



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**Optimización del portafolio de inversiones de renta fija para una aseguradora en Colombia, como alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Maestro en Finanzas**

Presenta:

**María Fernanda Murcia Bernal**

Tutor:

**M.F. Gabriel Alejandro Malpica Mora**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

**Ciudad de México, febrero de 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

|   |    |
|---|----|
| Lista de Tablas.....  | 6  |
| Lista de cuadros .....  | 6  |
| Lista de Gráficos.....  | 6  |
| INTRODUCCIÓN.....   | 7  |
| Planteamiento del problema .....  | 7  |
| Matriz de Congruencia.....  | 9  |
| Justificación .....   | 10 |
| Metodología de la Investigación.....  | 11 |
| Marco Teórico: Optimización de Portafolios.....                                   | 12 |
| Marco Conceptual .....  | 18 |
| 1. LA INDUSTRIA ASEGURADORA EN COLOMBIA .....                                     | 22 |
| 1.1. Relación de la industria aseguradora ante el ciclo económico colombiano..... | 24 |
| 1.2. El mercado de las Compañías de Seguros.....                                  | 33 |
| 1.2.1. Estructura del Mercado Asegurador.....                                     | 33 |
| 1.2.2. Determinantes Macroeconómicos de la Demanda de Seguros.....                | 34 |
| 1.2.3. Contratación y Liquidación de Seguros. ....                                | 36 |
| 1.2.4. Oferta de Seguros. ....  | 36 |
| 1.2.5. Organismo Supervisor y Regulador. ....                                     | 36 |
| 1.2.6. Marco Legal.....   | 37 |
| 1.2.7. Determinación de Riesgo de Mercado.....                                    | 39 |
| 1.3. Comportamiento Financiero del Sector Asegurador.....                         | 40 |
| 1.4. Indicadores Financieros de la Industria .....                                | 42 |
| 1.4.1. Indicadores de Rentabilidad .....  | 42 |
| 1.4.2. Rentabilidad del activo.....   | 42 |
| 1.4.3. Rentabilidad del Patrimonio .....  | 43 |
| 1.4.4. Rentabilidad de inversiones:.....  | 44 |
| 1.4.5. Indicadores de Solvencia .....   | 47 |
| 1.4.6. Rotación de cartera.....   | 48 |
| 2. RENTA FIJA EN COLOMBIA .....   | 48 |
| 2.1. Mercado de Rente Fija en Colombia.....                                       | 49 |
| 2.2. Mercado Electrónico de Colombia, MEC plus .....                              | 51 |
| 2.3. Sistema electrónico de negociación (SEN) .....                               | 52 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.4.1. | Títulos de Tesorería (TES).....                              | 54 |
| 2.4.2. | Bonos .....  | 56 |
| 2.4.3. | Papeles comerciales .....                                    | 58 |
| 2.4.4. | Certificados de Depósito a Término, CDT .....                | 58 |
| 2.4.5. | Titularizaciones .....                                       | 59 |
| 2.5.   | Valoración de instrumentos de Renta Fija.....                | 59 |
| 2.5.1. | Teoría del Valor Actual .....                                | 59 |
| 2.5.2. | Rentabilidad de Instrumentos de Renta Fija .....             | 60 |
| 2.5.3. | Tasa Interna de Retorno (TIR) .....                          | 61 |
| 2.6.   | Cobertura e inmunización de Renta Fija .....                 | 62 |
| 2.6.1. | Duración y Convexidad.....                                   | 62 |
| 2.7.   | Medidas de Rendimiento de un Bono .....                      | 63 |
| 2.8.   | La TIR y el precio del Instrumento de Renta Fija .....       | 64 |
| 3.     | TEORÍA DEL PORTAFOLIO .....                                  | 65 |
| 3.1.   | Portafolios de Inversión .....                               | 66 |
| 3.3.   | Condiciones de Riesgo.....                                   | 70 |
| 3.4.   | La Naturaleza del Riesgo Financiero .....                    | 70 |
| 3.5.   | Teoría de portafolios aplicada a los seguros .....           | 71 |
| 4.     | MEDICIÓN DEL RIESGO DEL MERCADO .....                        | 73 |
| 4.1.   | Value at Risk (VaR).....                                     | 73 |
| 4.2.   | Metodología Value at Risk .....                              | 77 |
| 4.3.   | Metodologías de estimación .....                             | 77 |
| 4.3.1. | Metodología no Paramétrica.....                              | 77 |
| 4.3.2. | Método Paramétrico .....                                     | 81 |
| 4.4.   | Deficiencias del Value at Risk .....                         | 81 |
| 4.5.   | Conditional Value at Risk (CVaR).....                        | 82 |
| 4.5.1. | Metodología Conditional Value at Risk .....                  | 85 |
| 5.     | APLICACIÓN DEL CVaR A LAS COMPAÑÍAS DE SEGUROS .....         | 89 |
| 5.1.   | Desarrollo de la Metodología.....                            | 89 |
| 5.2.   | Resultados de la aplicación en una Compañía de Seguros ..... | 92 |
|        | CONCLUSIONES .....   | 96 |
|        | BIBLIOGRAFÍA .....   | 98 |

## RESUMEN

En esta investigación se presenta la aplicación de un modelo para determinar la composición óptima del portafolio de inversiones de renta fija para una Compañía de Seguros en Colombia, como alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería, es decir los recursos de las reservas técnicas de las aseguradoras que tienen para invertirlos en los diferentes tipos de activos, buscando tener la mejor combinación de instrumentos financieros de renta fija, con base en los parámetros de rentabilidad y riesgo, con el fin de dar lugar a importantes mejoras en la toma de decisiones estratégicas que se traduzcan a su vez en una mayor rentabilidad.

Para ello se trabaja con la metodología de optimización del Conditional Value at Risk (CVaR), ya que puede ser empleada para optimizar portafolios de inversión, así, como reducir el riesgo de caer en grandes pérdidas. Técnica que a través de la cual se puede modelar la cola izquierda o derecha de una distribución sin afectar significativamente la otra. De esta forma, se intenta superar algunas limitaciones de la metodología tradicional de media-varianza para la optimización de portafolios, al introducir el CVaR como medida de riesgo y al prescindir del supuesto de normalidad de las distribuciones de los retornos. Se aplica el modelo a un caso de estudio representativo de la industria aseguradora colombiana.

**Palabras clave:** Activo financiero, Portafolio de inversión, Conditional Value at Risk (CVaR), Renta fija, Riesgo, Riesgo de mercado, Teoría del portafolio

## **ABSTRACT**

This research presents the application of a model to determine the quality of the investment portfolio of fixed income for the Company of Insurance in Colombia, as an alternative for the use of the remaining treasury resources, in the resources of the technical reserves Of the insurers that have to invest in the different types of assets, seeking to have the best combination of financial instruments of fixed income, based on the parameters of profitability and risk, in order to give rise to important improvements in the decision making Strategies that translate into higher profitability.

To this end, we work with the methodology of optimization of Value in Conditional Risk (CVaR), since it can be used to optimize investment portfolios, as well as reducing the risk of falling into large losses. Technique through which you can model the left or right tail of a distribution without significantly affecting the other. In this way, it tries to overcome some limitations of the traditional methodology of means-variance for the optimization of portfolios, to introduce the CVaR as the measure of risk and to dispense with the normality assumption of the distributions of the returns. The model is applied to a case study representative of the Colombian insurance industry.

**Key words:** Financial assets, Portfolio of investment, Conditional Value at Risk (CVaR), Fixed rent, Risk, Market risk, Portfolio theory

## Lista de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Matriz de congruencia .....  | 9  |
| Tabla 2. Límites de inversión por tipo de Instrumentos.....                     | 46 |
| Tabla 3. Cantidades y volúmenes transados en títulos de deuda privada.....      | 50 |
| Tabla 4. Cantidades y volúmenes transados en títulos de deuda pública .....     | 50 |
| Tabla 5. Cantidad y volumen negociado en títulos de deuda pública.....          | 57 |
| Tabla 6. Instrumentos Financieros de Reta Fija.....                             | 90 |
| Tabla 7. Optimización del portafolio con 95% de confianza sin restricción ..... | 93 |
| Tabla 8. Optimización del portafolio con 99% de confianza sin restricción ..... | 94 |
| Tabla 9. Optimización del portafolio con 95% de confianza con restricción ..... | 94 |
| Tabla 10. Optimización del portafolio con 99% de confianza con restricción..... | 95 |

## Lista de cuadros

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Estructura Asegurador Colombiano..... | 34 |
|---|----|

## Lista de Gráficos

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1. Primas emitidas Compañía Colombiana de Seguros, 1875-1901. A precios corrientes y precios constantes (año base 1982)..... | 25 |
| Gráfico 2. Relación entre TIR y el precio del instrumento .....  | 64 |
| Gráfico 3. Frontera eficiente .....  | 68 |
| Gráfico 4. VaR.....  | 75 |
| Gráfico 5. CVaR.....   | 83 |
| Gráfico 6. Distribución de pérdidas VaR y CvaR.....  | 86 |
| Gráfico 7. Frontera Eficiente portafolios de inversión.....  | 96 |

## INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del problema

A lo largo de la historia se han realizado diversos análisis sobre la composición óptima del portafolio de líneas de seguros, aplicando diversas técnicas de optimización de portafolios, principalmente en aseguradoras de gran tamaño como las europeas o las norteamericanas. Sin embargo, actualmente para las compañías de seguros colombianas no se tiene un modelo que optimice el portafolio de inversiones específicamente de renta fija<sup>1</sup>, el cual incorpore las restricciones propias de la industria en el país, y tampoco se ha indagado en la aplicabilidad de los recientes avances en la teoría de portafolios.

La mayoría de los estudios realizados para optimizar el portafolio de líneas de seguros, se han hecho basados en la teoría de media varianza desarrollada por Markowitz, de tal manera que contienen un análisis estático que no considera cambios en variables cuyo comportamiento es incierto. Estos problemas de optimización son deterministas y suponen que se conocen con certeza los valores de los parámetros, lo cual es difícil de encontrar en la práctica, debido a que por lo general existe cierto nivel de incertidumbre acerca de los valores que se deben asignar a algunos parámetros.

El mercado de valores ofrece una variedad de activos con diferentes combinaciones de rendimientos y de riesgos que en la actualidad las empresas utilizan, con el fin de obtener rendimientos y contribuir a incrementar el capital de la empresa. Si lo anterior no se realiza de manera correcta, puede generar desde la falta de liquidez hasta la pérdida de dinero. Por tal motivo la creación de portafolios de inversión se convierte en una herramienta fundamental para la toma de decisiones permitiéndole

---

<sup>1</sup> Es importante resaltar que para Colombia el concepto de “Mercado de Renta Fija” sigue vigente, a diferencia de otros países como México que actualmente se le conoce con el nombre de “Mercado de Deuda”



a las empresas que los remanentes de tesorería sean utilizados como inversión, y que estos mismos tengan rendimientos satisfactorios.

Cuando se presentan excedentes de tesorería en una empresa se deben invertir a corto y mediano plazo, con el fin de obtener algún tipo de rentabilidad que le permita destinarla al pago de obligaciones financieras de la empresa, priorizándola por los vencimientos de estas. No obstante, estas inversiones se ven perturbadas por los riesgos que existen y se presentan a diario en el mercado, por esta razón, deben ser administrados de manera adecuada y coherente con las prácticas desarrolladas para tal fin.

Las entidades financieras en general, requieren gestionar sus excedentes de tesorería a través de la inversión en títulos emitidos por el Gobierno Nacional (Decreto 1525 de 2008). Hasta hace unos años existía la página oficial [www.infoval.com.co](http://www.infoval.com.co), un sistema de información diseñado para la valoración de los instrumentos de deuda que se negociaban en el mercado de valores de Colombia; esta página suministraba datos diarios como los márgenes, precios y curvas de mercado (entre otros), de manera gratuita y con libertad de acceso. No obstante, se decretó posteriormente la liberación de proveedores de información de mercado y en la actualidad estas consultas tienen un costo que depende de la frecuencia de realización.

Este hecho genera una motivación hacia la investigación e identificación de mecanismos que permitan realizar la valoración de este tipo de activos, con el propósito de proveer un insumo útil para la toma de decisiones de inversión.

Por otro lado, uno de los principales interrogantes entre los inversionistas o entidades que se enfrentan a estas decisiones financieras, consiste en identificar en qué títulos invertir su dinero y como integrar un portafolio para obtener el mayor beneficio posible y reducir igualmente, su nivel de riesgo. Sin embargo, la incertidumbre presente en estos mercados implica la necesidad de utilizar herramientas como la modelación matemática y/o estadística para cuantificar los

posibles resultados esperados y medir particularmente las posibles pérdidas, con el fin de optimizar su desempeño.

Por ende, es necesario implementar un modelo de portafolio de bonos óptimos, que maximice la rentabilidad y minimice el riesgo, para que los agentes encuentren una guía al momento de realizar sus inversiones y así mismo, puedan mitigar la amplia reducción en las tasas de rendimientos de los títulos de tesorería emitidos por el gobierno nacional y se encuentren en capacidad de atender los requerimientos de los entes de control como las auditorías y contralorías. Por lo tanto, se plantea el siguiente interrogante con el fin de generar respuestas que contribuyan a hacer frente a esta problemática por la que atraviesan las aseguradoras específicamente en materia de inversión.

### **Matriz de Congruencia**

**Tabla 1. Matriz de congruencia**

| <b>Pregunta de Investigación</b>   | <b>Objetivo</b>  | <b>Hipótesis</b>   |
|--|--|--|
| ¿Cuál será la composición óptima del portafolio de inversiones de renta fija para una aseguradora en Colombia, como alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería? | Determinar Cuál será la composición óptima del portafolio de inversiones de renta fija para una aseguradora en Colombia, como alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería. | La composición óptima del portafolio de inversión de renta fija para una aseguradora en Colombia será el portafolio que se encuentre mejor diversificado en títulos de deuda, medido bajo el criterio del Conditional Value at Risk (CVaR), para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería. |

## **Justificación**

La presente investigación surge de la necesidad de las aseguradoras en Colombia que planean invertir sus excedentes de tesorería en títulos de renta fija; bien sea por disposición o exigencia legal o por su aversión natural al riesgo. Para atender la necesidad antes mencionada, se pretende desarrollar el modelo de optimización de un portafolio mixto de bonos de tasa fija y tasa flotante. De esta manera, se establece la rentabilidad esperada, la volatilidad, duración, valor en riesgo y las funciones de distribución de probabilidad de cada uno de los instrumentos de Renta Fija. Posteriormente se construirán las curvas de rendimiento del mercado y se observarán sus características y su utilidad en combinación con el mapeo de posiciones, para determinar la volatilidad de activos que no se negocian con frecuencia.

Cuando se habla de los excedentes de tesorería de las Compañías de Seguros, se hace referencia a los saldos en las reservas técnicas que tienen las aseguradoras y que se emplean principalmente para la inversión en diferentes tipos de activos

La importancia de enfocar la investigación en el mercado de renta fija se debe a que moviliza la mayor cantidad de recursos en la Bolsa de Valores de Colombia y los títulos que en él se transan, evidencian también los más altos volúmenes de negociación. De esta manera, promueve el interés de numerosos agentes económicos que interactúan con el objetivo de invertir sus excedentes o de obtener financiación.

Por lo tanto, se pretende evaluar la rentabilidad y el riesgo en portafolios de deuda públicos conformados en el mercado de renta fija en Colombia. En este contexto, se seleccionarán especies de títulos más rentables y se recopilará su comportamiento histórico; se determinarán las curvas de rendimiento del mercado para algunas especies de títulos de tesorería de tasa de interés fija.

## Metodología de la Investigación

Para determinar la composición óptima del portafolio de inversiones de renta fija en primera instancia es necesario definir las clases de estudio a implementar, por lo que se planea trabajar el estudio explicativo, descriptivo, y correlacional. De igual manera se abordará los métodos de tipo inductivo, analítico y sintético, y finalmente, se empleará como técnica la de tipo documental.

Se requiere implementar el tipo de estudio **explicativo**, debido a que se analizará la composición óptima de los portafolios de renta fija para una compañía de seguros en Colombia, y así determinar la mejor composición de portafolios que maximice la rentabilidad y minimice el riesgo, seleccionando la medida del Conditional Value at Risk por considerarse una excelente medida para analizar y cuantificar riesgos de dichos portafolios.

De la misma manera, se abordará el tipo de estudio **descriptivo** ya que en esta investigación se mencionará y detallará las condiciones necesarias para la construcción y obtención de un portafolio óptimo de inversión de renta fija para una aseguradora en Colombia, medido bajo el CVaR.

Como se pretende desarrollar el modelo de optimización de un portafolio mixto de bonos de tasa fija y tasa flotante, se abordará el estudio de tipo de **correccional**, donde se establecerá la rentabilidad esperada, la volatilidad, duración, valor en riesgo y las funciones de distribución de probabilidad de cada uno de los títulos de deuda. Además, se pretende obtener las correlaciones de entre los rendimientos de los activos, para conformar las carteras óptimas.

Debido a la necesidad de las aseguradoras en Colombia de invertir sus excedentes de tesorería en títulos de renta fija, se analizará el método **inductivo** tomando como base de estudio una aseguradora en Colombia, de esta manera se pretende desarrollar el modelo de optimización de instrumentos de deuda óptimos, que

maximice la rentabilidad y minimice el riesgo, para que los agentes encuentren una guía en el momento de realizar sus inversiones.

Dentro del método **analítico** se estudiará cada una de las condiciones y variables de los resultados del modelo del Conditional Value at Risk (CVaR), como aplicación a las compañías de seguros con el fin de determinar si es el mejor criterio para obtener un portafolio óptimo de inversión de renta fija.

Además, se empleará el método **sintético** una vez se determine cuál será la composición óptima del portafolio de inversiones de renta fija para una compañía del sector asegurador, como alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería y de esta manera poder concluir cual es el portafolio de inversión más eficiente de renta fija para el sector.

Y por último como técnica a emplear, se llevará a cabo la de tipo **documental** mediante las diferentes investigaciones realizadas acerca de la optimización de los portafolios y los diferentes criterios bajo los cuales se determina la composición óptima de un portafolio de inversiones, para ello se emplearán libros, tesis, revistas, artículos y medios electrónicos.

### **Marco Teórico: Optimización de Portafolios**

Son numerosos los estudios y referencias que han tratado a cerca de la optimización y asignación eficiente de portafolios tanto de renta variable como de renta fija, por lo que se puede concluir lo siguiente:

Según un estudio presentado por la universidad Nacional de Colombia llevado a cabo en el año 2014, titulado “optimización del portafolio de líneas de seguros bajo el criterio del Conditional Value at Risk (CVaR)”, identifica desde el aspecto técnico cual sería la composición que maximice la rentabilidad técnica de una Compañía de seguros, utilizando las técnicas de optimización de portafolios más recientes. La

rentabilidad técnica incluye únicamente las ganancias generadas en la actividad propia de seguros, sin tener en cuenta los rendimientos asociados a las inversiones.<sup>2</sup>

Autores como Kahane y Nye (1975) obtuvieron un modelo de cartera que optimizaba simultáneamente los portafolios de inversión de la industria aseguradora de propiedad y patrimonio. La formulación matemática fue una extensión de aproximaciones anteriores ya que permite el desarrollo directo de la frontera eficiente para todos los Teorías de portafolios 27 niveles de apalancamiento de seguros, este nivel de apalancamiento hace referencia a la relación entre la suscripción de primas de seguros y el capital.

Según el estudio anterior, el modelo fue utilizado para calcular una frontera eficiente, que es el lugar geométrico de todas las combinaciones de los seguros y el portafolio de inversión que minimizan la varianza para un determinado nivel de rendimiento esperado sobre el capital de la compañía. Para cualquier nivel dado de apalancamiento de seguros, es decir, cualquier valor de las primas suscritas sobre el patrimonio, habrá una frontera eficiente diferente. La industria puede elegir una combinación particular de activos y pasivos para generar el nivel esperado de riesgo-retorno deseado. Una combinación de menor riesgo de los activos y pasivos generará un menor nivel de rendimiento esperado sobre el capital. Otra combinación más arriesgada generará tanto un mayor nivel de rendimiento esperado como de desviación estándar.

Otra investigación realizada por la universidad de San Martín de Porres en Perú 2014, titulado “Portafolio de inversión y sus efectos en la reducción de riesgo operativo y rentabilidad a nivel de seguros de vida” para la gestión de productos de seguros, se aplican las técnicas de optimización para la determinación de una estructura de riesgo y rendimiento eficiente. Dentro de las técnicas de optimización se basan en la teoría planteada por Markowitz, conocida como teoría moderna de

---

<sup>2</sup> Sandra Ivonne Rojas (2014), “optimización del portafolio de líneas de seguros bajo el criterio del Conditional Value at Risk (CVaR)”, trabajo de investigación, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/48588/1/1036611854.2014.pdf>

portafolios, la cual no solo ha sido utilizada en el campo de las inversiones, sino que ha trascendido a ser aplicada a otros ámbitos económicos, entre los cuales se encuentra la selección del portafolio de líneas de seguros.<sup>3</sup>

Según investigaciones, la teoría moderna de portafolios fue planteada por Markowitz (1952), quien demostró que la clave para diversificar un portafolio radica que la correlación de los retornos sea baja, llegando a quedar en un segundo plano la cantidad de los títulos que lo compongan. La correlación es la asociación que hay entre los retornos de los títulos, de tal forma que no se podrá hablar de diversificación de un portafolio si los retornos de los títulos que lo componen presentan una alta correlación. En cambio, si los retornos tienen correlación baja, aunque sea poca la variedad, podremos obtener una disminución en el riesgo.

Partiendo de las covarianzas o correlaciones entre los títulos, Markowitz (1952) demostró con el análisis de Media-Varianza, que se pueden generar portafolios eficientes para cada nivel de riesgo, de tal forma que la unión de estos portafolios dibujara lo que se llama frontera eficiente. En la frontera eficiente, se encuentran las mejores rentabilidades para un riesgo determinado, dependiendo del grado de aversión al riesgo, el inversionista se situará en algún punto de la frontera eficiente ya que de hacerlo en cualquier punto diferente estaría dejando de maximizar su rentabilidad ante el riesgo asumido.

Por lo anterior, con el fin de tener una inversión segura y poder mitigar la incertidumbre en los rendimientos futuros, se integró el activo libre de riesgo en el modelo propuesto por Markowitz. Al incluir este activo libre de riesgo surge una nueva frontera de eficiencia, ya que el activo libre de riesgo esta correlacionado con cualquier otro activo, por lo que al combinarla con activos riesgosos tendremos incrementos lineales ante cambio en el riesgo, de tal forma que la frontera eficiente ya no es más una curva, sino una recta. Posteriormente se introdujeron dos supuestos en la selección óptima de portafolios, que consisten en que un

---

<sup>3</sup> Lauralinda Leonor Cavero-Egúsqiza Vargas (2014), "portafolio de inversión y sus efectos en la reducción de riesgo operativo y rentabilidad a nivel de seguros de vida", Tesis magistral, facultad de ciencias contables, económicas y financieras, Universidad de San Martín de Porres.

inversionista tiene la posibilidad de adquirir activos libres de riesgo sin restricción y que el mercado de capitales se mantiene en equilibrio<sup>4</sup>.

Según Korn (2005) en su estudio acerca de la optimización de un portafolio de bonos, bajo un enfoque de riesgo-rendimiento: presenta la medición del riesgo para un portafolio de bonos en el mercado de valores de Alemania, con énfasis en el desarrollo de la fórmula de Harry Markowitz, se toma un número muy pequeño de bonos de tesorería, vinculados a una tasa de interés fija. Su desarrollo se realiza a través de un método estático y no se calibra el modelo elaborado; por lo que no considera el margen en la determinación del precio del instrumento y no presenta una metodología detallada de establecer las curvas de rendimiento del mercado para el proceso de interpolación de los títulos que integraran el portafolio. Se desarrolla un modelo de Markowitz estático sin considerar la volatilidad del riesgo ni las funciones de distribución de probabilidad de los rendimientos de los bonos. El modelo se desarrolla en el mercado de valores de Alemania. Este mercado es muy estable y con índices de volatilidad bastante bajos.

Por otra parte, se encuentra una investigación de Krokmal (2001) acerca de la optimización del portafolio con el valor en riesgo condicional (CVaR). En esta investigación, se detalla el modelo matemático de la publicación de Portafolio Optimización. Desarrolla un modelo de portafolio de acciones de la canasta de SyP 100, en la bolsa de valores de Nueva York donde se presenta algunas sensibilidades del portafolio frente al índice Sp100 a través de la frontera eficiente del portafolio. La conformación de un portafolio de acciones, por su naturaleza y comportamiento de los títulos, se diferencia sustancialmente al portafolio de títulos de renta fija y tasa de interés flotante. Así mismo, se desarrolla un modelo de Markowitz estático sin considerar la volatilidad del riesgo ni las funciones de distribución de probabilidad de los rendimientos de los bonos. El modelo se desarrolla en el mercado de valores de Nueva York. No se contempla la influencia de la correlación en el comportamiento y estructura del portafolio.

---

<sup>4</sup> Alexander Gordon, *Fundamentos de inversiones: Teoría y práctica*, p.816.



Otra investigación realizada por la Universidad de Chile en el año 2005, titulado optimización del Conditional Value at Risk: aplicación a las Compañías de seguros en Chile, centran su estudio en la aplicación metodológica del Conditional Value at Risk, con el fin de promover prácticas de inversión más eficientes para el sector asegurador en Chile, en su estudio se concluye que ha surgido una medida alternativa que cuantifica las pérdidas que podrían ser halladas en la cola de la distribución de pérdidas, llamada Conditional Value at Risk (CVAR), el cual puede ser empleado como una herramienta dentro de modelos de optimización de portafolios de inversión, la cual tiene propiedades superiores al VaR en muchos aspectos<sup>5</sup>

Otros estudios como los realizados por Eling & Parnitzke, (2007) para la selección de la cartera óptima de líneas de seguros se han basado principalmente en la teoría moderna de portafolios. Recientes estudios han determinado que existen estudios más avanzados que consideran variables estocásticas en la modelación para la gestión tanto de activos como de pasivos en las compañías de seguros.

Según un estudio realizado sobre la medición del riesgo de un portafolio de bonos en el mercado de capitales de Colombia donde se utiliza el método del mapeo de posiciones propuesto por risk metrics en los años 90s, se caracteriza por la medición del riesgo de los portafolios de inversión en instrumentos de renta fija como los bonos y títulos de corto plazo entre los que se destacan los cdts, papeles comerciales, tidis, aceptaciones financieras, y otros instrumentos de deuda. Para medir el riesgo de los portafolios de renta fija, se considera el riesgo de mercado, concentrado en la tasa de rendimiento del mercado de cada uno de los títulos que conforman el portafolio. El método de mapeo de posiciones consiste en la interpolación de las tasas de interés de títulos de la misma especie que se negocian en el mercado, garantizando una volatilidad similar a los títulos que conformaran el portafolio.

---

<sup>5</sup> Ricardo García Pereira, "*Optimización del Conditional Value at Risk: Aplicación a las Compañías de Seguros en Chile*" trabajo de investigación, Facultad de ciencias económicas y administrativas, Universidad de Chile.

De acuerdo con el libro Inversiones en Bonos (2010), se basa en presentar la medición del riesgo para un bono, incluyendo los conceptos básicos de duración y convexidad, exponiendo el cálculo de las curvas de rendimiento del mercado utilizando aplicaciones prácticas del manejo de los bonos por medio de visual Basic para Excel. Además, realiza un amplio despliegue de la optimización de los portafolios de bonos con un enfoque estático. calcula el valor en riesgo con diferentes metodologías e Incluye los márgenes para negociación a precio de mercado mediante la metodología aceptada por el mercado de valores de Colombia

Otro estudio realizado en Colombia titulado “Desarrollo de una herramienta en VBA de Microsoft Excel para portafolios de bonos” se basa en un proyecto que plantea el desarrollo en VBA de una herramienta para Microsoft Excel que facilite el análisis de indicadores de portafolios de inversión en bonos, para lo cual se realiza el análisis, diseño e implementación de la herramienta para facilitar los cálculos de liquidación, convexidad, duración y volatilidad.

Es importante resaltar, que para un portafolio de renta fija existe una cantidad considerable de literatura que aborda la optimización de los portafolios y los factores de riesgo en renta variable, tales como valor, tamaño, momentum, calidad y volatilidad. Sin embargo, la investigación realizada en torno a los factores en renta fija es aparentemente escasa. La duración y el crédito son ampliamente considerados como los dos mayores impulsores de las diferencias transversales observadas en la rentabilidad de los bonos.

Estudios de investigación académicos y empíricos señalan que, durante un horizonte amplio de inversión, los bonos con mayores plazos obtienen en promedio una rentabilidad más alta que los bonos con menores plazos. Por su parte, los bonos de baja calidad obtienen en promedio mayor rentabilidad que los bonos de alta calidad.

En el análisis del estado del arte se evidencia que las técnicas utilizadas para determinar el portafolio de inversiones más eficiente se basan en su mayoría en la aplicación de la teoría moderna de portafolios, la cual es un enfoque de decisión de inversión que ayuda a un inversionista para clasificar, calcular y controlar tanto el tipo y la cantidad de riesgo y retorno esperado. Esta teoría ha sido ampliamente criticada por los supuestos que presenta, por lo cual se han propuesto nuevas mediciones del riesgo que responden mejor al proceso de inversión real, incluyendo las expectativas de los inversores y las tasas de retorno con distribuciones no normales.

## **Marco Conceptual**

**Activo financiero:** es un título o simplemente una anotación contable, por el que el comprador del título adquiere el derecho a recibir un ingreso futuro de parte del vendedor. Es decir, es un tipo de activo intangible, que puede tener un valor económico y que representa un derecho legal sobre una cantidad monetaria futura. (Acciones, bonos). Por lo tanto, La adquisición o compra de un activo financiero se considera una operación financiera de inversión. En consecuencia, la adquisición de un conjunto de activos financieros distintos y/o emitidos por distintas entidades autorizadas se dice que está en posesión de una cartera de valores o portafolio. Según Markowitz (1952) “la conducta racional del inversor persigue maximizar el rendimiento esperado y, al mismo tiempo, minimizar su incertidumbre o riesgo”.

**Conditional Value at risk (CVaR):** es una metodología que puede ser empleada para optimizar portafolios de inversión, así como reducir el riesgo de caer en grandes pérdidas. En el marco de una definición analítica podemos decir que, con respecto a un nivel de probabilidad específico  $\beta$ , el cual podría tomar valores comúnmente empleados tales como 0.90, 0.95, 0.99. El  $\beta$  - VaR de un portafolio de inversión es el menor monto  $\alpha$  tal que con probabilidad  $\beta$ , la pérdida no excederá  $\alpha$ . Sin embargo, el  $\beta$  - CVaR del portafolio de inversión es la esperanza condicional

de que las pérdidas superarán aquel monto  $\alpha$ . Por lo tanto, por definición sabemos que el  $\beta - \text{VaR}$  de un portafolio nunca será mayor que su  $\beta - \text{CVaR}$

**Portafolio de inversión:** La cartera de inversiones o portafolio de inversiones es el conjunto de activos financieros en los cuales se invierte. Una cartera de inversiones, en general, está compuesta por una combinación de algunos instrumentos de renta fija y renta variable, de modo de equilibrar el riesgo. Según algunos, una buena distribución de la cartera de inversión reparte el riesgo en diferentes instrumentos financieros como son: acciones, depósitos a plazo, efectivo, monedas internacionales, bonos, bienes raíces, fondos mutuos entre otros. A esto se le conoce como diversificar la cartera de inversiones. Los instrumentos de renta fija aseguran un retorno "fijo" al momento de invertir, pero normalmente con una rentabilidad menor a la de uno de renta variable, que no asegura un retorno inicial, pero puede ofrecer retornos más altos.

**Renta fija:** Los instrumentos de inversión de renta fija son emisiones de deuda que realizan los estados y las empresas dirigidos a un amplio mercado. Generalmente son emitidos por los gobiernos y entes corporativos de gran capacidad financiera en cantidades definidas que conllevan una fecha de expiración.

**Riesgo:** En un mundo de incertidumbre puede que no se realice el rendimiento esperado de un valor. El riesgo puede considerarse como la posibilidad de que el rendimiento real proveniente de poseer un valor se desvíe del rendimiento esperado.

**Riesgo de mercado:** Es la pérdida potencial por cambios en los factores de riesgo que inciden sobre la valuación de las posiciones por operaciones activas, pasivas o causantes de pasivo contingente, tales como tasas de interés, tipos de cambio, índices de precios, acciones, entre otros.

Esto se refiere a la volatilidad en los ingresos generados por la variación de precio de activos intercambiados en los mercados financieros, los cuales, a su vez, inciden en el valor de las posiciones de activos y/o pasivos. De este modo se encuentra

que, el riesgo de mercado es “el riesgo de pérdidas potenciales de valor como consecuencia de fluctuaciones en los precios de mercado: los tipos de interés, de cambio, de renta variables, de materias primas y otros instrumentos”. Se define también como la contingencia de pérdida o ganancia potencial en el valor de las posiciones activas, pasivas o contingentes de una sociedad comisionista, por cambios en variables tales como las tasas de interés, las tasas de cambio y precios, bien sea en pesos o en moneda extranjera.

Por su parte, Philippe Jorion (2007) señala que “el riesgo de mercado se deriva de cambios en los precios de los activos y pasivos financieros (o volatilidades) y se mide a través de los cambios en el valor de las posiciones abiertas”. El riesgo de mercado se cuantifica, en términos de Administración de Riesgos, con un valor: Value at Risk o Valor en Riesgo (VaR).

**Teoría de la cartera:** La teoría moderna del portafolio es una teoría de la inversión que trata de maximizar el retorno y minimizar el riesgo, mediante la cuidadosa elección de los componentes. Por lo tanto, según Fabozzi, Modigliano, y Ferri (1996) al diseñar una cartera, “los inversionistas buscan maximizar el rendimiento esperados de sus inversiones, dado el nivel de riesgo que están dispuestos a aceptar”. Por lo tanto, la teoría de selección de cartera toma en consideración el retorno esperado a largo plazo y la volatilidad esperada en el corto plazo. En donde, la volatilidad se trata como un factor de riesgo, y la cartera se conforma en virtud de la tolerancia al riesgo de cada inversor en particular. En consecuencia, para poder integrar una cartera de inversión equilibrada lo más importante es la diversificación ya que de esta forma se reduce la variación de los precios. En resumen, la idea de la cartera es, diversificar las inversiones en diferentes mercados y plazos para así disminuir las fluctuaciones en la rentabilidad total de la cartera y por lo tanto también del riesgo.

## **Resumen Capitular**

### **Capítulo 1. La Industria aseguradora en Colombia**

En este capítulo, el objetivo específico es conocer la historia económica y financiera de la industria aseguradora en Colombia a partir de finales del siglo XIX al siglo XXI, haciendo una aproximación de la historia y desarrollo del seguro en Colombia, así como su evolución en materia económica y legal.

Para lo anterior se realizará un análisis que comprende de cuatro periodos que se consideran importantes para el desarrollo y crecimiento de la industria aseguradora, también se realiza un análisis económico y financiero del sector y se señalan los desafíos más importantes que presenta la industria en materia de los seguros.

### **Capítulo 2. Renta Fija en Colombia**

En este capítulo se presentarán las características principales del mercado de Renta en Fija en Colombia, así como su diagnóstico y evolución, se dará una breve descripción de los principales instrumentos de deuda que lo conforman, la valoración de los instrumentos de renta fija, así como la cobertura, y las medidas de rendimientos que se tienen.

### **Capítulo 3. Teoría de portafolios**

En este capítulo se dará una explicación de la teoría de portafolios, originada y desarrollada por Harry Markowitz, se analizarán los antecedentes y premisas de los que han surgido la teoría moderna de portafolios y se dará una revisión a los modelos principales que se han derivado de ella, así como los elementos que la constituyen, señalando las aportaciones de los diversos autores y se realizará una comparación de los diferentes modelos presentando la evidencia empírica que han buscado validar dichos modelos y varios de sus supuestos.

Adicionalmente, se revisará de manera general la teoría del portafolio y su aplicación en materia de inversión, se explicará cómo un inversionista puede determinar su portafolio óptimo mediante los diferentes modelos empleados en finanzas los cuales estiman una relación existente entre la rentabilidad y el riesgo

de un portafolio determinado, de esta manera se abordará la teoría de portafolios aplicada a los seguros y el VaR como medida de riesgo del mercado.

#### **Capítulo 4. Optimización de Portafolios**

En este capítulo se analizarán los diferentes modelos que se emplean para la optimización de los portafolios de inversión, así como su aplicación, se estudia la derivación del problema de asignación eficiente de portafolios bajo el esquema de media-varianza teniendo en cuenta el efecto de la interacción activo-pasivo. De esta manera se plantea el estudio bajo la metodología Conditional Value at Risk (CVaR) como medida para la optimización de portafolios de inversión aplicada a las aseguradoras en Colombia.

Se implementará un modelo de portafolio de bonos óptimos, que maximice la rentabilidad y minimice el riesgo, para que los agentes encuentren una guía en el momento de realizar sus inversiones

#### **Capítulo 5. Aplicación del CVaR a las compañías de seguros**

En este capítulo se desarrollará la metodología definida para la aplicación del CVaR a las compañías de seguros en Colombia y finalmente se explicará el resultado de la aplicación y así contrastar la hipótesis de esta investigación.

### **1. LA INDUSTRIA ASEGURADORA EN COLOMBIA**

El objetivo de este capítulo es conocer el mercado asegurador en Colombia, así como la historia económica y financiera de la industria a partir de finales del siglo XIX al siglo XXI, haciendo una aproximación de la historia y desarrollo del seguro en Colombia, así como su evolución en el marco legal y normativo de las aseguradoras nacionales.

Para lo anterior se analizan cuatro periodos principales. El primero comprende del año 1874-1926, donde se abarca el nacimiento y consolidación de la industria aseguradora en Colombia, con la creación de la compañía Colombiana de Seguros

en un contexto de globalización financiera pero con algunos problemas de conflictos civiles internos que duró aproximadamente hasta finales del siglo XIX, y posteriormente en un entorno de paz y con un mayor crecimiento económico, caracterizado por la apertura para el desarrollo de la industria aseguradora donde el mercado de seguros se encontraba poco regulado.

El segundo periodo de 1927 a 1990 se caracteriza por la regulación y protección a la industria nacional de seguros, básicamente se inicia con la expedición de la ley 105 de 1927 mediante la que regula la actividad aseguradora por parte de la Superintendencia Bancaria (hoy superintendencia Financiera de Colombia) y a la que se le asignaron funciones de vigilancia y control de la industria aseguradora a partir de 1926. En este periodo se analiza las medidas proteccionistas adoptadas por las autoridades durante las crisis de la Gran Depresión, la Segunda Guerra Mundial y la segunda mitad del siglo XX. Así mismo se resalta el desarrollo en conjunto por parte de las compañías de seguros en Colombia por la búsqueda de una organización gremial.

El tercer periodo comprende de 1991 y 2010, se inicia con la liberalización comercial y financiera llevada a cabo a comienzos de la década de los noventa que facilitó la inversión extranjera directa en la industria aseguradora, y eliminó los controles de las autoridades sobre las tarifas de los seguros. La liberalización financiera en el sector asegurador se amplió de manera definitiva en el 2009 con la aprobación de una reforma financiera que prevé que desde el 2013 los colombianos puedan adquirir todos sus seguros, con algunas excepciones, en el exterior, este período se caracteriza, asimismo, por el desarrollo acelerado de la seguridad social en Colombia, mediante el establecimiento de seguros obligatorios en áreas como la salud, riesgos profesionales, accidentes de tránsito y el desarrollo de esquemas de seguros previsionales y rentas vitalicias para ahorradores y pensionados de las Administradoras de Fondos Privados de Pensiones.

Para el cuarto y último periodo comprendido a partir de 2010-2016 se analiza la evolución del mercado asegurador en Latinoamérica, destacando principalmente el crecimiento asegurador en Colombia durante el periodo. Señalando de acuerdo con



los estudios realizados por Fundación Mapfre (2014), el crecimiento de la industria aseguradora en Colombia registra alzas reales superiores al 10 por ciento anual en la emisión de las primas, señalando que el potencial de crecimiento del sector asegurador se mantiene en Colombia y en América Latina, confirmando una vez más las perspectivas optimistas para los próximos años.

### 1.1. Relación de la industria aseguradora ante el ciclo económico colombiano.

Para poder entender el mercado de la industria aseguradora en Colombia, es importante analizar el ciclo económico colombiano y de esta manera determinar la relación existente entre los seguros y el crecimiento económico. Por ende, se describe el contexto económico resaltando los importantes sucesos en materia de los seguros en Colombia para los diferentes periodos:

1874-1902: Este periodo se caracterizó por la fundación de la Compañía Colombiana de Seguros creada en 1874, la primera empresa aseguradora constituida en Colombia con un capital estatutario de \$2 millones, con 592 acciones que se suscribieron inicialmente y distribuidas entre más de doscientas personas naturales y algunas empresas. La empresa inició a expedir pólizas a partir de 1875 con los seguros de incendio y transporte, ocupándose también de todas las operaciones que las leyes permitían desarrollar relativos a los seguros de todas clases. Sin embargo, durante los primeros 20 años de actividad de la Compañía, el negocio asegurador se vio afectado de manera adversa debido a los conflictos internos y a las guerras desatadas durante este periodo.<sup>6</sup>

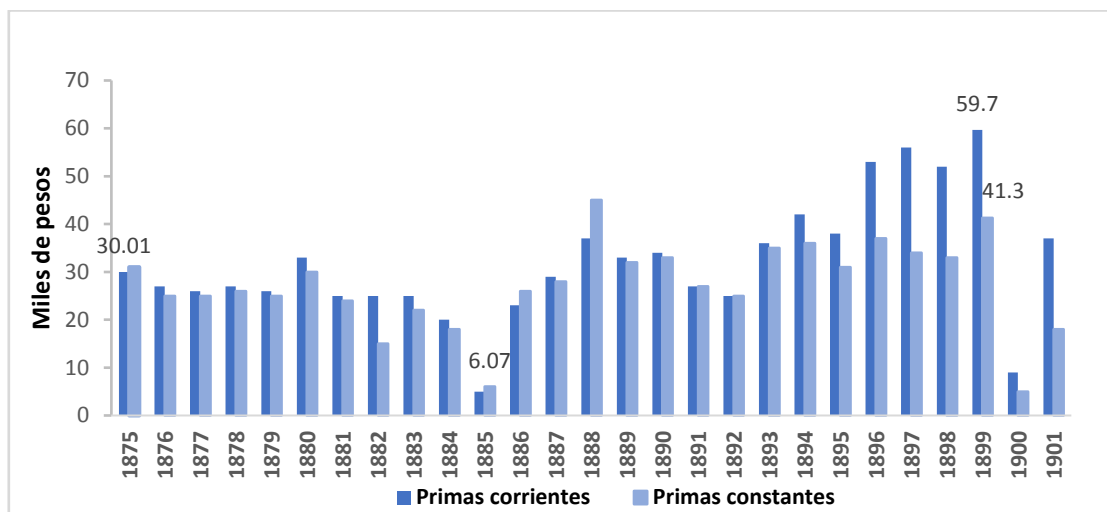
Según estudios realizados por Fasecolda (2010), las cifras anuales que alcanzaron \$30 mil pesos en 1875 se disminuyeron en los años posteriores, debido a la guerra de 1885, sin embargo, en términos nominales las primas crecieron en los últimos años de la década, y la realidad es que el aumento es aparente y originado únicamente por el proceso inflacionario de la época, pues se presentó una

---

<sup>6</sup> Junguito, Mejía y Rodríguez, FASECOLDA, Revista 133, 2009

disminución en las primas medidas en términos reales que fue acentuada entre 1899 y 1901.

**Gráfico 1. Primas emitidas Compañía Colombiana de Seguros, 1875-1901. A precios corrientes y precios constantes (año base 1982)**



Fuente: Fasecolda (2010).

De acuerdo con investigaciones anteriores, los precios de dichas pólizas de seguros fueron calculadas como el cociente entre las primas recibidas y los valores totales asegurados. Las tasas se elevaron dado el riesgo incremental del aseguramiento durante la Guerra de los Mil Días (1899-1902). Los gastos generales de operación fueron incrementando de manera paralela con la venta de seguros, de tal manera que mantuvieron una posición estable de las primas emitidas aproximadas al 20%. En los años de guerra 1885-1901, el resultado técnico operacional del negocio de seguros resultó positivo, aunque muy variable durante los primeros 25 años de operación de la Compañía Colombiana de Seguros (Colseguros).

Es importante señalar que, a finales del siglo XIX, periodo de 1874-1902, Se da el nacimiento de la industria aseguradora en Colombia, con la creación de la Compañía Colombiana de Seguros.

Por lo anterior cabe resaltar que la iniciativa de tener una empresa de capital nacional se hizo con la idea de ofrecer ventaja frente a la competencia extranjera,

debido a los riesgos políticos del país y los conflictos internos que enfrentaba la nación, daba unas ventajas comparativas para el desarrollo y crecimiento de la actividad aseguradora a una empresa nacional constituida por accionistas que eran al mismo tiempo comerciantes y empresarios del país. Lo que les permitía tener una ventaja al conocer los riesgos políticos que enfrentaban, y esto permitía a la empresa establecer tarifas de aseguramiento apropiadas según la ubicación y circunstancias políticas.

1903-1927: Este periodo se caracterizó básicamente por el desarrollo de los seguros de vida, donde empresarios y profesionales de la ciudad de Bogotá constituyeron la empresa Sociedad de Seguros de Vida. Este interés se originó gracias a logro de la paz en 1903. Ya para ese año se sugirió evaluar la fusión de la Compañía de Seguros con la Sociedad de Seguros de Vida destacando las ventajas y las dificultades que se tenían para realizar dicha fusión, poniéndolo en conocimiento a la Asamblea Delegatoria de la Compañía Colombiana de Seguros el cual procedió a aprobar dicha negociación<sup>7</sup>

Una de las características principales que se evidenció en este periodo de consolidación fue la estrategia de la Compañía Colombiana de Seguros en evitar la competencia de otras empresas nacionales, mediante la fusión con éstas, tal y como sucedió con la Sociedad de Seguros de Vida (1903), y con la Compañía Nacional de Seguros (1922).

1927-1933: Este periodo se caracterizó básicamente por la regulación e intervención del estado en la industria aseguradora en Colombia. Con la Ley 105 de 1927 se estableció la obligación para todas las aseguradoras nacionales, de cumplir con las leyes establecidas y someterse a la vigilancia por parte de Superintendencia Bancaria (hoy Superintendencia Financiera de Colombia).

La ley se originó debido a que las compañías no eran dueñas de las primas recibidas, sino administradoras de un fondo mutuo constituido por los asegurados, por ende debían establecer reservas para cubrir sus riesgos más allá de la reserva

---

<sup>7</sup> Mejía, A., Junguito R. Desarrollo Histórico de los Seguros, 1903-1927, FASECOLDA, Mimeo. Enero, 2010

legal, finalmente esto fue la base de la ley 105 de 1927 que debían cumplir todas las operadoras de seguros, inclusive la ley establecía un estricto régimen de inversiones, donde el capital, las reservas o fondos en general de las compañías aseguradoras podían invertirse solo en bonos, pagarés y obligaciones a interés de la Republica de Colombia, bonos o acciones de empresas industriales que hubieran participado en los negocios al menos por cinco años con una utilidad obtenida no menor al 6% anual sobre su capital y reservas.

Para las Compañías de seguros de vida y rentas vitalicias debían tener un fondo de reservas, que se calcularía por el actuario anualmente, de acuerdo con la Superintendencia Bancaria (hoy Superfinanciera de Colombia).

Para comienzos de la década de los treinta las empresas del sector asegurador empezaron a crecer, al pasar del 37% de la producción de las primas emitidas en el año 1927 al 51% en el año 1937, lo anterior debido a que las empresas extranjeras se encontraron con la regulación de ley contraria a sus intereses. “particularmente las obligaciones impuestas sobre la necesidad de establecer reservas técnicas invertidas en papeles colombianos principalmente del estado y de los gobiernos locales. De tal suerte, por varios años dejaron congelados sus negocios a los existentes en el momento de expedición de la ley 105”<sup>8</sup>.

**1938-1948:** periodo caracterizado por la segunda guerra mundial, donde se establecieron políticas del gobierno dirigidas a estimular principalmente el desarrollo de las aseguradoras nacionales.

De acuerdo con Fasecolda (2010), El informe del Superintendente Bancario en correspondiente a 1942 destaca que desde su posesión del cargo había estado interesado en introducir reformas de urgencia en el ramo de los seguros. En uso de facultades extraordinarias había conseguido que se dictara el decreto 1403 de 1940 “que dio un paso en el camino de nacionalizar los seguros y de colocar a las compañías nacionales y extranjeras que han cumplido con las formalidades de la

---

<sup>8</sup> SUPERBANCARIA, Informes Anuales, Seguros, 1927-1934

ley, en una mejor posición de defensa ante las que no hayan cumplido esos requisitos”.

El decreto 1403 de 1940 estableció los capitales mínimos para los diversos tipos de compañías. A esto adicionaba el hecho que con el conflicto internacional habían elevado, los costos de los reaseguros del exterior, y “las primas de guerra” representados en mayores costos de las importaciones. Utilizaba esta argumentación para plantear que: “Estos antecedentes demuestran con plenitud la necesidad de hacer una política nacionalista en el ramo de seguros”. Fue en este ambiente favorable para el desarrollo de las empresas de capital nacional que en 1938 se creó La Andina de Seguros en el ramo de daños y en 1939 Seguros Bolívar.

En el periodo de la Segunda Guerra Mundial, cabe resaltar la evolución del mercado asegurador en Colombia ya que gracias a las políticas adoptadas por el gobierno se incrementó la participación de las empresas nacionales. Y de acuerdo con investigaciones realizadas, la participación de las Compañías de seguros en el año 1937 alcanzaba el 44% un año después era del 47% y de esta manera se fue incrementado hasta alcanzar una participación nacional en los riesgos al 52% a finales de 1941.

Ya para el año de 1946 los riesgos de las compañías nacionales eran de un poco más del 60% del total de los riesgos, lo que demostraba que se estaba logrando desplazar a las compañías extranjeras con respecto a la competencia que se tenía en los años anteriores. La incidencia negativa en la actividad aseguradora se dio en 1943-1944, años en que se registró una caída de las primas. Esta perturbó en particular a las empresas extranjeras, pero también afectó a la Compañía Colombiana de Seguros.

Para el periodo de Guerra solo pudieron continuar creciendo las compañías de Seguros recién creadas como lo fue la Compañía Suramericana y Seguros Bolívar que obtuvieron utilidades también desde inicio de sus operaciones.

1975-1981: Durante este periodo los seguros crecieron a una tasa del 5,7%. Los ramos de daños impulsaron el crecimiento durante este periodo, ubicando el

crecimiento de la industria aseguradora unos puntos por encima al del PIB. A pesar de que el resultado técnico fue muy volátil, dado el tamaño de los siniestros en distintos ramos, el resultado de ejercicio, obtuvo un crecimiento positivo del 7,7% en promedio entre 1975 y 1981.

1982-1989: Según estudios realizados por Fasecolda (2010), durante el año 1982, el crecimiento económico fue únicamente del 0,9%, los seguros crecieron un poco más que el doble, al alcanzar el 2.0%. El resultado no fue igual para todos los ramos. Los ramos de daños fueron más sensibles al crecimiento económico que los ramos de personas, así, mientras que los primeros crecieron durante ese año únicamente 1.1%, los de personas lo hicieron a una tasa del 4%. Uno de los ramos más correlacionados con la evolución del comercio internacional fue el seguro de transporte. El choque para este sector fue importante, pues decreció 13,2% durante 1982 y la crisis generó un retraso en la recuperación que tardó dos años (-5,1% en 1983 y -9,7% en 1984).

Por otra parte, como consecuencia de los montos de los siniestros pagados y de los rendimientos de las inversiones durante el año 1982 y 1983, los resultados técnico y neto de la industria presentaron una desmejora.

Para los años 1983 a 1989 se presentó una recuperación en términos de primas emitidas y permitió el crecimiento de los seguros a una tasa del 11,7%, ubicando a la industria por arriba del comportamiento del PIB. Es importante señalar que la recuperación de la industria fue notable entre los años 1984 y 1985 comparada con el PIB, mostrando una mejoría en el resultado neto en más del 23% en promedio anual, un 22,5% para las compañías de seguros generales y un 54% para las compañías de vida.

1990: La apertura y la reforma financiera fueron los acontecimientos de mayor impacto en la industria aseguradora, y este se prolongó por varias décadas. Las aseguradoras presentaron para este año crecimientos negativos en cuanto a las primas emitidas al disminuir en 1,6%. Permitieron que nuevas compañías internacionales entraran con capital mayoritario al país y se introdujo un régimen de libre competencia para el desarrollo de pólizas como nuevos productos y, ante todo,

libertad para la fijación de las tarifas, eliminando los controles de las autoridades sobre las tarifas de los seguros.

1991-1997: Durante este periodo los seguros presentaron un crecimiento del 8,1%. El año 1993 fue importante dado que la Ley 100 desarrolló el sistema de seguridad social en el país y la industria aseguradora entró a ofrecer los productos de pensiones, rentas vitalicias y riesgos profesionales. Durante los primeros años de funcionamiento se generó un crecimiento extraordinario en primas emitidas<sup>9</sup>.

1998-1999: De acuerdo con estudios realizados, el crecimiento económico de 1998 fue tan solo del 0,6%, y la disminución en la producción nacional de 1999 fue del 4,2%. Los seguros crecieron a una tasa del 3% y del 2,8% respectivamente. A pesar de que los ramos líderes en el crecimiento fueron los ramos de la seguridad social, los ramos de personas también impulsaron el crecimiento de la industria al crecer a una tasa de 4,6% y 8,3% durante estos años de crisis. Como se señaló en la crisis de 1982 los ramos de daños fueron los más afectados. Los ramos de automóviles, transporte, cumplimiento y terremoto presentaron decrecimiento en el valor de las primas emitidas durante los dos años más intensos de la crisis.

Es importante señalar que las compañías nacionales fueron las más afectadas en esta crisis del periodo, mientras tanto las compañías extranjeras crecían a una tasa superior al 10% y por ende fueron ganando participación en el mercado asegurador colombiano, mientras las compañías nacionales cayeron a 7,8%.

2000-2007: La recuperación de los ramos de cumplimiento, terremoto y los otros ramos de daños fue acelerada durante los tres siguientes años. Entre el año 2000 y 2007 los ramos que impulsaron el crecimiento fueron los de los ramos de seguridad social y personas, logrando un crecimiento por encima del PIB. Una reflexión importante durante este periodo es que las compañías de capital nacional se vieron más afectada por la crisis de 1998 y 1999 al decrecer incluso por debajo

---

<sup>9</sup> Fasecolda (2008) "PANORAMA ECONOMICO COLOMBIANO Y LA INDUSTRIA ASEGURADORA" Revista Fasecolda No. 125.

del PIB, mientras que las compañías de capital mayoritariamente extranjero crecieron aceleradamente.

2008: Se presenta la crisis financiera internacional, y con ella se afecta el crecimiento de la economía colombiana que favoreció el país en el periodo 2003 al 2007.

Fueron casi cinco años creciendo en promedio, cerca de 6% real, con trimestres en los que se superó el 8%. Si bien en 2008 la economía ya presentó una desaceleración importante y al cerrar el año con un crecimiento apenas superior al 2.5%, 2009 fue el año en donde se vio con mayor fuerza los efectos negativos de la crisis financiera internacional y del deterioro del panorama comercial. Sin embargo, la industria aseguradora creció en un 10%, influenciado por el aumento de los seguros colectivos de vida y productos destinados a la previsión social, también se debe al desarrollo de seguro de accidentes de trabajo, superando el volumen de primas del seguro de automóviles.

Por ende, y de acuerdo con los datos presentados por Fasecolda, desde finales del año 2008 los ramos que se han mantenido en crecimiento exponencial son los de la seguridad social explicado por los ramos de rentas vitalicias<sup>10</sup>.

Ya para el año 2010, la economía colombiana presenta una mejoría en cuanto a su crecimiento junto con una disminución del desempleo y la expansión del crédito y el consumo, permitiendo que el sector asegurador evolucione de manera positiva y así registrando un incremento superior al 10% en la emisión de primas.

En términos absolutos, y de acuerdo con datos de Fasecolda (2015), el sector asegurador en Colombia para el 2013 registró un volumen de primas de 10.017 millones de dólares frente a los 2.015 millones de dólares ingresados en el 2003. Cabe resaltar que los ramos principales motores del crecimiento en la industria fueron el ramo de vida y el de accidentes de trabajo, por otro lado, los ramos que han

---

<sup>10</sup> Fasecolda (2008) "LOS SEGUROS EN AMERICA LATINA DE CARA AL CRECIMIENTO ECONÓMICO MUNDIAL"  
Revista Fasecolda No 126



presentado un menor crecimiento han sido el de Incendio y principalmente el ramo de Transportes con decrecimientos de primas especialmente en este.

El período 1990-2010 ha sido el de mayor apertura y competencia en la actividad aseguradora. Se inició con la liberalización comercial y financiera llevada a cabo a comienzos de la década de los noventa que facilitó la inversión extranjera directa en la industria aseguradora, y eliminó los controles de las autoridades sobre las tarifas de los seguros.

Este período se caracterizó, asimismo, por el desarrollo acelerado de la seguridad social en Colombia, mediante el establecimiento de seguros obligatorios en áreas como la salud, riesgos profesionales, accidentes de tránsito y el desarrollo de esquemas de seguros previsionales y rentas vitalicias para ahorradores y pensionados de las Administradoras de Fondos Privados de Pensiones.

Como resultado de las reformas introducidas el sector asegurador ha registrado una transformación, el número de empresas se ha reducido y se ha incrementado la participación de las grandes aseguradoras del exterior, que representan cerca de la mitad del mercado. La liberalización financiera en el sector asegurador se ampliará de manera definitiva a partir del 2012 cuando entre a regir el nuevo marco jurídico de la reforma financiera aprobada en el 2009, que prevé que los colombianos puedan adquirir todos sus seguros, con algunas excepciones en el exterior.<sup>11</sup>

De acuerdo con los cálculos presentados por Fasecolda (2016), indican que la tasa media anual de crecimiento de la industria aseguradora en el período 2006-2015 fue del 13 % y del PIB total de la economía llegó a un 4,6%. Por otro lado, la tasa de crecimiento real de la industria aseguradora para 2015 fue del 5,8 %, superior al crecimiento del PIB (3,1%). En tanto, el monto total de las primas emitidas por la industria aseguradora ascendió el año pasado a 21,5 billones de pesos colombianos. Ya a 2015, las primas representaban el 2,7 % del PIB.

---

<sup>11</sup> Fasecolda (2008) "PANORÁMA ECONÓMICO COLOMBIANO Y LA INDUSTRIA ASEGURADORA" Revista Fasecolda No 125

## 1.2. El mercado de las Compañías de Seguros

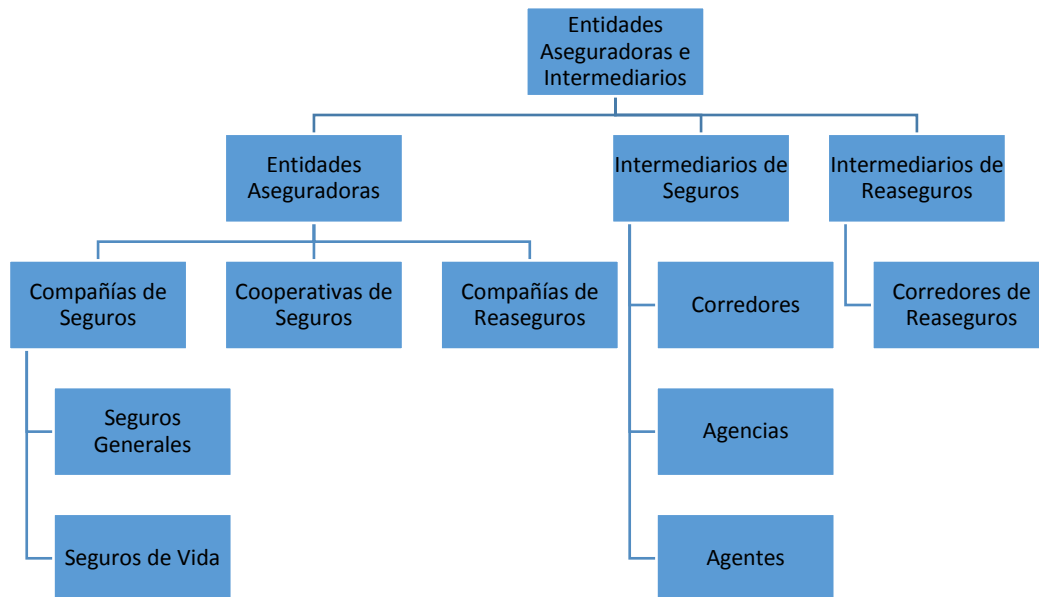
Para poder comprender el comportamiento y las estrategias de inversión adoptadas por las diferentes compañías de seguros, y para enfrentar cada uno de los riesgos a los que se expone el negocio asegurador en Colombia, se detallan los principales aspectos referentes al mercado asegurador, su estructura y los principales actores o agentes que intervienen, de la misma manera se detallan los activos de las compañías en los que invierten y como general se da una explicación a la normativa legal aplicable emitida por la Superintendencia Financiera de Colombia.

En primera instancia se define de manera general lo que constituye un seguro, este se formaliza o se concreta mediante la emisión de una póliza de seguro, el cual es un documento legal del contrato donde se establecen los derechos y obligaciones de las partes (asegurador y asegurado). Así, mediante este contrato el asegurador se obliga en el caso de ocurrir un evento estipulado en la póliza (por ejemplo, un siniestro, el cumplimiento de un plazo, etc.), a indemnizar al asegurado o a sus beneficiarios de acuerdo a las condiciones establecidas en el seguro. Por otro lado, el asegurado se obliga al pago de una prima la cual es establecida por la aseguradora, así como el valor de las comisiones por intermediación que son convenidas entre aseguradora y corredora de seguros, lo que también se encuentra establecido en la póliza.

### 1.2.1. Estructura del Mercado Asegurador.

En el siguiente cuadro se puede apreciar los distintos agentes que intervienen en el mercado asegurador, cada uno de estos cumplen una función particular, y la interacción de estos actores crea una dinámica de funcionamiento que permite la realización de esta actividad.

## Cuadro 1. Estructura Asegurador Colombiano



Fuente: Elaboración propia con información de la Superintendencia Financiera de Colombia

### 1.2.2. Determinantes Macroeconómicos de la Demanda de Seguros.

Existen diversos estudios que han intentado explicar los principales factores que determinan el desarrollo y crecimiento de la industria, concluyendo que existe una relación causal entre la economía y los seguros.

#### 1.2.2.1. Factores económicos:

Investigaciones como el de Beenstock (1988) y Outreville (1990), hallan que el principal factor que incide en la demanda de seguros es el desarrollo económico de

los países y el desarrollo del sector financiero, esto lo concluyen al realizar un análisis de datos entre países desarrollados y en vía de desarrollo.

De acuerdo con Lester (2002), bajo este escenario, el Banco Mundial establece que los seguros pueden ser vistos como un bien normal, lo que quiere decir que su demanda aumenta en la medida en que aumenta el ingreso.

De lo anterior se puede concluir que los factores económicos inciden de manera importante al comportamiento de la industria aseguradora. Por un lado, puede ser que el desarrollo económico conlleve a un aumento en la demanda de seguros. No obstante, puede ser que un crecimiento de la industria aseguradora suavice la volatilidad en el corto plazo de la economía y lo lleve a un crecimiento en el largo plazo.

#### *1.2.2.2. Factores políticos y legales*

De acuerdo con estudios realizados, existe una fuerte relación entre los seguros de daños y los derechos de propiedad medidos a través de los índices de gobierno del Banco Mundial.

Según El FMI (2006), un mayor nivel de institucionalidad en los países lleva a una mayor transparencia, lo que reduce la incertidumbre y aumenta el aseguramiento. En la medida en que la incertidumbre es alta se genera una brecha entre el precio demandado por los compradores y el ofrecido por los aseguradores, esta brecha genera menores niveles de aseguramiento. Por lo anterior, cuando un gobierno es débil, su institucionalidad es menor y por ende el nivel de aseguramiento es inferior.

#### *1.2.2.3. Factores Sociales*

Diferentes estudios aseguran que el nivel de aseguramiento en la economía depende de la cultura del país y de la aversión al riesgo de las personas. Es así como la educación, la religión, y la cultura de un país son factores que pueden

determinar el nivel de aseguramiento de la sociedad. Otros autores como Outreville (1996), encuentra que la educación genera una mayor demanda de seguros al promover un mayor aprendizaje de los riesgos.

#### 1.2.3. Contratación y Liquidación de Seguros.

Estos pueden ser contratados directamente con la compañía aseguradora, por medio de sus agentes de ventas quienes comercializan por cuenta de una compañía o por corredores de seguros quienes son independientes de las aseguradoras y su función es asesorar a las personas que deseen asegurarse.

#### 1.2.4. Oferta de Seguros.

La venta de Seguros en Colombia es realizada por las compañías de seguros generales, o por las compañías de seguros de vida. La primera de estas cubre el riesgo de pérdida o deterioro en las cosas o en el patrimonio, y tienen cobertura ante situaciones tales como robo, incendios, terremotos, daños a vehículos, etc. Mientras que las compañías de seguros de vida cubren los riesgos que puedan enfrentar las personas y garantizan a estas al término de un plazo o al cumplirse lo estipulado, un capital, una renta o una póliza saldada para el asegurado o sus beneficiarios. Entre los beneficios que ofrecen encontramos las rentas vitalicias, los seguros de vida tradicional y seguros de AFP.

#### 1.2.5. Organismo Supervisor y Regulador.

La autoridad de supervisión de la actividad aseguradora en Colombia es la Superintendencia Financiera de Colombia, que es un organismo de carácter técnico adscrito al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, mediante el cual el presidente de la República ejerce la inspección, vigilancia y control sobre las personas que realicen la actividad financiera y aseguradora en Colombia. Así, como la función de

velar por la transparencia del mercado y fundamentalmente proteger los derechos de los asegurados.

#### 1.2.6. Marco Legal.

La regulación del mercado asegurador se basa principalmente en el control de la capacidad de solvencia de las compañías, la cual se basa en tres pilares básicos de control:

- 1- La constitución de reservas técnicas suficientes para los riesgos técnicos de los seguros contratados, como son las reservas de riesgo en curso, la reserva matemática, la reserva para siniestros pendientes y la reserva de desviación de siniestralidad.
- 2- La mantención y acreditación de un patrimonio técnico saneado de riesgo mínimo destinado a hacer frente o solventar la obligación de las aseguradoras con respecto a las variaciones de siniestralidad por sobre las esperadas.
- 3- La obligación de invertir tanto las reservas técnicas como el patrimonio de riesgo, de acuerdo a un régimen de inversiones que acota los niveles de riesgo los cuales se expone la compañía.

A continuación, se detallan algunos aspectos más importantes de la normativa legal que rige a las compañías de seguros, y fundamentalmente se hace referencia a las restricciones de inversión, como son los límites de las inversiones de las reservas técnicas que enfrentan las aseguradoras, de acuerdo a lo estipulado por la Superintendencia Financiera de Colombia, mediante el Decreto 2779 de 2001, las cuales serán incluidas en el modelo de optimización para mostrar el efecto que éstas producen en la eficiencia del portafolio de inversión.

##### 1.2.6.1. Límites globales

De acuerdo con lo estipulado por la Superintendencia Financiera de Colombia, existen dos límites que son máximos y que se deben cumplir permanentemente,

con respecto al valor del portafolio que respalda las reservas técnicas para la inversión en los títulos o instrumentos, y son los que se enumeran a continuación:

1. Hasta el 30% del valor del portafolio en cada una de las alternativas señaladas en el decreto en mención.
2. Hasta el 5% del valor del portafolio, en cada una de las alternativas señaladas en el decreto.
3. Hasta el 3% del valor del portafolio en la alternativa señalada en el decreto

Existen inversiones específicas que no pueden exceder el 10% del valor del portafolio.

#### *1.2.6.2. Límites individuales*

De acuerdo con lo estipulado por la Superintendencia Financiera de Colombia, se deben tener en cuenta los siguientes límites individuales:

1. La inversión en uno o varios instrumentos de una misma entidad, emisor o fondo, no puede exceder del 10% del valor del portafolio.
2. Las inversiones o depósitos efectuados en el conjunto de personas naturales o jurídicas que presenten relaciones de vinculación entre sí, no pueden exceder del 15% del valor del portafolio.
3. Las inversiones o depósitos efectuados en el conjunto de personas naturales o jurídicas que presenten relaciones de vinculación con la entidad aseguradora o sociedad de capitalización, no pueden exceder del 10% del valor del portafolio.
4. Los límites individuales se aplican a los originadores de los procesos de titularización correspondientes, en la medida en que conserven una obligación con respecto al título. En caso de existencia de mecanismos externos de seguridad, estos se computan dentro del límite que corresponda a los otorgantes.

5. En el caso de títulos avalados, aceptados o garantizados por entidades vigiladas por la Superintendencia Bancaria, el límite se imputa a la entidad mejor calificada entre el emisor y el avalista, en los términos del artículo 5º del Decreto 2779 de 2001.

#### 1.2.7. Determinación de Riesgo de Mercado.

Con la expedición del Decreto 2954 de 2010, se estableció el patrimonio adecuado para las compañías de seguros y capitalización, conformado por los riesgos de suscripción, de activo y de mercado. Donde el riesgo de mercado es aplicable únicamente a las compañías de seguros generales.

Por lo tanto, el patrimonio adecuado se obtiene de la siguiente fórmula:

$$PA = \sqrt{\sum_{t=1}^3 * \left( \sum_{j=1}^3 \rho_{ij} * \mathcal{R}_i * \mathcal{R}_j \right)}$$

En donde:

PA= Patrimonio Adecuado

R1 =Riesgo de Suscripcion

R2 =Riesgo de Activo

R3 =Valor de riesgo de mercado

$\rho_{ij}$  = Coeficiente de correlación entre el riesgo  $\mathcal{R}_i$  y el riesgo  $\mathcal{R}_j$ .

La Superintendencia Financiera de Colombia es la autorizada mediante el Decreto anteriormente mencionado, para elaborar la reglamentación del requerimiento de capital por riesgo de mercado en las compañías de seguros generales. Y el cual define que el riesgo de mercado se refiere a la posibilidad de incurrir en pérdidas derivadas de variaciones en la tasa de interés, el precio de las acciones o las volatilidades de la tasa de cambio y las carteras colectivas.



Es importante conocer que la Superintendencia Financiera (SFC), establece y define los lineamientos para una apropiada administración del riesgo en el sistema financiero, de la misma manera proporciona metodologías para el cálculo y desarrolla mecanismos para la gestión del riesgo de mercado para entidades financieras, como en este caso para las compañías aseguradoras, el cual se considera importante resaltar que la metodología realizada es parte de las recomendaciones proporcionadas por Basilea II, desarrollado para instituciones del sector bancario y financiero.

### 1.3. Comportamiento Financiero del Sector Asegurador.

A lo largo del periodo (1975-2010) y de acuerdo con las investigaciones realizadas por Fasecolda (2010), la industria aseguradora ha registrado cambios importantes y trascendentales en casi todos los aspectos, siguiendo un difícil camino impuesta por coyunturas diversas, algunas veces resultado de las tendencias del mercado internacional, y en otras, por los cambios regulatorios nacionales.

De esta forma, el sector ha introducido cambios tan drásticos en sus prácticas comerciales que lo han llevado a pasar inesperadamente de un esquema de precios regulados a otro de libre mercado, además de participar directamente en el Sistema de Seguridad Social.

La década de los años ochenta no introdujo, en sí, cambios sustanciales al sector, pero es recordada por la difícil crisis financiera de 1982 que desencadenó la quiebra del Grupo Grancolombiano y su intervención por parte del Gobierno.

El inicio de la década de los noventa estuvo enmarcado por diversos hechos representativos para el sector, los cuales generaron el cambio estructural que hoy se observa. Veamos:

- La “desregulación” del sector por medio de la reforma financiera de 1990, que introdujo la libre competencia de productos (pólizas y tarifas).

- El fortalecimiento de la actividad aseguradora mediante el establecimiento de capitales mínimos y niveles adecuados de solvencia, hechos que la vincularon al nuevo esquema de competitividad.
- La incursión en diferentes ramos de Seguridad Social, que permitió la participación del sector en un nuevo mercado: rentas vitalicias, seguros previsionales, riesgos profesionales, enfermedades de alto costo y otros ramos.
- La modificación del régimen de inversiones y la introducción del sistema de valoración de las mismas, lo que modificó sustancialmente la composición de los portafolios de las aseguradoras e indujo las escisiones patrimoniales.
- El incremento de la inversión extranjera, toda vez que permitió la libre entrada de capitales al sector, hecho que actualmente se traduce en sana competencia y fortalecimiento de la industria seguros, con una alta participación del capital extranjero.
- La recomposición de esquema accionario de las compañías de reaseguro en el exterior y la desaparición de las compañías locales en ese campo.

Es importante resaltar que los estados financieros ya que son los responsables de reportar información sobre la situación actual de la empresa y la trayectoria histórica de las compañías. Por esta razón, su buen uso permite proporcionar a sus accionistas o directivos, un panorama del efecto esperado de las decisiones estratégicas que se tomen.

Por lo anterior es muy importante conocer la información financiera de las compañías, en este caso el de las aseguradoras, así como conocer los indicadores financieros que la componen y de esta manera poder determinar su situación actual y proyectar el crecimiento de la industria y saber los desafíos a las que se enfrentan.

## 1.4. Indicadores Financieros de la Industria

Las razones o indicadores financieros son el producto de relacionar dos cifras o cuentas bien sea del Balance General o del Estado de Pérdidas y Ganancias.

### 1.4.1. Indicadores de Rentabilidad

La rentabilidad hace referencia a la remuneración recibida por el dinero invertido denominada beneficio, lucro, utilidad o ganancia. En el mundo de las finanzas es conocida como los dividendos percibidos de un capital invertido en un negocio o empresa. La rentabilidad puede ser representada en forma relativa (en porcentaje) o en forma absoluta (en valores).

### 1.4.2. Rentabilidad del activo

La rentabilidad económica o del activo denominada ROA (*Return on assets*), muestra la capacidad del activo en la generación de utilidades, es decir es la medida de la productividad de los fondos comprometidos en una empresa. Ésta se calcula de la siguiente forma:

$$\text{ROA} = \text{Utilidad Neta} / \text{Activo total}$$

Durante el período (1975-2010) el ROA de la industria aseguradora mantuvo un comportamiento estable que se ubicó, en promedio en 3,38%, sin embargo las fluctuaciones negativas de los años 1999-2000, así como el pico de rentabilidad del año 2005 originado por la liquidación de REACOL que generó grandes ganancias en la conversión de los títulos recibidos en el proceso, además de las buenas utilidades obtenidas en los años posteriores, llevaron a que el promedio durante la última década éste ascendiera al 4,63%.

Para el periodo anteriormente mencionado, los activos de la industria han generado una utilidad de un 3,5% en promedio. Comparativamente con el sector financiero (excluyendo seguros), la industria aseguradora obtiene una mayor rentabilidad de sus activos, fundamentalmente porque los primeros tienen una razón de

apalancamiento mayor lo que implica un mayor costo financiero y en consecuencia una menor utilidad. En el año 2010, la rentabilidad del sector asegurador fue de 4,44%, es decir casi el doble de la rentabilidad del sector financiero.

#### 1.4.3. Rentabilidad del Patrimonio

La Rentabilidad del Patrimonio ROE, más conocida como retorno del capital, mide las utilidades como porcentaje del capital empresario o fondos propios.

$$\text{ROE} = \text{Utilidad Neta} / \text{Patrimonio}$$

El índice de rentabilidad del capital para el sector asegurador ha estado afectado por las crisis económicas de 1982 y 1999, así como por el pico de utilidades extraordinarias del año 2005 generadas por la ya mencionada liquidación de la Sociedad de Inversiones REACOL.

A su vez, el comportamiento de las valorizaciones hasta el año 1995 afectó notablemente en la evolución del ROE, dado que el incremento en las mismas representa un incremento patrimonial y como consecuencia una disminución del indicador.

A partir del año 1995 con la entrada en vigencia del sistema de valoración de las inversiones a tasa de mercado, se redujo considerablemente el impacto de las valorizaciones en el patrimonio. Para los años de estudio, el patrimonio de la industria ha generado utilidad en promedio en un 11,3%.

Comparativamente con el sector financiero, el patrimonio de las entidades aseguradoras ha sido más rentable que las demás del sector financiero, aun cuando se han presentado situaciones contrarias como las del período 2006- 2009, en donde, como consecuencia de la disminución en las utilidades de la industria aseguradora, la rentabilidad del patrimonio fue inferior a la del sector financiero.

#### 1.4.4. Rentabilidad de inversiones:

El indicador de rentabilidad hace referencia a qué tan rentables son las inversiones del sector.

$$\text{Inversiones} = \text{Producto de inversiones} / \text{Inversiones}$$

A lo largo del período de estudio, el producto de inversiones se constituyó en uno de los rubros de ingresos más importantes para las compañías del sector, revirtiendo los resultados técnicos negativos. No obstante, este rubro se vio afectado por la disminución en el monto de las inversiones que evidenciaron algunas compañías al realizar procesos de escisión y la caída de las tasas de interés del mercado.

Las inversiones son un pilar fundamental en la generación de utilidades para el sector asegurador, dado que estas entidades están obligadas a reservar parte de las primas recibidas e invertir dichas reservas en títulos que generen la rentabilidad suficiente para hacer frente a las obligaciones adquiridas y, además, generar ganancias para sus accionistas.

El régimen de inversiones de las entidades aseguradoras ha sufrido varios cambios en el período de estudio, cambios que van desde lo estructural, donde se definen la parte de las reservas sujetas al régimen, el tipo y característica de títulos en que se puede invertir y los límites individuales de concentración, hasta cambios de tipo operativo, como los cambios contables que establecen la denominación, clasificación, métodos de valoración y contabilización de los rendimientos.

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Fasecolda (2010), es importante destacar los siguientes cambios en materia normativa ocurridos en el período 1975-2010:

- Ley 16 y decreto reglamentario 1568 de 1979 que establecieron régimen de inversiones para las compañías de seguros generales y reaseguros.
- Ley 45 de 1990 que modificó el régimen de inversiones forzosas y estableció el régimen de inversión de las reservas e inversiones admisibles.

- Decretos 839, 2821 y 2921 de 1991 reglamentarios de la ley 45 de 1990
- Resolución 200 de 1995 que estableció por primera vez el sistema de clasificación de las inversiones y su valoración a tasa de mercado en remplazo del sistema de costo histórico que hasta ese momento aplicaba el sistema financiero.
- Decreto 094 de 2000 que modificó el régimen de inversiones de las reservas estableciendo la obligatoriedad de invertir el 100% de las mismas y reemplazó el régimen de inversiones admisibles por el de libre inversión para los recursos diferentes a los que respaldan las reservas técnicas.
- Decreto 2779 de 2001 que reglamentó el decreto 094 de 2000 estableciendo los requerimientos mínimos para las inversiones de las reservas, así como los límites globales e individuales de las mismas.
- Circular externa 033 de 2002 que modificó la clasificación de las inversiones y estableció nuevas reglas de valoración.
- Decreto 2953 de 2010 que estableció el nuevo régimen de inversiones de las entidades aseguradoras.

Adicionalmente de los cambios anteriormente mencionados también han incidido en la rentabilidad de las inversiones, la disminución en las tasas de inflación y de interés que en la década de los ochenta se situaban alrededor de 25% y 32% respectivamente, las revaluaciones del dólar que afectan los rendimientos de las inversiones en moneda extranjera, las crisis económicas de los años 1982, 1999 y 2008 y los altos rendimientos generados en la liquidación de REACOL en el año 2005<sup>12</sup>.

En la siguiente tabla se detalla los límites de inversión por instrumento financiero de las Compañías Aseguradoras, donde se puede observar que en el lapso de tiempo comprendido entre 2000 y 2010 la tendencia normativa continúa favoreciendo la inversión en los activos financieros, en especial los de renta fija y los emitidos por el gobierno, extraídos por los Decretos 94 de 2000 y 2779 de 2001.

---

<sup>12</sup> Fasecolda (2009) "CRISIS FINANCIERA INTERNACIONAL Y SEGUROS: IMPACTO POTENCIAL EN AMÉRICA LATINA" Revista Fasecolda No 131

**Tabla 2. Límites de inversión por tipo de Instrumentos**

| Instrumentos  | Porcentaje de inversión |
|---|-------------------------|
| Instrumentos de entidades nacionales:   | S.L.                    |
| Títulos de deuda pública interna y externa  |                         |
| Emitidos o garantizados por la Nación   |                         |
| Emitidos sin garantía de la Nación  |                         |
| Títulos emitidos o garantizados por el Banco de la República  |                         |
| Títulos emitidos o garantizados por el Fondo de Garantías de Instituciones financieras, Fogafin   | 30%                     |
| Títulos emitidos o garantizados por el Fondo de Garantías de Entidades Cooperativas, Fogacoop   | 30%                     |
| Títulos de renta fija emitidos, aceptados, garantizados o avalados por entidades vigiladas por la Superintendencia Bancaria, incluyendo bonos obligatorios u opcionalmente convertibles en acciones   | S.L.                    |
| Bonos y títulos hipotecarios emitidos en desarrollo de la ley 546 de 1999 y otros títulos de contenido crediticio derivados de procesos de titularización de cartera hipotecaria  | 30%                     |
| Títulos de renta fija, incluyendo bonos obligatorios u opcionalmente convertibles en acciones, emitidas por entidades no vigiladas por la Superintendencia Bancaria   | 30%                     |
| Derechos o participaciones en fondos comunes ordinarios y en fondos comunes especiales administrados por sociedades fiduciarias y en fondos de valores y de inversión administrados por entidades vigiladas por la Superintendencia de Valores, que inviertan exclusivamente en títulos inscritos en el Registro Nacional de Valores Intermediarios de la Superintendencia de Valores | S.L.                    |
| Derechos o participaciones en fondos comunes especiales administrativos por sociedades fiduciarias y en fondos de valores y de inversión administrados por entidades vigiladas por la Superintendencia de Valores, que invierten más del 10% del valor del portafolio en emisores que presentan relación de vinculación con la entidad inversionista                                  | 5%                      |
| Títulos derivados de procesos de titularización cuyos activos subyacentes sean distintos a cartera hipotecaria  | 5%                      |
| Títulos de Renta variable   | 30%                     |
| Derechos o participaciones en fondos comunes especiales administrativos por sociedades fiduciarias y en fondos de valores y de inversión administrados por entidades vigiladas por la Superintendencia de Valores   | 5%                      |
| Los préstamos con garantía en las pólizas de seguro de vida o títulos de capitalización hasta por su valor de rescate. No serán computables como inversión de las reservas técnicas los préstamos en las pólizas de seguros de pensiones  | S.L.                    |
| Depósitos en cuentas corrientes y cuentas de ahorro   | S.L.                    |
| Saldos disponibles en caja  | 3%                      |
| Instrumentos emitidos o garantizados por entidades del exterior   | 30%                     |
| Títulos de renta fija emitidos o garantizados por gobiernos extranjeros o bancos centrales extranjeros, de países cuya deuda soberana presente grado de inversión   | 30%                     |
| Títulos de renta fija emitidos o avalados por los organismos multilaterales de crédito  | 30%                     |

|   |     |
|---|-----|
| Títulos de renta fija emitidos por entidades no bancarias del exterior, cuyos emisores se encuentren localizados en países cuya deuda soberana presente grado de inversión  | 30% |
| Títulos de renta fija emitidos, garantizados o aceptados por bancos comerciales o de inversión, cuyos emisores se encuentren localizados en países cuya deuda soberana presente grado de inversión  | 30% |
| Derechos o participaciones en fondos de inversión internacionales, que inviertan exclusivamente en títulos de renta fija y cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión   | 30% |
| Derechos o participaciones en fondos de inversión internacionales, que inviertan en títulos de renta fija y en títulos de renta variable, con garantía del capital y cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión   | 30% |
| Derechos o participaciones en fondos de inversión internacionales que inviertan en acciones de entidades con una capitalización de mercado no menor a dos billones de dólares de los Estados Unidos de América (US\$ 2 billones) y cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión | 30% |

Fuente: Elaboración propia con datos de Fasecolda

#### 1.4.5. Indicadores de Solvencia

La solvencia es entendida como la capacidad de una compañía de satisfacer todas sus obligaciones financieras. Es decir, contar con los bienes y recursos suficientes para respaldar todos los pasivos que se hayan contraído, aun cuando los bienes sean diferentes al efectivo. El indicador de nivel de endeudamiento es necesario para señalar la proporción en la que participan los acreedores en la estructura de financiación de la empresa. Así mismo, sirve para identificar el riesgo asumido por dichos acreedores, el riesgo de los propietarios del ente económico y la conveniencia o inconveniencia del nivel de endeudamiento presentado.

$$\text{Nivel de Endeudamiento} = \text{Pasivo Externo} / \text{Activo Total}$$

El indicador de apalancamiento financiero del sector muestra una tendencia descendente a lo largo del período de estudio, especialmente en las compañías de seguros de vida en donde el crecimiento exponencial de las reservas matemáticas de los seguros de largo plazo (vida individual, educativo, rentas vitalicias, riesgos profesionales etc.) hacen que el pasivo de las aseguradoras se concentre en las obligaciones generadas en los contratos de seguros.



#### 1.4.6. Rotación de cartera

El indicador de rotación de cartera, hace referencia el período del tiempo en el que las primas por recaudar tardan en convertirse en efectivo.

$$\text{Rotación de Cartera} = \text{Gastos generales} / \text{Primas emitidas}$$

La ley 45 de 1990 que estableció la cancelación automática del contrato de seguros por el no pago oportuno de la prima permitió que la industria revertiera el comportamiento ascendente de este indicador mostrando una tendencia descendente después de dicha ley, al punto de tener un plazo promedio de 55 días a diciembre de 2010 frente a 71 días de plazo promedio para 1975.

Las características particulares de los seguros de personas, en especial de los ramos de la Seguridad Social, permiten que este indicador sea inferior al de las compañías de seguros generales. Sin embargo, a partir del año 2007 se observa un comportamiento ascendente de este indicador en parte porque, para proteger a los trabajadores afiliados, no se permite a las ARP cancelar la cartera de los empleadores morosos, y en parte por el cambio en la contabilización de los seguros de vida con ahorro que desde dicho año dejaron de registrar el componente de ahorro de la prima como un ingreso, manteniendo el registro de la cartera por el total y aumentando de esta forma el indicador de rotación.

## **2. RENTA FIJA EN COLOMBIA**

El Mercado de Renta Fija en Colombia se ha caracterizado por mostrar distintas fases en su evolución.

De acuerdo con un estudio realizado por la Bolsa de Valores de Colombia (2011), entre el año 2002 y 2006, bajo una coyuntura monetaria favorable, los agentes públicos y privados desarrollaron las iniciativas necesarias para potenciar el crecimiento del Mercado de Renta Fija en Colombia. Sin embargo, el incremento en

el nivel de apalancamiento de algunos intermediarios, evidenció que hacia el final de este periodo el volumen de negociación se encontraba inflado.

Entre 2007 y 2008, el cambio en el ciclo de tasas de interés y la implementación de la norma de preacuerdos redujo la liquidez del mercado drásticamente. En los siguientes años, a pesar de la implementación del mercado OTC para todos los agentes, los volúmenes de negociación no se recuperaron de forma consistente, y su comportamiento ha estado determinado, principalmente, por la presencia o ausencia del estímulo monetario.

## 2.1. Mercado de Rente Fija en Colombia

Este apartado tiene por objetivo describir las generalidades del mercado de renta fija en Colombia resaltando su estructura y los principales instrumentos que lo conforman.

El mercado local, está compuesto por emisiones de deuda que son realizadas principalmente por el gobierno, entidades del sector financiero, empresas del sector real, entre otros. Estas emisiones de deuda, también llamados títulos de contenido crediticio, pueden tener como objetivo financiar proyectos de expansión, atender problemas de liquidez, financiar la deuda o algún proyecto en específico de los emisores mencionados anteriormente

Cada uno de estos títulos es emitido con características faciales específicas y el tipo de instrumento hace referencia a las características especiales que trae cada título en cuanto a los deberes que implica y los derechos que otorga para las partes.

El Emisor puede ser una entidad del sector público o privado. El plazo indica el tiempo (usualmente en años) del título; la moneda indica la divisa en la cual esta denominada el título (Pesos y Dólares son las más comunes, y también es frecuente la denominación en otro tipo de unidades, como el UVR); el indicador, el título puede estar indexado a un indicador (DTF, IPC, IBR) o en caso contrario se denomina

Tasa Fija; y la modalidad de pago del cupón indica cada cuanto el inversionista recibirá el pago de éste.

Las modalidades más usuales son anuales y semestrales, pero también se encuentran títulos que cupón trimestral y en algunos casos con amortización de capital. Estos títulos pueden ser emitidos en pesos colombianos o en una moneda extranjera como dólar americano.

Pueden ser Títulos De Deuda Privada como Bonos corporativos o Bonos emitidos en procesos de titularización o pueden ser Títulos De Deuda Pública que es la deuda que tiene el Estado con personas naturales o jurídicas en el ámbito nacional e internacional, la cual ha sido contraída principalmente mediante la emisión de títulos valores en el Mercado Público de Valores.

A continuación, se detallan las negociaciones del día 31 de Julio de 2017 para los títulos de deuda pública y privada.

**Tabla 3. Cantidades y volúmenes transados en títulos de deuda privada**

| DEUDA PRIVADA                     |                 |                    |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------|
| Tipo de título                    | Cantidad        | Volumen            |
| Cert. Depósito Término Bancario   | 378,096,158,802 | 384,532,751,649.00 |
| Bonos Ordinarios                  | 53,554,000,000  | 55,751,834,116.00  |
| Bonos Subordinados                | 13,871,000,000  | 15,425,344,731.00  |
| CDT Findeter                      | 13,277,000,000  | 13,435,976,716.00  |
| Cert. Dep. Térm. Cia. Fcto        | 3,952,203,022   | 4,025,573,421.00   |
| Tit. Part. Fondos                 | 50,800          | 1,195,633,179.00   |
| Cert. Dep. Térm. Corp. Financiera | 1,160,000,000   | 1,167,193,200.00   |
| Tit. Part. Titularización         | 79              | 784,127,726.00     |
| Papeles Comerciales               | 200,000,000     | 200,887,000.00     |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC)

**Tabla 4. Cantidades y volúmenes transados en títulos de deuda pública**

| DEUDA PÚBLICA                   |                   |                      |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| Tipo de título                  | Catidad           | Volumen              |
| Títulos TES                     | 2,655,810,400,000 | 2,942,340,430,880.00 |
| Títulos TES en UVR              | 1,547,251,000     | 401,976,192,724.00   |
| Tit. De Desarrollo Agropecuario | 220,038,571,000   | 220,038,571,000.00   |
| Títulos de Desarrollo Agrope    | 85,488,188,000    | 85,488,188,000.00    |

|                                 |                |                   |
|---------------------------------|----------------|-------------------|
| Bonos Deuda Pub. Ext Dolares    | 23,000,000     | 73,248,337,669.00 |
| Tidis-Tit. Devolución Impuestos | 23,588,906,088 | 23,587,508,008.00 |
| Bonos Deuda Publica Interna     | 8,000,000,000  | 8,172,185,297.00  |
| Bonos Públicos-Universidades    | 6,400,000,000  | 6,949,801,568.00  |
| Bonos Pensionales               | 4,894,700,000  | 5,188,157,867.00  |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC)

Las inversiones en renta fija pueden adquirirse en el instante en que por primera vez se ofrecen al público ó en el momento de la emisión, denominado mercado primario, o comprarse a otros inversionistas en lo que se conoce como mercado secundario, en ambos casos la negociación se logra a través del MEC Plus (Mercado Electrónico de Colombia) y en otros eventos a través del SEN (Sistema Electrónico de Negociación).

Es importante conocer un poco más a detalle estos sistemas, pues es a través de ellos se logra la transabilidad y negociación de los instrumentos de renta fija y aunque no pueden ser operados por cualquier inversionista, si le permiten tener información más detallada en cuanto a clase de título según sus condiciones financieras, límites de negociación permitidos, condiciones financieras de los mismos, entre otras.

## 2.2. Mercado Electrónico de Colombia, MEC plus

Los títulos de renta fija se negocian en el mercado primario y/o secundario a través del Mercado Electrónico de Colombia, MEC Plus, que comprende el sistema centralizado de operaciones de negociación y registro. Estos títulos se referencian o clasifican en el MEC como especies, considerando sus condiciones financieras, la fórmula de valoración a aplicar, los porcentajes de afectación de límites (riesgo precio/pago), la clase y los tipos de negociación permitidos.

De igual forma, y de acuerdo con el Reglamento General MEC de la Bolsa de Valores de Colombia (2016), el Sistema comprende el conjunto de actividades, acuerdos, agentes, normas, procedimientos y mecanismos que tienen por objeto la complementación, confirmación, compensación y liquidación de las operaciones celebradas y/o registradas en el Sistema y de las operaciones celebradas y/o registradas en otros sistemas de negociación y registro de operaciones sobre

valores que se encuentren debidamente habilitados por el Administrador del Sistema, así como la administración de las garantías asociadas a dichas operaciones, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento.

Así mismo, en la medida en que se encuentre debidamente habilitado y reglamentado por el Administrador, los Afiliados podrán registrar las operaciones celebradas por fuera del Sistema entre los Afiliados o entre éstos y otras personas no afiliadas al Sistema y sobre derivados financieros.

El Fondo de Garantías de Instituciones Financieras - FOGAFIN, el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario – FINAGRO, el Banco de la República, así como las demás entidades de naturaleza pública que de conformidad con lo previsto en el decreto 1525 de 2008 y demás normas que lo modifiquen o sustituyan, puedan acceder directamente al sistema todas las demás entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera de Colombia que de acuerdo con su régimen legal, estén autorizadas u obligadas para realizar operaciones a través de sistemas de negociación y registro de valores.

Los inversionistas, personas naturales y jurídicas, también pueden participar en el MEC a través de las sociedades comisionistas de bolsa bajo el contrato de comisión. Siendo estos, los encargados de darle la liquidez necesaria a los títulos, propendiendo por buscar rentabilidad para las inversiones de terceros a través de la compra y venta de estos títulos.

### 2.3. Sistema electrónico de negociación (SEN)

El SEN es un sistema de negociación y de registro de operaciones sobre valores administrado por el Banco de la República, a través del cual las entidades vinculadas pueden acceder al principal mercado de deuda pública interna de Colombia. En él, los agentes pueden celebrar, mediante estaciones de trabajo remotas, operaciones de compraventa al contado o a plazo, operaciones de reporto o repo, operaciones simultáneas, operaciones de Transferencia Temporal de Valores (TTV) con títulos de deuda pública interna o externa que se encuentren registrados electrónicamente o depositados en un depósito centralizado de valores.

El SEN se caracteriza entre otras cosas por contar con foros de negociación en los que se pueden realizar operaciones con o sin la identificación de la contraparte, según el escalón en el que se opere. Llevar a cabo la negociación mediante el mecanismo de cierre automático, el que se acciona cuando las ofertas de compra y de venta sobre un mismo tipo de transacción sean compatibles en monto, plazo, precio o tasa y fecha de cumplimiento. Permitir visualizar múltiples opciones en tiempo real de las condiciones del mercado, apoyando la toma de decisiones de los participantes. Realizar el cumplimiento de las operaciones/cierres en el Depósito Central de Valores DCV del Banco de la República

#### 2.4. Clasificación de los Instrumentos de Renta Fija

Dependiendo de las características de su emisor, los instrumentos de renta fija pueden clasificarse en títulos de deuda pública y títulos de deuda privada. De este modo, empresas del sector público como Ecopetrol, emitirán títulos de deuda pública, mientras que organizaciones del sector privado emitirán títulos de deuda privada.

A su vez, el Gobierno Nacional puede emitir títulos de deuda pública interna o deuda pública externa. Donde la deuda pública interna es la deuda que adquiere con personas naturales o jurídicas en el ámbito nacional, contraída principalmente mediante la emisión de títulos valores en el Mercado Público de Valores Colombiano.

El mercado de deuda pública interna es la compra-venta de títulos ya sea en el mercado primario o secundario o a través del MEC Plus. Por su parte, la deuda pública externa es la emisión de títulos buscando básicamente inversionistas en el exterior, tema que, para el objeto de este trabajo, no será tratado en detalle, centrandose especial atención entonces, en títulos de deuda pública interna y un poco de deuda privada.

A continuación, se describen los títulos que circulan en el mercado colombiano.

#### 2.4.1. Títulos de Tesorería (TES)

Son títulos emitidos por el Gobierno Nacional. En sus inicios, fueron introducidos como mecanismo de financiación interna del gobierno mediante la Ley 51 de 1990, con el objetivo de ser utilizados para financiar las operaciones presupuestales principalmente, y su objeto es el manejo de liquidez del Estado y regular el mercado monetario y/o cambiario

Los TES son subastados por el Gobierno Nacional y se caracterizan por ser títulos a la orden, libremente negociables en el mercado secundario. El plazo se determina de acuerdo con las necesidades de regulación del mercado monetario y de los requerimientos presupuestales de tesorería y fluctúa entre 1 y 10 años, aunque a la fecha existen ya títulos de una mayor duración. Su rendimiento lo determina el Gobierno Nacional de acuerdo con las tasas del mercado para el día de emisión de los mismos.

Los TES son el tipo de inversión apropiada para aquellas personas que buscan minimizar significativamente el riesgo de crédito por parte del emisor del título, ya que están respaldados por la Nación, que a nivel interno podría decirse presenta una calificación AAA, pero que a nivel internacional alcanza BBB para S&P y BBB para Moody's y Fitch Ratings.

Resaltando claramente que, por la naturaleza de la nación como garante de los mismos, son en Colombia los tipos de títulos con la mayor calidad crediticia que pueda encontrarse. La Ley 51 de 1990 dispuso dos tipos de TES:

TES Clase A, aunque actualmente no se emiten, fueron utilizados para cubrir pasivo existente con el Banco de la República, y para sustituir a su vencimiento la deuda contraída en Operaciones de Mercado Abierto (OMAS) a través de Títulos de Participación creados con base en las resoluciones 28 de 1986 y 50 de 1990.

TES Clase B, su emisión tiene como propósito la financiación de la Nación como se dijo anteriormente, sustituir a su vencimiento a los Títulos de Ahorro Nacional (TAN) y para reponerlos que se amorticen o venzan sin exceder los montos de emisión autorizados dentro del plan financiero de la Nación.

Existen referencias de TES que pagan rendimientos en tasa fija y en tasa variable tal como se detalla a continuación:

TES Clase B tasa fija (pesos): como lo indica su denominación, son títulos que pagan con periodicidad anual un cupón atado a una tasa fija.

TES Clase B tasa fija (dólares): denominados en dólares de los Estados Unidos de América y su plazo al vencimiento es de uno o más años calendario. Se colocan y pagan en moneda legal colombiana, liquidados a la tasa representativa del mercado (TRM) vigente el día de la liquidación. Devengan intereses periodo vencido.

TES Clase B tasa fija (UVR): son denominados en UVR y su plazo al vencimiento es de tres o más años calendario. Pagan anualmente un porcentaje fijo, sobre su valor nominal, por concepto de intereses, liquidados en moneda legal colombiana al valor de la UVR vigente el día de la liquidación.

TES Clase B tasa variable (indexado al IPC): los recursos obtenidos a través de su colocación se utilizan para la financiación de mediano y largo plazo de los gastos que estén incorporados dentro del presupuesto nacional. Son denominados en pesos colombianos y su plazo es de uno a más años. Pagan intereses año vencido con tasa de interés variable, liquidada como una tasa compuesta con base en el IPC certificado por el DANE para el mes anterior al del pago y el Porcentaje Contractual Aprobado – PCA.

TES Clase B mixtos: introducidos al mercado colombiano en octubre de 1.998, su característica principal es la combinación de tasa fija y variable para el pago de sus rendimientos. Tienen una fecha única de emisión y un plazo de diez (10) años contados a partir de la misma; los dos (2) primeros años serán títulos de renta fija a tasa fija y los ocho (8) años restantes se constituirán en títulos de renta fija a tasa variable. Durante los dos primeros años tienen una tasa efectiva anual año vencido establecida por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Así pues, los diversos tipos de TES circulantes en el mercado con sus características propias que los hacen más flexibles a las necesidades de los inversionistas y la garantía de estar respaldados por la nación, hacen de estos



títulos el principal instrumento de renta fija negociado en el mercado colombiano. Sin embargo, es conveniente hacer mención a otros títulos de renta fija de relevante importancia dentro de esta categoría como lo son los bonos.

#### 2.4.2. Bonos

Cuando son emitidos por el estado o por personas jurídicas de derecho público, con la finalidad de financiar proyectos y obtener fondos para cancelar obligaciones contraídas, se califican como ya se dijo, en deuda pública y como tal pueden ser:

**Bonos deuda Pública interna:** a nivel de deuda pública interna existen otros títulos de renta fija como Títulos de Desarrollo Agropecuario, Bonos Agrarios, Bonos para la Seguridad, Fogafín, TRD entre otros, que ocupan esta categoría.

**Bonos de deuda pública externa:** la deuda pública externa es aquella deuda contraída con entidades o personas en el exterior y suele estar denominada en moneda extranjera. Es colocada, transada y cumplida en los mercados externos. Los siguientes son los bonos de deuda pública externa más conocidos:

Yankees: son Bonos denominados en dólares americanos. Actualmente Colombia ya no tiene bonos Yankees vigentes. Los bonos en dólares vigentes son bonos Global, los cuales cumplen con los requerimientos para negociarse no sólo en el mercado de EE.UU. sino también en el europeo.

TES Global: tienen las mismas características que un bono local, sólo que, aunque denominado en pesos, se paga en dólares. Las condiciones bajo las cuales fueron emitidos los TES Globales fueron determinadas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público de acuerdo a las disposiciones de las diferentes jurisdicciones donde circulan estos títulos. En el mercado colombiano, Para los TES Globales con vencimiento en 2010 y 2015, la tasa de cambio a la cual se paga el cupón se define 3 días hábiles antes del pago del cupón y será el promedio de la TRM de los últimos 20 días hábiles.

Por su parte, para el TES Global con vencimiento en 2027, la tasa se define también 3 días antes, pero con el promedio de la TRM de los últimos 5 días hábiles. Estos son los títulos de deuda pública, más representativos del mercado.

En la siguiente tabla se indica a 31 de julio de 2017, la cantidad y el volumen negociado en el mercado de valores colombiano los títulos de deuda pública, tanto interna como externa.

**Tabla 5. Cantidad y volumen negociado en títulos de deuda pública**

| DEUDA PÚBLICA                   |                   |                      |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| Tipo de título                  | Cantidad          | Volumen              |
| Títulos TES                     | 2,655,810,400,000 | 2,942,340,430,880.00 |
| Títulos TES en UVR              | 1,547,251,000     | 401,976,192,724.00   |
| Tit. De Desarrollo Agropecuario | 220,038,571,000   | 220,038,571,000.00   |
| Títulos de Desarrollo Agrope    | 85,488,188,000    | 85,488,188,000.00    |
| Bonos Deuda Pub. Ext Dólares    | 23,000,000        | 73,248,337,669.00    |
| Tidis-Tit. Devolución Impuestos | 23,588,906,088    | 23,587,508,008.00    |
| Bonos Deuda Pública Interna     | 8,000,000,000     | 8,172,185,297.00     |
| Bonos Públicos-Universidades    | 6,400,000,000     | 6,949,801,568.00     |
| Bonos Pensionales               | 4,894,700,000     | 5,188,157,867.00     |

Fuente: elaboración propia con datos de la Bolsa de Valores de Colombia

Sean de carácter público o privado, los bonos se caracterizan porque pueden ser emitidos por toda entidad que conforme a su régimen legal pueda hacerlo, previa autorización.

Existen los siguientes modelos de bonos que precisa la norma colombiana: Bonos ordinarios: son en los que se ubican las características y cualidades de los bonos mencionadas anteriormente, en los que la emisión insta los activos que garantizarán la ejecución de sus compromisos, de ser el caso, y en el cual los bienes del emisor amparan la emisión.

Bonos convertibles en acciones: son aquellos que el emisor redime, otorgándole al inversionista acciones, emitidas por el emisor, en lugar de un capital en dinero, se puede ocasionar de forma obligatoria o a través del ejercicio de dicha facultad por parte del tenedor. Así mismo, los bonos convertibles en acciones son de dos clases:

Bonos obligatoriamente convertibles en acciones: son los que al instante de madurez o vencimiento, su pago del capital y los rendimientos alcanzados se entregan en acciones, sin que esta decisión dependa del inversionista. Estos valores se denominan usualmente BOCEAS.

Bonos facultativamente convertibles en acciones: los bonos son facultativamente convertibles en acciones si la entrega de acciones como desembolso del capital y los beneficios del bono al llegar su vencimiento, obedecen a una decisión unilateral del inversionista.

En los dos escenarios anteriores, la Resolución 400 de 1995 exige a que se cuente con las acciones necesarias en reserva por parte del emisor para la transformación de los bonos.

#### 2.4.3. Papeles comerciales

De acuerdo con el decreto 2555 de 2010, de la Superintendencia Financiera de Colombia, los papeles comerciales son pagarés ofrecidos públicamente, emitidos serial o masivamente en el mercado de valores, previa autorización de su oferta por parte de la Superfinanciera

Para que sean considerados papeles comerciales, se requiere que sean ofrecidos públicamente, previa inscripción del valor en el RNVE y autorización de su oferta pública.

El plazo de los papeles comerciales deberá ser superior a 15 días e inferior a un año, contado a partir de la fecha de suscripción. Son valores de corto plazo.

#### 2.4.4. Certificados de Depósito a Término, CDT

Los CDT son certificados expedidos por una entidad bancaria a solicitud del interesado, sobre depósitos a término, en los que se ha estipulado a favor del banco un preaviso o término para exigir su restitución. Son susceptibles de emisión en serie o en masa. Su plazo no puede ser inferior a un mes, son irredimibles antes de

su vencimiento. En el evento en el que no se hagan efectivos en la fecha de su vencimiento, se entenderán prorrogados por un plazo igual al inicialmente pactado.

Estos títulos pueden ser expedidos por corporaciones financieras y compañías de financiamiento comercial. Y pueden ser expedidos a cualquier clase de clientes sin ningún requisito adicional. Después del término pactado, el banco paga al depositante un valor fijo El certificado es una simple constancia de la suma recibida, que legitima a su titular para exigir el pago de su acreencia, sin que tenga vocación de circulación. No puede expedirse al portador, ni puede transferirse mediante endoso.

#### 2.4.5. Titularizaciones

Consiste en la emisión de títulos de activos que por su naturaleza son de baja liquidez para la Compañía emisora, tales como: cartera, activos fijos, flujos futuros sobre los que se tiene una elevada certeza de ocurrencia en el futuro, entre otros; con el objetivo de obtener la liquidez necesaria para invertir en proyectos que le generen mayores ingresos y crecimiento a la Compañía emisora.

Estos son los títulos de deuda privada, más representativos del mercado. En la siguiente tabla se ilustra la cantidad y el volumen negociado en el mercado de valores en títulos de deuda privada el día 31 de mayo de 2013 en Colombia.

#### 2.5. Valoración de instrumentos de Renta Fija

Los instrumentos son vendidos por primera vez a inversionistas (por ejemplo, Fondos Mutuos), quienes previo pago de comisiones y derechos de bolsa, pueden adquirirlos en el mercado a un precio que no necesariamente es el Valor Nominal. Una vez colocado el Bono, éste puede ser adquirido en el mercado secundario.

##### 2.5.1. Teoría del Valor Actual

El Valor Actual (VA) es la corriente de flujos generada por un activo descontado a una determinada tasa (tasa de descuento o costo de oportunidad). La teoría del

Valor Actual nos permite determinar el precio de un activo con base a la capacidad generadora de ingresos que éste posea en el futuro, en relación a otros activos de similares características. La fórmula se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$VA = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$F_t$ : Flujo de dinero en el periodo  $t$

$r$ : Tasa descuento

La tasa de descuento estará reflejando tanto el riesgo de recibir el dinero en un futuro desconocido, como además el valor relativo.

Dentro de los factores que determinan el valor de un bono están: tasa de mercado o tasa de descuento, valor de los cupones (calendario de pago) y el plazo de vencimiento. En la práctica; los factores que complican la valoración corresponden a: calendarios de pagos difíciles de entender, diferentes nomenclaturas para medir el tiempo, la determinación de las tasas de descuento de mercado apropiadas, el entendimiento de las expectativas con respecto a éstas últimas, entre otras.

### 2.5.2. Rentabilidad de Instrumentos de Renta Fija

Dado que el bono corresponde a una obligación contractual, el inversionista tiene relativamente asegurado el pago del calendario establecido. Así también, la rentabilidad que él obtenga por su inversión queda expuesta mayormente a lo que suceda en el mercado y sus comparables. El rendimiento o rentabilidad implícita en la compra de un Instrumento de Renta Fija se le denomina TIR (Tasa Interna de Retorno), calculándose según la siguiente ecuación

$$- Inversión = \sum_{t=0}^n \frac{i \cdot Valor\_No\ min\ al}{(1 + TIR)^t} + \frac{Valor\_No\ min\ al}{(1 + TIR)^{t=n}}$$

Donde:

*I*: Tasa cupón

*n*: Periodos al vencimiento

*t*: Periodo del pago

### 2.5.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Los supuestos en que se basa la afirmación que la TIR representa el rendimiento generado por un bono son los siguientes: la tasa de interés de mercado puede ser representada como un promedio; la tasa de interés de mercado es la misma para todos los períodos (estructura plana); los flujos de caja siempre pueden reinvertirse a la tasa de interés de mercado.

Dado lo anterior, la TIR es una buena medida de rentabilidad promedio, si suponemos que las condiciones de mercado no variarán de manera significativa durante el período que dure mi inversión. Sin embargo, en la vida real, la tasa de mercado está constantemente siendo afectada por factores como: la oferta de dinero (liquidez), actividad real (PIB), tasa de inflación (IPC), rentabilidad del capital (ROE), la propensión del ahorro versus consumo, tasas de mercados internacionales, tipo de cambio, déficit o superávit en cuenta corriente, entre otros.

Los inversionistas deben entender los Instrumentos de Renta Fija como un activo financiero más, el cual le permite conocer un calendario de pago determinado, pero no la rentabilidad que se obtendrá al venderlo antes de su madurez. Por lo tanto, algo importante para resaltar es que los Instrumentos de Renta Fija pueden ser iguales o más riesgosos que un Instrumento de Renta Variable.

## 2.6. Cobertura e inmunización de Renta Fija

### 2.6.1. Duración y Convexidad

La Duración es un método diseñado para gestionar el riesgo de tasa de interés de modo general y permite diseñar coberturas totales o parciales de modo sistemático. Además, permite medir la volatilidad de los títulos de renta fija en respuesta a las variaciones del tipo de interés. La duración es una metodología que le permite conocer al inversionista cuánto tiempo será necesario mantener el Instrumento de Renta Fija antes de venderlo, para lograr obtener la TIR que él esperaba alcanzar. Es una especie de vida media del Instrumento de Renta Fija, y por ende, puede ser entendida también como una medida de riesgo del Instrumento.

De acuerdo con Novales (2016), la duración de Maculay de un bono es el promedio del valor presente de los distintos flujos, ponderados por vencimiento.

De esta manera se plantea las siguientes ecuaciones tomadas de (Novales, 2016)

$$D_M = \frac{\sum_{i=1}^n t_i P_{t_i}}{P}$$

Donde

$$P_{t_i} = \frac{C_{t_i}}{(1+y)^{t_i}} \text{ ó } P_{t_i} = C_{t_i} \exp(-yt_i)$$

De acuerdo con lo anterior, un bono cupón cero tiene duración de Macaulay igual a su vencimiento. Todo bono que paga cupón tiene duración inferior a su vencimiento. La duración representa el tiempo medio sobre el que se reciben los flujos de caja.

La duración modificada es, cambiada de signo. En un bono anual, la duración modificada es la duración de Macaulay dividida por  $1 + y$ : En un bono anual, la duración modificada es la duración de Macaulay dividida por  $1 + y$ .

Bajo descuento continuo se tiene la siguiente ecuación tomada de (Novales,2016)

$$\frac{dP}{dy} = - \sum_{i=1}^n C_{t_i} t_i \exp(-y t_i) = - \sum_{i=1}^n C_{t_i} t_i \exp(-y t_i) = - \sum_{i=1}^n P_{t_i} t_i$$

De modo que,

$$D_M \equiv \text{duración de Macaulay} = - \frac{1}{P} \frac{dP}{dy}$$

Y bajo descuento discreto,

$$D \equiv \text{duración modificada} = - \frac{1}{P} \frac{dP}{dy} = \frac{D_M}{1 + y}$$

Como la relación entre el precio y la TIR no es lineal, se debe considerar el concepto de convexidad, el cual nos dice que es una variación en la duración modificada ante cambios de una unidad en la TIR, y está representada por la siguiente ecuación tomada del (Novales.2016)

$$\text{Convexidad} = \frac{1}{P} \frac{d^2 P}{dy^2}$$

Concluyendo lo anterior, la duración posee tres características fundamentales: es una buena medida de comparación; inmuniza una cartera, es decir, determina el momento del tiempo en que el inversionista se aísla del riesgo e indica cuanto rentará; y por último, sirve para medir, determinando cuán sensible es el valor de un Instrumento de Renta Fija ante un cambio en la tasa de interés de mercado, correspondiente a la “Duración Modificada”

## 2.7. Medidas de Rendimiento de un Bono

Si se quiere medir el rendimiento de un bono es fundamental conocer las diversas variables que le afectan, por ende, el inversionista conoce con seguridad el valor del cupón, el valor par y el vencimiento del instrumento. También es importante considerar que la TIR de un bono supone mantener el bono hasta su vencimiento y

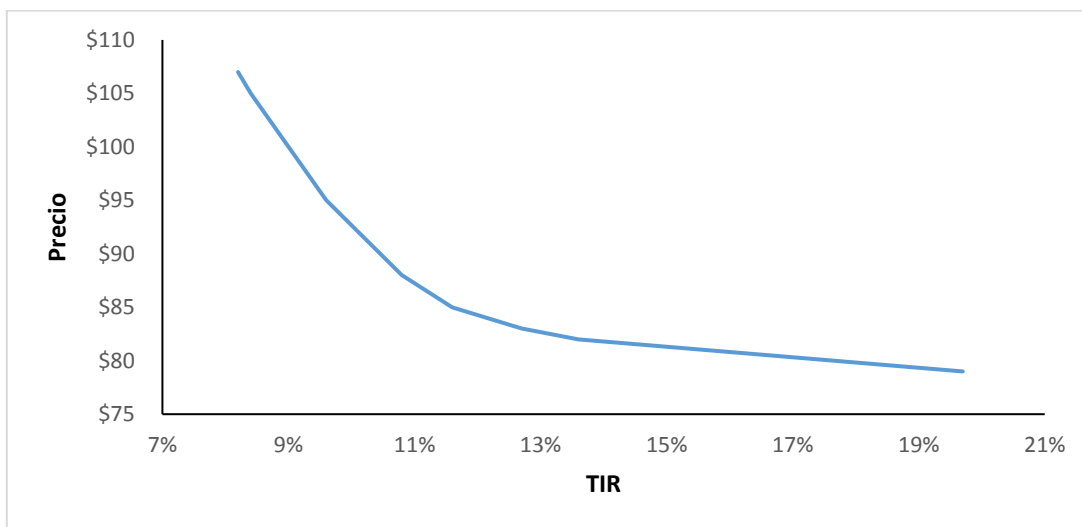


este no contempla las ganancias futuras o la pérdida de capital. En el caso de los bonos nominales no considera las variaciones en el precio del instrumento impulsado por las fluctuaciones en la inflación, por tanto no considera las variaciones en el valor de otras monedas diferentes a las de denominación de origen.

## 2.8. La TIR y el precio del Instrumento de Renta Fija

El precio de un bono o Instrumento de Renta Fija varía siempre en la dirección contraria a cambios en la tasa de descuento. Es decir, mientras más alta sea la tasa de descuento, menor es el precio del instrumento. Sin embargo, esta relación no es lineal, sino que existe una relación convexa entre la TIR y el precio del bono, entonces, a niveles altos de TIR, los cambios en la TIR (en esos rangos) tienen relativamente poco impacto en el precio y a niveles bajos de TIR, variaciones en la TIR, tienen un significativo impacto en el precio.

**Gráfico 2. Relación entre TIR y el precio del instrumento**



Fuente: Elaboración propia

Donde a niveles bajos de TIR, frente al cambio de una unidad de TIR, representa mayor impacto en el precio (valor presente descrito por la curva), que lo contrario frente a niveles altos de TIR. Se supone que la TIR se mantiene ceteris paribus. Si

el bono se cotiza a la par, la maduración del IRF no afecta su cotización. Si el bono se cotiza con un descuento (premio) respecto de su valor par, a medida que va madurando, su precio irá subiendo (cayendo) hasta converger a su valor par a la fecha de vencimiento.

### **3. TEORÍA DEL PORTAFOLIO**

Originada por Harry Markowitz, autor de un artículo sobre selección de cartera publicado en 1952, la teoría moderna de la selección de cartera señala que los inversionistas presentan una conducta racional a la hora de seleccionar sus inversiones o lo que se denomina cartera de inversión, donde se busca obtener la máxima rentabilidad sin tener que asumir un nivel de riesgo más alto que el necesario y por ende construye una cartera óptima donde se maximice el rendimiento a un mínimo riesgo.

Anterior a su teoría, los economistas habían establecido que un portafolio con un mayor número de acciones era menos riesgoso que uno con pocas acciones. (Acciones que se desempeñan mal, tienden a estar compensadas por acciones que se desempeñan bien, por ende, el retorno del portafolio varía menos que el retorno de un portafolio con un menor número de acciones o de una acción individual).

Markowitz, demostró que la clave para diversificar un portafolio no estaba simplemente en el número de acciones que lo componen, sino también en la correlación de los retornos de las acciones que lo conforman, lo anterior aplicado a los portafolios de renta variable y si los retornos están fuertemente correlacionados, en efecto, el portafolio no se podrá diversificar, y si la correlación es baja, se podrá diversificar y el riesgo será mucho menor.

Esta investigación fue originada por la lectura del libro teoría de la inversión de John Burr Williams, el cual le brindó la inspiración para desarrollar los conceptos básicos

de la teoría del portafolio. En aquella obra, Williams proponía que el valor de una acción debía ser igual al valor presente de sus futuros dividendos.<sup>13</sup>

### 3.1. Portafolios de Inversión

El objetivo que se tiene cuando se construye un portafolio de inversión, va encaminado básicamente a lograr una valoración, un significado y una respuesta a los posibles resultados de una inversión, tales como la rentabilidad y flujos de efectivo, obtenidos en cualquier transacción que suponga disposición o compromiso de fondos y su recuperación en las operaciones financieras.

La inestabilidad de los posibles resultados de un proyecto de inversión, ya sean activos físicos o financieros, se refiere a la diferencia o distancia de los resultados potenciales con respecto a un resultado que se llama valor esperado, por ser el más probable de ocurrencia. A esta medida se le llama la media estadística o suma de los resultados posibles ponderados por el grado de probabilidad de ocurrencia.

Hay otro concepto que es importante resaltar y es el de la media estadística, el cual nos proporciona la estimación de la dispersión de los mismos resultados, llamada la desviación estándar

Lo anterior lo podemos inferir cuando se cuenta con una gran cantidad información estadística financiera, como en el caso de algunas series económicas de tiempo donde se incluyen datos de periodos largos, el tratamiento de este conjunto con las medidas estadísticas anteriormente mencionadas proporciona resultados mínimos y concretos de cuya interpretación a la estimación, pueden inferirse hechos altamente significativos.

Uno de los mecanismos más recurridos por los administradores de portafolios de inversión es la elaboración de curvas de rendimiento basándose en la construcción

---

<sup>13</sup> Franco Arbeláez, Luis Ceferino; Franco Ceballos, Luis Eduardo. El valor en riesgo condicional CVaR como medida coherente de riesgo Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 4, núm. 6, enero-junio, 2005, pp. 43-54

de plazos de tasa de interés, esto es, la construcción de una gráfica que indica el rendimiento que tendrán diversos instrumentos al vencimiento.

Se debe resaltar que el rendimiento de un instrumento en la mayoría de las veces va acompañado con un determinado riesgo de que ocurra o no dicho rendimiento esperado y éste generalmente es determinado por el plazo o el tiempo del mismo.

De esta manera, se pueden obtener diversas formas de curvas de rendimiento como son:

Curva normal de rendimiento, el cual presenta una pendiente positiva. Curva de rendimiento invertida, el cual interpreta generalmente que los instrumentos a menor plazo tienen mayores rendimientos que los instrumentos de mayor plazo, y Curva de rendimiento horizontal, es la que indica un mismo rendimiento independientemente de los plazos de vencimiento.

### 3.2. Frontera Eficiente

Para poder integrar una cartera de inversión ajustada y equilibrada lo más importante es tener en cuenta el concepto de la diversificación, ya que de esta manera se reduce la variación de los precios, minimizando su volatilidad. La idea de la cartera es, diversificar las inversiones en diferentes mercados y plazos para así disminuir las variaciones en cuanto a la rentabilidad total de la cartera y por lo tanto también del riesgo

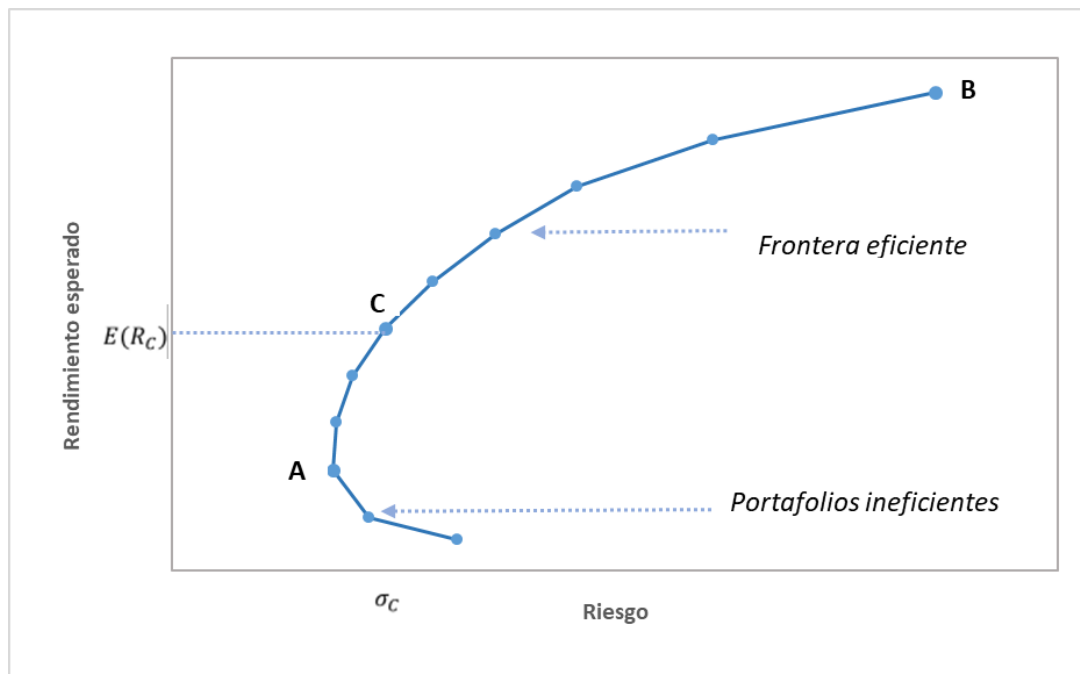
Hay que resaltar que el rendimiento se puede calcular de dos maneras, una a través del logaritmo natural de los cambios de un día para otro en el precio de una acción y el otro a través de la fórmula de la tasa efectiva, una es continua y la otra discreta respectivamente, se hace la distinción de una con respecto a la otra ya que la del logaritmo natural se utiliza cuando una inversión se mantiene en el mercado durante largos y continuos. La fórmula de la tasa efectiva para el cálculo del rendimiento de un activo se utiliza cuando se participa en el mercado constantemente, de esta manera se calcula porque los activos, al no permanecer todo el tiempo en el

mercado evita ciertas fluctuaciones y efectos que permiten el cálculo mediante puntos muy específicos.

Por consiguiente, la teoría moderna de portafolios busca la diversificación en los portafolios, bajo ciertos supuestos y para definiciones cuantitativas específicas de riesgo y rendimiento. Es decir, explica cómo encontrar la mejor estrategia de diversificación posible (Omisore, 2012). Como resultado, se obtiene una combinación de activos ubicados en la línea AB del Gráfico 2, en la cual se ubican todos los portafolios eficientes, debido a que por debajo de esta, para un mismo nivel de riesgo se obtiene una menor rentabilidad.

En la siguiente grafica se puede observar la curva que recibe el nombre de “Frontera eficiente”, porque para un nivel de riesgo dado no se puede obtener una rentabilidad superior.

**Gráfico 3. Frontera eficiente**



Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación podemos inferir que las posiciones en el mercado serán de muy largo plazo. Y de acuerdo con lo mencionado de que el rendimiento del

portafolio es un conjunto de los rendimientos individuales de cada activo multiplicado por su participación dentro del portafolio, se puede expresar matemáticamente mediante la siguiente fórmula:

$$E(R_p) = W_1E(R_1) + W_2E(R_2) + \dots + W_nE(R_n)$$

Donde "w" representa la participación porcentual del activo en el portafolio y R el rendimiento de cada activo. De igual manera para calcular el riesgo del portafolio que es la suma de la multiplicación la participación del activo en el portafolio por la desviación estándar del activo.

Se utiliza la desviación estándar entendiéndola como una buena medida de dispersión de los datos con respecto a su media aritmética. Para obtener esto es necesario hallar la desviación estándar la ecuación que da por resultado la desviación estándar

$$\sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

El resultado de esta ecuación proporciona la desviación estándar para cada activo del portafolio.

Estas fórmulas establecen los datos necesarios para poder realizar el análisis del portafolio, se requiere obtener el rendimiento promedio de cada uno de los instrumentos de inversión que se están considerando para integrar el portafolio. Posteriormente es necesario calcular para cada par de instrumentos de inversión considerados para integrar el portafolio, la covarianza entre éstos.

El número de cálculos necesarios para obtener todas las covarianzas crece considerablemente mientras más instrumentos de inversión se incluyan en la posible selección.

### 3.3. Condiciones de Riesgo

Se conoce que el rendimiento siempre va acompañado del riesgo, por lo tanto antes de considerar el riesgo en portafolios de valores financieros, es importante señalar que en algunas situaciones el enfoque de riesgo total representado directamente por la desviación estándar de proyectos individuales es de cierta utilidad, ya que usando los parámetros de mercado, pueden construirse modelos que aunque de utilidad limitada o específica no pueden servir para soluciones "a la medida" y obtener aproximaciones con niveles aceptables de predicción.

Es importante considerar una empresa como un conjunto de activos que en sí mismos, conforman un riesgo corporativo que puede adjudicarse a sus propias acciones, su riesgo dentro del sistema financiero sería su contribución marginal o participante en el riesgo del portafolio del mercado, donde se representa en gran medida y para efectos prácticos por el índice de los principales valores financieros que contribuyen con casi la totalidad de la actividad de los mercados financieros.

### 3.4. La Naturaleza del Riesgo Financiero

Entender la importancia del riesgo en la economía y en los mercados financieros permite a las instituciones financieras y a los inversionistas institucionales<sup>1</sup> e individuales establecer efectivas medidas de control que sirvan de apoyo para una mejor evaluación y administración de la exposición al riesgo como consecuencia de los resultados adversos generados por cambios inesperados en múltiples factores. Asimismo, permite a las empresas ser más competitivas, puesto que un mejor control del riesgo no sólo disminuye sus costos de capital, sino también fomenta la certidumbre de sus ingresos y por ende sus utilidades. Finalmente, coadyuva también a que los gobiernos disminuyan sus niveles de riesgo-país, y mantengan la estabilidad de sus economías controlando mejor las variables fundamentales y optimizando el uso de sus recursos.

Una identificación oportuna y adecuada del riesgo a través de una efectiva estrategia de análisis e implementación del uso adecuado de modelos para su medición sitúa a los agentes económicos nacionales públicos y privados, en iguales o mejores circunstancias que sus competidores internacionales, maximizando con ello sus rendimientos al limitar y diversificar su exposición al riesgo aprovechando toda la gama de mercados financieros externos.

Además, una adecuada medición del riesgo hace a los mercados emergentes más estables y atractivos para los inversionistas, favoreciendo por tanto el ingreso de capitales extranjeros. Sin embargo, para tener una mejor percepción del riesgo es necesario comprender la frecuencia y la probabilidad de una identificación oportuna e inmunización adecuada del riesgo a través de una efectiva estrategia de análisis e implementación del uso adecuado de modelos para su medición sitúa a los agentes económicos nacionales públicos y privados, en iguales o mejores circunstancias que sus competidores internacionales, maximizando con ello sus rendimientos al limitar y diversificar su exposición al riesgo aprovechando toda la gama de mercados financieros externos.

### 3.5. Teoría de portafolios aplicada a los seguros

Son numerosos estudios que se han realizado para obtener la composición eficiente de líneas de seguros, los cuales se detallan a continuación.

Investigaciones realizadas por Kahane y Nye (1975), son las de señalar ya que obtuvieron un modelo de cartera que optimizaba simultáneamente los portafolios de inversión y de seguros de la industria aseguradora de propiedad y patrimonio. La formulación matemática fue una extensión de aproximaciones anteriores ya que permite el desarrollo directo de la frontera eficiente para todos los niveles de apalancamiento de seguros, este nivel de apalancamiento hace referencia a la relación entre el capital y la suscripción de primas de seguros.



El modelo al que hace referencia fue utilizado para calcular una frontera eficiente, el cual se define como el lugar geométrico de todas las combinaciones de los seguros y el portafolio de inversión que minimizan la varianza para un determinado nivel de rendimiento esperado sobre el capital de la compañía. Para cualquier nivel dado de apalancamiento de seguros, es decir, cualquier valor de las primas suscritas sobre el patrimonio, habrá una frontera eficiente diferente.

El sector asegurador, puede elegir una combinación particular de activos y pasivos para generar el nivel esperado de riesgo-retorno deseado. Una combinación de menor riesgo de los activos y pasivos generará un menor nivel de rendimiento esperado sobre el capital. De acuerdo con Kahane & Nye (1975), otra combinación más arriesgada generará tanto un mayor nivel de rendimiento esperado como de desviación estándar.

Otros autores como Li y Huang (1996) desarrollaron un modelo para optimizar simultáneamente la composición de la cartera tanto de los seguros como de inversión, añadiendo una mejora adicional que no había sido considerada en los estudios anteriores: el riesgo se definió como la posibilidad de tener retornos por debajo de un umbral de riesgo definido y no usando la desviación estándar como medida de riesgo como se establece en el análisis original de Markowitz, debido a que no correspondía con la realidad.

De acuerdo con un estudio realizado por Eling & Parnitzke (2007), la selección de la cartera óptima de líneas de seguros se ha basado principalmente en la teoría moderna de portafolios.

Otros estudios recientes han determinado que existen estudios más avanzados que consideran variables estocásticas en la modelación para la gestión tanto de activos como de pasivos en las compañías de seguros, además se han identificado varias limitaciones de la teoría moderna de portafolios, entre las cuales Cheng (2001), mencionó que las principales son el supuesto de normalidad de la distribución de los rendimientos y la falta de incorporación de la aversión al riesgo de los inversores, lo cual podría distorsionar los resultados del modelo cuando se contrastan con la realidad.

En todos los estudios descritos, la tasa anual de retorno para las líneas de seguros se determinó a través de la razón combinada, que consiste en determinar la relación anual de los siniestros incurridos y los gastos efectuados, sobre las primas ganadas. La suma de estos porcentajes se sustrae de la unidad para obtener una estimación histórica de las tasas anuales de rentabilidad.

De acuerdo con Kahane y Nye (1975) los resultados que se obtienen tienen una gran limitación determinada por la influencia de las decisiones de suscripción en la obtención de la rentabilidad por cada línea de seguros. Sin embargo, como no se encontraron mejores datos, se consideró que estos eran apropiados.

#### **4. MEDICIÓN DEL RIESGO DEL MERCADO**

##### **4.1. Value at Risk (VaR)**

Según Angelovska (2013), menciona que a pesar de que el término "Valor en Riesgo" no fue ampliamente utilizado antes de mediados de la década de 1990, el esfuerzo para el uso de medidas de VaR se originó principalmente por las crisis que se presentaron en las distintas empresas de servicios financieros a través del tiempo y por las exigencias normativas producto de la crisis, y con ello se dio el inicio de la utilización e implementación del VaR.

A efectos prácticos, se pueden identificar los orígenes del VaR a finales de los años 1970 y 1980, cuando una serie de importantes instituciones financieras comenzaron a trabajar en modelos internos de gestión del riesgo. El más conocido de estos sistemas fue el desarrollado por JP Morgan, que estaba en funcionamiento alrededor de 1990.

Por lo anterior, este sistema se basaba en la teoría de la cartera modelo utilizando estimaciones de las desviaciones estándar y las correlaciones entre los rendimientos de los diferentes instrumentos negociados, obteniendo así una medida de riesgo de toda la empresa.

Según Dowd & Blake (2006), La medida utilizada fue la noción hasta entonces casi desconocida de valor en riesgo diario (o VaR), que era la pérdida máxima probable en el próximo día de negociación.

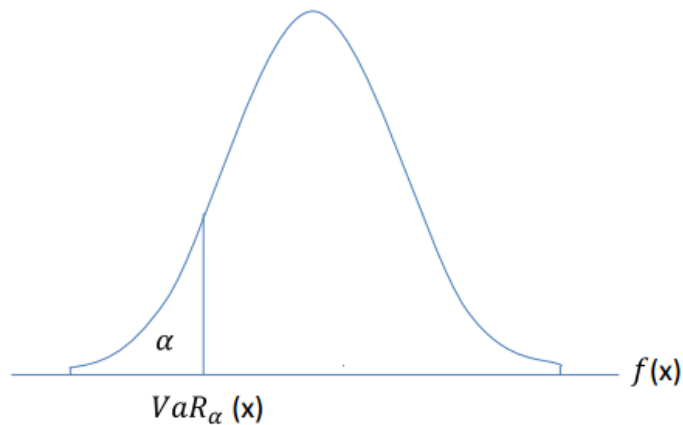
Para Sollis (2009), El Valor en riesgo (VaR) permite cuantificar la peor pérdida que un portafolio enfrentará en un período determinado de tiempo en condiciones normales de mercado con un determinado nivel de confianza, definido en términos de la probabilidad de que la pérdida monetaria real no será mayor que el valor en riesgo.

Para autores como Nylund (2001), el VaR es una medida de la pérdida máxima potencial. No obstante, literalmente significa la "pérdida máxima", el VaR se refiere a un nivel de confianza determinado.

Como se sabe, la máxima pérdida posible es por lo general todo el valor de la cartera, y una medida de riesgo que informe sobre algo conocido no tiene ninguna utilidad. El nivel de confianza, conocido como  $(1-\alpha)$  es la probabilidad de que la pérdida no es mayor que el previsto por el VaR, es decir, el VaR es el menos malo de los  $\alpha$  peores casos de la distribución de retorno. Así, se tendrá que la pérdida en el portafolio no excederá el VaR con una probabilidad  $\alpha$ .

El VaR representa un cuantil de la distribución de pérdidas y ganancias, lo cual equivale a determinar el percentil  $\alpha$  más bajo de la distribución de las posibles pérdidas que pueden ocurrir durante un horizonte de tiempo específico, es decir, si se establece un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 5\%$ ), entonces el valor más bajo que se tendría en el portafolio con un 95% de confianza está dado por el punto dado por VaR (x).

#### Gráfico 4. VaR



Fuente: Elaboración propia a partir de Nylund (2001).

Hay que resaltar que de acuerdo con Dowd & Blake (2006), el rápido auge del VaR como medida de riesgo, se debió en gran parte a tener ciertas características, que le dieron una ventaja sobre los métodos de evaluación de riesgos más tradicionales que se utilizan en contextos de mercados de capitales.

El VaR proporciona una medida común de riesgo a través de diferentes posiciones y factores de riesgo. Se puede aplicar a cualquier tipo de cartera, y permite comparar los riesgos a través de diferentes carteras (por ejemplo, de renta fija y renta variable). Los métodos tradicionales son más limitados, por ejemplo, las medidas de duración se aplican sólo a las posiciones de renta fija.

El VaR permite agrupar los riesgos de los activos teniendo en cuenta las formas en que los factores de riesgo se correlacionan entre sí, mientras que la mayoría de las medidas de riesgo tradicionales no permiten la agregación de los componentes de riesgo.

De acuerdo con la teoría, el VaR es una medida holística teniendo en cuenta todos los factores de riesgo, mientras que muchas de las medidas tradicionales sólo miran factores de riesgo de uno en uno o recurren a simplificaciones como el CAPM (Capital Asset Pricing Model).

Por lo anterior, se puede estimar que el VaR también es holístico porque se centra en la evaluación de un portafolio completo, y no sólo en las posiciones individuales en el mismo.

El VaR también representa una característica probabilística, y le da al administrador de riesgos la información útil sobre las probabilidades asociadas con las pérdidas especificadas.

Adicionalmente, el VaR se expresa en la unidad de medida más simple y fácil de entender, el cual se puede cuantificar. Muchas otras medidas se expresan en unidades menos entendibles como es el período promedio de flujo de caja, etc.

Sin embargo, a pesar de las ventajas señaladas anteriormente, el VaR también presenta algunas limitaciones importantes. Una limitación es que el VaR sólo establece lo máximo que se puede perder en condiciones normales en los que no se produce un evento de la cola refiriéndonos a la parte estadística, pero no da información acerca de lo que se puede perder cuando se produce un evento de la cola.

Adicionalmente, autores como Rockafellar y Uryasev (2002) encontraron que el cálculo del VaR es difícil de optimizar y que se presentan resultados inestables cuando la función a maximizar tiene una distribución diferente a la normal. La no normalidad es bastante probable de esperar, ya que las distribuciones tienden a presentar “colas anchas”. De esta forma, solo para distribuciones normales se logra tener el VaR como medida coherente de riesgo, debido a que en este tipo de distribución el VaR es proporcional a la desviación estándar de los rendimientos de los activos.

Por otro lado, de acuerdo a lo señalado por Artzner (1999), el VaR posee características matemáticas indeseables tales como la falta de subaditividad y convexidad. La propiedad de subaditividad garantiza que el riesgo de la cartera total no es mayor que la suma de los riesgos de los portafolios individuales para reflejar el efecto de la diversificación. Lo que quiere decir es que, con esta propiedad, la diversificación no debe aumentar el riesgo.

Además, según lo expuesto por Rockafellar & Uryasev (2002), al no cumplir la convexidad, se tiene el problema de tener potencialmente múltiples mínimos locales, lo cual dificulta la optimización, con el propósito de minimizar el VaR.

#### 4.2. Metodología Value at Risk

Como ya hemos definido anteriormente el Value at Risk calcula la máxima pérdida probable que un portafolio o cartera de inversión le puede generar al inversionista, con un nivel de confianza exigido y un periodo de tiempo predeterminado, y más específicamente el VaR representa un cuantil de la distribución de pérdidas y ganancias, el que generalmente se selecciona como el 95% o 99% de la distribución

Por lo tanto, si queremos determinar el VaR de una cartera, para un horizonte de tiempo establecido y exigiendo un nivel de confianza del 95%. Debemos multiplicar 1.645 veces por la desviación estándar respecto al retorno de la cartera.

#### 4.3. Metodologías de estimación

Existen distintas metodologías para estimar la distribución de los retornos de los instrumentos, esta es esencial para poder determinar el VaR así como el CVaR.

##### 4.3.1. Metodología no Paramétrica

Estas técnicas de estimación adquieren su carácter de no paramétrico ante la ausencia de supuestos en torno a la función de distribución subyacente a los factores de riesgo.

##### 4.3.1.1. *Simulación Histórica*

Lo que nos muestra el modelo de simulación histórica el cual presenta propiedades mucho mejores que el método delta-normal, también llamado VaR de varianza y covarianza, debido a que no necesita ningún supuesto en la distribución probabilística de los rendimientos del portafolio, sin embargo, este método requiere

pronosticar y simular los posibles valores futuros del portafolio en el corto plazo mediante diversos cálculos.

Este método proporciona los cambios en el valor del portafolio, asumiendo que las innovaciones en los precios de mercado son derivadas de una distribución empírica o histórica; es decir, los cambios en los factores de riesgo son generados por un proceso estacionario. Esto produce que la función de distribución no cambie significativamente a través el tiempo.

No obstante, el uso de la distribución empírica vuelve sensible al método, proporcionando estimaciones incorrectas del VaR debido a que no toma en cuenta la evolución de los precios a través del tiempo. Asimismo, los rendimientos extremos pasados suelen ser un pobre predictor de los eventos raros, los cuales ocurren en los mercados financieros durante periodos de crisis financieras, devaluaciones y turbulencias bursátiles y, cuyo impacto se refleja notablemente en la estimación del VaR, alimentado por las propiedades de la distribución empírica que se caracteriza por ser muy densa en el interior y suave alrededor de la media.

Existe bastante literatura documentada que estudian las propiedades atractivas del método de simulación histórica para estimar el VaR de un portafolio de inversión, especialmente compuesto por posiciones no lineales. De hecho, varias instituciones financieras y órganos reguladores lo utilizan y lo sugieren para determinar óptimos requerimientos de capital que contribuyan a respaldar las posiciones de sus carteras de inversión. Beder (1995) ofrece un excelente análisis, aplicando varias metodologías para estimar el VaR de tres portafolios con diferentes horizontes de tiempo. Los hallazgos del estudio demuestran que los resultados son muy diferentes para cada una de las metodologías, atribuidos a los supuestos estadísticos establecidos en cada modelo.

Hull y White (1998) analizan la variación del riesgo a través del tiempo, construyendo escenarios de residuales históricos, esto es, revaluando el valor del portafolio con base en la historia pasada de los residuales. Por último, Butler y Schachter (1998) proporcionan medidas de valor en riesgo alternativas más

precisas, utilizando el método de simulación histórica y los estimadores Kernel para suavizar la distribución empírica de los rendimientos.

Se debe tener en cuenta los siguientes pasos para la construcción del algoritmo del modelo de simulación histórica empleado para la estimación del valor en riesgo de una posición de mercado o portafolio los cuales son:

a) En primer lugar, se debe contar con datos diarios de las series financieras de los factores de riesgo que componen al portafolio. Para obtener buenos resultados se necesitan al menos tres o cinco años de datos diarios.

b) Se calculan los rendimientos o los cambios en todos los factores de riesgo del portafolio para generar una distribución empírica. Aquí, se emplean dos formas para determinar los cambios en los factores de riesgo, por ejemplo, en el caso de las tasas de interés se trabaja con los niveles de las mismas. Mientras que para los precios en los tipos de cambio, activos financieros y bienes se utiliza la diferencia de los logaritmos naturales; es decir, los rendimientos geométricos

c) Se genera un conjunto de precios futuros utilizando los cambios o los rendimientos de los factores de riesgo y el precio actual del factor de riesgo:

d) Se calcula el vector de pérdidas y ganancias, tomando la diferencia entre el vector de los precios futuros de los factores de riesgo y el precio actual. Después se multiplica cada una de las diferencias por el valor de la posición inicial.

e) Finalmente, las pérdidas y ganancias son ordenadas en forma ascendente para calcular el valor en riesgo para un percentil. Por ejemplo, para una distribución de pérdidas y ganancias de 1000 observaciones, el VaR para un nivel de probabilidad del 5% está determinado por la entrada  $1000 \cdot 0.05 = 50$  del vector de pérdidas y ganancias del portafolio, una vez ordenado en forma ascendente

En términos generales este método intenta cuantificar las rentabilidades hipotéticas que se hubieran obtenido en el pasado al haber mantenido el portafolio de inversión actual. Es decir, consiste en aplicar el vector de ponderaciones de inversión actual a una serie representativa de retornos históricos, de manera de generar una



secuencia de valores históricos del portafolio que puedan ser representados por un histograma, y así poder definir una cierta distribución de probabilidades.

algunas de las ventajas de este método es que no hace ningún supuesto acerca de las correlaciones de los instrumentos. Tampoco asume explícitamente la forma de la distribución de probabilidades de los precios de los instrumentos. Por otro lado, al basarse en información histórica para estimar las pérdidas futuras puede incorporar “colas anchas”, “asimetrías” y “correlaciones dinámicas” si es que la muestra histórica tuviese tales características.

Entre las desventajas se encuentra la necesidad de disponer de una gran cantidad de información histórica en las series de los instrumentos, porque de lo contrario podríamos obtener cálculos poco fiables.

#### *4.3.1.2. Método MonteCarlo*

Esta técnica consiste en la generación de escenarios futuros con base a la función de distribución de las variables. Por lo tanto, nos permite simular todos los escenarios posibles de los valores que tomen los retornos de los distintos vértices de riesgo, en base a su función de distribución. Para esto es necesario asumir que los escenarios seguirán alguna distribución particular, ya sea normal, t-student, etc. y de esta manera poder generar los retorno mediante algún algoritmo generador de variables o algún proceso estocástico.

Por ejemplo, podemos asumir que las series se distribuyen siguiendo un proceso de camino aleatorio con una distribución lognormal en la serie (normal en rendimientos).

Dentro de las ventajas de este método es que posee un mejor tratamiento de instrumentos no lineales (por ejemplo, opciones), además de poseer mayor facilidad y flexibilidad en el análisis de sensibilidades.

Como inconveniente encontramos la necesidad de contar con un gran soporte computacional, la dificultad de valoración en tiempo real y la necesidad de preestablecer modelos de comportamiento de los precios de los activos. Además,

aunque este método debiese ser más exacto al tratar de generar la entera distribución de probabilidades de los valores que toma la cartera, sigue basándose en los retornos históricos para determinar la volatilidad y las correlaciones.

#### 4.3.2. Método Paramétrico

El cual estima el VaR a través de la utilización de parámetros tales como la volatilidad, la correlación, etc. de los vértices de riesgo, asumiendo que los retornos se distribuyen en forma normal. Además, las exposiciones del portafolio en cada vértice de riesgo están explicadas de forma lineal.

#### 4.4. Deficiencias del Value at Risk

Sin embargo, Value at Risk es inestable y difícil de trabajar numéricamente cuando las pérdidas no están “normalmente distribuidas”, lo cual en la práctica es el caso más frecuente, ya que las distribuciones tienden a exhibir “colas anchas” y “discontinuidad empírica”. Por lo que ha mostrado ser coherente sólo cuando está basado en la desviación estándar de distribuciones normales de los retornos de los activos, ya que bajo una distribución normal el VaR es proporcional a la desviación estándar de los retornos de los instrumentos, como muestra la formulación anterior.

Por otro lado, el VaR posee características matemáticas indeseables tales como falta de subaditividad y convexidad.

Así, cuando los retornos no se distribuyen normales, la falta de subaditividad produce que el VaR asociado a un portafolio que combina dos instrumentos sea mayor que la suma de los riesgos (VaR) de los portafolios individuales. Primeramente, definiremos subaditividad con el siguiente ejemplo: Sea  $\rho$  la medida de riesgo asociado con el portafolio A, entonces diremos que  $\rho$  es subaditiva si dados los portafolios A y B, se tiene que

$$\rho (A + B) \leq \rho (A) + \rho (B)$$

Por lo que la combinación de dos portafolios debería tener asociado un riesgo menor producto de la diversificación. Sin embargo, esto no es satisfecho por el VaR. Y producto del mal comportamiento del VaR como medida de riesgo, nos conduciría a subdividir las inversiones o portafolio para reducir el riesgo. Contradiendo rotundamente la teoría de la diversificación.

Al no cumplir la convexidad, la minimización del VaR no nos asegura haber obtenido el portafolio óptimo que minimice la función objetivo (pérdidas).

Por otra parte, una deficiencia muy importante del VaR es que éste no proporciona una indicación sobre la magnitud de las pérdidas que podrían experimentarse más allá del monto indicado por su medida, ya que simplemente proporciona un límite menor para las pérdidas en la cola de la distribución de retornos.

En este contexto ha surgido una medida alternativa que cuantifica las pérdidas que podrían ser halladas en la cola de la distribución de pérdidas, llamada Condicional Value at Risk (CVaR), el cual puede ser empleado como una herramienta dentro de modelos de optimización de portafolios de inversión, la cual tiene propiedades superiores al VaR en muchos aspectos.

CVaR mantiene la consistencia con VaR en el limitado escenario donde el cálculo de este último es tratable (cuando las pérdidas se distribuyen normalmente), donde trabajar con CVaR, VaR o mínima varianza de Markowitz producen los mismos resultados [3], es decir conducen al mismo portafolio óptimo. Además, en la práctica la minimización del VaR produce un portafolio óptimo cercano a la minimización del CVaR, ya que por definición la pérdida calculada en función del CVaR es menor o igual a la pérdida obtenida con el VaR.

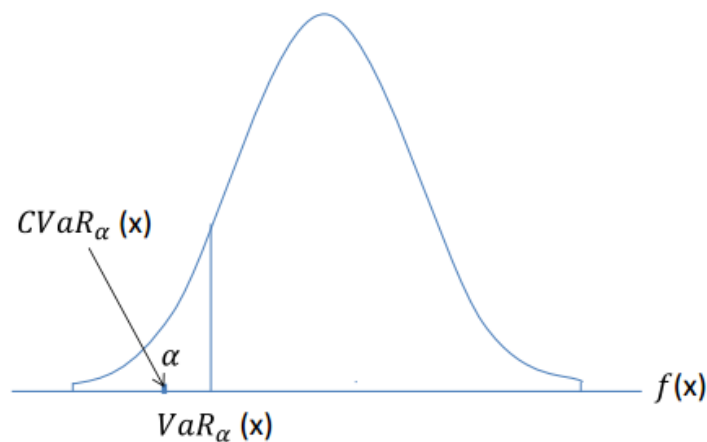
#### 4.5. Conditional Value at Risk (CVaR)

Dadas las limitaciones presentadas por el VaR, se han generado medidas alternativas que mantienen los beneficios de este en términos más globales, evitando al mismo tiempo sus inconvenientes.

Una de estas medidas es el Conditional Value at Risk o CVaR, que busca cuantificar las pérdidas que se podrían encontrar en la cola. Como una herramienta de modelado de optimización, el CVaR tiene propiedades superiores en muchos aspectos.

CVaR también se llama exceso de pérdida media. Es la pérdida esperada condicional (o retorno) superior (o inferior) al VaR, gráficamente se puede observar en la siguiente figura para una distribución de retornos.

**Gráfico 5. CVaR**



Fuente: elaboración propia a partir de Nylund (2001).

En el marco de una definición analítica podemos decir que, con respecto a un nivel de probabilidad específico  $\beta$ , el cual podría tomar valores comúnmente empleados tales como 0.90, 0.95, 0.99. El  $\beta$ - VaR de un portafolio de inversión es el menor monto  $\alpha$  tal que con probabilidad  $\beta$ , la pérdida no excederá  $\alpha$

Sin embargo, el  $\beta$ - VaR del portafolio de inversión es la esperanza condicional de que las pérdidas superarán aquel monto  $\alpha$

Por lo tanto, por definición sabemos que el  $\beta$ - VaR de un portafolio nunca será mayor que su  $\beta$ - VaR. Por consiguiente, portafolios con un bajo CVaR deberían tener un bajo VaR también.

Una de las bondades de la aplicación CVaR que será mostrada, es que puede ser empleada dentro de un análisis riesgo versus retorno. Así, si queremos imponer un

retorno específico al portafolio de inversión, con esta metodología podemos calcular el portafolio óptimo que minimice el CVaR y simultáneamente cumpla con el retorno mínimo exigido.

De la misma manera podemos imponer restricciones al valor que alcance el CVaR, como también podemos establecer límites en cuanto a la conformación del portafolio óptimo, por ejemplo, modelar las restricciones de inversión impuestas por las entidades reguladoras y que recaen sobre las AFP y Compañías de Seguros. O por último imponer restricciones con respecto al nivel de probabilidad  $\beta$  exigido. Y así, obtener el máximo retorno posible dado aquellas restricciones

Dado todo lo anterior, CVaR ha mostrado ser estable con respecto a la elección del nivel de confianza, por lo que podemos modelar el riesgo medido por el CVaR a distintos niveles de confianza, y de esta manera obtener la función de distribución del CVaR.

Pero sin duda lo más importante es el hecho que el CVaR puede ser expresado por una notable fórmula de minimización que abre la puerta a técnicas computacionales para tratar el riesgo con mayor efectividad que antes. Esta fórmula puede ser empleada si los problemas a resolver presentan la característica de convexidad

Además, en este y muchos otros problemas de optimización bajo incertidumbre u optimización estocástica involucran distribuciones de pérdidas discontinuas, en los cuales las probabilidades discretas provienen de la generación finitos escenarios de variables aleatorias

Por otra parte, de acuerdo con Tian, Cox, Lin, & Zuluaga (2010), el CVaR es una medida de riesgo más consistente que el VaR, ya que es subaditiva y cóncava.

De acuerdo con Franco A. y Franco C. (2005), otros aspectos positivos del valor en riesgo condicional son los que se presentan a continuación:

CVaR es continua con respecto al nivel de confianza, comparada con el VaR que puede ser discontinua.

Aún para distribuciones no normales, el CVaR es fácil de controlar y optimizar.

Puede ser minimizado utilizando algoritmos de programación lineal, lo cual no ocurre con el VaR, permitiendo el manejo de portafolios con un gran número de instrumentos y escenarios.

El CVaR por ser una medida convexa, hace posible construir algoritmos eficientes para controlar el CVaR.

Realmente proporciona información sobre la magnitud de las pérdidas cuando ellas exceden el CVaR.

Por lo anterior, y de acuerdo a las investigaciones realizadas se puede estimar que existen diferentes metodologías para estimar el riesgo de mercado como son el VaR y el CVaR, y aunque son diversos estudios los que han intentado demostrar que la mejor estimación del riesgo de mercado es el VaR, se ha encontrado que existe una mejor estimación que corrige las deficiencias del VaR y puede ser empleada como metodología en la optimización de los portafolios vinculando aquí el modelo desarrollado por Markowitz donde se considere la volatilidad del riesgo y de esta manera se pueda aplicar la metodología del Conditional Value at Risk, con el fin de promover prácticas de inversión más eficientes para el sector asegurador en Colombia, por ende se opta por emplear esta medida alternativa que cuantifica las pérdidas que podrían ser halladas en la cola de la distribución de perdidas, llamada Conditional Value at Risk (CVAR), el cual puede ser empleado como una herramienta dentro de modelos de optimización de portafolios de inversión, la cual tiene propiedades superiores al VaR en muchos aspectos.

#### 4.5.1. Metodología Conditional Value at Risk

Hoy en día, ha surgido la necesidad por parte de las instituciones financieras de medir sus niveles de reservas con el fin de cubrir los riesgos de solvencia y contraparte de sus operaciones. El avance en las investigaciones ha permitido obtener las medidas que permitan la administración eficiente de los riesgos entre las cuales se encuentra el Valor en Riesgo Condicional (CVaR, o Conditional Value-at-Risk, por sus siglas en inglés).

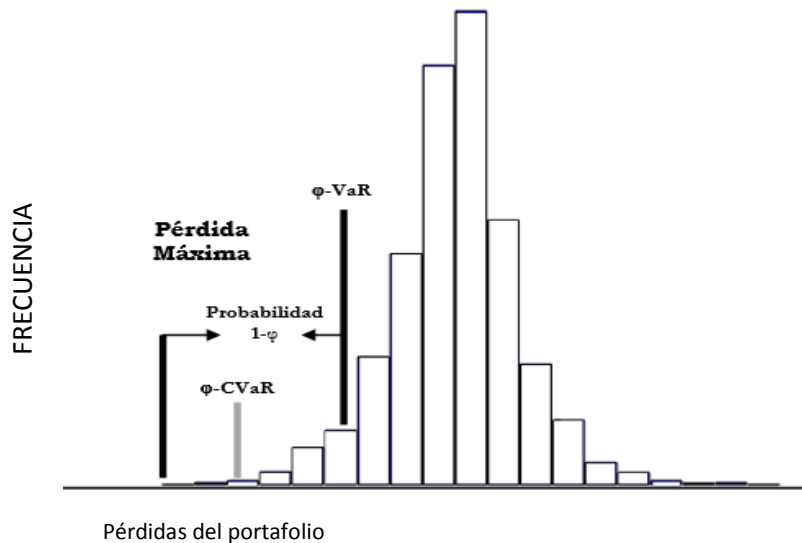
De acuerdo con Uryasev (2002), el Conditional Value at Risk (CVaR), puede definirse como la pérdida esperada dado que las pérdidas son mayores a la pérdida esperada dada, es decir que puede ser más grande o igual que el VaR.

La metodología CVaR, basada en una distribución continua dados los cambios en el valor del portafolio, y es definida como la esperanza matemática condicional de las pérdidas que han excedido el nivel del VaR, i.e.,

$$CVaR_{\varphi}(X) = -E[X|X \leq VaR_{\varphi}(X)]$$

En la siguiente grafica se puede detallar la distribución de pérdidas de un portafolio en donde, para un nivel de probabilidad  $\varphi$ , el VaR, o expresado de otra forma  $\varphi$ -VaR, es definido como una cantidad  $\varphi$ , tal que la pérdida no excederá dicha cantidad, con esa probabilidad  $\varphi$ . Por otro lado, el  $\varphi$ -CVaR es el valor esperado de las pérdidas condicionadas sobre el limite  $\varphi$ . Igualmente se puede verificar en la gráfica que el CVaR será siempre mayor o igual al VaR. Esto es ( $CVaR \geq VaR$ ).

**Gráfico 6. Distribución de pérdidas VaR y CvaR**



Fuente: Uryasev (2000), Fera y Oliver (2006)

La distribución de probabilidad de las pérdidas podría definirse en la siguiente ecuación contemplando que el CVaR es la media de las pérdidas respecto a un nivel de probabilidad que se designa con  $\alpha$ , es decir las pérdidas esperadas que pueden darse con esa probabilidad.

$$\psi(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x > x^\alpha \\ [\alpha - p(x)]/\alpha, & \text{si } x \leq x^\alpha \end{cases}$$

De acuerdo con Mato (2006), se define cada uno de los elementos que se integran para el cálculo del CVaR como una media ponderada del VaR y del CVaR de la siguiente manera:

$VaR^-$  es el  $\alpha$  percentil de la distribución de la de los resultados de una cartera (el valor en términos absolutos más grande que no exceda la probabilidad de  $\alpha$ )

$CVaR^-$  es la pérdida esperada que estrictamente supera al VaR siendo  $CVaR^- = E(X \setminus X < X^\alpha)$

Dada la distribución de probabilidad de las pérdidas, puede definirse  $\lambda_\alpha$  como la probabilidad asignada para que se produzca la pérdida  $X^\alpha$  en dicha distribución. Si  $p(x^\alpha)$  es la probabilidad de que las pérdidas excedan (sean estrictamente mayores) al VaR, el peso asignado al VaR será:

$$\lambda_\alpha = [\alpha - p(x^\alpha)]/\alpha \in [0,1]$$

Si  $\psi(x^\alpha)$  hay opción a que las pérdidas sean mayores a que  $x^\alpha$  entonces, el CVaR puede obtenerse como una media ponderada del VaR y del  $CVaR^-$  (Rockafellar and Uryasev, 2002) como se muestra en la siguiente ecuación:

$$CVaR^{(\alpha)} = \lambda_\alpha x^\alpha + [1 - \lambda_\alpha] CVaR^-$$



Según Pflug (2001), el objetivo de la optimización es obtener aquellas proporciones sobre los instrumentos que componen una cartera que minimice su VaR o CVaR para un nivel de confianza específico  $\alpha$ .

Sea  $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_k)$  el vector de rendimientos aleatorios de determinadas categorías de activos 1,2,...k. Y sea  $w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$  el vector de posiciones de la cartera. De este modo,  $w_j$  será la proporción del instrumento j en la cartera

$$w_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, k \quad \sum_{j=1}^k w_j = 1$$

La rentabilidad total de la cartera vendrá dada por  $-Y = w' \xi$ , donde el objetivo es minimizar el VaR o CVaR bajo la restricción de que la rentabilidad esperada exceda un determinado nivel ( $w' E(\xi) \geq \mu$ ). El problema de optimización para el CVaR se resume en la siguiente ecuación:

Minimizar (en W)  $CVaR_\alpha(-w' \xi)$

Sujeto a:

$$w' E(\xi) \geq \mu, w' \cdot 1 = 1, w \geq 0$$

Para una optimización en la práctica, si Y es una variable discreta, la cual puede tomar los valores  $w' \xi^i$  con igual probabilidad, los vectores  $\xi^i, i = 1, 2, \dots, N$  son llamados escenarios.

Para este caso se empleará la metodología del Conditional Value at Risk (CvaR) definida por Garcia (2005), el cual la define de la siguiente manera:

$$\varphi_\beta(\mathbf{x}) = (1 - \beta)^{-1} \int_{f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \geq \alpha_\beta(\mathbf{x})} f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) p(\mathbf{y}) d\mathbf{y}$$

Esta expresión muestra que la probabilidad que las pérdidas superen el VaR, es decir que  $f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \geq \alpha_\beta(\mathbf{x})$ , es igual a  $(1 - \beta)$

De acuerdo a lo anterior, el Conditional Value at Risk  $\varphi_\beta(x)$  se perfila como la expectativa condicional de que la pérdida asociada con el vector de decisión  $x$ , sea mayor al Value at Risk  $\alpha_\beta(x)$ . Y en términos más específicos refleja el valor promedio de la “ $\alpha$  – cola” de la distribución de pérdidas. Donde es una función de distribución definida por:

$$\psi_\beta(\mathbf{x}, \alpha) = \begin{cases} 0 & \text{para } \alpha < \alpha_\beta(\mathbf{x}), \\ [\psi(\mathbf{x}, \alpha) - \beta] / [1 - \beta] & \text{para } \alpha \geq \alpha_\beta(\mathbf{x}), \end{cases}$$

Sin duda, la clave de esta aplicación es una caracterización del Value at Risk  $\alpha_\beta(x)$  y Condional Value at Risk  $\varphi_\beta(x)$  y en términos de la función  $F_\beta$  sobre el espacio  $X$

- R. La función está definida por:

$$F_\beta(\mathbf{x}, \alpha) = \alpha + (1 - \beta)^{-1} \int_{\mathbf{y} \in \mathbb{R}^m} [f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) - \alpha]^+ p(\mathbf{y}) d(\mathbf{y})$$

Donde  $[a]^+ = a$  cuando  $a > 0$ , pero  $[a]^+ = 0$  cuando  $a \leq 0$ .

Dado lo anterior y teniendo la formula  $F_\beta$  se puede obtener  $\beta$  -CvaR de la perdida relacionada con algún  $x \in X$ , lo que quiere decir que minimizar el  $\beta$  -CvaR es equivalente a minimizar  $F_\beta(x, \alpha)$ .

## 5. APLICACIÓN DEL CVaR A LAS COMPAÑÍAS DE SEGUROS

### 5.1. Desarrollo de la Metodología

Para estudiar el comportamiento y realizar la aplicación del modelo, se empleará el portafolio de inversiones de renta fija de una de las Compañías de seguros más representativas del sector, representado por el vector  $X = (X_1 + \dots + X_n)$ , el cual estará

compuesto por distintos activos financieros de títulos de deuda, tal que  $X_j$  representa la posición o porcentaje invertido en el instrumento financiero  $j$ , teniendo en cuenta que las posiciones serán largas para cada una, donde la suma de estas posiciones es igual a uno.

Para cumplir con el objetivo propuesto de la investigación se realizaron los siguientes pasos:

1. Se analizó el comportamiento del VaR y CVaR del portafolio de renta fija
2. Se obtuvo el portafolio óptimo utilizando las medidas de gestión (VaR y CvaR).
3. Se analizó el comportamiento del VaR y CvaR para los niveles de confianza del 95% y 99%.

La siguiente tabla muestra el portafolio a optimizar con su respectiva composición el cual representa el portafolio que posee una de las compañías más representativas del sector en Colombia, y que está integrado por los distintos instrumentos financieros del mercado de renta fija y de los cuáles serán empleados para modelar el riesgo de mercado debido a que afecta el portafolio de inversión.

**Tabla 6. Instrumentos Financieros de Reta Fija**

| Instrumento de Deuda                        | Composición |
|---|-------------|
| Títulos TES TFIP15240720                    | 8.2507%     |
| Títulos TES TFIP16280428                    | 4.4654%     |
| Títulos TES TFIP10040522                    | 1.9337%     |
| Bonos Ordinarios BDVI01119C12               | 0.0204%     |
| Títulos TES en UVR TUVT06170419             | 5.6758%     |
| Títulos TES TFIT16240724                    | 4.7413%     |
| Títulos TES en UVR TUVT20250333             | 1.3285%     |
| Bonos de Deuda Pública Interna BEEB1179A007 | 22.7752%    |
| Títulos TES TFIT16300632                    | 11.8822%    |
| Bonos Ordinarios BBCB1099B10                | 10.6718%    |
| Títulos TES TFIT16280428                    | 0.0662%     |
| Bonos Ordinarios BBCB108A10                 | 0.0299%     |
| Títulos TES TFIT10040522                    | 9.4615%     |
| Títulos TES en UVR TUVT20040435             | 4.4654%     |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Títulos TES TFIT06110919 | 1.9337% |
| Títulos TES TFIT15260826 | 9.4610% |
| Títulos TES TFIT16180930 | 2.8373% |

Dentro del modelo, el vector aleatorio  $y = (y_1 + \dots + y_n)$ , representa el retorno del portafolio de inversión, denotando  $y_j$  y el retorno sobre el vértice  $j$ .

Además,  $y = (y_1 + \dots + y_n)$  se genera a partir de la distribución conjunta.

Con el objeto de modelar la distribución de retornos que enfrenta el portafolio de inversión, se realizaron miles de escenarios del vector  $y = (y_1 + \dots + y_n)$ , y de esta manera poder aproximar a la función  $F_\beta(x, \alpha)$ .

En los anexos se presentan las estadísticas como la media y la matriz de covarianzas de los retornos diarios de los instrumentos de deuda, estos resultados son la entrada para modelar la distribución multivariada y con ello generar  $y = (y_1 + \dots + y_n)$

Los cálculos producto del modelo de programación lineal, fueron realizados utilizando el software Matlab, empleando un algoritmo generador de vectores aleatorios que utiliza una distribución normal multivariada.

Si se quiere minimizar las pérdidas que enfrenta el portafolio es necesario definir una función de pérdidas, que será denotada como la expresión negativa de  $f(x, y)$  de la siguiente manera:

$$f(x, y) = -[x_1 y_1 + \dots + x_2 y_2] = -x^T y$$

De esta manera la función objetivo  $F_\beta(x, \alpha)$  capaz de resolver el  $\beta$ -VaR y  $\beta$ -CvaR, donde será aproximada mediante un conjunto de escenarios  $y_1, y_2 + \dots + y_q$  el cual quedará determinada por la siguiente función

$$F_\beta(x, \alpha) = \alpha + \frac{1}{q(1-\beta)} \sum_{k=1}^q [-x^T y_k - \alpha]^+$$

De acuerdo con lo anterior, se puede minimizar la función  $F_{\beta}(x, \alpha)$  sobre  $X \cdot R$  para resolver el mínimo  $\beta$ -CvaR y adicional a esto obtener el  $\beta$ -VaR del portafolio  $x^*$ .

Dado lo anterior si se denota la media y la varianza de la pérdida relacionada con el portafolio  $x$ , es decir;  $\mu(x)$  y  $\sigma^2(x)$  respectivamente. También se denotan la media y la varianza del vector de retornos y los cuales están representados en  $m$  y  $V$  respectivamente. Por lo tanto, se define la media y la varianza del portafolio  $x$  de la siguiente manera:

$$\mu(x) = -x^T m \quad \text{y} \quad \sigma^2(x) = x^T V x$$

Según lo anterior, se puede apreciar de que  $\mu(x)$  es una función lineal de  $x$ , sin embargo  $\sigma^2(x)$  es una función cuadrática de  $x$ . Y debido a esto, se introduce en el modelo de optimización lineal estocástica restricciones con respecto a un valor de retorno mínimo que alcance el portafolio, ya que dichas restricciones sobre el retorno promedio del portafolio cumplirían el requisito de linealidad y se representa de la siguiente manera:

$$\mu(x) \leq \text{-Retorno mínimo exigido}$$

Con las restricciones que se introducen se puede determinar el CvaR del portafolio para cada nivel de retorno mínimo requerido, y de esta forma se pueden construir la frontera eficiente dentro del marco de la Media-CvaR.

## 5.2. Resultados de la aplicación en una Compañía de Seguros

De acuerdo con la metodología establecida anteriormente, se realizan los cálculos correspondientes para Optimizar el portafolio de renta fija de una aseguradora en Colombia, utilizando el software Matlab 6.5 el cual nos ayuda a resolver problemas de programación lineal.

A continuación, se detallan los resultados de distintos portafolios óptimos, con su correspondiente VaR y CVaR para distintos niveles de confianza y distintas

cantidades de escenarios simulados, estos resultados fueron determinados sobre retornos diarios, por lo tanto, los cálculos de las metodologías corresponden al VaR y CVaR diarios. Además, se detallan los resultados del modelo de optimización con y sin los límites de inversión que establece y rige la Superintendencia de Colombia.

Las siguientes tablas muestran los resultados del modelo optimización del portafolio con el VaR y CvaR respectivos el cual en las dos primeras tablas no incluyen las restricciones de las Superintendencia en materia de inversión y las dos últimas tablas si incluyen estas restricciones anteriormente mencionadas.

**Tabla 7. Optimización del portafolio con 95% de confianza sin restricción**

| Escenarios                             | 1,000             | 5,000             | 10,000            |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Beta                                   | 0.95              | 0.95              | 0.95              |
| <b>VaR</b>                             | <b>0.00763323</b> | <b>0.01037982</b> | <b>0.00949942</b> |
| <b>CVaR</b>                            | <b>0.01119542</b> | <b>0.01959401</b> | <b>0.01942608</b> |
| Titulos TES TFIP15240720               | 0.01283280        | 0.18667600        | 0.20024000        |
| Titulos TES TFIP16280428               | 0.16299000        | 0.00443530        | 0.10971700        |
| Titulos TES TFIP10040522               | 0.04192900        | 0.11543600        | 0.06091390        |
| Bonos Ordinarios BDVI01119C12          | 0.03986980        | 0.04504430        | 0.03776060        |
| Titulos TES en UVR TUVT06170419        | 0.03624360        | 0.15292100        | 0.07894060        |
| Titulos TES TFIT16240724               | 0.01609220        | 0.01127230        | 0.00886010        |
| Titulos TES en UVR TUVT20250333        | 0.42391800        | 0.02913730        | 0.01856270        |
| Bonos de Deuda P. Interna BEEB1179A007 | 0.03960410        | 0.03457390        | 0.13944000        |
| Titulos TES TFIT16300632               | 0.00983321        | 0.05252220        | 0.02311370        |
| Bonos Ordinarios BBCB1099B10           | 0.00667629        | 0.01006750        | 0.01458460        |
| Titulos TES TFIT16280428               | 0.07228850        | 0.05916060        | 0.02282230        |
| Bonos Ordinarios BBCB108A10            | 0.00250000        | 0.01281190        | 0.01725750        |
| Titulos TES TFIT10040522               | 0.01431330        | 0.01710460        | 0.16148800        |
| Titulos TES en UVR TUVT20040435        | 0.11408400        | 0.04358030        | 0.02280560        |
| Titulos TES TFIT06110919               | 0.00000000        | 0.17318300        | 0.01915950        |
| Titulos TES TFIT15260826               | 0.00086000        | 0.01802570        | 0.05073300        |
| Titulos TES TFIT16180930               | 0.00596550        | 0.03404920        | 0.01360150        |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8. Optimización del portafolio con 99% de confianza sin restricción**

| Escenarios                             | 1,000             | 5,000             | 10,000            |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Beta                                   | 0.99              | 0.99              | 0.99              |
| <b>VaR</b>                             | <b>0.01052435</b> | <b>0.01485370</b> | <b>0.01316210</b> |
| <b>CVaR</b>                            | <b>0.01355608</b> | <b>0.02702221</b> | <b>0.02792960</b> |
| Titulos TES TFIP15240720               | 0.00268204        | 0.13268600        | 0.24005100        |
| Titulos TES TFIP16280428               | 0.17933800        | 0.01398040        | 0.05423140        |
| Titulos TES TFIP10040522               | 0.04908870        | 0.18257400        | 0.04668560        |
| Bonos Ordinarios BDVI01119C12          | 0.03742350        | 0.07231960        | 0.05948910        |
| Titulos TES en UVR TUVT06170419        | 0.01227080        | 0.17385200        | 0.06056090        |
| Titulos TES TFIT16240724               | 0.02151670        | 0.01535750        | 0.01142490        |
| Titulos TES en UVR TUVT20250333        | 0.53618700        | 0.01571850        | 0.02015040        |
| Bonos de Deuda P. Interna BEEB1179A007 | 0.01365840        | 0.03538580        | 0.12347000        |
| Titulos TES TFIT16300632               | 0.01055070        | 0.03121020        | 0.02631590        |
| Bonos Ordinarios BBCB1099B10           | 0.00826633        | 0.00996613        | 0.01748270        |
| Titulos TES TFIT16280428               | 0.02897030        | 0.03159250        | 0.02079790        |
| Bonos Ordinarios BBCB108A10            | 0.00492038        | 0.01562690        | 0.01486280        |
| Titulos TES TFIT10040522               | 0.01362430        | 0.02106120        | 0.21736800        |
| Titulos TES en UVR TUVT20040435        | 0.06736670        | 0.03576920        | 0.01680760        |
| Titulos TES TFIT06110919               | 0.00020784        | 0.16032500        | 0.02585360        |
| Titulos TES TFIT15260826               | 0.00500321        | 0.02229290        | 0.02473640        |
| Titulos TES TFIT16180930               | 0.00892510        | 0.03028290        | 0.01971180        |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9. Optimización del portafolio con 95% de confianza con restricción**

| Escenarios                             | 1,000             | 5,000             | 10,000            |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Beta                                   | 0.95              | 0.95              | 0.95              |
| <b>VaR</b>                             | <b>0.01107326</b> | <b>0.01537630</b> | <b>0.01294150</b> |
| <b>CVaR</b>                            | <b>0.01417185</b> | <b>0.02750863</b> | <b>0.02860689</b> |
| Titulos TES TFIP15240720               | 0.00155867        | 0.17314900        | 0.28685400        |
| Titulos TES TFIP16280428               | 0.27354600        | 0.01653950        | 0.06950460        |
| Titulos TES TFIP10040522               | 0.09729970        | 0.19604900        | 0.05872410        |
| Bonos Ordinarios BDVI01119C12          | 0.05801510        | 0.08143710        | 0.06913410        |
| Titulos TES en UVR TUVT06170419        | 0.01649360        | 0.18712300        | 0.08761750        |
| Titulos TES TFIT16240724               | 0.02963340        | 0.01748920        | 0.01188380        |
| Titulos TES en UVR TUVT20250333        | 0.28055200        | 0.01903200        | 0.01728770        |
| Bonos de Deuda P. Interna BEEB1179A007 | 0.00837533        | 0.03806970        | 0.16288000        |
| Titulos TES TFIT16300632               | 0.01107240        | 0.03367940        | 0.02210120        |
| Bonos Ordinarios BBCB1099B10           | 0.01660490        | 0.01150080        | 0.01437690        |
| Titulos TES TFIT16280428               | 0.04039560        | 0.03120350        | 0.01251080        |
| Bonos Ordinarios BBCB108A10            | 0.00000000        | 0.01821100        | 0.01326710        |
| Titulos TES TFIT10040522               | 0.01302830        | 0.02159560        | 0.09528200        |
| Titulos TES en UVR TUVT20040435        | 0.12856900        | 0.05492180        | 0.02589590        |
| Titulos TES TFIT06110919               | 0.00277658        | 0.05389910        | 0.01696270        |

|                          |            |            |            |
|--------------------------|------------|------------|------------|
| Titulos TES TFIT15260826 | 0.00767752 | 0.02035720 | 0.01928970 |
| Titulos TES TFIT16180930 | 0.01440190 | 0.02574370 | 0.01642800 |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10. Optimización del portafolio con 99% de confianza con restricción**

| Escenarios                             | 1,000             | 5,000             | 10,000            |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Beta                                   | 0.99              | 0.99              | 0.99              |
| <b>VaR</b>                             | <b>0.01604800</b> | <b>0.03114620</b> | <b>0.04092520</b> |
| <b>CVaR</b>                            | <b>0.01841992</b> | <b>0.05094844</b> | <b>0.06725274</b> |
| Titulos TES TFIP15240720               | 0.00997236        | 0.05785640        | 0.16808000        |
| Titulos TES TFIP16280428               | 0.29801300        | 0.02085870        | 0.07836410        |
| Titulos TES TFIP10040522               | 0.12696400        | 0.38835000        | 0.05361870        |
| Bonos Ordinarios BDVI01119C12          | 0.06345410        | 0.14564100        | 0.19272800        |
| Titulos TES en UVR TUVT06170419        | 0.02742430        | 0.04960810        | 0.06524490        |
| Titulos TES TFIT16240724               | 0.03174550        | 0.01907040        | 0.02588330        |
| Titulos TES en UVR TUVT20250333        | 0.26770300        | 0.01635350        | 0.04613800        |
| Bonos de Deuda P. Interna BEEB1179A007 | 0.01421760        | 0.04389120        | 0.08984130        |
| Titulos TES TFIT16300632               | 0.02057890        | 0.03576980        | 0.05881790        |
| Bonos Ordinarios BBCB1099B10           | 0.01533620        | 0.01341630        | 0.03290620        |
| Titulos TES TFIT16280428               | 0.04024060        | 0.03289710        | 0.00822197        |
| Bonos Ordinarios BBCB108A10            | 0.00092134        | 0.02924870        | 0.02603540        |
| Titulos TES TFIT10040522               | 0.02367040        | 0.01656530        | 0.01724810        |
| Titulos TES en UVR TUVT20040435        | 0.03043540        | 0.04917100        | 0.04966690        |
| Titulos TES TFIT06110919               | 0.00971942        | 0.04156540        | 0.04200480        |
| Titulos TES TFIT15260826               | 0.00117581        | 0.02258050        | 0.03134000        |
| Titulos TES TFIT16180930               | 0.01842807        | 0.01715660        | 0.01386043        |

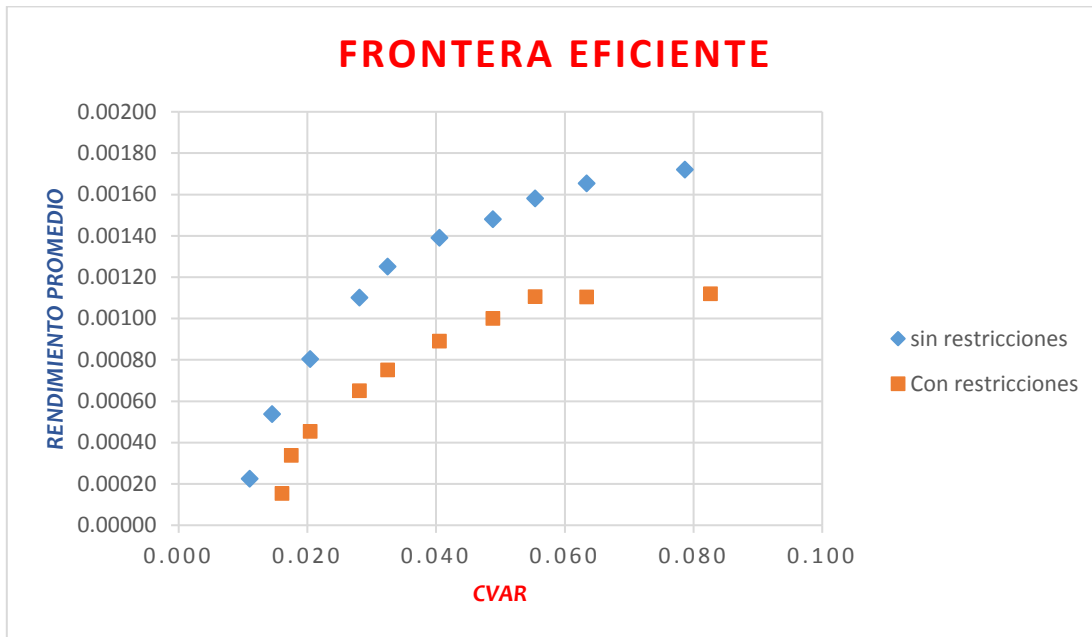
Fuente: Elaboración propia

Así mismo construimos las fronteras eficientes de los portafolios óptimos bajo las cuales se construyeron incluyendo las restricciones en cuanto al retorno promedio mínimo exigido al portafolio de inversión, por lo tanto, se tiene un conjunto de portafolios óptimos con un mínimo de CvaR para determinado rendimiento esperado medio.

A continuación, se detallan en el grafico dos fronteras eficientes, para los cuales una de ellas está construida por diferentes portafolios óptimos que están sujetos a los límites de inversión que impone la Superintendencia Financiera de Colombia, y la otra frontera eficiente no incluye estas restricciones.



**Gráfico 7. Frontera Eficiente portafolios de inversión**



Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

Dados los resultados presentados en el anterior gráfico, se puede observar la pérdida de eficiencia de los portafolios óptimos que están sujetos a las restricciones o límites de inversión, ya que para cada nivel de rendimiento promedio los portafolios sujetos a los límites de inversión obtienen un CvaR mayor, lo que quiere decir que los portafolios sin restricciones obtienen un mayor rendimiento promedio para un nivel de riesgo cuantificado por el CvaR.

De acuerdo con la metodología expuesta y con los resultados del modelo se puede concluir que hay una mayor eficiencia en los portafolios óptimos que no están sujetos a los límites de inversiones que impone la Superintendencia Financiera de Colombia, ya que se consigue una mayor rentabilidad esperada promedio para cada nivel de riesgo específico medido por el CvaR.

Por lo anterior y debido a que esta clase de portafolios no lo acepta la Superintendencia Financiera de Colombia por las restricciones anteriormente vistas,

y de acuerdo con los resultados arrojados, se recomienda cambiar los lineamientos que impone la Superintendencia ya que no son eficientes para generar portafolios óptimos.

Adicional a lo anterior, podemos evidenciar mediante los resultados obtenidos que, a mayor intervalo de confianza, es decir, si se espera un menor riesgo, se obtiene un menor retorno, lo cual se confirma con la teoría financiera en la cual se establece que, al asumir un menor riesgo, esto conlleva a esperar una menor rentabilidad y viceversa.

La variación del nivel de confianza permitió obtener diferentes portafolios óptimos que maximizaran el CVaR, de tal manera que se pudieron hallar los portafolios eficientes que satisficiera la función objetivo y las restricciones del modelo. Ya que debido a los inconvenientes del modelo VaR, es necesaria la aplicación de la metodología CvaR que pueda dar un soporte a los resultados sobre máximas pérdidas potenciales que se pueden esperar sobre un monto de inversión establecido para portafolios VaR delta-normal.

Por lo anterior y con base a la hipótesis planteada se confirma que la composición óptima del portafolio de inversión de renta fija para una aseguradora en Colombia es el portafolio que se encuentra diversificado en instrumentos de deuda medido bajo el criterio del Conditional Value at Risk (CVaR), debido a que se considera una excelente medida para analizar y cuantificar riesgos al demostrarse su coherencia, lo que permite obtener la cartera óptima de forma rápida y además obliga a la existencia de un solo óptimo.

Una vez más podemos concluir que existen diferentes alternativas para integrar un portafolio, las cuales no se limitan a los títulos de renta variable, muchos administradores de portafolio de inversiones prefieren componer sus portafolios en acciones e instrumentos de deuda, pero para el caso de las aseguradoras se considera que se puede aprovechar los remanentes de tesorería invirtiendo en los títulos de deuda para que resulte óptima de acuerdo con sus necesidades y preferencias.

## BIBLIOGRAFÍA

CUEVAS, María Claudia, “El Régimen de Reservas Técnicas en Colombia. La industria aseguradora en Colombia”, 2011, pp. 494–575.

DOWD, K., & BLAKE, D. (2006). After VaR: The theory, estimation, and insurance applications of quantile-based risk measures. *Journal of Risk and Insurance*, 73(2), 193–229

ELING Martin, y Thomas PARNITZKE, “Dynamic Financial Analysis: Classification, Conception, and Implementation”. *Risk Management & Insurance Review*, 2007, pp. 33–50.

FABOZZI Franz, Franco MODIGLIANI y Michel FERRI. *Mercados e Instituciones Financieras*. Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1996, pp. 120-122.

FASECOLDA (2007). “Economía y Seguros: Perspectivas de Colombia en el contexto Latinoamericano” *Revista Fasecolda* No 124.

FASECOLDA (2008). “Panorama económico colombiano y la industria aseguradora” *Revista Fasecolda* No 125.

FASECOLDA (2009). “Los Seguros en América Latina de cara al crecimiento económico mundial” *Revista Fasecolda* No 126.

FASECOLDA (2010). “Crisis financiera internacional y seguros: Impacto potencial en América Latina” *Revista Fasecolda* No 131

FRANCO A, L. C., & FRANCO C., L. E. (2005). El valor en riesgo condicional CVaR como medida coherente. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, págs., 43–54

GRAHAM, A. & DODD, D. (2009). *Security Analysis* (6ed.). United States of America. McGraw-Hill.

GORDON Alexander, William SHARPE y Jeffery V. BAILEY. “Fundamentos de inversiones: Teoría y práctica”. 3ª edición. México: Pearson Educación, 2003. P. 816.

JORION, Philippe. “Valor en Riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados”. México: Editorial Limusa S.A de C.V., 2007, P. 328.

KAHANE Yehuda y Dave NYE, “A Portfolio Approach to the Property-Liability Insurance Industry”. *Journal of Risk & Insurance*, 1975, pp. 579–598.

KROKHMAL Pavlo, Jonas PALQUIMST y Stanislav URYASEV, Bond portfolio optimization with conditional value at risk objective and constraints, University of Florida, September 25, 2001.

LANCHEROS Diana, “Tarifación: elemento central de la actividad aseguradora. Aplicación a los seguros generales en la industria aseguradora en Colombia”, Bogotá, Colombia, Fasecolda, 2011, pp.366–418.

MARKOWITZ Harry, “Portfolio Selection”, *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1. (Mar., 1952), pp. 77-91.

NYLUND, S. (2001). Value-at-Risk Analysis for Heavy-Tailed Financial Returns.

ROCKFELLAR, R. T., & URYASEV, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of Risk*, 2, 21–42

ROMERO MEZA Rafael y Sigifredo LAENGLE. “Implementación del Value at Risk Condicional (CVaR): El caso de las AFP en Chile”, Chile, 2005.

SOLLIS, R. (2009). Value at risk: a critical overview. *Journal of Financial Regulation & Compliance*, pág., 398–414.

TIAN, R., Cox, S. H., LIN, Y., & ZULUAGA, L. F. (2010). Portfolio Risk Management with CVaR-Like Constraints. *North American Actuarial Journal*, pág. 86–106.

Título del Libro: Inversiones en Bonos Autor: CRUZ Trejos, Eduardo A; MEDINA, Daniel y PINZÓN, Manuel Publicación: 1ª Edición, Editorial Papiro: Pereira – Colombia, 2010

Sitios de Internet

<http://www.superfinanciera.gov.co>

[www.bvc.com.co](http://www.bvc.com.co)

<http://www.eco-finanzas.com/diccionario>

<http://www.infoval.com.co>

Tesis:

CAVERO VARGAS Lauralinda Leonor (2014), "portafolio de inversión y sus efectos en la reducción de riesgo operativo y rentabilidad a nivel de seguros de vida", Universidad de San Martín de Porres, recuperado de:

[http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1125/1/cavero\\_evll.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1125/1/cavero_evll.pdf)

GARCIA PEREIRA Ricardo (2005), "Optimización del Conditional Value at Risk: Aplicación a las Compañías de Seguros en Chile", Universidad de Chile, recuperado de:

[http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2005/garcia\\_r3/sources/garcia\\_r3.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2005/garcia_r3/sources/garcia_r3.pdf)

ESTRADA LASSO Carolina (2015), "Modelo de Optimización de un portafolio de bonos de tasa fija y tasa flotante-un enfoque estocástico", Universidad tecnológica de Pereira, recuperado de:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6049>

ROJAS Sandra Ivonne (2014), "optimización del portafolio de líneas de seguros bajo el criterio del Conditional Value at Risk (CVaR)", Universidad Nacional de Colombia, recuperado de:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/48588/1/1036611854.2014.pdf>