Liquidez	
Riesgos Técnicos	Riesgos de Generales	Reservas
		Primas
		Catastrófico
	Riesgos de Vida	Catastrófico
		Mortalidad
		Longevidad
		Invalidez
		Salud / Gastos médicos
		Persistencias
		Gastos
Riesgos Operacionales	Fraude Interno	Fraude interno y actividades intencionales no autorizadas
	Fraude Externo	Fraude externo y fraudes en la seguridad del sistema
	Recursos Humanos y seguridad del trabajo	Relaciones laborales, discriminación y diversificación.
		Seguridad laboral
	Clientes, producto y prácticas de negocio	Perdidas de empleados claves / talentos
		Idoneidad, divulgación e incumplimiento de las obligaciones fiduciarias y actividades de asesoría.
		Prácticas comerciales o de mercado inadecuadas que conducen al incumplimiento de las leyes y regulación local.
	Daños en los bienes inmuebles	Errores en los productos.
		Desastres y otros eventos
	Ejecución, entrega y gestión de procesos	Transferencias, capturas, ejecución y mantenimiento
		Fallos en los procesos de reclamaciones.
		Riesgo de divulgación e información pública.
		Errores en la gestión de los proyectos
Mal funcionamiento o fracaso de los proveedores internos		
Intangibles	Activos Intangibles	Mal desempeño o fracaso de los proveedores externos
		Activos Intangibles



Es de nuestro interés evaluar la categoría de riesgo de crédito, que se basa en un Valor en Riesgo (VaR) con un intervalo de confianza del 99.5 %. La variación en los factores de riesgo se calibra a un horizonte de tiempo de un año, usando el modelo estructural de riesgo “Credit Risk +” La categoría de crédito evalúa el riesgo de que el valor de una cartera disminuya por incumplimientos inesperados. Las pérdidas en estas carteras pueden incurrirse debido a incumplimientos después de una posición desfavorable de la contraparte, en un periodo de un año:

Para renta fija se identifican dos tipos de riesgo, que se calculan independientemente y se agregan para obtener la evaluación de esta categoría:

- Incumplimiento: Riesgo que un emisor se vuelva insolvente y por lo tanto no cuente con la capacidad de cumplir con sus obligaciones.
- Calificación: Riesgo que el emisor experimente un cambio en la calificación hacia un estado adverso, que implica un incremento en el riesgo de incumplimiento.

Riesgos relacionados con instrumentos de renta fija, como la tasa de interés o tasas de cambio, se consideran en la categoría de riesgo de mercado.

El riesgo de reaseguro esta derivado del incumplimiento en los pagos que se ocasionen por parte del reaseguro.

El riesgo de Receivables está vinculado a la exposición crediticia de la compañía a las cuentas por cobrar de los asegurados, intermediarios y otras cuentas por cobrar.

La variación en los factores de riesgo se calibran a un horizonte temporal de un año.

## 3 Selección del Modelo

Un evento de crédito (incumplimiento) de un título significa que el emisor del título no cumple con los pagos de intereses o del nominal. El valor de mercado del título disminuye a una cierta cantidad que se supone que se recuperará durante el proceso de amortización. Dado que los títulos se consideran a valor de mercado en el balance de Solvencia II, la pérdida debida a un incumplimiento es el valor de mercado actual del bono antes del incumplimiento menos el importe de recuperación. En general, la cantidad de recuperación se calcula utilizando el nocional del título y la tasa de recuperación:

$$\text{Pérdida por Incumplimiento} = \text{Valor de mercado} - (\text{Nocional} * \text{tasa de Recuperación})$$

En el nivel del portafolio como se describe en Solvencia II, los requisitos de capital de solvencia “Cubrirán los negocios existentes, así como los nuevos negocios que se espera escribir durante los próximos 12 meses”.

Por este motivo, el riesgo de crédito se define como el horizonte del Valor en riesgo (VaR) con un intervalo de confianza del 99.5 % menos las recuperaciones esperadas:

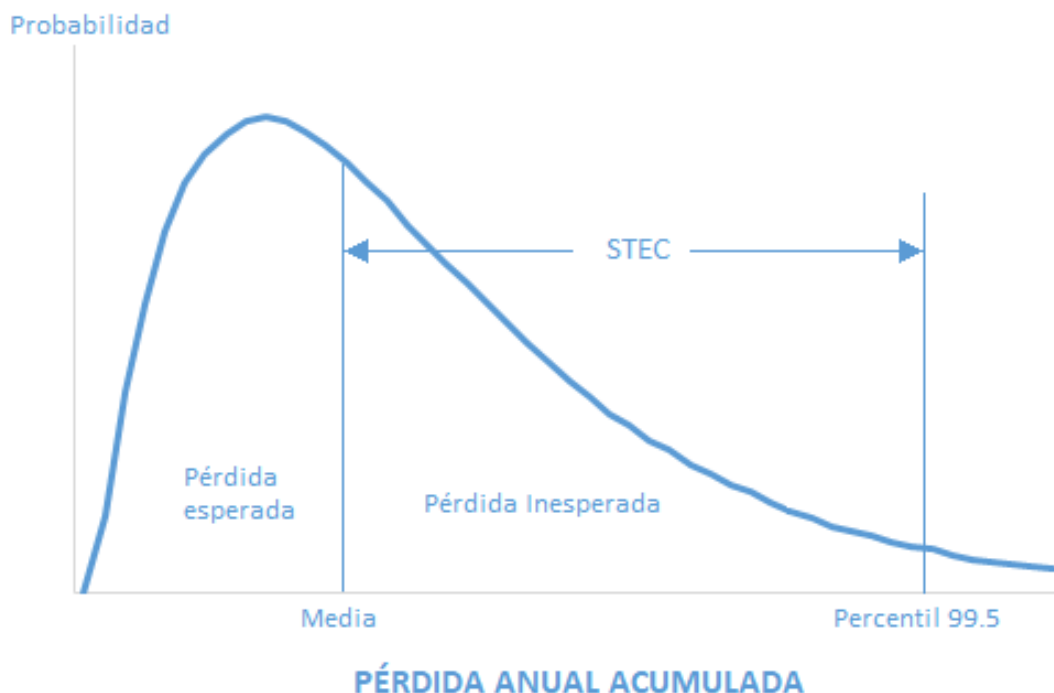
El riesgo de incumplimiento se calcula con “**Credit Risk +**”, un modelo desarrollado por Credit Suisse que se ha convertido en uno de los puntos de referencia en la estimación del riesgo de crédito y uno de los modelos más utilizados para el cálculo de la distribución de pérdidas.

### 3.1. Comparación de Modelos de Riesgo de Crédito.

De acuerdo a las buenas prácticas de la industria, comúnmente se usan tres modelos para cuantificar el Riesgo de Crédito: Credit Risk +, Credit Metrics, KMV (Kecholfer, McQuown y Vasicek), estos dos últimos siguen los principios del modelo de Merton, la siguiente tabla expone una breve descripción de estos modelos:

Si bien los modelos estructurales (Es estructural porque proporciona una relación entre el riesgo de incumplimiento y la estructura de activos, capital, de la empresa.) de KMV (de Moody’s), Credit Metrics (de RiskMetrics Group) o Merton ofrecen una mayor flexibilidad e incluyen modelos estocásticos para la valoración de activos, estos modelos son extremadamente complejos y difíciles de calibrar.

En el modelo KMV, el cálculo de la frecuencia de incumplimiento esperada depende en gran



medida del precio de la acción, que puede estar sobrevalorado o infravalorado en tiempos de burbuja o crisis. Además, solo las empresas que cotizan en bolsa pueden ser calificadas, y los resultados pueden ser difíciles de comprender. La ventaja de Credit Risk + proviene del hecho que requiere una cantidad relativamente limitada de datos (normalmente no se necesitan datos extensos relacionados con cada deudor) adicional proporciona una solución analítica para los momentos que generan la función de la distribución de pérdidas. Esto permite el cálculo de la distribución de pérdidas a través de un procedimiento recursivo que minimiza considerablemente el tiempo de cálculo en comparación con otros modelos. Esto es particularmente importante para las entidades que tienen que realizar los cálculos para diferentes segmentos del negocio. Además, el factor de riesgo, p. ej las probabilidades de incumplimiento y tasas de recuperación son fácilmente entendibles. Por lo tanto, se adoptó el modelo Credit Risk + para calcular el Riesgo de Crédito de esta compañía.

### 3.1.1. Limitaciones y propuestas de corrección

#### Riesgo de migración

El modelo Credit Risk + no considera ningún riesgo de migración, es decir, el cambio en el valor de mercado debido a un cambio de calificación (cambio de diferencial) del instrumento subyacente. Sin embargo, de conformidad con el marco de Solvencia II, se considera en el capítulo de riesgo de crédito solo el riesgo de incumplimiento de la contraparte. Por esta razón, cualquier cambio relacionado con el crédito del valor de mercado se considerará en el

	Descripción	Ventajas	Limitaciones
<b>Credit Risk +</b>	Enfoque actuarial. Cuantificación analítica del riesgo de incumplimiento de la cartera en función de las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación de los deudores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calibración de parámetros de acuerdo a la experiencia o estudios de la Compañía</li> <li>• Distribución de siniestros cerrada.</li> <li>• No se considera Riesgos de Spread (Parte del Riesgo del Mercado)</li> <li>• Tiempo de computación limitado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene en cuenta el riesgo de Migración.</li> <li>• Tasas de Recuperaciones determinísticas (No estocásticas).</li> </ul>
<b>Credit Metrics</b>	Este modelo estima en valor de un bono al final de un horizonte de tiempo (p.ej. 1 año), considerando matrices de transición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos Multi-estado con matrices de migración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidades de Migración difíciles de estimar.</li> <li>• Consideración Parcial del Riesgo de Spread.</li> <li>• Desarrollos computacionales altos.</li> </ul>
<b>KMV</b>	La probabilidad de incumplimiento se calcula a partir de la información del mercado (precio de las acciones y estructura de la tasa de interés), estados financieros y percepciones de riesgo (subjetivas). La probabilidad de incumplimiento se usa para calcular las pérdidas esperadas e inesperadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de predicción para cambios de calificación</li> <li>• Se ajustan los parámetros de acuerdo al comportamiento del mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerte dependencia del precio de las acciones.</li> <li>• Difícil calibración.</li> <li>• Solo las empresas que cotizan en bolsa pueden ser calificadas</li> <li>• Riesgo de errores de valoración.</li> </ul>
<b>Merton</b>	Aplica la teoría de Black-Scholes para la evaluación del precio de los activos de las empresas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica la teoría de Black-Scholes para la evaluación del precio de los activos de las empresas.</li> <li>• Se tiene en cuenta los precios de ejercicio de opciones, precios subyacentes actuales, tasas de interés libres de riesgo y la cantidad de tiempo antes del vencimiento.</li> <li>• La volatilidad de las acciones subyacentes y las tasas libres de riesgo son constantes.</li> <li>• Los rendimientos de las acciones subyacentes se distribuyen regularmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo debe cumplir los supuestos necesarios para adaptarse a la dinámica del proceso de evaluación de los activos de las empresas, de las tasas de interés y de la estructura del capital como lo requiere el modelo Black-Scholes.</li> <li>• La pérdida del activo se registra solo al vencimiento, lo que elimina la alternativa de que la pueda efectuarse antes del vencimiento de la deuda (opciones son europeas)</li> <li>• Realiza un vínculo entre los activos con un cero cupón</li> </ul>

capítulo de Riesgo de mercado bajo el riesgo de diferencial, donde los shocks de spread se incrementan por un factor dependiente de la calificación.

### Riesgo de recuperación

En caso de incumplimiento, las exposiciones recuperadas dependen de varios factores económicos y particulares de cada emisor que conducen a una incertidumbre sobre la tasa de recuperación. Los modelos de riesgo de crédito más competitivos incorporan el riesgo de tasa de recuperación, mediante ejercicios estocásticos. Sin embargo, esto no es posible para Credit Risk +, es decir, la tasa de recuperación es un parámetro determinista.

Incluso si se integrara una tasa de recuperación estocástica en el modelo Credit Risk +, sería

difícil estimar el riesgo idiosincrático puesto que no hay datos suficientes disponibles. Sin embargo se propone tasas de recuperaciones conservadoras para todas las posiciones.

### **Concentración**

Credit Risk + es un modelo de cartera, es decir, la exposición debe estar suficientemente diversificada para calcular una cifra de Capital económico significativa. Sin embargo en el mercado Colombiano no cuenta con suficientes emisores que cumplan los lineamientos de inversiones locales y de la entidad, en particular para esta compañía tiene exposición con 90 emisores y el 60% del total del portafolio a valor de mercado esta con los 5 primeros emisores. En este caso de la cartera no diversificada, la distribución de pérdidas puede tener grandes saltos observables.

### **Tratamiento de activos sin calificación**

Para los activos, que no cuentan con calificación de su emisor, se supone que una calificación BB derivada del riesgo de crédito.

## 4 Descripción Teórica

### 4.1. Capital económico de Renta Fija

El modelo Credit Risk + se basa en un enfoque actuarial que no requiere ningún fundamento económico con respecto al deudor ni ninguna suposición con respecto a la causa del incumplimiento, en esencia, Credit Risk + también se llama modelo de mezcla de Poisson. En este tipo de modelo, los valores predeterminados de la cartera siguen una distribución de Poisson cuyo parámetro  $\lambda$  sigue una distribución Gamma. Como consecuencia, la distribución predeterminada obtenida sigue una distribución binomial negativa. Para optimizar el tiempo de cálculo, Credit Risk + divide la cartera completa en model points de acuerdo al emisor de deuda. La distribución de pérdida acumulativa de todos los model points se calcula a través de un proceso de convolución utilizando un algoritmo Panjer <sup>1</sup>. El cálculo del riesgo de incumplimiento comienza con el cálculo del Loss Given Default (LGD) para cada model point.

El **LGD** es la diferencia entre el valor de mercado (MV) y el monto de recuperación calculado como el producto de las tasas de recuperación estimadas (TR) el valor nominal (N) del activos:

$$LGD_{Teorico} = MV - (NxTR)$$

Sin embargo, el LGD podría volverse negativo o cero en los siguientes casos:

- El nominal es alto en comparación con el valor de mercado (p. ej. si el activo se ha comprado con descuento)
- El nominal se reporta erróneamente.

Para evitar estos casos, el LGD se deriva utilizando la siguiente fórmula:

$$LGD_{Practico} = Max\{MV - (NxTR); MV - (MVxTR)\}$$

Este es un enfoque conservador puesto que  $LGD_{Practico}$  es mayor o igual que  $LGD_{Teorico}$

---

<sup>1</sup>El algoritmo de Panjer, derivado del cálculo actuarial, toma como base las distribuciones clase (a, b) y presenta una fórmula recursiva para el cálculo de la función de distribución de sumas de variables aleatorias en un modelo de riesgo colectivo.

La pérdida esperada (PE) se obtiene multiplicando el LGD con la probabilidad de incumplimiento (PI)

$$PE = \sum_{Emisores} LGD \times PI$$

**Volatilidad de la probabilidad de incumplimiento**, como las probabilidades de incumplimiento se consideran variables aleatorias con distribución Gamma, se pueden determinar la media ( $\mu$ ) y la volatilidad ( $\sigma$ ), sin embargo el modelo, la volatilidad se ingresa como coeficiente de variación (CV):

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Así mismo el coeficiente de coeficiente de variación “Total” se calcula como la relación de la desviación estándar ponderada por exposición sobre la probabilidad de incumplimiento promedio ponderada por exposición por calificación (j) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CV_{Total} = \frac{\sum_j MV_j x \sigma_j}{\sum_j MV_j x \mu_j}$$

El cálculo del coeficiente de variación se basa en: Tasas de incumplimiento históricas de S&P de 1999 a 2017. Para ser coherente, se ha utilizado la misma muestra histórica que la utilizada para obtener las probabilidades de incumplimiento.

## 4.2. Capital económico de Reaseguro

El Capital económico de reaseguros refleja los riesgos asociados con los montos adeudados por los reaseguradores. Cubre el riesgo derivado de los contratos de reaseguro, así como de los negocios facultativos. Las exposiciones de reaseguro se toman netas de cualquier garantía. Para el cálculo de este riesgo se toma la exposición o cuantas por cobrar del reasegurador por la probabilidad de incumplimiento de este ( $PI_R$ ):

$$Reaseguros_{CE} = PI_R * Contingencia_i$$

Donde:

$Contingencia_i$ , hace referencia a las contingencias a cargo del reasegurador, como son:

- Reservas de siniestros.
- Reservas de primas.
- Reservas matemáticas.

### 4.3. Capital económico de Receivables - Cuentas por cobrar

Considera el riesgo de incumplimiento inesperado de las cuentas por cobrar de los asegurados, intermediarios y otros. No se incluyen en este riesgo secundario las cuentas por cobrar de los reaseguradores, que se consideran en el Capital económico de reaseguros. Las siguientes exposiciones se consideran en el Capital económico de receivables:

- Cuentas por cobrar de los asegurados o Primas pendientes o Pagos de beneficios pagados en exceso
- Cuentas por cobrar de intermediarios o Recuperaciones de comisiones pagadas en exceso o Pagos de apoyo por adelantado a agencias durante el inicio del negocio
- Otras cuentas por cobrar sujetas a riesgo de crédito (excluyendo reaseguros).

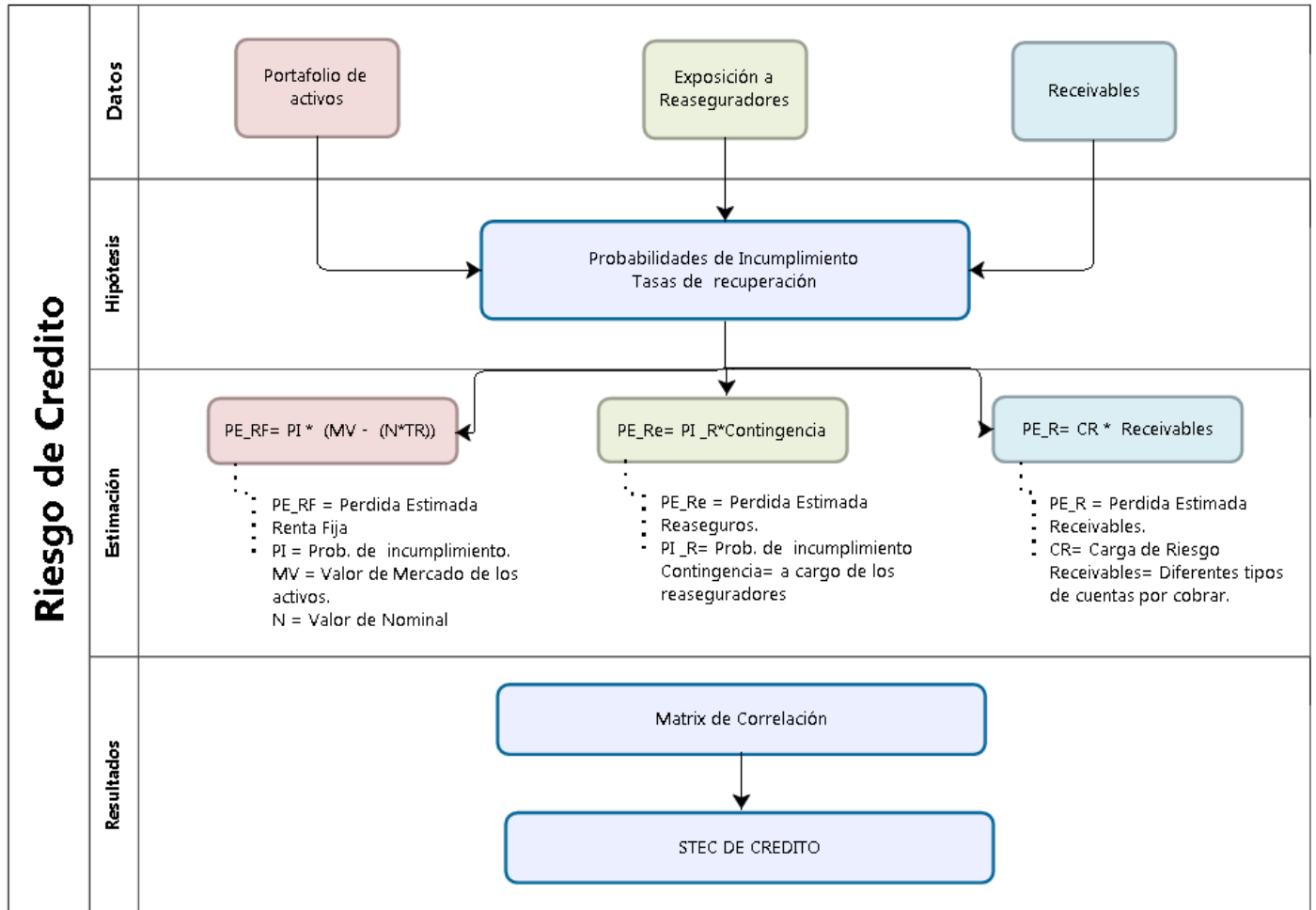
La probabilidad de incumplimiento o carga de riesgo (CR) de las cuentas por cobrar, se calcula teniendo en cuenta un análisis estadístico de pérdidas históricas ocurridas, sin embargo en caso de que estas probabilidades sean muy bajas de acuerdo al monto de las pérdidas, el modelo propone una carga de riesgo igual a 15% en línea con la fórmula estándar de la casa Matriz de la entidad y debido a que la información de incumplimientos es insuficiente para determinar una hipótesis distinta :

$$Receivables_{CE} = CR * Receivables_i$$

Donde  $i$  son los diferentes tipos de cuentas por cobrar.



La siguiente gráfica muestra la construcción del Capital económico de Crédito:



## 4.4. Calibración del Modelo

### 4.4.1. Probabilidades de incumplimiento - Capital económico de Renta Fija

Se tiene cinco grupos principales de instrumentos en el portafolio: Bonos corporativos, bonos gubernamentales, prestamos de apalancamiento, transacciones de financiación garantizadas y deuda de infraestructura, sin embargo para la construcción de las probabilidades de incumplimiento se agrupan en dos segmentos, Bonos gubernamentales y Bonos no gubernamentales, ya que sus factores de riesgo son muy similares.

La probabilidad de incumplimiento es uno de los principales parámetros de la herramienta de riesgo de crédito y las agencias de calificación son la principal fuente de datos históricos sobre

los valores predeterminados, puesto que recopilan y analizan datos financieros, determinan y actualizan las calificaciones y comparan sus calificaciones con los valores históricos predeterminados. Las agencias de calificación disponen de un gran universo de emisores calificados y una alta experiencia en sectores y productos de la industria. Por lo tanto, es más eficiente confiar en las calificaciones y los datos predeterminados de las agencias de calificación. Sin embargo en el mercado Colombiano no cuenta con unas probabilidades de incumplimiento por falta de información y ampliando el espectro S&P emitió un documento en 2018 con un “Estudio de incumplimiento y transición de calificaciones para el sector corporativo en América Latina - 2017”, sin embargo la situación es la misma, la información de incumplimientos es escasa y no permite construir matrices con probabilidades de incumplimiento robustas:

**Tiempo transcurrido entre la calificación inicial y el incumplimiento entre emisores corporativos (América Latina vs. Global)**

Calificación inicial	Conteo de incumplimientos	Promedio de años desde la calificación inicial	Mediana de años desde la calificación inicial	Desviación estándar en años desde la calificación inicial
<b>América Latina (1997-2017)</b>				
AAA	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
AA	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
A	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
BBB	25	5.7	4.8	3.8
BB	71	4.9	4.4	3.2
B	68	3.1	2.8	2.1
CCC/C	15	2.1	1.4	2.2
Total	179	4.1	3.8	3.0
<b>Global (1981-2017)</b>				
AAA	8	18.0	18.5	11.4
AA	29	15.2	14.4	8.5
A	98	13.5	10.9	8.5
BBB	207	8.8	7.1	6.5
BB	605	6.7	5.2	5.5
B	1,473	4.8	3.5	4.1
CCC/C	252	2.2	1.3	2.8
Total	2,672	5.8	4.0	5.5

N.D. = No disponible. Fuentes: S&P Global Fixed Income Research y CreditPro® de S&P Global Market Intelligence.

**Figura 4-1:** Tomado de S&P - Estudio de incumplimiento y transición de calificaciones para el sector corporativo en América Latina - 2017

Por lo tanto se van a tomar las probabilidades de incumplimiento globales, que parecen más conservadoras que el caso Colombiano o Latinoamericano.

Las tasas de incumplimiento históricas de los bonos corporativos de Moody's y S&P se han comparado en la tabla a continuación:

Probabilidades de Incumplimiento			
Calificación	Moody	Calificación	S&P
Aaa	0,00%	AAA	0,00%
Aa	0,04%	AA	0,03%
A	0,07%	A	0,08%
Baa	0,25%	BBB	0,18%
Ba	0,69%	BB	0,72%
B	2,63%	B	3,82%
Caa-C	12,62%	CCC/C	26,60%

### **Bonos corporativos y relacionados con el gobierno, préstamos de apalancamiento, transacciones de fondos garantizados y efectivo**

Las tasas de incumplimiento de S&P son generalmente más conservadoras, especialmente en la calificación sin grado de inversión, que las de Moody's. Si no se observó incumplimiento como es el caso de AAA corporativo, se usa una probabilidad mínima de 0.002 % para reflejar la probabilidad de incumplimiento para un evento extremo. El impacto del uso de las tasas de incumplimiento de Moody's en comparación con las de S&P es significativo, ya que reduciría el STEC predeterminado 14,4 %, por lo tanto, usar las probabilidades predeterminadas de S&P es más prudente. Por esta razón, las probabilidades de incumplimiento de los bonos corporativos y gubernamentales, los préstamos de apalancamiento y las transacciones de financiación garantizada se derivan de un estudio anual sobre las tasas de incumplimiento corporativo de Standard & Poor's. Las tasas de incumplimiento anuales publicadas se promedian entre 1999 y el final del año anterior, es decir se actualizan anualmente; Esto asegura que las tasas de incumplimiento incluyan el desarrollo macroeconómicos más recientes. Las probabilidades de incumplimiento a usa con un promedio de 1999 a 2017, son:

Calificación	PI
AAA	0,002%
AA	0,031%
A	0,081%
BBB	0,181%
BB	0,720%
B	3,823%
CCC/C	26,598%

### **Bonos del gobierno**

Las probabilidades de incumplimiento de los bonos del gobierno provienen de un estudio de S&P sobre deuda soberana. S&P proporciona anualmente las tasas de incumplimiento

promedio entre 1975 y el final del año anterior. Como no ha habido incumplimiento en el área de grado de inversión para los bonos del gobierno, se utiliza una probabilidad mínima de incumplimiento de 0.002 % cuando no hay datos disponibles:

Calificación	PI
AAA	0,002%
AA	0,002%
A	0,002%
BBB	0,002%
BB	0,500%
B	2,500%
CCC/C	38,200%

#### 4.4.2. Probabilidades de incumplimiento - Capital económico de Reaseguro

La Probabilidad de incumplimiento, está asociada a la calificación crediticia de la contraparte en Reaseguro asignada por una Calificadora de Riesgo. Se han tomado las probabilidades de incumplimiento de la tabla publicada por S&P en el Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions, de igual forma se utiliza una probabilidad mínima de incumplimiento de 0.002 % cuando no hay datos disponibles:

Calificación	PI
AAA	0,002%
AA	0,034%
A	0,091%
BBB	0,203%
BB	0,771%
B	3,921%
CCC/C	26,273%

## 5 Descripción general de las bases de datos

Se cuenta con la información del “Portafolio” de la compañía, para tres entidades: “Vida”, “Generales” y “Salud”, con la siguiente información:

- Identificador
- Emisor
- Fecha de emisión
- Fecha de vencimiento
- Nominal Actual
- Facial
- Modalidad de pago.
- Fecha de compra
- Valor Compra
- Moneda
- TIR Compra
- Valor Mercado

Las probabilidades de default, tasas de recuperación y las matrices de transición deben ser validadas por el equipo de Capital económico de la casa matriz de la compañía.

Un fragmento de la Base de datos del portafolio de entrada en el modelo, se presenta a continuación:

Code	Bussines_segment	Currency	AXA_Instrument	Issuer_Rating	Maturity	Issue_Date	Market_Value
CO007076XX	Generales	COP	Corporate bonds	BBB-	1/04/2019	31/12/2018	5533
CO007124XX	Vida	COP	Corporate bonds	BBB-	1/04/2019	31/12/2018	46315
CO007179XX	Vida	COP	Corporate bonds	BBB-	1/04/2019	31/12/2018	1858
CO007184XX	Generales	COP	Corporate bonds	BB+	1/04/2019	31/12/2018	414365
CO007124XX	Generales	COP	Government bonds	BB	1/04/2019	31/12/2018	233463
CO007124XX	Vida	COP	Corporate bonds	BBB-	1/04/2019	31/12/2018	43

Adicional se cuenta con la información de los cúmulos de exposición por reasegurador. La calificación crediticia de la contraparte de cada reasegurador está dada por las calificadoras de riesgo, y las probabilidad de default son las emitidas por S&P.

De acuerdo a los balances de la compañía se puede acceder a la información de las cuentas por cobrar, en este caso sobre estas cuentas se aplica un 15% como “no recuperación”.

## 6 Resultados

Se ha tomado el portafolio de la Compañía formado por 90 emisores de deuda, las exposiciones con lo Reasegurador y los receivables, a corte diciembre de 2018.

Para la agregación de los resultados se toma el Capital económico de Renta fija, reaseguradores y receivables y se propone la siguiente matriz de correlación:

	Renta Fija	Reaseguros	Receivables
Renta Fija	100%	50%	25%
Reaseguros		100%	25%
Receivables			100%

Esta propuesta se emite de acuerdo con las siguientes consideraciones:

**Renta fija / reaseguro (50 %):** Los incumplimientos de los reaseguros se desencadenan principalmente por impactos repentinos como catástrofes naturales o crisis financieras, según S&P el sector de seguros tiene la probabilidad promedio más baja de incumplimiento (promedio ponderado de 0.62 % de acuerdo al histórico 1981-2017) entre todos los sectores, adicional la industria de seguros se ve menos afectada por cambios en los ciclos económicos, por lo cual, la correlación aplicada del 50 % entre el reaseguro y otros sectores de renta fija puede considerarse prudente.

**Renta fija / receivables (25 %):**

El Capital económico de receivables considera el riesgo de crédito de las cuentas por cobrar de los asegurados, intermediarios y otras. El riesgo de crédito es pequeño y está bien diversificado en las entidades de la compañía y los clientes. Además, la contraparte de las cuentas por cobrar son principalmente asegurados e intermediarios locales, que no se ven directamente afectados por los mercados financieros. Por esta razón, una correlación del 25 % se considera prudente.

**Reaseguro / receivables (25 %):** Como se describió anteriormente, las cuentas por cobrar y reaseguros tienen diferentes factores de riesgo y por lo tanto no existe un vínculo directo entre el reaseguro y el riesgo de incumplimiento de las cuentas por cobrar. Como resultado, se supone una baja correlación del 25 %.

Sobre los resultados, el monto resultante de la agregación a través de la matriz de correlación, el capital requerido entra a ser parte del patrimonio adecuado de la compañía. Para

presentación de resultados se muestra el porcentaje de la carga de capital sobre la exposición (Valor en libros del portafolio de activos, exposiciones a los Reaseguradores y receivables):

<b>Capital Económico 99,5%</b>	<b>3,024%</b>
--------------------------------	---------------

Los resultados comparados con el Capital económico de otros países es menor, generalmente están entre 3% y 5%, esto debido a la cantidad de Bonos Gubernamentales (47%) que se encuentran en el portafolio, así como la buena calificación de los reaseguradores.

Sin embargo la covarianza (CoV = 118%) es mayor a la observable en las otras entidades (CoV = 112%) por la mismo motivo, el portafolio muy poca diversificación lo que implica un aumento en la volatilidad del portafolio.

## 6.1. Análisis de sensibilidad

El capital económico de crédito depende de varios parámetros, por lo que se analiza las sensibilidades de los parámetros probabilidades de incumplimiento, coeficiente de variación, tasas de recuperación, con el objetivo de comprender cómo se moverá el capital económico al enfatizar estos factores.

Estas sensibilidades se presentan como el porcentaje de cambio de los resultados sobre el caso base.

### 6.1.1. Sensibilidades a las probabilidades de incumplimiento

Para evaluar el impacto del parámetro de las probabilidades de incumplimiento en el Capital económico y verificar la estabilidad del modelo de riesgo de crédito, las probabilidades de incumplimiento se han multiplicado con un valor relativo de 90% y 110%. Los resultados se resumen a continuación:

	<b>Cambio</b>
<b>Probabilidad de incumplimiento +10%</b>	<b>2,901%</b>
<b>Probabilidad de incumplimiento -10%</b>	<b>-3,254%</b>

Un cambio en las probabilidades de incumplimiento de +/- 10% respectivamente impacta el Capital económico en +/- 3.3%. El Capital económico es bastante sensible a los movimientos de las probabilidades de incumplimiento, lo que se explica por el hecho de que estas probabilidades son uno de los parámetros más importantes, ya que afecta directamente el cálculo de la pérdida esperada. Sin embargo, es importante notar que un movimiento de las probabilidades de incumplimiento desencadena automáticamente un movimiento del



parámetro Coeficiente de variación. Por lo tanto, se ha realizado un análisis de sensibilidad más preciso utilizando el cambio estimado del Coeficiente de variación basado en un shock de las probabilidades de incumplimiento donde el promedio se ve afectado por +/- 10 % y el shock ocurre en el próximo año. Todos las demás probabilidades de incumplimiento históricos no han cambiado y esto resulta en conmociones extremas para el año siguiente. Según el estudio, el Coeficiente de variación aumenta en un valor absoluto de 9 puntos básicos y -2 puntos básicos.

	Cambio
Probabilidad de incumplimiento +10%, Coeficiente de Variación -2 pb	1,8%
Probabilidad de incumplimiento -10%, Coeficiente de Variación 9 pb	-0,7%

Como se muestra en la tabla anterior al ajustar el Coeficiente de variación, disminuye el impacto en el Capital económico. Por lo tanto, actualizar tanto las probabilidades de incumplimiento como el coeficiente de variación conduce a una menor sensibilidad del Capital económico bajo un cambio en las probabilidades de incumplimiento.

### 6.1.2. Sensibilidades a los coeficientes de variación

Como se explica en la sección 3.2.1.4, el coeficiente de variación se utiliza para reflejar la volatilidad de las probabilidades y se calcula en función del PoD histórico y el compuesto de la cartera. La siguiente tabla muestra los efectos sobre el Capital económico al aumentar / disminuir el coeficiente de variación en un valor absoluto de +/- 10 % sin cambiar las probabilidades de incumplimiento o la composición de la cartera.

	Cambio
Tasas de Recuperación +10%	6,1%
Tasas de Recuperación -10%	-5,6%

### 6.1.3. Sensibilidad al cambio absoluto en las tasas de recuperación

Para evaluar el impacto del parámetro de tasas de recuperación en el Capital económico y verificar la estabilidad del modelo de riesgo de crédito, las tasas de recuperación se han incrementado / disminuido en un valor absoluto de +/- 10 %. Por ejemplo, la tasa de recuperación de los bonos senior se incrementa del 34 % al 44 %.

	Cambio
Tasas de recuperación +10 pb	-14.6%
Tasas de recuperación -10 pb	14.7%

El Capital económico es bastante sensible a los cambios en las tasas de recuperación. Esto se explica por el hecho de que las tasas de recuperación son uno de los parámetros más importantes para la pérdida dado el cálculo predeterminado. Sin embargo, dado que se utilizan tasas de recuperación a la baja, el enfoque es prudente. Además, se espera que la volatilidad de las tasas de recuperación de un año a otro sea baja.

#### 6.1.4. Sensibilidad al cambio relativo en las tasas de recuperación

Las tasas de recuperación se han multiplicado con un valor relativo de 90% y 110%. Por ejemplo, la tasa de recuperación de los bonos senior se incrementa del 34% al 37.4%. El impacto en el Capital económico se resume a continuación:

	Cambio
Tasas de recuperación +10%	-6.5%
Tasas de recuperación -10%	6.6%

Adicional a las sensibilidades mencionadas anteriormente y para validar la estabilidad del modelo, se han definido 8 escenarios adicionales, donde se varían +/- 10% y +/- 20% los parámetros de probabilidades de incumplimiento y tasas de recuperación, de la siguiente forma:

	Recuperación	Incumplimiento
Escenario 1	+10%	
Escenario 2	+20%	
Escenario 3	-10%	
Escenario 4	-20%	
Escenario 5		+10%
Escenario 6		+20%
Escenario 7		-10%
Escenario 8		-20%

Las siguientes gráficas muestran un trozo de la distribución de pérdidas para cada uno de los escenarios, donde muestran un comportamiento esperado, en cuenta a la variable



## 7 Conclusiones

Las variables más importantes para el cálculo del Capital económico son las probabilidades de incumplimiento y las tasas de recuperación, sin embargo la información histórica del comportamiento de los emisores de deuda Colombianos es insuficiente para construir estas matrices, por lo que se hace necesario utilizar información global para suplir estas variables, lo que puede ocasionar que el resultado del Capital económico no refleje la realidad del portafolio de la compañía.

El portafolio de la compañía tiene muy poca diversificación, esto por debido a la poca oferta del mercado Colombiano, el tener el 67% portafolio acumulado en 5 emisores implica el aumento en la volatilidad de los resultados y es recogido por el modelo.

## 8 Bibliografía

- Garcia Maria, Garcia Máximo, 2010. Modelos para medir el riesgo de crédito de la Banca.
- Banco de Pagos Internacionales, 2014. Revisión del Método Estándar para el riesgo del crédito.
- Wang Yu, 2016. Structural Credit Risk Modeling: Merton and Beyond. Society of actuaries
- Crenin Francois, Credit Risk: Structural Models. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
- Standard & Poor's Global, 2019, Definiciones de Calificaciones de S&P Global Ratings.
- Standard & Poor's Global, 2018, Definiciones de Calificaciones de S&P Global Ratings. Estudio de incumplimiento y transición de calificaciones para el sector corporativo en América Latina - 2017.