

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR EN EXCEL DE LAS
METODOLOGÍAS VARBETA, VARDELTA Y SIMULACIÓN DE MONTECARLO PARA
EL ANÁLISIS DE RIESGO APLICADO AL MERCADO ACCIONARIO DE COLOMBIA

CARLOS EDUARDO CARVAJAL JIMENEZ

RODGER POSADA GARAY

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA
PEREIRA
2016

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR EN EXCEL DE LAS
METODOLOGÍAS VARBETA, VARDELTA Y SIMULACIÓN DE MONTECARLO PARA
EL ANÁLISIS DE RIESGO APLICADO AL MERCADO ACCIONARIO DE COLOMBIA

CARLOS EDUARDO CARVAJAL JIMENEZ

RODGER POSADA GARAY

Trabajo de grado, para optar el título de Magíster en Administración Económica y Financiera.

Director: Msc. JUAN CARLOS OLARTE

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA
PEREIRA
2016

Nota de aceptación

Firma de presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pereira, Noviembre de 2016.

*"A mis padres y hermanos,
por su apoyo incondicional y su esfuerzo por mi formación,
como profesional y persona"*

Carlos Eduardo Carvajal

*"A mi mamá, mi hermano y mi esposa, son el motor de mi vida,
gracias por su paciencia y apoyo siempre"*

Rodger Posada Garay

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al ingeniero Juan Carlos Olarte, por todos sus aportes y recomendaciones durante el desarrollo del presente trabajo, así como su motivación para la culminación exitosa.

Agradecemos al ingeniero Alejandro Idarraga, por la colaboración y asesoría para la programación y diseño gráfico de la herramienta desarrollada.

RESUMEN

A través del documento los autores realizan un breve recorrido por el mercado bursátil colombiano, exponiendo la operación del mismo, la normatividad aplicable, los agentes participantes y las oportunidades de acceder a dicho mercado; procurando instruir a los nuevos inversores en el análisis de riesgo para la definición de un portafolio de inversión. De esta manera se describen en el documento tres (3) metodologías de análisis de riesgo aplicables en Colombia, como lo son; el análisis de riesgo a través de las componentes de un portafolio, expresado por el porcentaje de contribución en el riesgo del portafolio (en adelante VaRBeta), el análisis de riesgo a través de efecto incremental de las componentes en un vector de riesgo (en adelante VaRDelta) y el análisis de riesgo a través de la simulación de Montecarlo. Finalmente, los autores presentan una herramienta programada en Excel, gratuita, actualizable automáticamente para recopilar los precios de las acciones del índice de capitalización bursátil ajustada de Colombia (en adelante COLCAP) y de uso intuitivo, que no requiere de conocimientos previos en temas estadísticos o financieros profundos, lo que facilita a nuevos inversores su incursión en la bolsa de valores y la toma correcta de decisiones a través de la simulación de diferentes escenarios de inversión, considerando no solo los posibles rendimientos, si no el cambio en el perfil de riesgo adoptado.

ABSTRAC

Through the paper the authors made a brief tour of the Colombian stock market, exposing its operation, applicable regulations, the players involved and the opportunities for access to that market; instruct the new investors in the risk analysis for the definition of an investment portfolio. Thus it is disclosed in three (3) risk analysis methodologies applicable in Colombia, as they are; risk analysis through the components of a portfolio, expressed as the percentage of contribution to the risk of the portfolio (VaRBeta), risk analysis through incremental effect of the components on a vector of risk (VaRDelta) and risk analysis through Montecarlo simulation. Finally, the authors present a tool programmed in Excel, free, upgradable automatically to collect the share price index adjusted market capitalization of Colombia (COLCAP) and intuitive to use, requiring no prior knowledge in statistical topics or deep financial, facilitating new investors its foray into the stock market and the correct decision-making through the simulation of different investment scenarios, considering not only possible returns, if not change in the risk profile adopted

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índices bursátiles Bolsa de Valores de Colombia (Fuente: Bolsa de valores de Colombia 2016).....	26
Tabla 2. Universo de las acciones de la Bolsa de Valores de Colombia. (Fuente: Bolsa de valores de Colombia 2016).....	53
Tabla 3. Resumen de variables.	58
Tabla 4. Comisionista Valor Alta S.A.	62
Tabla 5. Comisionista OLD Mutual.....	63
Tabla 6. Comisionista BBVA Valores.	63
Tabla 7. Comisionista Valores Bancolombia.	64
Tabla 8. Comisionista Acciones y Valores S.A.	64
Tabla 9. Comisionista Davivienda Corredores	65
Tabla 10. Comisionista Helm comisionistas de bolsa S.A.	65
Tabla 11. Comisionista de bolsa Casa de Bolsa S.A.	66
Tabla 12. Comisionista de bolsa Afin S.A.....	66
Tabla 13. Comisionista de bolsa Alianza Valores S.A.	67
Tabla 14. Comisionista de bolsa BTG Pactual S.A.	67
Tabla 15. Comisionista de bolsa Credicorp Capital S.A.	67
Tabla 16. Comisionista de bolsa Global Securitiz Colombia S.A.	68
Tabla 17. Comisionista de bolsa SERVI VALORES GNB SUDAMERIS.	68
Tabla 18. Comisionista de bolsa CITI Valores S.A.	69
Tabla 19. Comisionista de bolsa La RRAINVIAL.....	69
Tabla 20. Comisionista de bolsa Ultra serfinco S.A.	70
Tabla 21. Comisionista de bolsa AD CAP	70
Tabla 22. Comisionista de bolsa Profesionales de Bolsa.	71
Tabla 23. Aplicaciones actuales en el mercado.....	73
Tabla 24. Acciones del COLCAP.	74

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Probabilidad de Ganancias o Pérdidas del portafolio en el Futuro.	30
Ilustración 2. Distribución emisores BVC.	53
Ilustración 3. Diagrama de flujo.	77
Ilustración 4. Pantalla de inicio.	79
Ilustración 5. Botón de Descarga.	80
Ilustración 6. Botón de Actualizar.	80
Ilustración 7. Descarga de datos en plantilla de Excel.	80
Ilustración 8. Botón de rendimiento.	81
Ilustración 9. Gráfico de rendimiento por acción.	82
Ilustración 10. Botón de Ayuda.	83
Ilustración 11. Pantalla emergente de ayuda.	83
Ilustración 12. Botón salir de pantalla.	84
Ilustración 13. Pantalla emergente de ayuda.	84
Ilustración 14. Mercado accionario.	85
Ilustración 15. Campo Nivel de confianza.	86
Ilustración 16. Intervalo de tiempo.	86
Ilustración 17. Mercado accionario.	87
Ilustración 18. Selección de acciones.	87
Ilustración 19. Botón de comportamiento de precio de la acción.	89
Ilustración 20. Ventana emergente comportamiento del precio de la acción ECOPETROL.	89
Ilustración 21. Ventana emergente comportamiento del precio de la acción ISAGEN.	90
Ilustración 22. Ventana emergente botón ANALISIS.	91
Ilustración 23. Ventana emergente botón RENDIMIENTO.	91
Ilustración 24. Ventana emergente botón VaRDelta.	92
Ilustración 25. Ventana emergente botón VaRBeta.	93

CONTENIDO

RESUMEN.....	vi
ABSTRAC	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	ix
INTRODUCCION.....	xii
1 CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.2 SITUACION DEL PROBLEMA.....	16
1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA	16
1.4 HIPOTESIS O SUPUESTOS	17
1.5 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
1.7 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	18
1.8 BENEFICIOS QUE CONLLEVA.....	20
1.9 LIMITACIONES PREVISIBLES	21
2 CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL	22
2.1 MARCO TEORICO.....	23
2.1.1 LA TEORÍA DE LA SIMULACIÓN.	23
2.1.2 MERCADO ACCIONARIO O BURSATIL.....	24
2.1.3 VALOR EN RIESGO	26
2.2 MARCO CONCEPTUAL	29
2.2.1 RIESGO.....	29
2.2.2 RIESGO ACCIONARIO	29
2.2.3 VALORACIÓN DE RIESGO ACCIONARIO	29
2.2.4 MODELOS DE VALORACIÓN DE RIESGO.....	33
2.3 MARCO NORMATIVO.....	42
2.4 MARCO FILÓSOFICO.....	45
2.5 MARCO SITUACIONAL	47
2.5.1 BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA.....	47
2.5.2 OPERACIÓN DE LA BOLSA DE VALORES	48

2.5.3	MERCADOS PRIMARIO Y SECUNDARIO.....	48
2.6	GLOSARIO.....	49
3	CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO	52
•	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52
•	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	52
3.1	UNIVERSO.....	53
3.2	POBLACION O MUESTRA	54
3.3	DELIMITACION DEL ESTUDIO.....	55
•	TEMPORAL.....	55
3.4	VARIBLES E INDICADORES	55
3.5	INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	58
3.6	PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE INFORMACIÓN.....	58
4	CAPITULO IV. DIAGNOSTICO OBTENIDO.....	60
4.1	EL SISTEMA FINANCIERO EN COLOMBIA	60
4.2	SOCIEDADES COMISIONISTAS DE BOLSA EN COLOMBIA	62
4.3	SIMULADORES COMERCIALES DE ANALISIS DE RIESGO.....	72
4.4	ACCIONES DEL COLCAP	74
5	CAPITULO V: PROPUESTA	76
5.1	DIAGRAMA DE FLUJO DEL APLICATIVO	76
5.1.1	PRIMERA ETAPA “PASOS PRELIMINARES”	78
5.1.2	SEGUNDA ETAPA “OPCIONES”	85
5.1.3	TERCERA ETAPA “MERCADO ACCIONARIO”	87
5.1.4	CUARTA ETAPA “OPCIONES”.....	90
6	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
6.1	CONCLUSIONES.....	95
6.2	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA	99
	ANEXOS.....	105

INTRODUCCION

Con la democratización de algunas compañías como ECOPETROL e ISA, han surgido nuevos inversores en el mercado de acción colombiano, los cuales buscan rentabilizar su capital ante las oportunidades que ofrece el mercado bursátil; sin embargo en muchas ocasiones los inversionistas desconocen los riesgos a los cuales se exponen en un mercado volátil, por lo cual la formación financiera y el análisis de riesgo debe ser una prioridad a fortalecer para mantener el interés en el mercado accionario aun en momentos de bajos precios en las cotizaciones.

La bolsa de valores de Colombia (BVC), con el índice de Capitalización Bursátil Ajustada (COLCAP), comprende un grupo acciones con alta transaccionalidad en diferentes sectores de la economía, brindando la oportunidad a los inversionistas de elegir portafolios acorde a su nivel de aversión al riesgo y expectativas de rentabilidad; siendo hoy en día, los más versados en temas financieros, quienes cuentan con software especializado (generalmente de muy alto costo) quienes logran el mayor provecho de este mercado, mientras los nuevos inversionistas pierden dinamismo al encontrarse con un mercado inestable que no siempre comprenden, ni cuentan con herramientas que les facilite la toma correcta de decisiones, o el análisis de las diferentes posibilidades de inversión en el mercado accionario.

Este trabajo está desarrollado en seis capítulos. En el primer capítulo, se presenta la introducción, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación del estudio. En el segundo capítulo, está el marco teórico y conceptual, describiendo el contexto del mercado bursátil colombiano y las metodologías de análisis de riesgos a emplear. En el capítulo tres, se delimita el estudio a través del diseño metodológico adoptado. Posteriormente en el Capítulo cuatro, se realiza un diagnóstico de los productos que se encuentran en el mercado, para el análisis de riesgo de portafolios y los mecanismos de acceso al mercado bursátil colombiano. En el quinto y sexto capítulo, se desarrollan e implementan las metodologías de análisis de riesgos propuestas. Con las recomendaciones y conclusiones del estudio.

1 CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1 ANTECEDENTES

Emisiones de títulos de valores de compañías como Interconexión Eléctrica S.A. (ISA), Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá (ETB) y La Empresa Colombiana de Petróleos S.A. (ECOPETROL), introdujo al mercado accionario más de 400 mil nuevos inversionistas, según registros del depósito centralizado de valores (DECEVAL); Así, la cultura bursátil en Colombia está atravesando por un proceso de expansión, donde ya no solo los profesionales y empresas financieras, sino también las personas naturales, buscan rentar su dinero a través de los productos del mercado accionario (Cálad, 2013), siendo necesario fortalecer el conocimiento y las herramientas empleadas por los nuevos inversionistas, que les permitan adoptar buenas decisiones al momento de invertir (Guevara, 2013).

Una de las herramientas empleadas para apoyar la toma de decisiones es la simulación por computadora, ya que con el desarrollo de las tecnologías de la información se pueden emular y proyectar situaciones reales y diversos escenarios antes de que estos ocurran; esta técnica se ha aplicado en diversas áreas tales como: los deportes, la estrategia militar, la protección civil, la aviación, las misiones espaciales, y desde la década de los 70's, han existido ciertas aproximaciones a la simulación empresarial y financiera a través de los llamados juegos de negocios; sin embargo, la realidad es que en nuestro país y más aún en nuestra región poco se ha implementado este tipo de herramientas en el área económico-administrativa (Cálad, 2013).

Actualmente existen programas de computadora que pueden emplearse para el análisis y la simulación de riesgo de mercado, basados en modelos tradicionales de valuación de riesgo de un determinado activo financiero o portafolio tales como: delta Simul-e, @ Risk, Oracle Crystal Ball, Minitab, Wall Street Trader, entre otros, cuyo costo comercial varía entre \$1.000 y \$2.300 USD, valor que se encuentra fuera del alcance de los pequeños inversionistas.

La estimación de riesgo de valores es necesaria para las personas involucradas con los mercados financieros, tales como los emisores, inversores, administradores de portafolios, administradores de productos derivados y de riesgos (Díaz, 2007.).

Los modelos tradicionales de evaluación del riesgo como los propuestos por Altman (1968, 1977, 1994, 2000), y el modelo estándar de Basilea (1988, 2001), proponen la estimación del riesgo de los activos que conforman un portafolio de inversión a través de volatilidad del precio (Engle, 2003); esto también es aplicable a los modelos propuestos por Altman y Sabato (2005) y Basilea (2004). Por su parte Kritzman (1991) divide las técnicas para la estimación de la volatilidad futura de una cartera en dos grupos: las basadas en información histórica y las que utilizan la volatilidad implícita en el precio de determinados activos.

Las principales ventajas de esta medida de Valor en Riesgo (VaR), según Acerbi y Tasche (2002), son: *“El VaR es una medida de riesgo universal, ya que puede ser aplicado a cualquier tipo de activo o fuente de riesgo. El VaR es simple, tiene una fácil interpretación. El VaR es completo, resume en un solo número, en unidades monetarias, las posibles fuentes de riesgo de mercado existentes en un portafolio”* (p.163).

Sin embargo, es posible mostrar que el valor en riesgo (VaR) no satisface la condición de subaditividad (Embrechts, McNeil y Straumann, 2002). Por tanto, el VaR en algunos casos puede llevar a resultados contradictorios para el administrador de riesgo como consecuencia de esto, es decir, la agrupación del riesgo de un portafolio en un solo valor imposibilita conocer con antelación el cambio en el riesgo al sumar o sustraer un componente en el portafolio.

Jackson (1995) analiza dos enfoques utilizables para la estimación del VaR de una cartera; métodos matriciales de varianzas-covarianzas y métodos de simulación histórica. Hendricks

(1996) señala que estos métodos son los más utilizados por los gestores de riesgo, y Beder (1995), si bien no realiza una clasificación de los distintos métodos utilizables para la estimación del VaR, en su trabajo emplea dos de ellos: simulación histórica y método de Montecarlo.

Longerstaey (1996), establece que para la determinación del Valor en Riesgo es necesario realizar simulaciones sobre los cambios en el valor de la cartera como consecuencia de posibles variaciones en los precios o cotizaciones de los factores de riesgo. Según el autor, las simulaciones sobre el comportamiento futuro se pueden realizar mediante el método Delta, el cual a través de sus componentes mide la sensibilidad del VAR a la inyección de capital en cada dimensión, siendo una medida apropiada para el análisis “varianza–covarianza” en un portafolio (RISKMETRICS GROUP INC, 1996).

En Colombia la Superintendencia Financiera de Colombia (Circular Externa 051 de 2007), establece los requerimientos regulatorios de la valoración de riesgo de mercado, definiendo las medidas de desempeño y factores de riesgo para el cálculo del VaR, como marco inicial para la aplicación de cualquier metodología.

Es así que en Colombia, históricamente se ha estudiado el VaR a través de teorías Chartistas y el análisis técnico, los cuales según Murphy (2000), plantean que el precio de un activo financiero tiene mucha información que podría resultar útil para predecir su comportamiento. De acuerdo a Hernández (2009), el patrón de los precios pasados tiende a repetirse en el futuro, terminando en un escenario en el que la historia se replica. La anterior postura es ratificada por De Arce (2004), al afirmar que *“en definitiva, la clave de estos modelos está en considerar la información pasada de la variable y su volatilidad observada como factor altamente explicativo de su comportamiento presente y, por extensión lógica, de su futuro predecible”* (p.3)

Recientes estudios sobre el VaR se han limitado a la aplicación de métodos como la simulación histórica y la Simulación de Montecarlo sin realizar el análisis de la metodología. Por lo tanto, las metodologías como el valor en Riesgo Delta (VaRDelta) y las metodologías de Componentes VaR desarrolladas por Garman (1996, 1997), que permiten el análisis de portafolios diversificados, requieren de mayor análisis y estudio para su aplicación el mercado colombiano.

1.2 SITUACION DEL PROBLEMA

Los inversionistas desean maximizar sus utilidades en contraste con su aversión al riesgo y la probabilidad de pérdidas de capital, para lo cual, existen diversos modelos de análisis de riesgo que se pueden emplear para mitigar esta situación, sin embargo estos modelos en la actualidad no se encuentran desarrollados en plataformas de bajo costo, que permitan la accesibilidad de pequeños inversionistas a estas herramientas de simulación y proyección de escenarios en el mercado accionario Colombiano.

1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA

¿Es posible implementar un simulador de análisis de riesgo empleando las metodologías VaRBeta, VaRDelta y Simulación de Montecarlo, para determinar el valor en riesgo de un portafolio accionario de inversión, en la bolsa de valores de Colombia?

1.4 HIPOTESIS O SUPUESTOS

- a) Es posible la implementación de un simulador de análisis de riesgo de bajo costo que contemple las metodologías VaRBeta, VaRDelta y Simulación de Montecarlo, para diagnosticar el nivel de riesgo de un portafolio de inversión en el mercado accionario colombiano.

- b) No es posible la implementación de un simulador de análisis de riesgo de bajo costo para diagnosticar el nivel de riesgo de un portafolio de inversión en el mercado accionario colombiano.

- c) Las metodologías de análisis de riesgo VaRBeta, VaRDelta y Simulación de Montecarlo, no pueden ser emuladas por medio de un software para diagnosticar el nivel de riesgo de un portafolio de inversión en el mercado accionario colombiano.

1.5 OBJETIVO GENERAL

Implementar una herramienta de simulación que permita a un inversionista realizar el análisis de riesgo con las metodologías VaRBeta, VaRDelta y simulación de Montecarlo aplicado a un portafolio seleccionado del indicador de capitalización bursátil ajustada de Colombia (COLCAP).

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Conocer en contexto el comportamiento del mercado accionario de la bolsa de valores de Colombia.
2. Recopilar la información de precios de las acciones pertenecientes al COLCAP entre los años 2010 y 2015.
3. Exponer las metodologías de la valoración de riesgo VaRBeta, VaRDelta y Simulación de Montecarlo.
4. Implementar un simulador de análisis de riesgo que evalúe bajo las metodologías VaRBeta, VaRDelta, y Simulación de Montecarlo un portafolio accionario.
5. Aplicar el simulador de análisis de riesgo en un portafolio accionario seleccionado del COLCAP para un horizonte de tiempo determinado.
6. Referenciar las firmas a través de las cuales un inversionista puede llevar a la práctica los resultados obtenidos.

1.7 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

La evolución y el desarrollo de las tecnologías de la información, han permitido que desde los años 80's crear programas de simulación por computadora, que han servido como un

elemento fundamental en la formación de profesionales del área económico administrativa, mediante el desarrollo de las habilidades prácticas en la gestión financiera. (Guevara, 2003).

Sin embargo, los simuladores de análisis de riesgo son una herramienta que no se está aprovechando por parte de los nuevos inversionistas por sus elevados costos comerciales, por lo cual la implementación y utilización de estas herramientas a bajo costo, es una necesidad inminente, que busca promover la cultura y educación financiera en Colombia.

Así mismo, aunque actualmente en el mundo existen diversas metodologías de análisis de riesgo, en Colombia solo el modelo VAR [1995] es ampliamente aceptado, desconociéndose o ignorándose los aportes que otros métodos puedan brindar para el análisis de riesgo en el mercado accionario colombiano. El presente estudio implementa una herramienta de simulación de bajo costo, que permite la aplicación de tres (3) metodologías de análisis de riesgo en un portafolio seleccionado de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), tal que los resultados faciliten la evaluación y la adopción de un portafolio accionario.

La realización de este estudio, entre otras razones, se fundamenta en argumentos como los planteados por Engle (1982), quien manifestó que los agentes económicos suelen tener muy en cuenta la información pasada de un activo financiero respecto al valor promedio de su rentabilidad y la volatilidad de su rendimiento para así, identificar el nivel de riesgo que podría correr y a partir de allí tomar decisiones respecto a comprar, vender o mantener ese tipo de activo financiero. Dicho interés, desde luego, genera la necesidad de mecanismos que permitan una aproximación a pronósticos que permitan tomar decisiones lo más acertadas posibles. Es decir, se requiere una medida de riesgo al momento de realizar las transacciones, situación que realza la importancia de modelar y pronosticar la volatilidad de los rendimientos para el diseño de portafolios de inversión (Hernández, 2009), por lo cual, la aplicación de las metodologías modernas de análisis de riesgo en el contexto Colombiano son un aporte valioso en momentos

en los cuales los procesos de democratización desarrollados en el país desde el 2006 han fomentado la participación activa en el mercado accionario Colombiano de miles de nuevos inversores.

1.8 BENEFICIOS QUE CONLLEVA

Con el desarrollo del proyecto, los autores aportamos los siguientes beneficios para los estudiantes de pregrado, maestría, profesionales a fines y pequeños inversionistas en el mercado accionario colombiano.

- a) Una herramienta de simulación, que ayude a los inversionistas con el análisis al riesgo para diferentes escenarios de inversión, con la posibilidad de selección de múltiples acciones del COLCAP en el mercado accionario colombiano.

- b) Se profundizó en el conocimiento, y aplicabilidad de las técnicas de análisis de riesgo, valorando y documentando desde el punto de vista académico las técnicas VaRBeta, VaRDelta y Simulación de Montecarlo, para el análisis de riesgo en el ámbito del mercado accionario colombiano.

- c) Se aportó una herramienta de apoyo a la educación financiera, actualizable automáticamente, que permite la simulación de portafolios accionarios cuyo uso es intuitivo y de bajo costo.

1.9 LIMITACIONES PREVISIBLES

En el estudio a realizar se contemplan las siguientes restricciones o limitaciones:

- a) Que las acciones elegidas del portafolio cambien, desaparezcan o sean sancionadas durante el tiempo de análisis, en cuyo caso la acción perdería relevancia dentro del estudio pues el análisis de riesgo realizado no contempla cambios estructurales en las empresas o riesgos normativos, por lo cual, esas acciones no serían tenidas en cuenta dentro del análisis a efectuar.

- b) Que las metodologías elegidas cuenten con un complejo desarrollo matemático para su implementación, por lo cual se requeriría emplear técnicas de programación lineal y software especializado (Matlab, Cristal ball u otros) para su aplicación.

- c) Que, con la implementación de las metodologías del análisis, no se puedan desarrollar eficientemente en el software de Excel por medio de programaciones lineales.

- d) Que las fuentes y datos de los precios de las acciones sean de difícil acceso, recopilación, consolidación o pierdan vigencia afectando los resultados de los análisis de las simulaciones de riesgo.

2 CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

Los autores de este documento, buscan a través de la implementación de una herramienta de simulación de bajo costo, seguir algunos de los preceptos y enfoques descritos por Fullana y Urquia (2009) en el artículo “los modelos de simulación: una herramienta multidisciplinar de investigación”, en los cuales se expone que los simuladores permiten predecir, comparar y optimizar el comportamiento de sus procesos simulados en un tiempo muy breve sin el costo ni el riesgo de llevarlos a cabo, haciendo posible la representación de los procesos, recursos, productos y servicios en un modelo dinámico.

Para ello se implementaron los modelos de simulación de valor en riesgo seleccionados por los autores, en una herramienta informática basada en Excel, a fin considerar y proyectar múltiples alternativas o escenarios y realizar operaciones de interrelación complejas entre las variables en cuestión de segundos.

De igual manera los autores de este trabajo, siguiendo las consideraciones del artículo “enfoques diferentes para medir el valor en riesgo (Var) y su comparación aplicaciones”, donde se describen “como consideran y valoran de forma crítica los distintos enfoques para medir el VAR: Delta-Normal; Delta-Gamma; Simulación histórica; Simulación Montecarlo y Contraste Estrés”, aplicaron modelos de análisis de riesgo en el mercado accionario Colombiano; siguiendo lo expuesto por Garman (1997) en el artículo “Ending the Search for Component VaR”, donde indica que algunos modelos de cálculo del riesgo y en especial “VaR-Delta es una medida apropiada para el análisis VARIANZA-COVARIANZA de un portafolio de inversiones”.

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 LA TEORÍA DE LA SIMULACIÓN.

Los simuladores permiten predecir, comparar y optimizar el comportamiento de sus procesos simulados en un tiempo muy breve, sin el costo ni el riesgo de llevarlos a cabo, haciendo posible la representación de los procesos, recursos, productos y servicios en un modelo dinámico.

Existen muchos procesos que por su complejidad, demanda de recursos o costos, no pueden ser estudiados directamente, por lo cual, es necesario emplear alternativas que permitan de alguna manera proyectar los resultados en dichos procesos frente a cambios de alguno de los insumos del mismo. La teoría de la simulación indica, que a través de la experimentación sobre modelos matemáticos que contengan las variables más relevantes del fenómeno de estudio y sus relaciones, es posible entender el proceso real y el comportamiento del mismo, a fin de determinar cómo responderá el sistema a los cambios en su estructura o entorno (Harrell, C., Tumay, K; 2001).

La simulación es una técnica que consiste en realizar experimentos de muestreo sobre el modelo de un sistema, lo cual permite el análisis del comportamiento de las diferentes variables ante múltiples escenarios factibles, logrando estimar con cierto grado de confiabilidad el resultado más probable, para el presente documento por tratarse de inversiones sobre portafolios accionarios se traduce en rendimientos y/o pérdidas.

La implementación de una simulación, presenta inconvenientes relevantes que deben ser considerados durante el desarrollo del modelo, siendo los más comunes los siguientes:

- Resultados imposibles de aplicar en el mundo real.
- El tiempo de ejecución de la simulación es muy alto debido a lo complejo de las aplicaciones.
- En el desarrollo del simulador puede ser lento, por lo complejo de las aplicaciones.
- Posibilidad de cometer errores. La experimentación puede llevar a que en el desarrollo matemático de un modelo, se desarrolle mal o se cometan errores en su manejo, generando resultados incorrectos.

“Finalmente un aspecto muy importante a destacar dentro de las distintas definiciones de la teoría de la simulación, es que ésta pretende imitar el comportamiento del sistema real, evolucionando como éste, pero lo más frecuente es estudiar además la evolución del sistema en el tiempo” (Tarifa, 2001).

2.1.2 MERCADO ACCIONARIO O BURSATIL

Un mercado es el lugar o contexto en el cual se lleva a cabo un intercambio de bienes, servicios o mercancías (Venta/Compra) por parte de unos compradores que demandan esas mercancías y tienen la posibilidad de comprarlas, y unos vendedores que las ofertan. Por lo tanto, el mercado accionario es un tipo particular de mercado, el cual está relacionado con las

operaciones o transacciones que se realizan con títulos valores como lo son las acciones, los bonos, los títulos de deuda pública, entre otros.

El mercado bursátil se considera como un mercado centralizado y regulado. Este mercado le permite a las empresas financiar sus proyectos y actividades a través de la venta de activos o títulos y da a los inversionistas posibilidades de rentar su dinero a través de la compra de éstos.

El desempeño, la evolución y la tendencia del mercado bursátil, se mide a través de índices que reflejan los movimientos que por efectos de oferta y demanda o por factores externos, tienen los precios de los diferentes productos, activos o títulos que se intercambian en las bolsas.

En Colombia existían la Bolsa de Medellín y la Bolsa de Bogotá, entre otras. Actualmente, todas se han unificado en una sola: la Bolsa de Valores de Colombia, cuya sede principal es Bogotá (2001).

Los índices bursátiles que actualmente se emplean en el mercado accionario Colombiano son:

INDICE	TIPO DE MERCADO
COLEQTY	RENTA VARIABLE
COLIR	RENTA VARIABLE
COLTES LP	RENTA FIJA
COLTES UVR	RENTA FIJA

INDICE	TIPO DE MERCADO
COLTES	RENTA FIJA
COLTES CP	RENTA FIJA
COLIBR	MERCADO MONETARIO
COLCAP	RENTA VARIABLE
COLSC	RENTA VARIABLE

Tabla 1. Índices bursátiles Bolsa de Valores de Colombia (Fuente: Bolsa de valores de Colombia 2016).

“El COLCAP es un indicador que refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más líquidas de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), donde el valor de la Capitalización Bursátil Ajustada de cada compañía determina su nivel de ponderación. El valor inicial del índice es equivalente a 1.000 puntos y su primer cálculo se realizó el día 15 de Enero de 2008”

2.1.3 VALOR EN RIESGO

El Valor en Riesgo (VaR) es una de las herramientas más empleadas para la medición de riesgo por los reguladores, agentes y académicos. Después de que la JP Morgan hizo pública su metodología en RiskMetrics; en los 90 el VaR se potencializó gracias a que los agentes reguladores se interesaron por la adopción y estandarización de la metodología como medida de riesgo; en abril de 1995, el Comité de Basilea, acordó permitir a los bancos calcular sus requerimientos de capital para cubrir su riesgo de mercado por medio de sus propios modelos de VaR y posteriormente la Reserva Federal de los Estados Unidos la US Securities and Exchange Commission adoptaron modelos similares para medir el riesgo ganando aceptación generalizada a nivel internacional.

La consolidación de los modelos basados en el Valor en Riesgo (VaR) gracias a su facilidad de interpretación, ha dado lugar al desarrollo de una gran cantidad de métodos distintos para su estimación, ya que aunque los parámetros del modelo están estandarizados por las entidades reguladoras, las instituciones financieras no están obligadas a utilizar un modelo concreto para estimar el VaR y esta libertad para decidir el modelo u enfoque para calcular el VaR es parte de la ventaja comparativa entre agentes del mercado, ya que los resultados entre un modelo y otro pueden variar significativamente sin que hasta la fecha se haya determinado que un enfoque VaR sea superior al resto.

Los modelos más tradicionales para la medición del riesgo a través del Valor en Riesgo son el VaR Paramétrico y el VaR No Paramétrico, cuya sencillez permite en unas condiciones de mercado normales, con un horizonte de tiempo determinado y un nivel de confianza también determinado, sintetizar en una única medida el riesgo total de un portafolio, facilitando la toma de decisiones.

El principal problema de estos modelos tradicionales es que se trata de un análisis unidireccional, y en el proceso de agregación y simplificación de los riesgos de la cartera se pierde gran cantidad de información que puede ser muy útil para el gestor de riesgos a la hora de conocer cuáles son las verdaderas fuentes de riesgo dentro de su cartera, y cuales componentes operan para la cobertura del riesgo.

Los modelos VaRDelta y VaRBeta, introducen en el análisis la descomposición de los componentes de la cartera para el análisis detallado de sus características de riesgo dentro del contexto de la cartera, de forma que se pueda determinar la contribución al riesgo de los distintos

componentes de la cartera, permitiendo identificar las principales fuentes de riesgo, y las operaciones que permitan una mayor reducción en el riesgo de la cartera.

En Colombia el análisis de Valor en Riesgo de los diferentes portafolios, se ha empleado por parte de los inversionistas, para disminuir los efectos adversos de cambios en variables externas que afecten el rendimiento de las inversiones, siendo la diversificación del portafolio el método más empleado para reducir el riesgo, enfocándose principalmente en la inversión a los mercados extranjeros para obtener mayor potencial de diversificación, que el que pueden obtener en el mercado local. Sin embargo dada la fluctuación causada por el efecto de la crisis financiera de Estados Unidos de septiembre de 2008, la diversificación del portafolio con componentes en mercados extranjeros ya no es la más recurrida por los inversionistas, y en su lugar el mercado accionario de la bolsa de valores de Colombia gracias a que las utilidades de las empresas nacionales inscritas en bolsa no fueron tan malas como se esperaba, para los inversionistas se ha vuelto una opción interesante el análisis del riesgo de dichas carteras como una herramienta de primera mano para la protección de sus inversiones.

Por lo tanto, el problema a tener en cuenta es la debida valoración a tiempo del riesgo accionario para los portafolios Colombianos en la bolsa de valores de Colombia con metodologías más certeras tales como VaRBeta y VaRDelta.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 RIESGO

Se refiere a la "posibilidad de perjuicio o pérdida" en un horizonte de tiempo determinado y con un nivel de certeza esperado (en el contexto de estudio hace referencia a la pérdida financiera). Cuanto mayor es la probabilidad mayor es el riesgo.

2.2.2 RIESGO ACCIONARIO

“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”, Circular 1423 del Comité de Basilea.

En el contexto del proyecto se refiere a la volatilidad en los precios de cierre de las acciones en los mercados financieros.

2.2.3 VALORACIÓN DE RIESGO ACCIONARIO

El Valor en Riesgo VaR (por sus siglas en ingles Value at Risk) es una medida de riesgo de mercados que estima la pérdida máxima que puede tener una cartera en un intervalo de tiempo con un nivel de confianza dado, bajo condiciones normales de mercado (Jorion, 2000).

La valoración del riesgo accionario parte del supuesto que los rendimientos de un portafolio pueden ser modelados mediante la estadística, estableciendo las posiciones de los activos de la cartera y sus respectivos precios de mercado, con el fin de determinar cuál es el mejor modelo que estima su comportamiento presente y futuro, lográndose determinar con cierto nivel de confianza la posibilidad de rendimientos o pérdidas del paquete de inversión seleccionado, Vilariño (2001), señala que al fijar un nivel de confianza se supone que las pérdidas de la cartera pueden modelarse utilizando la estadística.

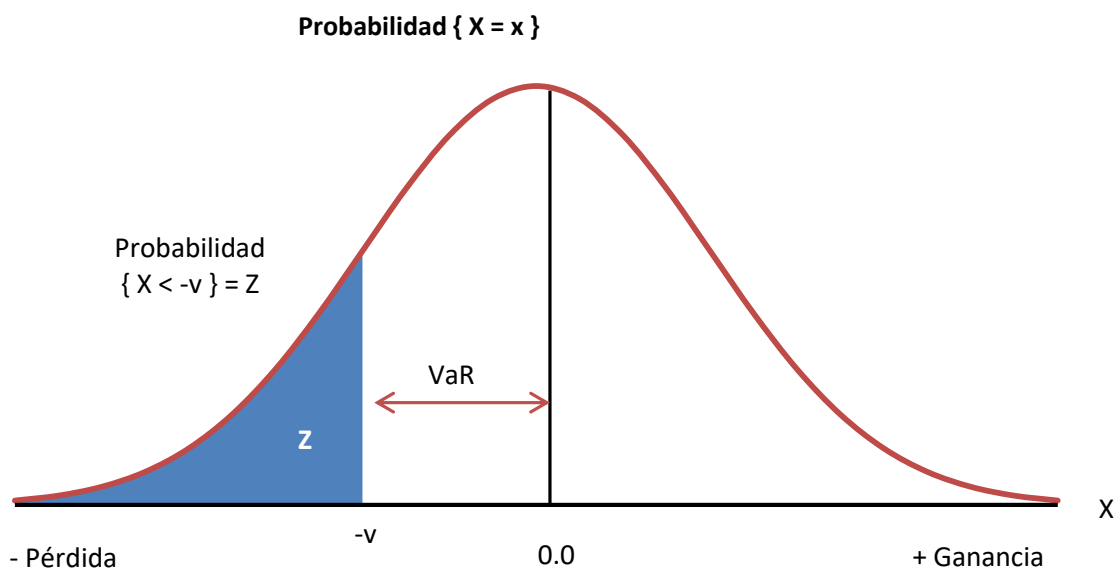


Ilustración 1. Probabilidad de Ganancias o Pérdidas del portafolio en el Futuro.
Fuente: Optimización del Conditional Value at Risk, Ricardo García Pereira 2005.

Analíticamente el VaR se define por el límite superior de la Integral de la función de los rendimientos esperados $r(s)$.

$$\int_{-\infty}^{-VaR} r(s)ds = \alpha$$

Usualmente se asume que el valor esperado de los rendimientos es cero, $E[r] = 0$, con lo cual la solución a la expresión anterior se transforma en:

$$\int_{-\infty}^{-VaR} r(s) ds = \alpha$$

Estimación alternativa del VaR se realiza mediante la siguiente expresión simplificada:

$$VaR = \alpha \cdot \sqrt{\sigma^2 \Delta t}$$

Donde, α es el factor que define el área de pérdida de los rendimientos, σ^2 la varianza de los rendimientos, y Δt el horizonte de tiempo para el cual se calculara el factor de riesgo VaR.

Para un portafolio de acciones el VaR es una medida no lineal que depende no únicamente de las características de riesgo individuales de la operación propuesta, sino de cómo se interacciona con el resto de los instrumentos de la cartera. Su formulación básica es la siguiente:

$$VaR = \sqrt{p * Qp}$$

Donde:

$p \stackrel{\text{def}}{=} \text{Vector de flujos de caja del portafolio de inversión}$

$Q \stackrel{\text{def}}{=} \text{Matriz de varianza y covarianza del portafolio para el horizonte temporal y el intervalo de confianza deseado}$

Existen varios modelos para estimar la interacción entre los elementos de una cartera, cada uno con un énfasis diferente que permite agrupar o desagregar los agentes de riesgo de un portafolio.

- **Valuación local:** se determina el riesgo de la cartera en la posición inicial, y emplean derivadas parciales para inferir los posibles cambios de valor de la cartera.
- **Valuación completa:** se determina el riesgo de la cartera en un rango de escenarios posibles a través de simulaciones y análisis estadísticos; emplea mayores recursos para su cálculo pero arroja resultados más exactos.

Las diferentes estimaciones del VAR presentan una serie de desventajas dependiendo de los supuestos que se realicen para el cálculo como por ejemplo.

1. Mientras más “pesadas” sean las colas de la distribución de pérdidas, mayor será el error de estimación del VaR.
2. Si la distribución de pérdidas no es estrictamente creciente, entonces el VaR puede presentar interrupciones con respecto al nivel de confianza.
3. Existe mucha incertidumbre sobre qué pérdida esperar por encima del nivel de confianza.

4. El VaR no es, una medida de riesgo subaditiva para cualquier distribución de pérdidas. Es decir no se cumple la siguiente relación:

$$\text{VaR}(ab) \leq \text{Var}(a) + \text{Var}(b)$$

5. Después de periodos prolongados de estabilidad, la baja volatilidad de los factores de riesgo hace que se subestime la verdadera exposición al riesgo.
6. La metodología tradicional es un análisis unidireccional, y en el proceso de agregación y simplificación de los riesgos de la cartera se pierde gran cantidad de información que puede ser muy útil para el gestor de riesgos.

Para mitigar las desventajas descritas se emplean técnicas de estimación del riesgo que incluyan elementos adicionales en las apreciaciones, tal como las metodologías VaRdelta y VaRbeta; las cuales al momento de evaluar un portafolio, presentan el riesgo desagregado por los componentes, lo cual facilita su uso e interpretación de manera intuitiva para modificar (mitigar) una posición de riesgo en un portafolio accionario.

2.2.4 MODELOS DE VALORACIÓN DE RIESGO

Actualmente existe un gran número de modelos de valoración de riesgo, sin embargo, todos se pueden describir en dos etapas; las determinaciones iniciales que abarcan definir el periodo de tiempo de análisis, el nivel de confianza deseado, el valor del portafolio, y las variables que constituyen factores de riesgo y la posterior medición del VaR de acuerdo al modelo de cálculo deseado.

- **RiskMetrics:** se basa en la técnica de suavizamiento exponencial, en la cual, la varianza se determina como un promedio ponderado de los retornos cuadráticos pasados, es decir, modelan la varianza de forma cambiante en el tiempo.
- **Varianza-Covarianza:** supone que el rendimiento de todos los activos de un portafolio está distribuido de manera normal, por lo tanto, el portafolio también estará distribuido de manera normal ya que es una combinación lineal de sus componentes ponderados por su importancia dentro de la cartera.
- **VaRBeta:** es el cálculo de la contribución de un componente determinado, expresado en porcentaje sobre el VaR total del portafolio (Beta). De esta manera se mide la sensibilidad del VaR ante cambios en ese componente.

Matemáticamente el VaRBeta se expresa de la siguiente manera:

$$VaRBeta(a, p) = \frac{[p'Q]a}{\sqrt{(p'Qp)}} \quad (1)$$

Donde:

$p \stackrel{\text{def}}{=} \text{Vector de flujos de caja del portafolio de inversión}$

$p' \stackrel{\text{def}}{=} \text{Vector transpuesto de flujos de caja del portafolio de inversión}$

$Q \stackrel{\text{def}}{=} \text{Matriz de varianza y covarianza del portafolio para el horizonte temporal y el intervalo de confianza deseado}$

$a \stackrel{\text{def}}{=} \text{Vector de flujos de caja de un componente de la cartera}$

El VaRBeta cuenta con las siguientes propiedades que facilitan su uso e interpretación:

1. Es aditivo, es decir, si tenemos dos posiciones dentro de la cartera, el VaRBeta de $(X + Y)$ es igual al VaRBeta (X) más el VaRBeta (Y) .
2. La suma de las VaRBeta de todos los componentes de la cartera sobre la que se calculan es igual a uno (100%).
3. Si se retira un componente de la cartera, el VaRBeta se va a reducir o elevar en el valor de VaRBeta de ese componente.

Es importante puntualizar que la medida de VaRBeta se refiere a la cartera de referencia del cálculo del VaR, no la cartera de mercado. Por lo tanto, el inversionista puede conocer la contribución de los componentes de un subgrupo de la cartera respecto a un subtotal de la cartera, y gestionar si un activo se encuentra correlacionado negativamente con el resto de la cartera en conjunto.

- **VaRDelta:** método de análisis de riesgo derivado de la metodología VaR, que permite estimar el efecto incremental de añadir una operación en la cartera a través del cálculo previo de un vector (Delta). El vector representa el gradiente del VaR, es decir, la dirección de flujos de caja.

Matemáticamente el VaRDelta se expresa de la siguiente manera:

$$VaRdelta = \nabla Var(p) = \nabla \sqrt{[p' * Qp]}$$

$$VaRdelta = \frac{Qp}{\sqrt{[p' * Qp]}} \quad (2)$$

Donde:

$p \stackrel{\text{def}}{=} \text{Vector de flujos de caja del portafolio de inversión}$

$p' \stackrel{\text{def}}{=} \text{Vector transpuesto de flujos de caja del portafolio de inversión}$

$Q \stackrel{\text{def}}{=} \text{Matriz de varianza y covarianza del portafolio para el horizonte temporal y el intervalo de confianza deseado}$

El cálculo del vector VaRDelta permite a través sus componentes y signos determinar una acción del portafolio tiene un VaR marginal o incremental negativo, o un VaR marginal positivo.

El VaR marginal negativo implica que al efectuar una operación sobre la componente negativa, el VaR del portafolio se reducirá reduciendo la pérdida esperada en condiciones normales del mercado

El VaR marginal positivo, implica que al elevar la posición sobre esa componente, el VaR del portafolio se elevara al presentarse una mayor exposición al de riesgo de mercado y una mayor pérdida esperada

La principal ventaja de este método, es que permite calcular el VaR marginal sin necesidad de tener que volver a estimar el VaR de la cartera completa. De esta forma se puede determinar la contribución al riesgo de los distintos componentes o instrumentos de la cartera tomando en cuenta los efectos derivados de la diversificación entre los

componentes del portafolio, y al mismo tiempo analizar el efecto marginal de llevar a cabo una nueva operación de compra o venta dentro del contexto de las posiciones existentes en la cartera al conocer “la dirección” de cómo incrementa/disminuye el VaR de la cartera. Con el VaRDelta es posible:

1. Análisis marginal de las operaciones, sin volver a examinar el VaR de la cartera completa.
 2. Asignar límites de negociación (“trading”) en tiempo real basados en el VaR.
 3. Comparar el costo de cubrir una posición con la reducción en el VaR que se consigue tras dicha cobertura.
 4. Clasificar cada factor de riesgo en términos de su impacto en el VaR diversificado de la cartera.
-
- **Simulación Histórica:** esta técnica calcula la distribución de los precios y rendimientos que se dieron durante el período histórico seleccionado y posteriormente, se compara dicha distribución con el valor actual, para calcular la ganancia o pérdida (Otárola, 2001) y se establece la máxima pérdida esperada según el nivel de confianza escogido.

Es un método popular de estimación del VaR. Utiliza los datos del pasado como una guía para predecir lo que podría suceder en el futuro. Los rendimientos históricos de las

acciones se emplean para determinar la ponderación de la cartera actual, usando optimización matemática estándar.

La distribución de retornos del portafolio obtenida, es organizada dependiendo de la probabilidad correspondiente al cuantil de la distribución tomada; Esto arroja la simulación histórica de 1 día.

Las principales ventajas reconocidas son:

1. Relativamente fácil de implementar, si los datos históricos están disponibles para la estimación del Valor en Riesgo.
2. Permite no linealidades y distribución no normales, ya que depende de valores reales y No se basa en la estructura estocástica subyacente del mercado o de hipótesis específicas acerca de los modelos de valoración.
3. No se basa en modelos de valoración y no está sometido al riesgo de que los modelos están equivocados (suposiciones erradas)

Así mismo el método supone algunas desventajas, como lo son:

1. Supone la disponibilidad de suficientes datos de históricos.
2. Supone que el pasado representa el futuro inmediato lo que no siempre es cierto.

3. Se convierte rápidamente en engorroso para las grandes carteras con estructuras complicadas.
- **Simulación de Montecarlo:** esta técnica se basa en simular los cambios aleatorios en las variables financieras más relevantes, incluyendo las posibles correlaciones existentes entre los riesgos de mercado a partir de la historia, generando escenarios futuros del portafolio deseado, con base en una estructura o distribución determinada (Ramírez, 2004).

Esta técnica consiste en la generación de escenarios futuros en 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, entre otros, y de esta manera poder generar los retornos mediante algún algoritmo generador de variables o algún proceso estocástico.

La aplicación del método puede resumirse en dos pasos: un proceso estocástico que se especifica para las variables financieras, y un segundo pasó, en el que se simulan la senda de precios ficticios para todas las variables de interés económico. Cada una de estas sendas se utiliza para compilar una distribución de los rendimientos de la cual puede medirse el VaR.

Dentro de las ventajas de este método es lejos el método más poderoso para calcular el VaR. Puede contar para un amplio rango de exposiciones a riesgo, incluyendo riesgo de precio no lineal, riesgo de volatilidad, e incluso el riesgo modelo (model risk). Es

suficientemente flexible para incorporar variación de tiempo en volatilidad, o colas gordas y escenarios extremos. Estas simulaciones pueden ser usadas para examinar, por ejemplo la pérdida esperada detrás de una VaR particular.

a) Ventajas:

- El método permite incorporar posiciones no lineales, distribuciones no normales, parámetros implícitos y escenarios definidos por el usuario.
- Método robusto computacionalmente.

Como inconveniente encontramos la necesidad de contar con un gran soporte computacional. Dado lo anterior, tiene 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 distribución entera de probabilidades de los valores que toma la cartera, sigue basándose en los retornos históricos para determinar la volatilidad y las correlaciones.

b) Desventajas:

- Toma mucho tiempo de computo.
- Costoso de implementar en términos de infraestructura informática.
- Sujeto a errores en el modelamiento.

- Los resultados deben complementarse con un análisis de sensibilidad para comprobar si los resultados son ajustados a los cambios en el modelo.

Este es uno de los métodos de cálculo de Valor en Riesgo más completo, porque puede tomar en cuenta riesgos no lineales, de volatilidad, colas pesadas y escenarios extremos. Sin embargo, requiere de mucha información y fácilmente puede tener problemas para ser implementado. Además, requiere de hardware con una alta capacidad de procesamiento y software especializado.

- **Frontera eficiente:** La frontera eficiente, es graficar la curva del Riesgo VaR versus la rentabilidad del portafolio accionario; como optimización, el portafolio se analiza tomando las acciones con su rendimiento alto pero con un elevado riesgo y se mezclan las acciones que presenten rentabilidades bajas, pero más seguras.
- **Familia ARCH/GARCH:** (autoregressive conditional heteroscedasticity models) introduce los cambios en la volatilidad según un patrón establecido, buscando replicar algunos hechos estilizados de los activos financieros, como los conglomerados de volatilidad y las colas pesadas de su distribución. Estos modelos suponen que la varianza no condicional es constante en el tiempo, mientras que la varianza condicional es variable.

Existen otras metodologías y variaciones a las aquí presentadas, pero con mucha menos aceptación y aplicabilidad como lo son:

- Modelo Asymmetric Power ARCH.
- Regresión cuantíl - modelo caviar.
- Regresión cuantíl bayesiana.

2.3 MARCO NORMATIVO

Para el desarrollo del proyecto, se realizó una consolidación y reseña de las normas más relevantes como son la Ley 964 de 2005, por la cual se dictan normas generales y se señalan en ellas los objetivos y criterios a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular las actividades de manejo, aprovechamiento e inversión de recursos captados del público que se efectúen mediante valores.

Algunas de las leyes a tener en cuenta son:

- Ley 1266 de 2008; por medio de la cual se dictan disposiciones generales del Habeas Data y se regula el manejo de la información contenida en bases de datos personales, en especial la Financiera, Crediticia, Comercial, de Servicios y la proveniente de Terceros Países y se dictan otras disposiciones.
- Ley 964 de 2005; por la cual se dictan normas generales y se señalan en ellas los objetivos y criterios a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular las actividades de manejo, aprovechamiento e inversión de recursos captados del público que se efectúen mediante valores y se dictan otras disposiciones.
- Ley 35 de 1993; por la cual se dictan normas generales y se señalan en ellas los objetivos y criterios a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular las actividades financiera, bursátil y aseguradora y cualquier otra relacionada con el manejo, aprovechamiento e inversión de recursos captados del público y se dictan otras disposiciones en materia financiera y aseguradora.

- Ley 45 de 1990; por la cual se expiden normas en materia de intermediación financiera, se regula la actividad aseguradora, se conceden unas facultades y se dictan otras disposiciones.
- Ley 226 de 1995; por la cual se desarrolla el artículo 60 de la Constitución Política en cuanto a la enajenación de la propiedad accionaria estatal, se toman medidas para su democratización y se dictan otras disposiciones.
- Ley 795 de 2003; por la cual se ajustan algunas normas del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero y se dictan otras disposiciones.
- Ley 546 de 1999; por la cual se dictan normas en materia de vivienda, se señalan los objetivos y criterios generales a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular un sistema especializado para su financiación, se crean instrumentos de ahorro destinado a dicha financiación, se dictan medidas relacionadas con los impuestos y otros costos vinculados a la construcción y negociación de vivienda y se expiden otras disposiciones.
- Ley 27 de 1990; por la cual se dictan normas en relación con las bolsas de valores, el mercado público de valores, los depósitos centralizados de valores y las acciones con dividendo preferencial y sin derecho de voto.
- Ley 1328 de 2009; por la cual se dictan normas en materia financiera, de seguros, del mercado de valores y otras disposiciones (Reforma Financiera).

- Ley 1314 de 2009; por la cual se regulan los principios y normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de información aceptados en Colombia, se señalan las autoridades competentes, el procedimiento para su expedición y se determinan las entidades responsables de vigilar su cumplimiento.
- Decreto 1514 de 1998; por el cual se reglamenta parcialmente el Estatuto Tributario y se dictan otras disposiciones. (Factura - Comprobante de liquidación).
- Decreto 1281 de 2008; por el cual se reglamentan parcialmente los artículos 23-1 y 36-1 del Estatuto Tributario. (Tratamiento tributario carteras colectivas – ETFs).
- Decreto 1797 de 2008; por el cual se regula, para efectos tributarios, el régimen de las Cámaras de Riesgo Central de Contraparte y de algunas operaciones sobre derivados.
- Decreto 2805 de 2009; que modifica el artículo 49 del Decreto 1525 de 2008 que fue adicionado mediante el Decreto 4471 de 2008. Se debe tener en cuenta que el Decreto 1525 de 2008 contiene las normas relacionadas con la inversión de los recursos de las entidades estatales del orden nacional y territorial.
- Decreto 3327 de 2009; Decreto reglamentario Ley 1231 de 2008 (Por la cual se unifica la factura como título valor como mecanismo de financiación para el micro, pequeño y mediano empresario).

- Decreto 2555 de 2010; se recogen y reexpiden las normas en materia del sector financiero, asegurador y del mercado de valores y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 3923 de 2006; por el cual se regula la elección de los miembros independientes de las juntas directivas de los emisores de valores.

2.4 MARCO FILÓSOFICO

Ante un contexto financiero global de cambios constantes, el ser humano se ve obligado a adaptarse rápidamente y a proyectar estas situaciones como oportunidades para evolucionar a las nuevas exigencias del mercado financiero, solo hay que tener disponibilidad y disciplina para aprovechar los diferentes tipos de inversiones que pueden realizarse en el mercado accionario.

Los autores del proyecto consideran que la educación financiera es una herramienta fundamental para materializar oportunidades de inversión que se crean todos los días con la inclusión de nuevas empresas en las bolsas de valores, y emisiones accionarias, las cuales en los últimos años tratan de promover la participación ciudadana en mercado accionario para el mejorar la diversidad de las fuentes de flujos de capital y la democratización de las empresas.

Mediante el proceso de simulación los autores proporcionan una herramienta de apoyo para el fortalecimiento del conocimiento en materia financiera de la población, que permite proyectar eficazmente en el mercado accionario, planteando una visión integral con énfasis en el análisis de los riesgos de participación en el mercado, la selección de portafolios de inversión y las interacciones entre los diferentes componentes de un portafolio accionario posible.

Así mismo, los autores crearon una herramienta de simulación basada en el software Excel, que permite a nuevos inversionistas y personas sin experiencia en el ámbito financiero realizar el análisis de riesgo a un portafolio con un máximo de cinco acciones del COLCAP; a fin de contar con una alternativa que pueda aplicarse en el mundo real para obtener rendimientos financieros de su capital de ahorro, diferente a las cédulas de depósito a término fijo (CDT), cuentas de ahorro y la compra de bienes inmuebles que son los vehículos de inversión tradicional; de esta manera se contribuye a la cultura financiera de la región.

Los autores, con el desarrollo en Excel de una nueva herramienta de simulación, que permita realizar análisis de riesgo bajo las metodologías seleccionadas y descritas en el proyecto, para acciones del mercado accionario colombiano, entregan una herramienta sin costo para el uso general de inversionistas y entusiastas, para que potencialicen su formación financiera, y conozcan algunas de las entidades a través de las cuales pueden materializar sus inversiones en el mercado accionario.

2.5 MARCO SITUACIONAL

2.5.1 BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA

El estudio se desarrolló en la Bolsa de Valores de Colombia BVC, “empresa privada listada en el mercado de valores, que administra plataformas de negociación de títulos de Renta Variable, Renta Fija y Derivados Estandarizados y a través de filiales creadas mediante alianzas estratégicas con otras compañías, opera los mercados de *Commodities* Energéticos y de Divisas” (Alonso y Arcos, 2006).

La Bolsa de Valores hace parte de la cadena de valor del mercado de capitales local cuyo principal objetivo es prestar el servicio de poner en contacto a empresas que necesitan capital (emisores), con agentes que disponen de él (inversionistas), para que las primeras lo obtengan de las segundas y estas se lo entreguen a cambio de recibir un título valor con la probabilidad un beneficio futuro producto de las utilidades de la empresa.

La BVC pertenece a la Federación Mundial de Bolsas (WFE en inglés) y hace parte del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), junto con la Bolsa de Comercio de Santiago, la Bolsa de Valores de Lima (BVL) y los depósitos centralizados de valores de los tres países.

En el 2013 La BVC alcanzó el logro de ser el principal foro de negociación del mercado de valores en Colombia, la mejor bolsa de Latinoamérica según la publicación inglesa CFI, el tercer mercado de derivados más importante de Latinoamérica y la sexta plaza bursátil de mayor volumen operado en Renta Fija en el mundo según la WFE.

2.5.2 OPERACIÓN DE LA BOLSA DE VALORES

Para que una empresa pueda vender en la bolsa acciones que emite, debe además de estar inscrita en la BVC, demostrar en un exhaustivo análisis la solvencia y seriedad que ella hace de la empresa.

Las acciones ofrecidas en la bolsa de valores pueden ser adquiridas por una persona natural, o jurídica, pero solo a través de una sociedad intermediaria denominada “corredor de bolsa”, que debe estar inscrito en esta, cuya inscripción es sometida también a un muy detallado escrutinio por parte de la bolsa.

Cada transacción realizada genera unos costos tanto para compradores como para los vendedores, con los cuales se cubre la gestión comercial de los corredores de bolsa; así como los costos correspondientes a las instalaciones y al servicio de registro, la administración de las transacciones, que presta a los corredores. Las comisiones son una proporción del valor de la negociación.

2.5.3 MERCADOS PRIMARIO Y SECUNDARIO

Cuando un “emisor” coloca acciones y otro agente las adquiere, se dice que la negociación se hizo en el “mercado primario”; Sin embargo, en la bolsa de valores también es factible la negociación entre dos personas naturales o jurídicas, de acciones que una de ellas posee por haberla comprado previamente a una empresa que las emitió, esto se considera una transacción en el “mercado secundario”.

2.6 GLOSARIO

- **Bolsa de valores de Colombia (BVC):** es el administrador en Colombia de los mercados de acciones, renta fija y derivados estandarizados, creada el 3 de julio de 2001, a partir de la fusión de la Bolsa de Bogotá, Bolsa de Medellín y Bolsa de Occidente
- **Covarianza:** se define como a como una medida de asociación o relación entre dos variables aleatorias que cambian juntas. Presenta una relación estrecha con la Media y el Tiempo. La nomenclatura griega con la cual se expresa es “ ρ ”.
- **Desviación Estándar:** es una medida de dispersión de gran utilidad en la estadística descriptiva. Determina lo que se apartan los datos de su media; se mide en las mismas unidades que la variable.
- **Portafolio de inversión:** también llamado Cartera de Inversión, es una selección de alternativas o instrumentos que el inversionista tiene a su disposición en los que una persona o empresa deciden colocar o invertir su dinero.
- **Riesgo:** se refiere a la "posibilidad de perjuicio o pérdida" en un horizonte de tiempo determinado y con un nivel de certeza esperado (en el contexto de estudio hace referencia a la pérdida financiera). Cuanto mayor es la probabilidad mayor es el riesgo.

Este se clasifica en tres clases: El riesgo de liquidez, el Riesgo de crédito y el Riesgo de Mercado, este último fue la variable empleada en el desarrollo del proyecto.

La escala de medida está determinada por un número real. Presenta relación con las subvariables Varianza, Covarianza, Media y el Tiempo. La nomenclatura griega con la que representa es la “Sigma, σ ”.

- **Simulación de Montecarlo (SM-C):** es un método no determinista numérico, usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud, en el contexto del proyecto el método puede resumirse en dos pasos: un proceso estocástico que se especifica para las variables financieras, y un segundo paso, en el que se simulan la senda de precios ficticios para todas las variables de interés económico.
- **VaRBeta:** método de análisis de riesgo derivado de la metodología VaR. Que permite el cálculo de la contribución de un componente determinado (Betas), expresado en porcentaje sobre el VaR total del portafolio.
- **VaRDelta:** método de análisis de riesgo derivado de la metodología VaR, que permite estimar el efecto incremental de añadir una operación en la cartera a través del cálculo previo de un vector (Delta).
- **Valor en Riesgo (VaR):** se define como la máxima pérdida potencial de una cartera financiera en un período de tiempo y nivel de confianza esperado. Es una técnica dada a conocer a principios de los años 80's se dio gracias a que los agentes reguladores de

los mercados financieros, se interesaron por la adopción y estandarización de la metodología como medida de riesgo en el Comité de Basilea (1995).

- **Varianza:** medida que sirve para identificar a la media de las desviaciones cuadráticas de una variable de carácter aleatorio, considerando el valor medio de ésta, definida por el matemático Ronald Fisher (1890-1962).

La varianza en las finanzas es la media de las diferencias entre el valor de cierre y el valor promedio de las acciones en un rango de tiempo, elevadas al cuadrado. La escala de medida es un número real. Presenta una estrecha relación con las subvariables Covarianza, Media y el Tiempo. La nomenclatura con la cual se determina está dada por “ σ^2 ”.

3 CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO

Para el desarrollo del proyecto, el diseño metodológico considerado fue la exploración analítica de los modelos de simulación de riesgo accionario y la investigación descriptiva de las características de los mismos; se contempló la recopilación de información histórica de los precios de cierre de las acciones a través de fuentes primarias y secundarias, tales como el Sistema Integral de Información del Mercado de Valores (SIMEV) y la sala virtual para el análisis de mercado accionario de la facultad de Ingeniería industrial de la universidad Tecnológica de Pereira, para procesar dicha data por medio de modelos construidos en Excel y realizar los análisis de riesgo y eficacia de los modelos.

- **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Se describen los aspectos y características fundamentales del mercado accionario, las metodologías de análisis de riesgo VaRBeta, VaRDelta, y la SM-C, su implementación e identificación de contribuciones o no para valorar el nivel de riesgo de un portafolio de acciones del mercado colombiano, por lo tanto la investigación es de tipo descriptiva.

- **MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

La metodología de investigación empleada fue de tipo exploratorio-analítico, a través de la recolección de información primaria y secundaria; a partir de la cual se implementaran los modelos necesarios para realizar los estudios de valoración en riesgo del portafolio seleccionado y la valoración de los resultados de los métodos objeto de estudio en los diferentes horizontes de tiempo y perfiles de riesgo seleccionados; por lo tanto el método de investigación es catalogable como inductivo-deductivo.

3.1 UNIVERSO

Acorde al alcance establecido el universo de aplicación del proyecto son todas las Acciones que se cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, las cuales se representan de manera abreviada de la siguiente manera:

SECTOR	CANTIDAD DE EMISORES
COMERCIAL	2
FINANCIERO	63
INDUSTRIAL	72
PÚBLICO	9
SERVICIOS	20
INVERSIONES	28
TOTAL	194
GENERAL	

Tabla 2. Universo de las acciones de la Bolsa de Valores de Colombia. (Fuente: Bolsa de valores de Colombia 2016).

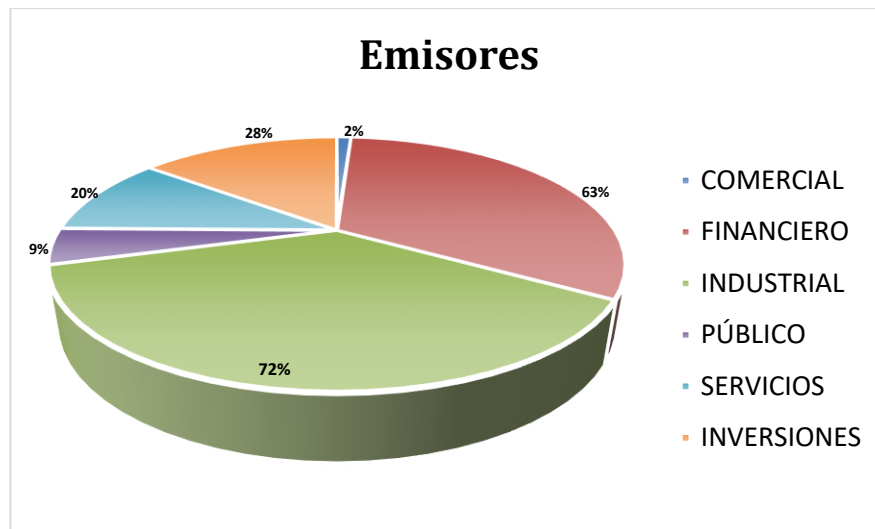


Ilustración 2. Distribución emisores BVC.

Fuente: Bolsa de Valores de Colombia 2016.

3.2 POBLACION O MUESTRA

Para el desarrollo del proyecto, la población de acciones a emplear son las que componen el indicador del Índice General de Bolsa de Valores de Colombia (en adelante IGBC), el cual actualmente es medido a través del COLCAP, y refleja las acciones más líquidas de la Bolsa de Valores de Colombia.

Las siguientes son las acciones que conforman el COLCAP:

- BANCOLOMBIA S.A.
- BANCO DE BOGOTA S.A.
- BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A.
- CELSIA S.A E.S.P
- CEMENTOS ARGOS S.A.
- CEMEX LATAM HOLDING
- CANACOL ENERGY LTD
- CONSTRUCTORA CONCRETO S.A
- CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A.
- ECOPETROL S.A.
- EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A. E.S.P.
- EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTA S.A. E.S.P.
- ALMACENES EXITO S.A.
- GRUPO ARGOS S.A.
- GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A.
- GRUPO INVERSIONES SURAMERICANA
- INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P.
- GRUPO NUTRESA S.A
- AVIANCA HOLDINGS S.A
- BANCO DAVIVIENDA S.A

3.3 DELIMITACION DEL ESTUDIO

El estudio se encuentra limitado al Mercado accionario Colombiano, y a las acciones que hacen parte del IGBC (actualmente COLCAP), para conformar los escenarios y portafolios de inversión, para la aplicación de las metodologías de análisis de riesgo VaRBeta, VaRDelta y Simulación de Montecarlo, así como otras acciones que los investigadores consideraron relevantes en el análisis efectuado.

- **TEMPORAL**

El estudio está basada en el precio de cierre diario de cada una de las acciones del IGBC (actualmente COLCAP) transados en la bolsa de valores de Colombia, entre los años 2010 y 2015.

3.4 VARIABLES E INDICADORES

Para el análisis se definieron las siguientes variables, e indicadores:

- **Precio:** El precio está determinado por el valor de cierre de la acción para una fecha determinada. Este en algunos momentos depende de la transacción de venta o compra de acción. Su escala de medida está dado por números reales. Presenta una relación estrecha con el tiempo. La nomenclatura con la cual se expresa está determinada por el tipo de moneda en la cual se realiza el análisis, como puede ser el dólar USD, el yen JPY, el euro EUR, entre otros; para el desarrollo del proyecto en el mercado accionario colombiano está dado por el peso colombiano \$COP.

- Volumen de transacción de la acción: El volumen de transacción está dado por la cantidad de acciones transadas en un día de negociación de la BVC. La escala de medida es un número real. Presenta una relación estrecha con la subvariable del tiempo. La nomenclatura con la cual se expresa es unidimensional.
- Media (Rendimiento): La media o rendimiento para las finanzas, es la esperanza matemática del valor de la acción, en donde \bar{x} representa el valor promedio que se desea esperar en un tiempo determinado. La escala de medida es un número real y presenta una estrecha relación con la subvariable del tiempo. La nomenclatura está dada por el símbolo de la " \bar{x} "
- Horizonte de Tiempo: Es el rango de tiempo valorado para el número de días de análisis del comportamiento del precio de las acciones. La escala de medida es un número real, se puede valorar en días, meses, años, trimestres, semestres. Para el desarrollo del proyecto se tomará en meses y días. No presenta ninguna relación con las subvariables. La nomenclatura con la cual se expresa es unidimensional.
- Nivel de confianza: Es la probabilidad del nivel de confianza de tiempo para el intervalo a analizar. La escala de media se realiza en porcentaje (%). Los inversionistas manejan una escala de nivel de confianza del 90% hasta el 99%.

A continuación, se presenta una tabla resumen con cada una de las variables.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	ESCALA	INDICADOR	SUBVARIABLE	Símbolo
Riesgo	Probabilidad de pérdida financiera en un horizonte de tiempo determinado y con un nivel de certeza	Cuantitativa dependiente continua	Número real Y %	Número real	Varianza, Covarianza, Media, Tiempo	σ
Precio	valor de cierre de la acción	cuantitativa, dependiente	Número real	Número real	Tiempo	\$COP
volumen de transacción de la acción	cantidad de acciones transadas en un día de negociación	cuantitativa, independiente	Número real	Número real	tiempo	N/a
Varianza	Media de las diferencias entre el valor de cierre y el valor promedio de las acciones en un rango de tiempo, elevadas al cuadrado	Cuantitativa dependiente continua	Número real	Número real	Covarianza, Media, Tiempo	σ^2
Media (Rendimiento)	Es la esperanza matemática del valor de la acción, representa el valor promedio que se espera suceda	Cuantitativa Interviniente	Número real	Número real	Tiempo	\bar{X}
Tiempo	Número de días de análisis del comportamiento del precio de las acciones	Cuantitativa independiente	Número entero	Número entero		N/A
Covarianza	Relación de variación conjunta entre dos acciones	Cuantitativa Interviniente	Número real	Número real	Media, Tiempo	P

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	ESCALA	INDICADOR	SUBVARIABLE	Símbolo
Nivel de confianza	Es la probabilidad del nivel de confianza de tiempo ara el intervalo a analizar.	Cuantitativa independiente	Número real	Número Real		%

Tabla 3. Resumen de variables.

3.5 INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo del proyecto, se empleó como instrumento de la recolección la consulta a los registros de información la página oficial de la “Bolsa de Valores de Colombia - BVC”, la página oficial de la “Superintendencia Financiera de Colombia – el Sistema Integral de Información del Mercado de Valores SIMEV” y la sala virtual para el análisis de mercado accionario de la facultad de Ingeniería industrial de la universidad Tecnológica de Pereira.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE INFORMACIÓN

El procesamiento y análisis de información se basó en la obtención de datos por medio de variables cuantitativas y cualitativas, como se ha desarrollado en el cuadro de análisis de variables y las descritas en el cuadro de acciones pertenecientes al IGBC, en la bolsa de valores de Colombia.

En el procesamiento de información, se utilizó el software de Microsoft Excel, la versión 1997-2003. El cual es una herramienta que permite analizar una gran cantidad de datos, es de uso común, y no requiere profundización en conocimientos para su utilización.

El software de Matlab en su versión 2000, se utilizará para el análisis de matrices, fue tenido en cuenta para este tipo de aplicaciones dado a que es una herramienta robusta para el análisis con operaciones más complejas.

4 CAPITULO IV. DIAGNOSTICO OBTENIDO

A continuación se presenta un breve resumen del contexto situacional evidenciado en el desarrollo del proyecto, sobre la aplicación de simuladores de riesgo en el mercado accionario colombiano, así como de los requerimientos del mercado para que un inversionista pueda acceder al mismo y poder realizar sus inversiones acorde a los análisis que haya realizado en el simulador.

4.1 EL SISTEMA FINANCIERO EN COLOMBIA

En Colombia el sistema financiero son los encargados de intermediar las diferentes actividades con venta y compra de acciones, venta y compra de bonos, opciones, entre otros. Las empresas encargadas de cada una de estas actividades son las siguientes:

- Bancos.
- Compañías Financieras.
- Cooperativas de Financieras.
- Fondos de Pensiones y Cesantías.
- Sociedades comisionistas.

La estructura básica del sistema financiero se basa en tres componentes:

- Las instituciones financieras; su trabajo es ser intermediarias entre los inversionistas y las que solicitan esos recursos por medio de empresas.
- El mercado financiero; es aquel en el cual los inversionistas realizan todas aquellas actividades comerciales de venta y compra de activos.

- Los activos financieros; son todos estos títulos con las cuales las instituciones financieras desarrollan el ejercicio de inversión de dineros.

Algunos tipos de intermediarios financieros, dependiendo de la actividad se pueden clasificar en:

- Instituciones de depósito; como son los bancos o entidades de cooperativas de ahorros.
- Inversionistas institucionales; son aquellos como los fondos de pensiones, fondos de cesantías y las compañías de seguros. También hacen parte de éste las Instituciones de regulación y control, intermediadoras financieras, como son la Superintendencia Financiera, Banco de la Republica entre otros.
- Intermediarios de inversión o comisionistas de bolsa; son instituciones o sociedades comisionistas que su portafolio es la administración de inversión de grandes empresas o pequeños inversionistas, para el manejo de inversión en renta fija o variable o bonos de inversión entre otros tipos de inversiones.

4.2 SOCIEDADES COMISIONISTAS DE BOLSA EN COLOMBIA

En la bolsa de valores de Colombia, se encuentran inscritas las sociedades comisionistas, a través de las cuales se pueden realizar las operaciones de compra y venta de activos financieros (acciones, bonos, títulos, forwards, entre otros). Los inversionistas deben considerar los costos y las condiciones que los comisionistas de bolsa manejan para realizar el proceso de intermediación en el mercado bursátil, para lo cual, a continuación se presenta el listado de las sociedades reguladas y supervisadas por la superintendencia financiera, con la información comercial de cada de ellas y los requisitos mínimos de participación:


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 Valoralta	Dirección Calle 78 #10-71, Bogotá, Colombia Correo contactenos@valoralta.com.co Web http://www.valoralta.com.co Teléfono (1) 3138888 Fax No se indica	Bolsa de Valores de Colombia Sector Petrolero	No indicado	Mínimo \$120.000 hasta el 6% de la transacción	\$45.000 trimestre vencido, por portafolio menor a \$30 millones	No

Tabla 4. Comisionista Valor Alta S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 OLD MUTUAL	Dirección	Avenida 19 No. 109A - 30, Bogotá, Colombia	Sector Petrolero	No indicado		
	Correo	servicioempresa@oldmutual.com.co	Sector Bancario		Minimo \$100.000 + IVA, hasta el 3% de la transacción	No
	Web	https://www.oldmutual.com.co				
	Teléfono	(1) 6584123				
	Fax	No se indica				

Tabla 5. Comisionista OLD Mutual.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 BBVA VALORES	Dirección	Carrera 9 # 72 - 21 - piso 9, Bogotá, Colombia	Bolsa de Valores de Colombia	Minimo \$ 500.000		
	Correo	No se indica			Minimo el 0,25%+IVA, del monto de la inversión.	No
	Web	https://www.bbva.com.co/personas/ahorro-inversion/index.jsp				Si
	Teléfono	(1) 6063999				
	Fax	No se indica				

Tabla 6. Comisionista BBVA Valores.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 VALORES BANCOLOMBIA	Dirección Carrera 48 # 26 - 85, Torre Sur Piso 6, Edificio Bancolombia Correo No indica Web http://www.valoresbancolombia.com Teléfono (4) 4040000 Fax No se indica	Bolsa de Valores de Colombia	0-\$20 millones > \$20 millones Por internet > \$ 500.000 y \$16.7 millones	mínimo \$130000	No se cobra administración	Si

Tabla 7. Comisionista Valores Bancolombia.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 ACCIONES Y VALORES S.A.	Dirección Calle 72 #7-62. Piso 11, Bogotá, Colombia Correo servicioalcliente@accivalores.com Web https://www.accivalores.com Teléfono (1) 3257800 Fax No se indica	Bolsa de Valores de Colombia	mínimo de \$ 50 millones de pesos	un mínimo del 5% hasta un máximo del 9%, según el monto de inversión.	No indicado	No

Tabla 8. Comisionista Acciones y Valores S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 CORREDORES DAVIVIENDA S.A. COMISIONISTA DE BOLSA	Dirección Carrera 7 No. 71 – 52 Torre B Piso 16, Bogotá, Colombia Carrera 43 A #1-50 Torre 3 Piso 4, Medellín, Colombia Correo servicioalcliente@corredores.com Web https://www.corredores.com/corredores/home/1 Teléfono (1) 3123300 (4) 6044222 - (4) 311 26 22 Fax (1) 312 27 28 - (1) 312 27 88 (4) 268 26 93	Bolsa de Valores de Colombia	Monto mínimo de inversión de \$ 25 millones	La comisión mínima para renta variable corresponderá al 0.23 SMMLV + IVA, pero para montos mayores a COP13.000.000, dicha comisión se establece como un porcentaje sobre el valor de la operación	No indicado	Si

Tabla 9. Comisionista Davivienda Corredores


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 HELM COMISIONISTA DE BOLSA S.A.	Dirección Carrera 7 # 27 - 18. piso 21, Bogotá, Colombia Correo No indica Web https://www.grupohelm.com/personal/inversion/acciones-helm-comisionista-de-bolsa/ Teléfono (1) 3394540 Fax No se indica	Portafolio Básico: Ecopetrol Portafolio Plus: Bolsa de Valores de Colombia	No indicado Cuyo portafolio valorado a corte de mercado del trimestre (marzo 31, junio 30, septiembre 30 y diciembre 31) sea inferior a \$100.000.000.	La comisión en operación por punta debe ser superior al cero punto dos por ciento (0.2%) según el volumen de la operación. En ningún caso la comisión podrá ser inferior a 0.225 SMMLV.	(\$15.000 m/cte) trimestrales + IVA, recaudados en el pago de cada periodo de dividendos o en el momento de la venta total de sus acciones, según lo que ocurra primero.	Si

Tabla 10. Comisionista Helm comisionistas de bolsa S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 CASA DE BOLSAS S.A. COMISIONISTA DE BOLSAS	Dirección Carrera 7 No 33-42 Mezanine- Piso 9, Edf. Corfivalle, Bogotá, Colombia Calle 3 sur No 41-65 Of. 803 Edf. Banco de Occidente, Medellín, Colombia Correo Soporte.PGP@casadebolsa.com.co Web http://www.casadebolsa.com.co/wps/portal/casadebolsa/bienvenidos/productos-y-servicios/renta-variable Teléfono (1) 606-21-00 (4) 604-25-70 Fax (1) 755-03-53 (4) 321-20-33	Bolsa de Valores de Colombia	Monto mínimo de \$ 50 millones	Minima de \$ 150.000 (incluye IVA)	Para inversiones menores a \$50 millones de pesos, el valor de la tarifa es de \$15,000+IVA+GMF (la comisión se reajustará anualmente, con base al incremento del IPC. El primer incremento se presentará el 1 de Enero de 2016). La periodicidad será mensual anticipada.	No indica

Tabla 11. Comisionista de bolsa Casa de Bolsa S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 AFIN S.A.	Dirección Carrera 14 B #106 - 50, Bogotá, Colombia Correo servicioalcliente@afin.com.co Web http://www.afin.com.co/index.php/clientess/como-invertir Teléfono (1) 6372055 Fax No indica	Bolsa de Valores de Colombia	desde \$1.000.000	Minima de \$ 60.000	Administración de portafolio. \$ 10.440 si se realiza algún movimiento de la cuenta sea por compra o venta se exime de la administración por 6 meses.	No manejan plataforma electrónica

Tabla 12. Comisionista de bolsa Afin S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 Alianza Valores UNA EMPRESA DE LA ORGANIZACIÓN DELIMA ALIANZA VALORES S.A.	Dirección	Avenida 15 #100-43. piso 6, Bogotá, Colombia	Bolsa de Valores de Colombia	desde \$1.000.000	Mínima \$150.000 + IVA (\$24.000)	No indica
	Correo	No se indica				
	Web	http://www.alianzavalores.com.co				
	Teléfono	(1) 6447730				
	Fax	No se indica				

Tabla 13. Comisionista de bolsa Alianza Valores S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 BTGPactual BTG PACTUAL S.A. COMISIONISTA DE BOLSA	Dirección	Carrera 43A #1 - 50. Torre 2 (ANDI). San Fernando Plaza. piso 10, Medellín, Colombia	Bolsa de Valores de Colombia	Mínimo \$ 10 millones	mínimo \$150.000 + IVA, para Montos de \$ 10 millones	No cobran administración
	Correo	contactenoscolombia@btgpactual.com				
	Web	http://www.btgpactual.com.co				
	Teléfono	(4) 4484300				
	Fax	No se indica				

Tabla 14. Comisionista de bolsa BTG Pactual S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 CREDICORP capital BCP Capital Correal IM Trust CREDICORP CAPITAL	Dirección	Calle 34 #6-65, Bogotá, Colombia	Credicorp Capital Colombia está	No indican	La comisión mínima establecida, es de siete (7) salarios mínimos diarios legales vigentes más IVA. Podrá cobrarse una comisión superior, siempre que ésta no exceda del 3% del valor de giro de la operación.	Depende de la inversión a realizar
	Correo	servicioalcliente@credicorpcapital.com				
	Web	https://www.credicorpcapitalcolombia.com//				
	Teléfono	(1) 3394848				
	Fax	(1) 3384476				

Tabla 15. Comisionista de bolsa Credicorp Capital S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 GLOBAL SECURITIES COLOMBIA S.A	Dirección	Calle 7 Sur #42 - 70 Of. 215. Torre 2 Edificio Forum, Medellín, Colombia	Bolsa de Valores de Colombia	Mínimo de \$ 1.000.000	La plataforma GSC Online Trading de Globa Securities SA cobra una comisión fija de COP \$10.000 por cada operación. Además se generará un cobro de custodia de títulos de COP \$35.000 trimestre anticipado.	Si
	Correo	No indica				
	Web	https://www.globalcdb.com/		de \$ 1.000.000 a \$100.000.000 el 0.30%		
	Teléfono	(4) 4447010				
	Fax	(4) 3141041				

Tabla 16. Comisionista de bolsa Global Securitis Colombia S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 SERVI VALORES GNB SUDAMERIS	Dirección	Carrera 7 No. 75-85/87 Piso 3, Bogotá, Colombia	Bolsa de Valores de Colombia			
	Correo	No indica		No indican	No indican	no
	Web	http://www.servivalores.gnbsudameris.com.co				
	Teléfono	(1) 316 00 00				
	Fax	No indica				

Tabla 17. Comisionista de bolsa SERVI VALORES GNB SUDAMERIS.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 CITI VALORES S.A. COMISIONISTAS DE BOLSA	Dirección Calle 72 #8-67 Piso 3, Bogotá, Colombia Correo citivaloresservicioalcliente@citi.com Web https://www.citibank.com.co/Citivalores Teléfono (1) 313 8660 Fax No indica	Bolsa de Valores de Colombia	Desde 0 - \$300.000.000	Tarifa máxima de comisión del 10%, sobre el monto de la operación, la cual podrá ser inferior dependiendo del monto de la misma o la pactada individualmente así como la ETF del índice accionario COLCAP	No indicado	SI

Tabla 18. Comisionista de bolsa CITI Valores S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 LA RRAINVIAL COMISIONISTAS DE BOLSA	Dirección Carrera 7 No.71-21 Torre B, piso 10, Of. 1008, Bogotá D.C. - Colombia Correo Web https://www.larrainvial.com/colombia/instituciones Teléfono (1) 3258030 Fax	Bolsa de Valores de Colombia	No indicado	comisión mínima de 0.23 SMMLV por la ejecución de operaciones bajo el contrato de comisión. Sin embargo ninguna comisión podrá ser superior al 10% del valor de la operación	No indicado	No

Tabla 19. Comisionista de bolsa La RRAINVIAL


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica	
 <p>ULTRA SERFINCO COMISIONISTAS DE BOLSA</p>	Dirección	Bolsa de Valores de Colombia	No indicado	La SOCIEDAD COMISIONISTA tendrá derecho a recibir la suma establecida por política. Esta suma será ajustada anualmente por la SOCIEDAD COMISIONISTA e informada al CLIENTE por los medios establecidos	No indicado	Si	
	Correo						
	Web						http://www.ultraserfinco.com/
	Teléfono						(4) 444 7372
	Fax						

Tabla 20. Comisionista de bolsa Ultra serfinco S.A.


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica	
 <p>AD CAP COMISIONISTAS DE BOLSA</p>	Dirección	Bolsa de Valores de Colombia	Para abrir cuenta \$3.000.000 para construir portafolio de acciones \$20.000.000, y para cada transacción individual \$1.000.000	Costos fijos 1 a 10 \$15.000, de 11 a 20 \$ 10.000 Más de 20 s \$5.000	No indicado	Si	
	Correo						servicioalcliente@ad-cap.com.co
	Web						https://www.ad-cap.com.co/
	Teléfono						(57-4)320 59 40
	Fax						(57-4) 320 59 40

Tabla 21. Comisionista de bolsa AD CAP


Comisionistas	Información de Contacto	Sector de Inversión	Monto Inversión	Valor Comisión	Costo Administración	Plataforma Electrónica
 PROFESIONALES DE BOLSA	Dirección	Calle 93B No.12-1B Piso 2,4 y 5				
	Correo					
	Web	Bolsa de Valores de Colombia	minimo \$1.000.000	libre determinación por la empresa	No indicado	No
	Teléfono	PBX: (571) 646 33 30				
	Fax	635 88 78				

Tabla 22. Comisionista de bolsa Profesionales de Bolsa.

En cada una de las tablas anteriormente descritas, se observa el nombre del comisionista, con la información de contacto, el sector de inversión, los montos mínimos de inversión, el valor de la comisión, los costos de administración y el tipo de plataforma a través del cual los inversionistas pueden controlar o realizar sus operaciones. Información necesaria para la administración de un portafolio de acciones.

4.3 SIMULADORES COMERCIALES DE ANALISIS DE RIESGO

Se realizó la revisión de las aplicaciones que se encuentran en el mercado para el análisis de riesgo bursátil, resaltándose las siguientes aplicaciones:

Software	Precio	Principales Características	Ventajas	Desventajas
<u>@ Rsk</u>	\$2,295 USD	Realiza análisis de riesgo utilizando la simulación para mostrar múltiples resultados posibles en un modelo de hoja de cálculo, e indica la probabilidad de ocurrencia. Computa y controla matemáticamente un gran número de escenarios. Emplea la Simulación Montecarlo y los Cálculos son realizados e integrados en Excel.	Informes rápidos, maneja diversos gráficos, integrado a Excel.	Alto costo de la aplicación, requiere conocimientos previos avanzados en estadística y finanzas, el usuario debe recopilar y organizar los datos de entrada.
<u>Oracle Crystal Ball + Excel</u>	\$959 USD.	Basado en la hoja de Excel, cuenta con herramientas de análisis e informes, incluye la simulación de Montecarlo, la predicción de series de tiempo.	Integrado a Excel, fácil manejo de la aplicación, buena cantidad de tutoriales disponibles en la web.	Costo medio de la aplicación, requiere pagos anuales de licenciamiento (\$211 USD). El usuario debe contar con conocimientos previos en estadística y finanzas, y debe recopilar y organizar los datos de entrada.
<u>Minitab</u>	\$1,698 USD	Uso combinado con Microsoft Excel, con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos. Tiene una versión completa y una versión para estudiantes, con funcionalidades reducidas	Ambiente amigable. Una versión gratuita para los estudiantes y académicos.	Tiempo y funciones limitadas de uso en la versión de estudiantes y académicos. El usuario debe contar con conocimientos previos en estadística y finanzas, y debe recopilar y organizar los datos de entrada.

Software	Precio	Principales Características	Ventajas	Desventajas
<u>Matlab</u>	\$6,660 USD	Basado en matrices, amplias librerías de tool boxes preinstaladas, Con grandes funcionalidades y capacidades de procesamiento matemático.	Con alta robustez matemática, manejo matricial, y de procesamiento de datos.	Alto costo, lenguaje de programación propio, interfaces de usuario, planes poco amigables. El usuario debe contar con conocimientos previos en estadística y finanzas, y debe recopilar y organizar los datos de entrada.
<u>E-views</u>	\$1,825 USD	Altas funcionalidades de manejo de estadística y generación de modelos matemáticos de proyecciones.	Buen manejo de base de datos y múltiples algoritmos pre-configurados para la validación de modelos de proyecciones.	El usuario debe contar con conocimientos previos en estadística y finanzas, y debe recopilar y organizar los datos de entrada.
<u>Gretl</u>	Gratuito	Emplea un lenguaje de programación C, es un software libre de código abierto, cuenta con una amplia variedad de estimadores estadísticos y una amplia gama de herramientas de programación y operaciones con matrices.	facilita el intercambio de datos y resultados	El usuario debe contar con conocimientos previos en estadística y finanzas, y debe recopilar y organizar los datos de entrada

Tabla 23. Aplicaciones actuales en el mercado.

Comisionistas de bolsa y entidades bancarias, poseen dentro de sus plataformas electrónicas herramientas de apoyo al análisis del comportamiento accionario, limitando las funcionalidades normalmente a componentes individuales y/o accesos restringidos a sus clientes; también es de resaltar que la BVC cuenta con un simulador gratuito de transaccionalidad de las operaciones en el mercado accionario (<http://www.bolsamillonaria.com.co/home/demo>), sin embargo el mismo carece de análisis de riesgo del portafolio seleccionado.

El diagnóstico realizado, corroboró la necesidad existente de un aplicativo adsequible en el mercado, de fácil uso para cualquier usuario que pretenda realizar este tipo de análisis financiero, aun sin conocimientos previos; por lo anterior, se desarrolló un aplicativo de análisis de riesgo en el programa de Excel, dada su alta penetración comercial aportando a la educación financiera en Colombia.

4.4 ACCIONES DEL COLCAP

La bolsa de valores de Colombia con el índice bursátil COLCAP, posee las siguientes acciones y su sigla técnica:

NEMOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE LA ACCIÓN
BCOLOMBIA	BANCOLOMBIA S.A.	COB07PAAD015
BOGOTA	BANCO DE BOGOTA S.A.	COB01PAAO006
BVC	BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A.	COR01PAAO011
CELSIA	CELSIA S.A E.S.P	COT60PAAO005
CEMARGOS	CEMENTOS ARGOS S.A.	COD38PAAO005
CLH	CEMEX LATAM HOLDING	EST01PAAO007
CNEC	CANACOL ENERGY LTD	CAC13PAAO008
CONCRET	CONSTRUCTORA CONCRETO S.A	COF02PAAO006
CORFICOLCF	CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A.	COJ12PAAD000
ECOPETROL	ECOPETROL S.A.	COC04PAAO008
EEB	EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A. E.S.P.	COE01PAAO018
ETB	EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTA S.A. E.S.P.	COI13PAAO007
EXITO	ALMACENES EXITO S.A.	COG31PAAO003
GRUPOARGOS	GRUPO ARGOS S.A.	COT09PAAO003
GRUPOAVAL	GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A.	COT29PAAO001
GRUPOSURA	GRUPO INVERSIONES SURAMERICANA	COT13PAAO004
ISA	INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P.	COE15PAAO001
NUTRESA	GRUPO NUTRESA S.A	COT04PAAO003
PFAVH	AVIANCA HOLDINGS S.A	PAI69PAAD005
PFDVVNDA	BANCO DAVIVIENDA S.A	COB51PAAD096

Tabla 24. Acciones del COLCAP.

Esta información de la composición del COLCAP fue tomada de la bolsa de Valores de Colombia con corte al tercer trimestre de 2016, a través del enlace https://www.bvc.com.co/mercados/DescargaCanastaServlet?path=/home/canastasHistoricas/Canasta_Historica_ICAP.xls. Es de resaltar que la composición del índice varía acorde a la liquidez

de las acciones, por lo cual, se incluyeron dentro del simulador un grupo de acciones (15), que han hecho parte del índice en los últimos 3 años.

5 CAPITULO V: PROPUESTA

El diagnóstico realizado, corroboró la necesidad existente de un aplicativo adsequible en el mercado, de fácil uso para cualquier usuario que pretenda realizar este tipo de análisis financiero, aun sin conocimientos previos; por lo anterior, se desarrolló un aplicativo de análisis de riesgo en el programa de Excel, dada su alta penetración comercial aportando a la educación financiera en Colombia.

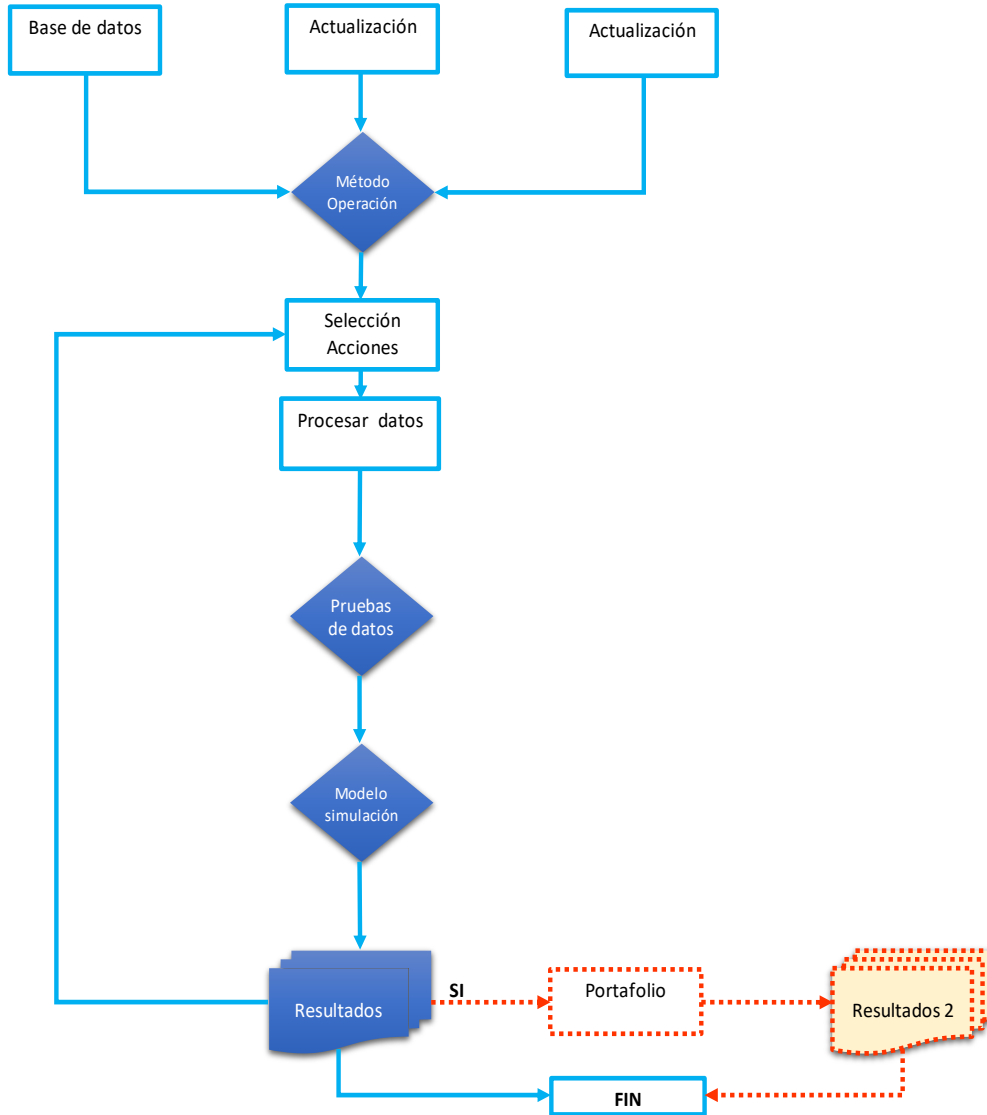
5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL APLICATIVO

Para simulador, se desarrolló el siguiente diagrama de flujo de operación.

El lenguaje de programación es en Visual Basic de Excel. La aplicación realiza la descarga y actualización automática de los precios de las acciones del COLCAP seleccionado y las procesa acorde a las metodologías de análisis de riesgo propuestas.

La fuente de actualización son los registros históricos que se encuentran en “El Sistema Integral de Información del Mercado de Valores – SIMEV” de la Superintendencia Financiera de Colombia.

Ilustración 3. Diagrama de flujo.



Los códigos de cada uno de los pasos y cálculos matemáticos desarrollados en el programa Visual Basic, se presentarán en los anexos.

El simulador de análisis de riesgo accionario, se desarrolla en las siguientes etapas:

1. Primer Etapa **Pasos Preliminares**.
2. Segunda Etapa **Opciones**.
3. Tercer Etapa **Mercado Accionario**.
4. Cuarta Etapa **Análisis**.

5.1.1 PRIMERA ETAPA “PASOS PRELIMINARES”

Como primera etapa, el usuario encontrará la pantalla de **INICIO**, en donde podrá realizar el cargue de información para el portafolio de inversión del análisis de riesgo. Esta ventana se muestra de la siguiente manera:

Ilustración 4. Pantalla de inicio.

ANALISIS DE RIESGO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

Universidad Tecnológica de Pereira

PASOS PRELIMINARES

DESCARGA ACTUALIZAR RENDIMIENTO AYUDA

OPCIONES

SELECCION DE PORTAFOLIO

MERCADO ACCIONARIO BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA

NIVEL DE CONFIANZA INTERVALO DE TIEMPO

95 % 21/09/2016 21/09/2016

MERCADO ACCIONARIO

ACCIONES	VECTOR DE INVERSION
ECOPETROL	\$ 5.000.000
FABRICATO	\$ 5.000.000
TABLEMAC	\$ 5.000.000
ÉXITO	\$ 5.000.000
ISAGEN	\$ 5.000.000
TOTAL INVERTIDO	\$ 25.000.000

ANALISIS

Las siguientes son las acciones que realizan cada uno de los botones:

- En los pasos preliminares, el usuario al dar el click en el botón “DESCARGA”, automáticamente se realizará la descarga de todas las acciones desde el 01 de enero de 2008, hasta la fecha actual.

Ilustración 5. Botón de Descarga.



- Posteriormente, el usuario al dar el click en el botón “ACTUALIZAR”, en donde automáticamente se realizará la consolidación de las información de precios de cierre transados, el volumen de transacción de las acción para cada uno de los días bursátiles y la sensibilización de los datos con el cálculo de las variaciones, generados en una plantilla de Excel, de la siguiente manera:

$$\text{Variaciones} = (\text{LN}(\text{Precio}_i) / \text{LN}(\text{Precio}_{i+1}))$$

Ilustración 6. Botón de Actualizar.

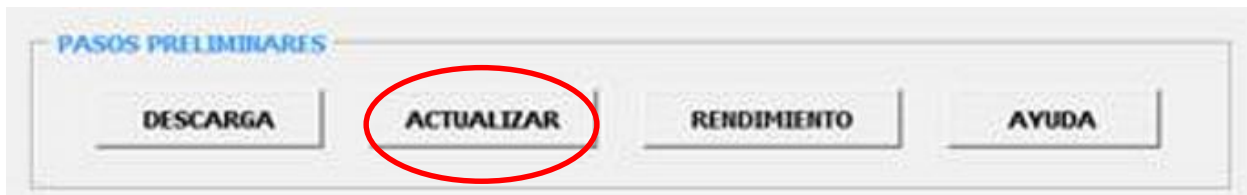


Ilustración 7. Descarga de datos en plantilla de Excel.

Accion	Fecha	Valor	Volumne	Logaritmo
COB07PAAD015	02/01/2008	17313,2337	6262335120	0,00153642
COB07PAAD015	03/01/2008	17574,7883	1594156320	0,00093921
COB07PAAD015	04/01/2008	17736,8683	1330265120	-0,00335748
COB07PAAD015	08/01/2008	17163,7194	1386416600	0,00042887

De acuerdo a las propiedades de Excel es posible contar con 1.048.576 filas, para la adquisición de datos, equivalente a más de 4,500 años bursátiles. La información descargada comprende por columnas el código de la acción, fecha de cierre, valor de cierre, volumen, y variaciones de la acción calculadas para determinar el rendimiento compuesto diario (función logarítmica).

- Después de estos cálculos, la aplicación realiza el cálculo de la matriz de varianzas y covarianzas para las acciones.
- Posteriormente, se realizan los cálculos de los análisis de riesgos VaRBeta y VaRDelta considerando un portafolio homogéneo de inversión, con un nivel de confianza del 95% y un horizonte de tiempo de un año.
- Al dar el click en el botón “**RENDIMIENTO**”, visualizará los rendimientos anuales de las acciones y el valor en riesgo de cada una de ellas, con opción de acceder a la información en Excel:

Ilustración 8. Botón de rendimiento.



Adicionalmente, el usuario puede visualizar los resultados de la metodología VaRDelta, considerando un vector homogéneo de inversión, donde la acción más atractiva (de menor riesgo), es la acción más cercana al círculo de la parte exterior y la menos atractiva hacia el círculo central, como se detalla de la siguiente manera:

Ilustración 9. Gráfico de rendimiento por acción.

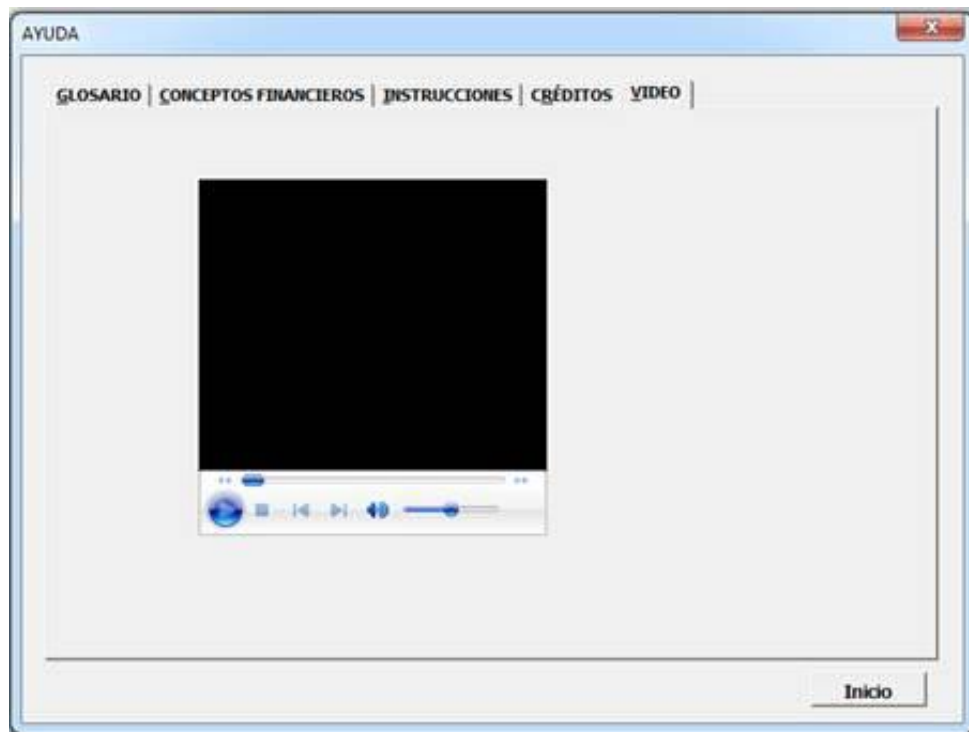


- Como opción, el usuario podrá solicitar información adicional con el botón “AYUDA”, en donde al darle Click, automáticamente podrá visualizar el siguiente menú como pantalla emergente:

Ilustración 10. Botón de Ayuda.



Ilustración 11. Pantalla emergente de ayuda.



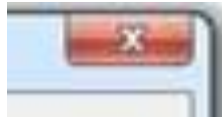
Al aparecer esta pantalla emergente del botón “AYUDA”, podrá visualizar las siguientes pestañas, en donde el usuario podrá interactuar y conocer la información básica financiera y el funcionamiento del aplicativo, de la siguiente:

- **Glosario:** definiciones de términos técnicos, para capacitar al usuario con la información financiera.

- **Conceptos financieros:** definiciones de términos financieros, para capacitar al usuario con la información financiera.
- **Instrucciones:** un desarrollo breve del manejo del simulador para indicarle al usuario.
- **Créditos:** créditos del simulador.
- **Video:** video de ayuda, en este video con extensión *.mp4, se presenta didácticamente el paso a paso, cómo funciona la aplicación, enseñándole al usuario el manejo del simulador.

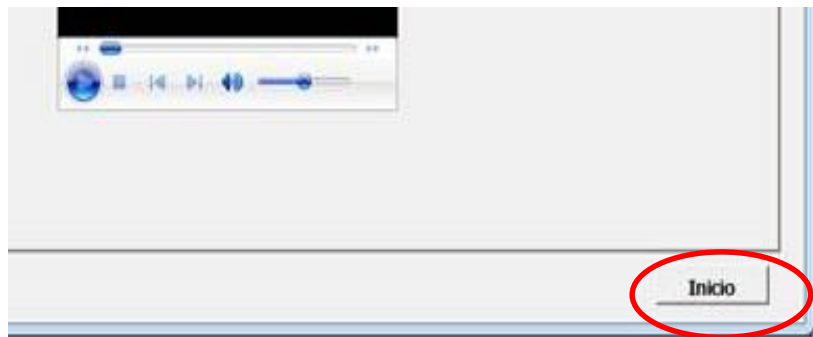
Para salir de esta pantalla o de cada una de las pestañas, el usuario podrá salir dándole click en la (X), que se encuentra en la parte superior.

Ilustración 12. Botón salir de pantalla.



Cada una de estas pantallas tiene un botón de “INICIO”, con el cual podrán volver a la pantalla de inicio de la aplicación.

Ilustración 13. Pantalla emergente de ayuda.



5.1.2 SEGUNDA ETAPA “OPCIONES”

En la segunda etapa del simulador “OPCIONES”, se ingresan los datos para el estimado de tiempo e intervalo de confianza, presentados de la siguiente manera:

Ilustración 14. Mercado accionario.

The screenshot shows a software window titled "ANALISIS DE RIESGO" with a logo for Universidad Tecnológica de Pereira. The interface is divided into sections: "PASOS PRELIMINARES" with buttons for "DESCARGA", "ACTUALIZAR", "RENDIMIENTO", and "AYUDA"; "OPCIONES" (highlighted with a red border) titled "SELECCION DE PORTAFOLIO" with fields for "MERCADO ACCIONARIO" (BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA), "NIVEL DE CONFIANZA" (95%), and "INTERVALO DE TIEMPO" (21/09/2016); and "MERCADO ACCIONARIO" with a table for "ACCIONES" and "VECTOR DE INVERSION".

ACCIONES	VECTOR DE INVERSION
ECOPETROL	\$ 5.000.000
FABRICATO	\$ 5.000.000
TABLEMAC	\$ 5.000.000
ÉXITO	\$ 5.000.000
ISAGEN	\$ 5.000.000
TOTAL INVERTIDO	\$ 25.000.000

ANALISIS

- En la Casilla de **NIVEL DE CONFIANZA**, este dato es un valor en porcentaje (%), que está en el rango de 90% a 99%, como se detalla en la siguiente imagen:

Ilustración 15. Campo Nivel de confianza.

The screenshot shows a web form titled "SELECCION DE PORTAFOLIO" under the heading "OPCIONES". It includes fields for "MERCADO ACCIONARIO" (BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA), "NIVEL DE CONFIANZA" (95%), and "INTERVALO DE TIEMPO" (12/10/2016 to 12/10/2016). The "NIVEL DE CONFIANZA" field is circled in red.

- Para las casillas de **INTERVALO DE TIEMPO**, el programa despliega la opción en calendario para la selección de la fecha para el análisis de riesgo, de la siguiente manera:

Ilustración 16. Intervalo de tiempo.

The screenshot shows the same form as in Illustration 15, but with the "INTERVALO DE TIEMPO" field expanded into a calendar. The calendar shows the month of October 2016, with the date 12 circled in red. The date range is set from 21/10/2016 to 21/09/2016. Below the calendar, there are input fields for "ACCIONES" (Ecopetrol, Fabricato) and "INVERSION".

En la selección del intervalo de tiempo, el usuario podrá hacer la selección desde el 1 de enero de 2010 hasta la fecha actual.

5.1.3 TERCERA ETAPA “MERCADO ACCIONARIO”

En la tercera etapa, se procede a realizar la selección del portafolio de inversión para el cálculo de riesgo y el monto de inversión para cada una de las acciones seleccionadas, como se indica de la siguiente imagen:

Ilustración 17. Mercado accionario.

The screenshot shows a web interface for portfolio selection. At the top, under the heading 'OPCIONES', is the 'SELECCION DE PORTAFOLIO' section. It includes 'MERCADO ACCIONARIO' (BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA), 'NIVEL DE CONFIANZA' (95%), and 'INTERVALO DE TIEMPO' (21/09/2016 to 21/09/2016). Below this is the 'MERCADO ACCIONARIO' section, which is highlighted with a red rounded rectangle. It is divided into 'ACCIONES' and 'VECTOR DE INVERSION'. The 'ACCIONES' column lists five stocks: ECOPETROL, FABRICATO, TABLEMAC, ÉXITO, and ISAGEN. The 'VECTOR DE INVERSION' column shows investment amounts of \$ 5.000.000 for each stock, with a 'TOTAL INVERTIDO' of \$ 25.000.000. An 'ANALISIS' button is located at the bottom of the highlighted area.

ACCIONES	VECTOR DE INVERSION
ECOPETROL	\$ 5.000.000
FABRICATO	\$ 5.000.000
TABLEMAC	\$ 5.000.000
ÉXITO	\$ 5.000.000
ISAGEN	\$ 5.000.000
TOTAL INVERTIDO	\$ 25.000.000

En esta etapa, el usuario seleccionará las cinco (5) acciones para el portafolio de inversión, por medio de una ventana desplegable con el total del listado de acciones, como se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 18. Selección de acciones.

ANALISIS DE RIESGO



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN
ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y
FINANCIERA

ANALISIS DE RIESGO

PASOS PRELIMINARES

DESCARGA ACTUALIZAR RENDIMIENTO AYUDA

OPCIONES

SELECCION DE PORTAFOLIO

MERCADO ACCIONARIO BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA

NIVEL DE CONFIANZA INTERVALO DE TIEMPO

95 % 21/09/2016 21/09/2016

MERCADO ACCIONARIO

ACCIONES

ECOPETROL

ECOPETROL

ISA

ISAGEN

CELSIA

PREC

FABRICATO

CEMARGOS

COLTEJER

ISAGEN

TOTAL INVERTIDO

ANALISIS

VECTOR DE INVERSION

\$ 5.000.000

\$ 5.000.000

\$ 5.000.000

\$ 5.000.000

\$ 5.000.000

\$ 25.000.000

A su vez, en el momento que el usuario elige una de las acciones, se deberá indicar en el campo del frente el valor a realizar la inversión, el análisis se realizará en cualquier tipo de moneda (el aplicativo tiene la versatilidad que podrá ser en Dólares, Euros, Pesos, entre otros).

Para proyectar y analizar la acción seleccionada, el usuario podrá verificar el comportamiento del precio de la acción, desplegando una gráfica del botón del lado derecho del monto a inversión.

Ilustración 19. Botón de comportamiento de precio de la acción.

The screenshot shows a software interface titled "MERCADO ACCIONARIO". It is divided into two main sections: "ACCIONES" and "VECTOR DE INVERSION".

- ACCIONES:** A list of stock symbols is shown in a scrollable area. "ECOPETROL" is selected and highlighted in blue. Other visible symbols include ISA, ISAGEN, CELSIA, PREC, FABRICATO, CEMARGOS, COLTEJER, and ISAGEN.
- VECTOR DE INVERSION:** A vertical list of investment amounts. Each amount is displayed in a text box followed by a button with a double-headed arrow icon. The amounts are: \$ 5.000.000, \$ 5.000.000, \$ 5.000.000, \$ 5.000.000, \$ 5.000.000, and \$ 25.000.000. The first button is circled in red.
- TOTAL INVERTIDO:** A label positioned below the stock list.
- ANALISIS:** A button located at the bottom center of the interface.

Ilustración 20. Ventana emergente comportamiento del precio de la acción ECOPETROL.

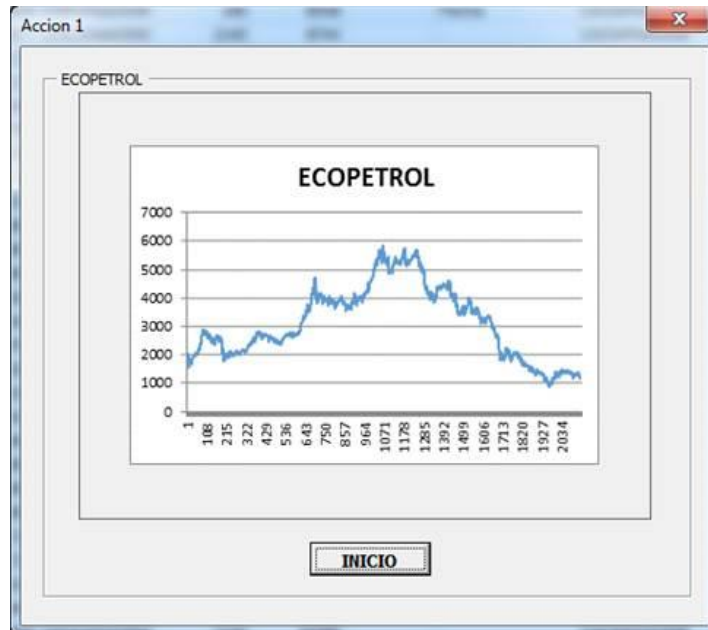
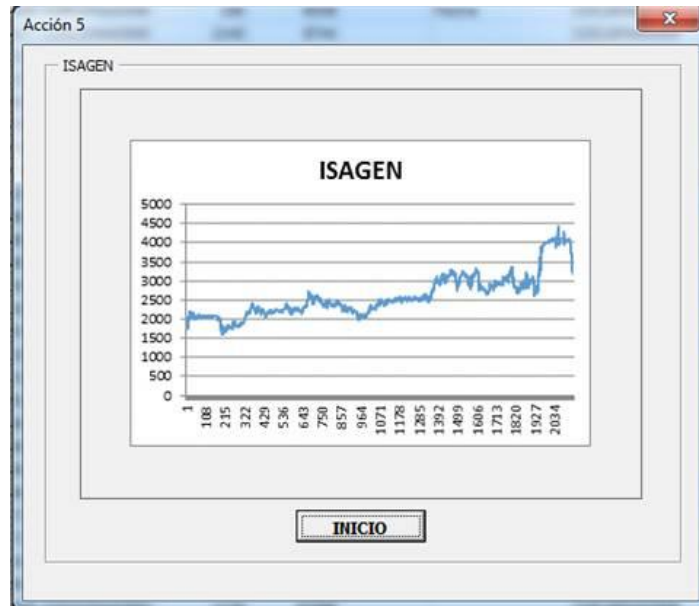



Ilustración 21. Ventana emergente comportamiento del precio de la acción ISAGEN.



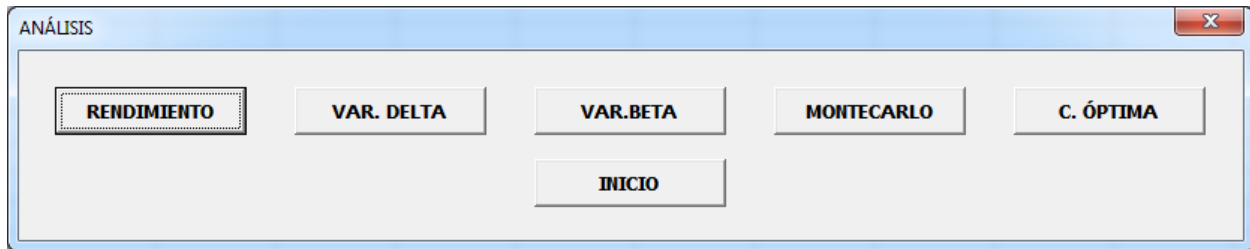
- De la misma manera para cada una de las acciones del portafolio seleccionado.

Así, el usuario según sus análisis podrá determinar si la acción elegida es de su expectativa de mercado o no, para su inversión en el portafolio. EL usuario podrá volver a cerrar la ventana emergente dando click en el botón “**INICIO**”, o en la parte superior derecha dándole click en la “**X**” .

5.1.4 CUARTA ETAPA “OPCIONES”

Cumpliendo cada uno de los pasos anteriores, el usuario procederá a analizar la información del portafolio elegido, dando click en el botón “**ANALISIS**”, en donde se generará una pantalla emergente, con los siguientes datos:

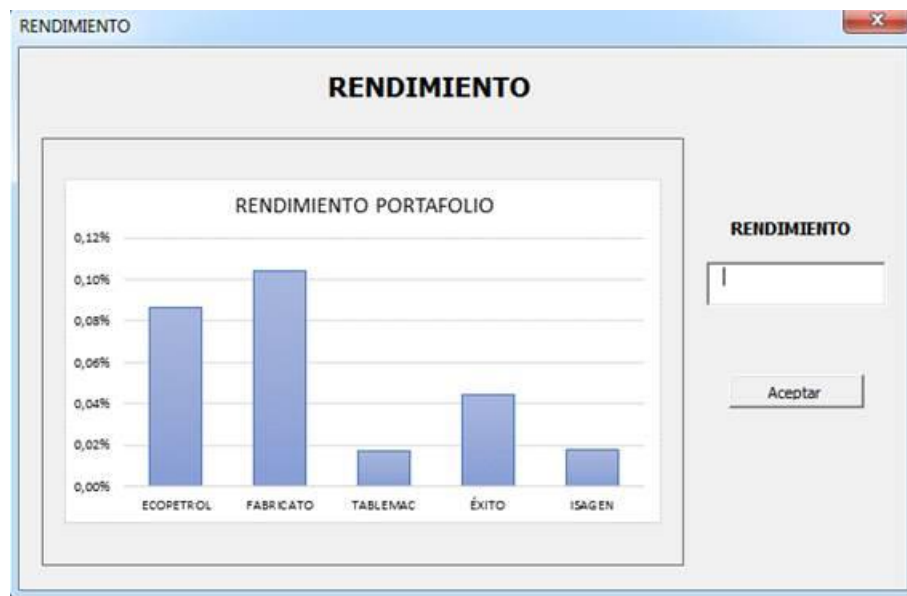
Ilustración 22. Ventana emergente botón ANALISIS.




En esta etapa, el usuario podrá consultar en cada uno de los botones lo siguiente:

- **Rendimiento del portafolio:** Este botón desplegará una ventana emergente, donde presentará la gráfica de rendimiento total del portafolio seleccionado; este análisis es de mucha ayuda, para la toma de decisiones con el portafolio seleccionado. Su ventana se detallaría de la siguiente manera:

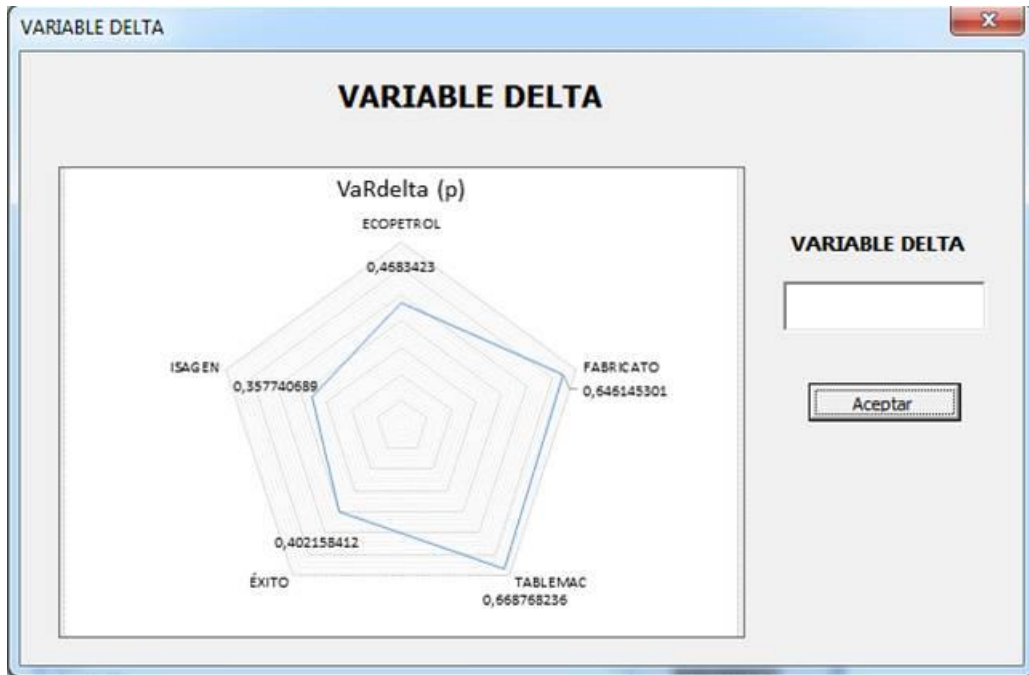
Ilustración 23. Ventana emergente botón RENDIMIENTO.




Para cerrar la ventana emergente, el usuario podrá darle click al botón “ACEPTAR”, o dándole click a la parte superior derecha en la “X” .

- Análisis de Riesgo VaRDelta:** Este botón desplegará una ventana emergente, donde presentará la gráfica de araña del análisis de riesgo VaRDelta de cada una de las acciones del portafolio seleccionado. En el campo de datos, mostrará el valor de riesgo para el mejor estimado de las acciones, este cálculo muy útil para la toma de decisiones con la selección de un portafolio mucho más óptimo.

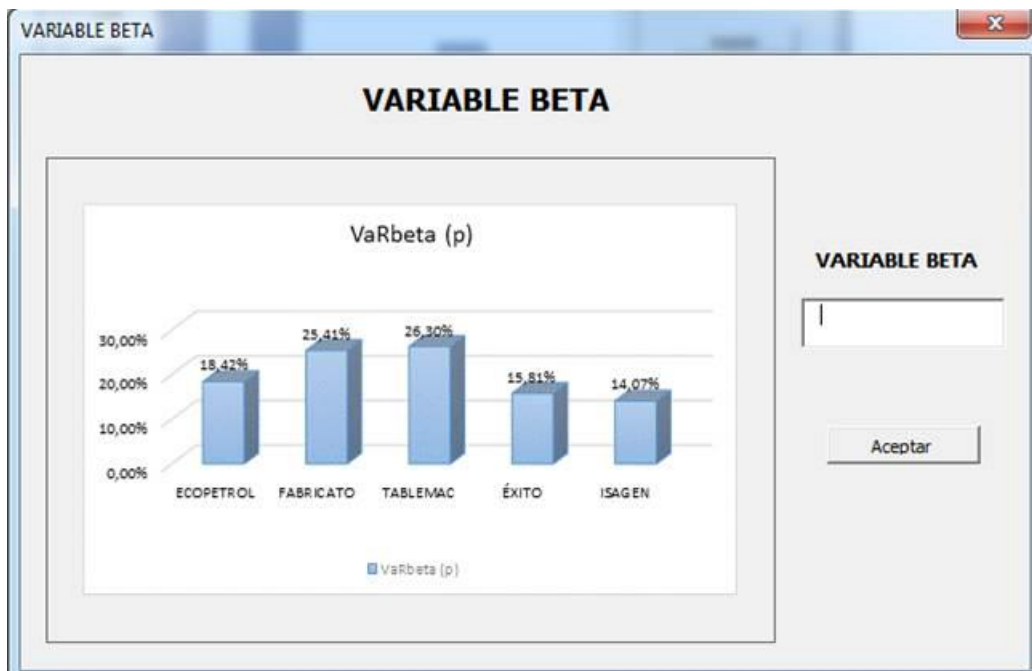
Ilustración 24. Ventana emergente botón VaRDelta.




Para cerrar la ventana emergente, el usuario podrá darle click al botón “ACEPTAR”, o dándole click a la parte superior derecha en la “X” 

- Análisis de Riesgo VaRBeta:** Este botón desplegará una ventana emergente, donde presentará la gráfica de riesgo del VaRBeta de cada una de las opciones del portafolio seleccionado.

Ilustración 25. Ventana emergente botón VaRBeta.



Para cerrar la ventana emergente, el usuario podrá darle click al botón “ACEPTAR”, o dándole click a la parte superior derecha en la “X” 

- **Análisis de Riesgo simulación de Montecarlo:** Este botón desplegará una ventana emergente, donde presentará la gráfica de araña del análisis de simulación de Montecarlo. Este análisis de riesgo, decidirá si el portafolio seleccionado es el mejor estimado en cuanto al riesgo a estimar con la inversión deseada.
- **Curva de portafolio óptimo:** Este botón desplegará una ventana emergente, donde presentará el grafico de la curva del portafolio óptimo, para que el inversionista decida si invierte en el portafolio seleccionado, o realiza sus ajustes con otras acciones.

De esta manera, el inversionista realiza el análisis del portafolio seleccionado, y valida con la curva del portafolio óptimo, por lo tanto, se define si es necesario hacer ajustes para cambiar

algunas de las acciones seleccionadas inicialmente dado a que no se encuentran dentro de la curva optima de inversión y se ajusta el portafolio hasta obtener el portafolio óptimo de mínimo riesgo y mayor rentabilidad.

6 CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

El análisis de riesgo en el mercado accionario es una actividad que todos los inversionistas tanto empresarios, corredores de bolsa y personas independientes, deberían hacer como cultura ante de la toma de las decisiones de inversión.

En cumplimiento al objetivo general, se diseñó, programó e implementó una herramienta de simulación sobre el aplicativo Excel, la cual permite realizar análisis de riesgo con las metodologías VaRBeta, VaRDelta y simulación de Montecarlo, y puede ser aplicado a un portafolio seleccionable de hasta cinco (5) acciones del índice de capitalización bursátil ajustada de Colombia (COLCAP).

Uno de los retos superados para la implementación de la herramienta consistió en la capacidad de actualización de la información, con lo cual, el simulador no pierde vigencia, y permite recopilar, organizar y procesar los precios de las acciones del COLCAP desde la el año 2008 hasta el último día de transacción, empleando la información oficial la superintendencia financiera de Colombia.

Durante el desarrollo del trabajo se expusieron las metodologías de valoración de riesgo VaRBeta, VaRDelta, y Simulación de Montecarlo, con aplicabilidad al mercado bursátil de Colombia; explicando los principales elementos a considerar para efectuar una inversión exitosa y los mecanismos disponibles para realizarlo, esto a fin de continuar estimulando la incursión de nuevos inversionistas en el mercado bursátil.

El simulador implementado al ser desarrollado en Excel que es una herramienta informática ampliamente difundida, permite su uso a “cero costo”; lo cual, sumado su uso intuitivo y de reducidas operaciones para el usuario, permite satisfacer la necesidad de contar con una herramienta simplificada, que contrasta con las opciones disponibles para elaborar este tipo de análisis, las cuales requieren altas inversiones de dinero, y/o amplios conocimiento en estadística y finanzas para parte de los potenciales inversionistas, más un largo trabajo preliminar de recopilación y adecuación de la información previo a cualquier análisis.

La simplificación de procedimientos y opciones en el simulador desarrollado propenden facilitar el análisis de riesgo a los inversionistas menos versados o nuevos, para de esta manera hacer visible los componentes de riesgo de sus portafolios e inducirlos a mejorar sus competencias de educación financiera para participar de forma más efectiva en el mercado bursátil colombiano.

Es de resaltar también que en los diferentes ejercicios realizados por los autores fueron contrastadas las diferentes metodologías mediante el test de kupiec (backtesting), evidenciando que bajo circunstancias normales de mercado, los niveles de confiabilidad de las metodologías VaR en horizontes de tiempo superiores a un año son lo suficientemente asertivos para ser empleados en el mercado bursátil de Colombia, y a criterio de los autores el VaRDelta el método más fácil de asimilar y con los mejores resultados para la medición del riesgo.

Otras observaciones y conclusiones generales del proyecto son:

- Se desarrolló en el documento el contexto del comportamiento del mercado accionario de la bolsa de valores de Colombia.
- Se desarrolló un simulador que presenta la opción de actualización automática de las acciones (desde el año 20008 a la fecha actual que el usuario desee), de la bolsa de valores

de Colombia con el índice COLCAP, siendo de gran ayuda por la descarga masiva de datos de los precios de las acciones.

- Se desarrolló en el documento la descripción de cada una de las metodologías propuesta para el análisis de riesgo VaRBeta, VaRDelta y Simulación de Montecarlo.
- A su vez, el simulador genera automáticamente los cálculos de riesgo de las metodologías de riesgo VaRBeta, VaRDelta, simulación de Montecarlo, para presentar al inversionista un escenario de riesgo para el portafolio seleccionado.
- El simulador presenta gráficamente un escenario general de riesgo para todas las acciones de la Bolsa de valores, con el cual se puede determinar como una opción el portafolio de acciones para la inversión.
- Se describió los comisionistas de bolsa presentes en Colombia y referenciados por la Bolsa de Valores de Colombia, detallando la información básica de contacto, email, página web, teléfono de contacto, dirección, ciudad de operaciones, sectores de inversión que realizan operaciones, montos de inversión, valore de las comisiones, costos de administración y el manejo de plataforma electrónica.

6.2 RECOMENDACIONES

Se propone para profundizar en el desarrollo de la aplicación y en el análisis de riesgo accionario, los siguientes aspectos para considerar:

- Incluir en el desarrollo de la aplicación las acciones que conforman el Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), dado a que en futuros inversionistas podrán tener más opciones

de diversificación de inversión en los diferentes mercados accionarios a medida que este mercado gana espacio en el sistema bursátil.

- Incorporar análisis de la población de los precios de las acciones, para verificar si el portafolio seleccionado cumple o no con los criterios de heterodasticidad, homocedasticidad o autocorrelaciones, necesarios para garantizar que los datos empleados representen correctamente las acciones y su comportamiento futuro.
- Avanzar en el uso de La SM-C empleando modelos de distribución no normales, ajustados al comportamiento histórico del precio de cada acción.
- El aplicativo debe de tener una ayuda para la actualizar al inversionista con las noticias macroeconómicas del sector del mercado accionario latinoamericano y de las empresas más representativas del mercado.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso Julio Cesar y Arcos Mauricio Alejandro (2006). Valor en riesgo evaluación del desempeño de diferentes metodologías para 7 países latinoamericanos. *Borradores de economía y finanzas*, 1(8), 1-29.

Alonso Julio Cesar y Berggrun Luis (2008). Introducción al Análisis de Riesgo Financiero. *Estudios Gerenciales*, 24(109), 199-201.

Ángel Medina Luis (2003). Aplicación de la teoría del portafolio en el mercado accionario colombiano, *Cuadernos de Economía*, 12(39), 129-168.

Amador Ambriz Cesar, Hernandez Veleros Zeus Salvador y Acevedo Caballero Jose Alfredo (2010). La inversión en bolsa: ilustración de tres casos prácticos. En (Presidencia). V Encuentro Estatal de Investigación en Ciencias Económico Administrativas. V Encuentro Estatal de Investigación en Ciencias Económico Administrativas. Hidalgo. 1- 23.

Garman, M., Aragonés, A., & Blanco, C. (1999). Value at Risk for Asian Emerging Market Equity Portfolios. ASIA RISK, Internet: http://www.fea.om/resources/pdf/a_var_for_asian_markets.pdf.

Gallego, C., & David, J. (2014). Cultura bursátil en Colombia. Universidad Católica de Pereira, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Programa negocios internacionales. Prácticas académicas. 1-35.

Delgado-De los Santos, S. A. y Camargo Ramírez, A. D. (2014). Ventajas del uso de simuladores de negocios. En la licenciatura de Negocios Internacionales de la Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo ISSN: 2007-7467, (12).

Domínguez, J. M. F. (2005). El riesgo de mercado: su medición y control. Delta Publicaciones, España. 283p.

Belda, C. F., & Grande, E. U. (2009). Los modelos de simulación: una herramienta multidisciplinar de investigación. Encuentros multidisciplinares, 11(32), 37-48.

García Pereira, R. (2005). Optimización del condicional Value at Risk: Aplicación a las compañías de seguros en Chile. 84p.

García Villalón Julio y Martínez Barbeito Josefina (2005). Enfoques diferentes para medir el valor en riesgo (VAR) y su comparación. XIII Jornadas Internacionales de asociación Española de profesores universitarios de matemáticas para la economía y la empresa, ASEPUMA.

Guevara Cortés Rogelio Ladrón de (2003). Los simuladores de negocios por computadora una herramienta de inmersión a la gestión financiera, Veracruz. Ciencia Administrativa. 1-20.

Harrell, C., & Tumay, K. (1995). *Simulation made easy: a manager's guide*. Engineering & Management Press.

Harrington, H. J.; Tumay, K. (1999). *Simulation modeling models*. McGraw Hill New York. USA.
Recuperado de: <http://www.hps-inc.com>

Jorion Philippe (1999). *Valor en Riesgo*, *Limusa, Noruega*. 1-357.

Londoño Charle Augusto, Correa Juan Carlos y Iopera Mauricio (2013). Estimación Bayesiana del valor en riesgo: una aplicación para el mercado de valores Colombiano, *Cuadernos de Economía*. 33(63), 635-678.

Martínez Barbeito Josefina, Herrera Carlos Bouza, Sira Allende Alonso, y Chen Daniel (2005). Modelos paramétricos y no paramétricos, para la previsión de la volatilidad. Su aplicación al cálculo del valor en riesgo. XIII Jornadas Internacionales de asociación Española de profesores universitarios de matemáticas para la economía y la empresa – ASEPUM., 1-14.

MELO, Luis Fernando y GRANADOS, Joan Camilo, *Regulación y valor en riesgo* (2011). *Regulación y valor en riesgo por parte de la superintendencia financiera de Colombia SFC, Ensayos sobre Política Económica*. 29(64). *Edición Especial Riesgos En La Industria Bancaria 2011*. 110-177.

- Ospina-D'Aleman, F., & Giraldo-Sánchez, D. A. (2014). Aplicación de los modelos Garch a la estimación del VaR de acciones colombianas. *Revista Soluciones de Postgrados EIA. Medellín*. 3(1). 11-24.
- Ospina Duque Valentina y Tangarife Trujillo Victoria Eugenia (2008). Medición del VaR en los portafolios de acciones mercado colombiano, Pereira, Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial.
- Otal Franco Sara Helena, Serrano Gregorio R y Serrano Garcia Ramiro. (2007) Simulación financiera con delta Simul-e. *Ediciones Diaz de Santos, Madrid*. 45 p.
- Pradilla Monika Hortua (1999). Análisis de la Metodología Risk Metrics de la J.P. Morgan/Reuters para ser aplicada a portafolios constituidos por los Fondos Mutuos de Inversión en Colombia, memo de investigación universidad de los andes. Facultad de Ingeniería - Vice Decanatura de investigación y posgrado.
- Semper JD. Cabedo y Clemente L. Moya (2003). El valor en riesgo de una cartera: una aproximación de la simulación histórica. *Investigaciones Europeas*. 9(1). 229-250.
- Vásquez Ruiz Juan Alejandro (2013). Cultura bursátil en Colombia. Pereira,. (Trabajo de grado) (Profesional Negocios Internacionales). Universidad Católica de Pereira. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Programa Negocios Internacionales, Prácticas Académicas. Pereira, Risaralda.

Vergara Cogollo María Auxiliadora y Maya Ochoa Cecilia (2009). Montecarlo Estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia, *AD-MINISTER Universidad EAFIT Medellín*. 15(7). 68-88.

Franco Cuartas Fernando de Jesús (2007). El modelo de Markowitz, los TES, TRM y el IGBC. *gaceta financiera universidad de Antioquia 2007. Modelación y optimización*. Recuperado de: <http://www.gacetafinanciera.com/PortCol.pdf>

Garman Mark B. Ending the Search for Component VaR, FINANCIAL ENGINEERING ASSOCIATES, INC. [en línea]. Recuperado de: http://www.fea.com/fea_cons_ed/papers/endsearchvar.htm

Gonzales Medina Leidy Jhuliana y Gonzalez Martines Luisa Patricia (2014). Optimización de un portafolio basado en la canasta del índice COLCAP por medio de conditional Value at Risk. Recuperado de: <http://www.amvcolombia.org.co/attachments/data/2014103194611.pdf>

Houck, E. C. y Cooley, B. J. (1983). Experimental strategies for the estimation of optimum operating conditions in simulation studies. Winter Simulation Conference, USA. Disponible en internet: <http://lionrtpub.com/software-surveys.shtm>

O'leary, D. E. (1983, December). The use of simulation in accounting: A managerial emphasis. In *Proceedings of the 15th conference on Winter Simulation-Volume 2* (pp. 515-522). IEEE Press.

Portal bolsa de valores de Colombia Lista de emisores, acerca de la BVC, mercado global (Colombia) (2015). [versión electrónica]. Disponible página internet: <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc>

Portal Banco de la Republica de Colombia, [en línea]. Normatividad, Publicaciones e Investigación, (Colombia), junio 2015, actualizado mensualmente. Recuperado de: <http://www.banrep.gov.co/es>.

Portal Palisade.com, Software @RISK & the DecisionTools Suite, versión 7, (USA), [en línea]. (2015). actualizado anualmente. Recuperado de: https://www.palisade.com/cart/products_EN.asp?cat=225&panel=1.

ANEXOS

Listado Emisores Bolsa de Valores de Colombia

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
ACERIAS PAZ DEL RIO S.A.	Industrial	1.324.361.979.108,75
BANCO BILBAO VIZCAYA ARGENTARIA COLOMBIA S.A. BBVA COLOMBIA	Financiero	4.469.778.812.010
BANCO CORPBANCA COLOMBIA S.A.	Financiero	No Aplica
BANCO DE BOGOTA S.A.	Financiero	18.750.479.446.049,6
BANCO DE OCCIDENTE S.A.	Financiero	6.158.038.900.500
BANCOLOMBIA S.A.	Financiero	23.545.993.809.120
CARTON DE COLOMBIA S.A.	Industrial	527.808.645.000
CASTILLA AGRICOLA S.A.	Industrial	411.947.037.936,72
CEMENTOS ARGOS S.A.	Industrial	10.867.076.642.900
COLTEJER S.A.	Industrial	133.000.000.000
COMPANIA DE EMPAQUES S.A.	Industrial	163.726.004.991,36
FABRICATO S.A	Industrial	92.018.484.059,45
FONDO GANADERO DE CORDOBA S.A.	Industrial	11.322.701.783,8
GRUPO ARGOS S.A.	Inversiones	12.836.061.183.520
GRUPO DE INVERSIONES SURAMERICANA S.A.	Inversiones	18.908.857.947.040
GRUPO NUTRESA S.A.	Inversiones	11.006.153.115.360
INDUSTRIAS ESTRA S.A.	Industrial	14.953.253.280
MANUFACTURAS DE CEMENTO S.A.	Industrial	54.540.018.000
MAYAGUEZ S.A.	Industrial	698.861.211.983,04
RIOPAILA AGRICOLA S.A.	Industrial	377.173.703.338,56
CLINICA DE MARLY S.A.	Servicios	188.633.937.443,28
CONSTRUCCIONES CIVILES S.A.	Industrial	24.333.120.000
GRUPO ORBIS S.A	Industrial	838.980.275.792,4
MINEROS S.A.	Industrial	486.738.567.720
PRODUCTOS FAMILIA S.A.	Industrial	1.188.603.453.700,96

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
CONSTRUCTORA CONCRETO S.A.	Industrial	1.088.884.741.200
CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA		
CORFICOLOMBIANA	Financiero	7.766.521.435.420
FONDO GANADERO DEL TOLIMA S.A.	Industrial	15.589.227.166,2
PROMIGAS S.A. E.S.P.	Industrial	6.176.011.640.534,55
INVERSIONES EQUIPOS Y SERVICIOS S.A.	Servicios	28.321.601.723,61
BANCO DAVIVIENDA S.A	Financiero	2.563.701.277.500
CITIBANK COLOMBIA	Financiero	No Aplica
INVERSIONES VENECIA S.A.	Industrial	24.196.875.000
AGROGUACHAL S.A.	Industrial	15.950.400.000
COMPANIA AGRICOLA SAN FELIPE S.A.	Industrial	17.763.000.000
COLOMBINA S.A.	Industrial	510.513.820.876,98
HELM BANK S.A.	Financiero	No Aplica
BANCO AGRARIO DE COLOMBIA	Financiero	No Aplica
BANCO POPULAR S.A.	Financiero	3.476.396.926.350
TABLEMAC S.A.	Industrial	270.915.406.824
BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA		
S.A.	Financiero	No Aplica
BANCO FINANDINA S.A.	Financiero	No Aplica
BANCO PICHINCHA S.A.	Financiero	No Aplica
COMPANIA DE FINANCIAMIENTO TUYA S.A.	Financiero	No Aplica
CORPORACION DE FERIAS Y EXPOSICIONES S.A.	Servicios	167.391.943.000
INST COL DE CRED EDUCATIVO Y ESTUDIOS		
TECNICOS EN EL EXTERIO	Industrial	No Aplica
GIROS Y FINANZAS S.A. COMPA#A DE		
FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica
FINANCIERA AMERICA S.A. COMPA#IA DE		
FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
SERVICIOS FINANCIEROS S.A. CIA. DE FINANCIAMIENTO COMERCIAL	Financiero	No Aplica
COMPANIA DE FINANCIAMIENTO COMERCIAL LEASING BOLIVAR S.A.	Financiero	No Aplica
G.M.A.C. FINANCIERA DE COLOMBIA S.A. CIA. FCTO. COMERCIAL	Financiero	No Aplica
LEASING BANCOLOMBIA S.A. COMPANIA DE FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica
LEASING CORFICOLOMBIANA S.A. COMPA#IA DE FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica
ALMACENES EXITO S.A.	Comercial	10.071.097.126.680,3
BANCO CAJA SOCIAL	Financiero	No Aplica
BANCO COMERCIAL AV VILLAS S.A.	Financiero	2.127.980.960.541,47
COLTEFINANCIERA S.A. COMPA#.A DE FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica
COMPANIA DE ELECTRICIDAD DE TULUA S.A. E.S.P.	Industrial	131.647.044.913,54
FINANCIERA INTERNACIONAL S.A. COMPA#IA DE FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO PARQUE INDUSTRIAL ALSACIA	Financiero	No Aplica
ADMINISTRADORA DE FONDOS DE PENSIONES Y CESANTIAS PROTECCION	Financiero	2.032.595.680.000
BANCO GNB SUDAMERIS S.A.	Financiero	No Aplica
BOGOTA D.C.	Público	No Aplica
COOMEVA ENTIDAD PROMOTORA DE SALUD S.A.	Industrial	64.491.049.001,96
FIDEICOMISO OIKOS CENTRO DE NEGOCIOS ANDINO OF. 901	Financiero	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
FIDEICOMISO OIKOS LADRILLOS AV. CHILE ING	Financiero	No Aplica
FIDEICOMISO T.TULOS DE INVERSIÓN		
INMOBILIARIA OIKOS CENTRO	Financiero	No Aplica
GAS NATURAL DEL ORIENTE S.A. E.S.P.	Público	174.455.358.133
LEASING BANCOLEX S.A. COMPA#IA DE		
FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica
ALIMENTOS DERIVADOS DE LA CANA S.A.	Industrial	49.796.265.681,81
ENKA DE COLOMBIA S.A.	Industrial	137.752.572.941,1
GAS NATURAL S.A. E.S.P.	Público	4.725.451.264.000
SOCIEDADES BOLIVAR S.A.	Servicios	4.152.112.544.760
CARACOL TELEVISION S.A.	Industrial	633.265.137.199,45
EDATEL S.A. E.S.P.	Servicios	311.702.015.916,55
FEDEICOMISO OIKOS CABECERERA DEL LLANO	Financiero	No Aplica
FINANCIERA DANN REGIONAL COMPANIA DE		
FINANCIAMIENTO S.A.	Financiero	No Aplica
VALOREM S.A.	Inversiones	1.060.481.670.380
VALORES INDUSTRIALES S.A.	Servicios	375.544.052.850,22
BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA		
S.A.	Financiero	No Aplica
GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A.	Inversiones	25.154.905.409.385
BAVARIA S.A.	Industrial	No Aplica
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA	Industrial	No Aplica
EMGESA S.A. E.S.P.	Industrial	No Aplica
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO		
DE BOGOTA S.A.	Industrial	No Aplica
EMPRESA DE ENERGIA DEL PACIFICO S.A. E.S.P.	Servicios	3.269.747.466.342,96
INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P.	Industrial	8.185.739.641.517,72
MUNICIPIO DE MEDELLIN	Industrial	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
OCCIDENTAL DE COLOMBIA INC	Industrial	No Aplica
UNE EPM TELECOMUNICACIONES	Industrial	No Aplica
CELSIA S.A E.S.P ANTES COLINVERS	Industrial	3.432.418.065.000
CORREDORES ASOCIADOS S.A.	Financiero	30
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA S.A. PISA	Industrial	No Aplica
VALORES SIMESA S.A.	Inversiones	151.533.745.305,3
COMUNICACION CELULAR COMCEL S.A	Industrial	No Aplica
FIDEICOMISO NOTAS CODAD SA	Industrial	No Aplica
RENTING COLOMBIA S.A.	Financiero	No Aplica
SUPERTIENDAS Y DROGUERIAS OLIMPICA S.A	Industrial	No Aplica
TITULARIZADORA COLOMBIANA S.A.	REA	No Aplica
TRANSELCA S.A. E.S.P	Servicios	No Aplica
ADMINISTRADORA COLOMBIANA DE PENSIONES		
COLPENSIONES	Servicios	No Aplica
CORPORACION ANDINA DE FOMENTO CAF	Servicios	No Aplica
ECOPETROL S.A.	Industrial	77.299.393.097.280
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE		
BOGOTA S.A. E.S.P.	Público	1.668.760.103.640
CHEVRONTEXACO PETROLEUM COMPANY	Industrial	No Aplica
CODENSA S.A. ESP	Industrial	No Aplica
SURTIDORA DE GASES DEL CARIBE S.A. E.S.P	Servicios	No Aplica
BANCO WWB COLOMBIA	Financiero	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONADA SEIS MESES		
FACTORING	Inversiones	No Aplica
FIDEICOMISO PAGARES MUNICIPIO DE CALI	Público	No Aplica
FIDEICOMISO PA NQS SUR TRAMO 1	Financiero	No Aplica
FIDEICOMISO UNIVERSIDAD PILOTO 2005	Financiero	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
MACROFINANCIERA S.A. COMPA#IA DE FINANCIAMIENTO COMERCIAL	Financiero	No Aplica
ORGANIZACION DE INGENIERIA INTERNACIONAL S.A.	Servicios	1.410.380.613.767,78
BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICA BCIE	Servicios	No Aplica
BANCO FALABELLA S.A.	Financiero	No Aplica
CAJA DE AUXILIOS Y DE PRESTACIONES DE ACDAC	Industrial	No Aplica
EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	Público	No Aplica
FIDEICOMISO ACUEDUCTO DE BOGOTA	Servicios	No Aplica
FIDEICOMISO CONSTRUCLINICAS		
FIDUPREVISORA	Servicios	No Aplica
FIDEICOMISO FLUJO DE CAJA CODAD	Industrial	No Aplica
FIDEICOMISO TCA2016 - CEMENTOS ANDINO	Servicios	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO ALIANZA SUBA TRAMO II	Industrial	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO ESTRATEGIAS INMOBILIARIAS	REA	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO IPLC	Financiero	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO SUBA TRAMO UNO	Industrial	No Aplica
RIOPAILA CASTILLA S.A.	Industrial	660.938.236.254,24
BMC BOLSA MERCANTIL DE COLOMBIA S.A	Financiero	No Aplica
BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A.	Financiero	326.672.270.699,13
BTG PACTUAL FONDO CREDITO -TITULOS DE PARTICIPACION	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONADA OLD MUTUAL ACCIONES	Inversiones	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
ISAGEN S.A. E.S.P.	Público	8.341.780.320.000
JPMORGAN CORPORACION FINANCIERA S.A.	Financiero	No Aplica
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A. E.S.P.	Público	15.011.224.502.401,1
FOGANSA S.A.	Industrial	51.787.643.150
AEROVIAS DEL CONTINENTE AMERICANO S A	Industrial	No Aplica
ALPINA PRODUCTOS ALIMENTICIOS S.A.	Industrial	No Aplica
BANCO DE LA REPUBLICA	Industrial	No Aplica
BANCO PROCREDIT COLOMBIA S.A.	Financiero	No Aplica
BIOMAX BIOCOMBUSTIBLES S.A.	Industrial	367.678.071.118,67
CARTERA COLECTIVA CERRADA RENTA CAPITAL	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONADA NACION 180	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONADA A SEIS MESES INSTITUCIONAL	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONADA MIDAS ACCIONES ECOPETROL	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONADA MIDAS FACTOR	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONADA PODER ESPARTA	Inversiones	No Aplica
FIDECOMISO N 3-4-1318 CONCESION AUT. BOGOTA GIRARDOT S.A.	Financiero	No Aplica
FIDEICOMISO DE CARTERA HIPOTECARIA TITULARIZADA COLMENA02-95	Financiero	No Aplica
FIDEICOMISO GRUPO NUTRESA S.A.	Industrial	No Aplica
FIDEICOMISO T.TULOS DE PARTICIPACI.N INMOBILIARIA ED SANCHO	Financiero	No Aplica
FIDEICOMISO TIM FIDUNION - FIBRATOLIMA TIF01-2000	Industrial	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
FINANCIERA DE DESARROLLO TERRITORIAL S.A.	Financiero	No Aplica
FONDO CAPITAL PRIVADO ESCALA CAPITAL	Inversiones	No Aplica
FONDO DE CAPITAL PRIVADO COLOMBIA		
INMOBILIARIA	Inversiones	No Aplica
FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR		
AGROPECUARIO FINAGRO	Industrial	No Aplica
FONDO TRANSANDINO COLOMBIA	Inversiones	No Aplica
GASES DE OCCIDENTE S.A E.S.P	Público	No Aplica
GOBIERNO REPUBLICA DE COLOMBIA	Industrial	No Aplica
HELM LEASING S.A. COMPANIA DE		
FINANCIAMIENTO	Financiero	No Aplica
INSTITUTO COLOMBIANO DE REFORMA AGRARIA		
INCORA	Industrial	No Aplica
ITAU BBA COLOMBIA S.A CORPORACION		
FINANCIERA	Financiero	No Aplica
PACIFIC RUBIALES ENERGY CORP	Industrial	2.010.400.397.460
PATRIMONIO AUTONOMO CADENALCO 75 A#OS	Industrial	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO ODL ECOPETROL	Industrial	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO TRANSMILENIO FASE		
III	Financiero	No Aplica
BANCO DE LAS MICROFINANZAS BANCAMIA S.A.	Financiero	No Aplica
CANACOL ENERGY LTD	Industrial	586.510.776.640
CARTERA COLECTIVA FACTORING AFIN	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA INMOBILIARIA INMOVAL	Inversiones	No Aplica
CARVAJAL S.A.	Industrial	No Aplica
COMPARTIMENTO FACTURAS CCE GLOBAL		
SEC.CREDIT OPORTUNITIES	Inversiones	No Aplica
FIDEICOMISO ESTACIONES METROLINEA LTDA	Servicios	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
FIDEICOMISO NO. 3-4-1331 CONCESIONARIA DE OCCIDENTE S.A.	Financiero	No Aplica
FONDO DE CAPITAL PRIVADO RENTA INMOBILIARIA	Inversiones	No Aplica
PATRIMONIO AUT.NOMO INVERSIONES LA 14 2009-01	Comercial	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO TDEX 10-1	Financiero	No Aplica
PATRIMONIO AUTONOMO TITULOS HOMECENTER	Servicios	No Aplica
AVIANCA HOLDINGS S.A.	Industrial	1.264.986.911.655
CARVAJAL EMPAQUES S.A.	Industrial	49.861.396.800
CEMEX LATAM HOLDINGS S.A	Industrial	7.618.027.754.000
CONSTRUCCIONES EL CONDOR S.A.	Industrial	832.830.439.000
BNP PARIBAS COLOMBIA CORPORACION FINANCIERA S.A	Financiero	No Aplica
C.C.C. POR COMP. OLD MUTUAL INMOBILIARIA	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA CERRADA POR COMPARTIMENTOS FONVAL 24-3	Inversiones	No Aplica
CARTERA COLECTIVA ESCALONA OCCIDECOL	Inversiones	No Aplica
CENTRAL COOPERATIVA FINANCIERA PARA LA PROMOCION SOCIAL	Financiero	No Aplica
FCP INVERLINK EST INMOBILIARIAS COMP 1	Inversiones	No Aplica
FIDEICOMISO HOTELES ESTELAR	Servicios	No Aplica
FIDEICOMISO TITULARIZACION FINDETER	Financiero	No Aplica
FONDO BURSATIL ISHARES COLCAP	Financiero	390.360.000
SODIMAC COLOMBIA S.A.	Servicios	No Aplica
CREDIFAMILIA COMPA#IA DE FINANCIAMIENTO S.A01	Financiero	No Aplica

NOMBRE	SECTOR	CAPITALIZACIÓN
ORGANIZACION TERPEL S.A.	Industrial	3.044.303.193.900
INVERTIR EN LIBRANZAS COMPARTIMENTO CLASE 1 Y 2	Inversiones	No Aplica
R.C.N. TELEVISION S.A.	Industrial	595.396.008.486,3