

“NEGOCIACIÓN DE ACCIONES EN LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA
EN EL CORTO PLAZO APLICANDO EL MÉTODO R”

FRANCISCO ANDRÉS RAMÍREZ RAMÍREZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA
PEREIRA, RISARALDA

2007

“NEGOCIACIÓN DE ACCIONES EN LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA
EN EL CORTO PLAZO APLICANDO EL MÉTODO R”

FRANCISCO ANDRÉS RAMÍREZ RAMÍREZ

Trabajo de grado para optar al título de:
Magíster en Administración Económica y Financiera

Asesor:

Mg. JORGE HERNÁN RESTREPO CORREA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

PEREIRA, RISARALDA

2007

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Pereira Risaralda, Septiembre de 2007

DEDICATORIA

Siendo la inteligencia la capacidad que nos lleva a interrogarnos, y a interrogar el cosmos y a elaborar respuestas científicas a estos interrogantes, siendo la ciencia el lenguaje de la inteligencia que nos lleva a la verdad de manera segura, contribuyendo ello, al crecimiento del ser, presento mi trabajo, como respuesta a las exigencias académicas de la Universidad Tecnológica, en la Maestría en Administración Económica y Financiera, quien me ofreció la oportunidad de realizar este Pos-grado, contribuyendo científicamente a mi formación profesional. Sin duda alguna, todo conocimiento, nos indica que ninguna Ciencia se detiene en su desarrollo, cada día, es para el ser humano un reto, que lo impele a buscar respuestas a interrogantes que le revelan, que nada está concluido,

todo se está haciendo. La tarea fundamental del hombre es humanizarse, humanizando.

Mi investigación es signo de un largo esfuerzo por enriquecerme del trabajo realizado por muchos hombres de ciencia, que siguen contribuyendo al desarrollo de la humanidad, mi aporte aunque modesto, espero agregue un grano de arena a este avance que terminará, el día en que el ser humano concluya su tarea y llegue el final de la historia. Agradezco y ofrezco mi trabajo a mis padres, sin su apoyo incondicional, generoso y sincero no habría sido posible el inicio y culminación de esta etapa de mi vida, mi testimonio también a Yaneth Morales, mi amiga de tantas horas de dedicación, con ella comparto la alegría del deber cumplido, a mis Profesores y asesores agradezco su formación y aporte admirable.

FRANCISCO ANDRÉS RAMÍREZ RAMIREZ

CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIA	4
LISTA DE ANEXOS	10
LISTA DE CUADROS	11
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE GRÁFICAS	14
LISTA DE TABLAS	15
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	18
1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	21
1.2 FÓRMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.1 OBJETIVO GENERAL	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3. JUSTIFICACIÓN	26
4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	29
4.1 MARCO FILOSÓFICO - ANTROPOLÓGICO	29

4.2 MARCO TEÓRICO	35
4.2.1 Concepciones históricas de la tecnología y la economía.	35
4.2.2 Decision Support Systems (D.S.S).	37
4.2.3 El método científico.	37
4.2.4 El mercado de capitales.	39
4.2.5 Principales indicadores bursátiles del mundo.	41
4.2.6 El IGBC (Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia).	43
4.2.7 Análisis fundamental.	46
4.2.8 Análisis Técnico .	48
4.2.9 Análisis del comportamiento económico.	50
4.2.10 IGBC.	62
4.2.11 Análisis técnico de las acciones.	63
4.2.12 Pronósticos.	71
4.2.13 Simulación de montecarlo para precios esperados de las acciones.	82
4.2.14 Modelo matemático de programación cuadrática propuesto por Markowitz – Tobon – Takayama Y Batterham.	92
4.2.15 Las metaheurísticas.	98
4.2.16 Método R.	105
4.2.17 Excel de Microsoft.	106
4.3 MARCO CONTEXTUAL	108
4.3.1 Bolsa de valores de Colombia.	108
4.3.2 Mercado Electrónico Colombiano (MEC).	115
4.3.3 El mercado de renta variable.	116
4.4 MARCO LEGAL	117
4.5 MARCO CONCEPTUAL	122
5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	133
5.1 VARIABLES	133
5.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES	134
5.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	136
6. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	144
6.1 TIPO DE ESTUDIO	144
6.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	148

6.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	149
6.4 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	151
6.4.1 Fuentes Primarias.	151
6.4.2 Fuentes Secundarias.	151
6.5 METODOLOGÍA	152
6.5.1 Proceso de selección de acciones.	153
6.5.2 Cálculo de la Ponderación adecuada de volumen del portafolio.	158
6.5.3 Proceso de pronóstico de precios para las acciones seleccionadas para los próximos cinco días.	159
6.5.4 Aplicar la Metaheurística del método R.	160
6.5.5 Ejecución del modelo de acuerdo al flujo de caja simulado.	162
6.5.6 Evaluar el VPN de los resultados obtenidos de los volúmenes de acciones negociadas con precios reales.	163
7. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	165
7.1 SELECCIÓN DE ACCIONES	165
7.1.1 El análisis fundamental de las acciones.	165
7.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN ÓPTIMO DE NEGOCIACIÓN	206
7.2.1 Análisis de Covarianza.	208
7.2.2 Análisis de Correlación.	208
7.2.3 Máxima rentabilidad del portafolio.	210
7.2.4 Mínimo riesgo del portafolio.	211
7.3 PRONÓSTICO DE PRECIOS ESPERADOS	212
7.3.1 Simulación de montecarlo para mil ensayos de precios esperados.	214
7.4 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO DEL MÉTODO R.	217
7.4.2 Presentación formal del Algoritmo Restrepo.	219
7.4.3 Generar una nueva posición del balón a partir de la mejor secuencia y evaluar:	219
7.4.4 Mecanismos de perturbación del algoritmo restrepo:	219
7.4.5 Funcionamiento del Algoritmo Restrepo.	221
7.5 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO DEL MÉTODO R EN HOJA ELECTRÓNICA DE EXCEL CON EJEMPLO MANUAL.	223
7.6 SIMULACIÓN DE LA NEGOCIACIÓN DE ACCIONES Y EL FLUJO DE CAJA.	233

7.7 ANALISIS DE RESULTADOS	235
7.8 EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA EN EL MODELO.	237
CONCLUSIONES	242
RECOMENDACIONES	244
CUADRO DE INFORMACION RECOLECTADA PARA ANALISIS TECNICO DE LAS ACCIONES	253

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo A. Cuadro de recolección financiera de las acciones de alta bursatilidad.	252
Anexo B. Cuadro de información recolectada para análisis técnico de las acciones.	254
Anexo C. Variación del precio de las acciones seleccionadas.	255
Anexo D. Precios promedios ponderados diarios de la acción ordinaria de Bancolombia.	256
Anexo E. Pronóstico de los precios de la acción de Bancolomiba para cinco días.	257
Anexo F. Comparativo de los precios reales y los precios pronosticados.	258
Anexo G. Método de medición del margen de error de las series de tiempo.	259
Anexo H. Distribución de frecuencia de los precios de la acción de Bancolombia.	262
Anexo I. Distribución acumulada de la función de distribución logística.	263
Anexo J. Diagrama de proceso simulación de la negociación de Acciones y el flujo de caja.	268

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Riesgo de dos acciones	97
Cuadro 2. Diferenciación en la regulación legal	120
Cuadro 3. Matriz de precios esperados seis (6) días de negociación	215
Cuadro 4. Secuencias posibles para entregar pedidos en los nodos 1,2,3,4.	222
Cuadro 5. Resultados de negociación con la implementación del algoritmo del Método R.	236
Cuadro 6. Evaluación de la solución con precios reales.	237
Cuadro 7. Análisis de rentabilidad, riesgo y posibilidad de pérdida sobre precios reales.	240

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Gasto total ingreso total gasto primario	53
Figura 2. Perspectivas de la economía mundial septiembre 2005	54
Figura 3. Indices de expectativas y confianza de los consumidores.	55
Figura 4. Crecimiento anual de las importaciones	55
Figura 5. Crecimiento anual de las exportaciones en miles de US\$	57
Figura 6. Crecimiento anual de las exportaciones en toneladas métricas	57
Figura 7. Crecimiento de las ventas en el comercio al por menor	59
Figura 8. Evolución IGBC y volúmen de las acciones del último año	62
Figura 9. Promedio histórico de valoración mensual del IGBC (1990-2005)	63
Figura 10. Precios promedio diarios de las acciones	66
Figura 11. Variación de los precios en términos porcentuales	68
Figura 12. Rentabilidad, riesgo y probabilidad de pérdida de las acciones	70
Figura 13. Distribución normal estandar con posibilidad de pérdida de las acciones	71
Figura 14. Precio promedio ponderado de la acción Cementos del Caribe	87
Figura 15. Variación porcentual en el precio de la acción Cementos del Caribe	88
Figura 16. Generación de números aleatorios en hoja de cálculo excel	89
Figura 17. Ensayo para cincuenta (50) números aleatorios	90

Figura 18. Valor esperado de la acción mediante determinación del precio promedio ponderado	92
Figura 19. Análisis de regresión simple	95
Figura 20. Ponderación de la inversión	95
Figura 21. Diagrama de flujo de la metodología propuesta	164
Figura 22. Covarianza y correlación entre las acciones	207
Figura 23. Conformación del portafolio desde el punto de vista de la rentabilidad del portafolio	210
Figura 24. Resultados obtenidos al solucionar el modelo mínimo riesgo	211
Figura 25. Representación gráfica algoritmo Restrepo	220
Figura 26. Convenciones del gráfico del algoritmo Restrepo	221
Figura 27. Matriz de precios esperados	224
Figura 28. Posición inicial del balón	225
Figura 29. Generación de jugadores utilizando intercambio de pares	226
Figura 30. Caminata uno (1)	227
Figura 31. Caminata dos (2)	229
Figura 33. Generar segunda solución "S1" (posición del balón)	230
Figura 34. Generar jugadores usando intercambio de pares (1,2)	231
Figura 35. Caminata uno (1)	232
Figura 36. Caminata dos (2)	232
Figura 37. Número de posiciones que se agotan	233
Figura 38. Precios promedio reales de las acciones	239

LISTA DE GRÁFICAS

	Pag.
Gráfica 1. Distribución normal y precios históricos	86
Gráfica 2. Promedio móvil Bancolombia sobre precios promedio de negociación último año	188
Gráfica 3. Promedio móvil Suramericana sobre precios de de negociación último año	190
Gráfica 4. Promedio móvil Colombiana de Inversiones sobre precios de negociación último Año	192
Gráfica 5. Promedio móvil Corfivalle sobre precios de negociación último año	193
Gráfica 6. Promedio móvil Corfinversiones sobre precios de negociación último año	194
Gráfica 7. Promedio móvil Banco de bogotá sobre precios de negociación ultimo año	196
Gráfica 8. Promedio móvil ISA sobre precios de negociación último año	198
Gráfica 9. Promedio móvil Fabricato sobre precios de negociación último año	199
Gráfica 10. Promedio móvil Almacentes Éxito sobre precios de negociación último año	201
Gráfica 11. Promedio móvil Nacional de Chocolates sobre precios de negociación último año	202

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Ganancias y pérdidas	167
Tabla 2. Rentas del activo o dupont	168
Tabla 3. Rentabilidad del patrimonio	168
Tabla 4. Margen operacional	169
Tabla 5. Margen neto	170
Tabla 6. Razón corriente	171
Tabla 7. Capital de trabajo	172
Tabla 8. Tabla de endeudamiento	173
Tabla 9. Utilidad operativa por acción	174
Tabla 10. Indicadores bursátiles Bancolombia	176
Tabla 11. Indicadores bursátiles Cementos Argos	176
Tabla 12. Indicadores bursátiles Suramericana	177
Tabla 13. Indicadores bursátiles Compañía Colombiana de Inversiones	178
Tabla 14. Indicadores bursátiles Acerías Paz del Río	179
Tabla 15. Indicadores bursátiles Corfivalle	179
Tabla 16. Indicadores bursátiles ISA	180
Tabla 17. Indicadores bursátiles Fabricado	181
Tabla 18. Indicadores bursátiles Bavaria	181

Tabla 19. Indicadores bursátiles ETB	182
Tabla 20. Indicadores bursátiles Nacional de chocolates	183
Tabla 21. Indicadores bursátiles Corfinversiones	183
Tabla 22. Indicadores bursátiles Grupo Aval	184
Tabla 23. Indicadores bursátiles Banco de Bogotá	185
Tabla 24. Indicadores bursátiles Almacenes Éxito	185
Tabla 25. Indicadores bursátiles Tablemac	186

RESUMEN

En este trabajo de investigación se propone un algoritmo para el problema de optimización de activos financieros más concretamente en la negociación de acciones en el corto plazo, en la bolsa de valores de Colombia. Este algoritmo, esta basado en la estrategia denominada “Método R “; el problema al que se piensa dar solución es conformar el portafolio de acciones más cercando al óptimo de tal manera que garantice al inversionista la máxima rentabilidad y el mínimo riesgo.

Este documento expone paso a paso las técnicas para el análisis de la información, el cálculo de volumen más próximo al óptimo a negociar, el método utilizado para calcular precios esperados de las acciones y la aplicación del algoritmo del Método R. El objetivo, es desarrollar un modelo que facilite la toma de decisiones financieras a la hora de invertir en Renta Variable en la Bolsa de Valores de Colombia; para lograr este cometido se diseña una herramienta “El D.S.S” en **Visual Basic** para Excel, haciendo que el proceso de toma de decisiones sea más dinámico y con resultados obtenidos en el menor tiempo posible, conllevando a que el margen de comparación entre lo real en la Bolsa de Valores y los resultados suministrados por esta herramienta sean mínimos.

ABSTRACT

In this investigation work he intends an algorithm more concretely for the problem of optimization of financial assets in the negotiation of actions in the short term, in the stock exchange of Colombia. This algorithm, this based on the denominated strategy "Method R"; the problem to which one thinks to give solution is to conform the briefcase of actions more fencing to the good in such a way that guarantees the investor the maximum profitability and the minimum risk.

This document exposes step to step the techniques for the analysis of the information, the calculation of next volume to the good one to negotiate, the method used to calculate prospective prices of the actions and the application of the algorithm of the Method R. The objective, is to develop a model that facilitates the taking of financial decisions when investing in Rent Variable in the Stock exchange of Colombia; to achieve this made a tool it is designed "The D.S.S" in Visual Basic for Excel, making that the process of taking of decisions it is more dynamic and with results obtained in the smallest possible time, bearing to that the comparison margin among the real thing in the Stock exchange and the results given by this tool is minimum.

INTRODUCCIÓN

En el mundo moderno, los mercados se han perfeccionado cada día más llegando a grados nunca antes imaginados; tanto así que hasta las compras se hacen virtualmente, las personas no necesitan salir de su casa para pagar sus servicios o realizar cualquier transacción. Efectivamente; el mercado financiero no se queda atrás y con mucha razón, puesto que es éste precisamente el que más agilidad y precisión demanda a la hora de realizar las transacciones, cuando de mercado de capitales se trata ya que; es éste un mercado que no da espera en donde las decisiones deben tomarse en el instante y sin temor a dudas dado que esto acarrearía grandes pérdidas para la organización.

Es por esto que cada empresa, cada **trader**, encuentra una forma diferente de realizar el análisis que a su juicio sea el más acertado para entrar a tomar la decisión más correcta. El análisis tanto fundamental, como el técnico se tornan básicos a la hora de tomar una decisión de tal envergadura y las técnicas para perfeccionar este tipo de análisis se hace cada vez más necesaria en un mundo que no acepta margen de error y que los cobra con creces. Por esta razón, el presente trabajo pretende mostrar una herramienta ágil, y con un alto grado de acertividad a la hora de realizar un análisis técnico para la correcta toma de decisiones en la escogencia de un portafolio de inversión en negociación de acciones a través de la creación de un D.S.S (Sistema de Soporte de Decisiones),

en **Visual Basic** para Excel, diseñado especialmente para obtener en el menor tiempo posible las combinaciones más cercano al óptimo dentro de la negociación de acciones en bolsa.

Para lograr este cometido se utilizará una metodología basada en algoritmos metaheurísticos más concretamente con el Método R. Éste nace del deseo de explorar otro método que permita encontrar una solución al problema de la entrega de pedidos. Este algoritmo toma algunos eventos y elementos que intervienen en un partido de fútbol (campo de juego, balón, jugadores). El campo de juego es el espacio de soluciones posibles, las posiciones del balón y de un grupo de jugadores son soluciones buenas y malas del problema. Es de anotar; que se eligió dicha metodología puesto que, algunos estudios recientes demuestran las ventajas prácticas de este enfoque para resolver diversos problemas de optimización clásicos y reales.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se describe la situación actual que caracteriza el objeto de análisis o de investigación el cual se generaliza en una pregunta ¿Cómo negociar acciones (comprar y vender) en el corto plazo en la Bolsa de Valores de Colombia, adaptando la metaheurística del Método R?.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El mercado accionario en Colombia es un mercado por explorar, esto se debe a muchos factores tales como temor o desconocimiento. Motivo por el cual, se desaprovechan muchas oportunidades que ofrece el mercado bursátil como la obtención de una alta rentabilidad; la mayor incertidumbre del capitalista es cómo invertir su dinero, en dónde, cómo comprar, cuándo vender; en resumen cómo conformar el portafolio de inversión de renta variable en el corto plazo de tal manera que obtenga la máxima rentabilidad y el mínimo riesgo. Por ésta razón, se hace necesario desarrollar investigaciones que le brinden herramientas al inversionista de tal manera que le permita obtener una visión de lo que pueda suceder en el mercado accionario lo que facilita y simplifica el proceso de toma de decisiones financieros. A su vez, se incentive la inversión en este campo de la economía del País aún inexplorados por muchos.

FÓRMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo negociar acciones (comprar y vender) en el corto plazo en la Bolsa de Valores de Colombia, adaptando la metaheurística del Método R?

Para dar respuesta a esta incógnita se seguirá un proceso sistemático y se realizará una investigación exhaustiva y al final se diseñará un D.S.S. en **Visual Basic** para Excel herramienta que facilitará la toma de decisiones financieras en el corto plazo en renta variable.

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuentan actualmente los inversionistas en renta variable con una guía para la realización de sus inversiones?
- ¿Existen métodos y/o modelos que permitan pronosticar la evolución de los precios y el riesgo de las acciones que conformaran un portafolio de acciones?
- ¿En la actualidad se ha aplicado algún algoritmo metaheurístico al problema de optimización de activos financieros en negociación de acciones y que tan viable es la adaptación de la metaheurística del Método R como respuesta a esta problemática?

- ¿Existen suficientes y adecuadas herramientas tecnológicas que soporten o faciliten la toma de decisiones en la negociación de acciones en la Bolsa de Valores de Colombia?
- ¿Ese modelo basado en algoritmos permite comparar los resultados con datos reales de la Bolsa de Valores de Colombia y estimar el margen de error?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo que facilite la toma de decisiones para la inversión en acciones de la bolsa de valores de Colombia adaptando el Método R.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◆ Realizar una guía sobre las diferentes inversiones en activos financieros de renta variable en los mercados bursátiles.
- ◆ Seleccionar las acciones de alta bursatilidad accionaria de la Bolsa de Valores de Colombia.
- ◆ Aplicar un método de simulación para pronosticar la evolución de los precios y el riesgo de las acciones colombianas que conforman el portafolio de inversión.
- ◆ Elaborar una herramienta un (D.S.S) en **Visual Basic** para Excel que soporte la toma de decisiones en la negociación de acciones.
- ◆ Validar el Modelo desarrollado con los precios reales de las acciones.

- ◆ Desarrollar el algoritmo del Método R ajustado a la negociación de acciones.
- ◆ Evaluar día a día el movimiento de las acciones de alta bursatilidad de bolsa frente a los resultados obtenidos a través del Método R.
- ◆ Utilizar el modelo de Markowitz para obtener el volumen a negociar de cada una de las acciones seleccionadas.

3. JUSTIFICACIÓN

Conscientes de los nuevos retos que enfrentan las organizaciones y sobre todo al avizorar el entorno tecnológico que nos enmarca una nueva era virtual, en que el tiempo es implacable y las decisiones deben ser certeras, donde no hay pie al error y en el cual la información veraz, confiable, detallada y sobre todo ágil se convierte en parte fundamental del éxito de las empresas del futuro, es indispensable armarse de herramientas que propicien tales condiciones de información, la cual, se convierte en el punto álgido en el proceso de toma de decisiones; tal investigación debe convertirse en el telescopio que permita mirar hacia el futuro para poderlo predecir cada vez con mayor exactitud, esto sobre todo, cuando se trata de temas tan vitales como lo es la inversión en activos financieros, donde el mercado no da abasto y se convierte en un voraz elemento de decisión, en el que el análisis ágil, confiable y suficientemente predecible del futuro se hace fundamental para el manejo de tan complejo mercado, y sobre todo para sacar el mejor provecho en beneficio de la organización en condiciones de tiempo, rentabilidad, riesgo y liquidez.

A raíz de tal planteamiento, es significativo encontrar una solución ágil, dinámica y confiable a este problema de naturaleza financiera, más concretamente en lo que respecta a negociación de acciones en el corto plazo, y que a su vez permita

incentivar la inversión en el mercado bursátil. En búsqueda de una solución a tal problemática, se ha desarrollado una herramienta tecnológica (D.S.S), con la cual se pretende facilitar este proceso decisivo en cualquier organización, a través de la automatización de la toma de decisiones financieras, sobre todo, en lo que compete a la negociación de acciones en el mercado público de valores. Además, se proyecta que en el largo plazo esta herramienta y sus mejoras, contribuyan al desarrollo del país, no sólo porque será un incentivo para la inversión nacional en el mercado financiero, sino también atraerán inversionistas internacionales, lo cual ayuda a aumentar el número de transacciones en el mercado bursátil colombiano y consecuente con ello, permitirá que muchas herramientas utilizadas hoy en día en el análisis técnico, sean reevaluadas y comparadas con el D.S.S desarrollado en este documento.

Por tal razón, la presente investigación esta direccionada a contribuir al mejoramiento del rendimiento financiero tanto de las empresas como de los particulares interesados en la inversión en renta variable, a través de una nueva herramienta tecnológica la cual se encarga de buscar en un universo de información, el nivel óptimo de volumen de acciones a comprar o vender dentro de un portafolio de inversión. Asimismo, buscando la máxima rentabilidad y liquidez, todo esto a través de una potente herramienta estadística dentro de las denominadas metaheurísticas de búsqueda, más concretamente con la denominada Método R. Mediante este proceso, se hace necesario entonces crear un D.S.S. (**Decision Support System**) el cual se convierte en un conveniente

instrumento de soporte para la toma de decisiones financieras de inversión para los interesados en aumentar el nivel de utilidad de sus inversiones en renta variable.

De igual manera, la información suministrada por el D.S.S es sumamente confiable, por cuanto los datos que allí se obtienen tienen un alto grado de acierto con respecto al escenario del mercado accionario, lo que facilita la predicción de precios y volúmenes de compra teniendo consecuentemente, una directriz más concreta del momento oportuno de transacción, así como del volumen de acciones a transar obteniendo resultados recomendables para el inversionista. Además, el presente modelo es una primera aproximación para una metodología que incluya otros factores que inciden en el mercado como son: la tasas de interés libre de riesgo y el mercado de divisas entre otros.

4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se ubica la investigación en la perspectiva de lineamientos teóricos sustentados en el discernimiento científico y se toma en cuenta el conocimiento previamente construido, de igual manera, se explica la concepción del hombre que enmarca la investigación y se muestra la estructura teórica y conceptual ya existente.

4.1 MARCO FILOSÓFICO - ANTROPOLÓGICO

Consientes de que el mundo moderno caracterizado por grandes avances tecnológicos exige al ser humano actual respuestas rápidas, concretas y continuas, especialmente en lo que se refiere a su postura frente a la vida, esencialmente en el aspecto económico; el cual hoy se antepone a otros aspectos de la vida, enfrentando al hombre a ser más ágil en sus decisiones para no tener que sacrificar su esfera sentimental, todo esto aunado a la concepción moderna de un hombre productivo cuyo principal objetivo es producir cada vez con mayor rapidez y eficiencia valiéndose de herramientas que faciliten esa actividad productiva. Consecuente con ello, las tecnologías de la información están cambiando el mundo con una velocidad y profundidad sin precedentes en la

historia del hombre, contribuyendo a un mejor conocimiento de la naturaleza humana (por ejemplo el descubrimiento y desciframiento del genoma humano), y de la situación concreta de los humanos hoy existentes sobre la tierra (desarrollo de los medios de información y comunicación a distancia), con lo que es posible aplicar esos conocimientos para un mejor vivir del hombre (por ejemplo utilización de los conocimientos de la ingeniería genética para el desarrollo de la medicina), convirtiendo al hombre en un verdadero capital diferenciador.¹

Teniendo este aspecto como referente, a continuación se presentan las diferentes concepciones del ser humano que han tenido grandes pensadores a través de la historia y las cuales dan una referencia de la postura que toma el ser en la presente investigación.

Desde el principio, en la primera reflexión que el hombre hace de si mismo, encuentra varias características que lo definen y lo distinguen de los demás seres naturales; al mismo tiempo se hace consciente de que tales características no se han desarrollado en él, más que en una pequeña parte. Por tanto, su primera preocupación será desarrollar esas características que ahora concibe como capacidades humanas y ese anhelo se convierte en su aspiración fundamental, como la de llevar al límite tales capacidades a través de la investigación y la creación de nuevos métodos y herramientas de trabajo que le permitan hacer su vida más placentera.

¹ CUESTA, Fernandez Felix. La Empresa Virtual. Bogotá. Mc Graw Hill.1998. p.283.

Un rasgo muy humano es la satisfacción de las necesidades a través del trabajo; en el ejercicio de éste, se desarrollaron diversas técnicas y herramientas cuyo correcto uso conforma el conocimiento. Se comprende de inmediato que por medio de la comprensión se puede tener una relación más productiva con el medio natural; desde esta perspectiva, la primera aspiración del hombre es entonces la de conocer. Así lo comprendieron y analizaron pensadores como Sócrates, Platón y Aristóteles. Epicureistas y Hedonistas no consideraron tan importante la necesidad de conocer, sino que conciben al hombre como un ser que aspira ser feliz. En la interminable búsqueda de tal felicidad a través de un escrutinio racional, el hombre busca dar solución a problemas que rodean su mundo circundante.

Los evidentes y necesarios supuestos naturales y culturales del hecho económico, también nos permiten distinguir el origen natural de la economía, como dimensión natural del hombre, del origen cultural de la actividad económica; ésta salta desde el plano familiar de seguridad y subsistencia biológica, al orden social, para representar la manifestación del trabajo comunitario, sea específico o especializado, de carácter supletorio o complementario. Del mismo modo, supone la inteligencia del hombre y su habilidad cultural, a partir de la cual, se busca la utilidad de la madera. Por eso decimos que los dones del mundo natural y el cultivo intelectual del hombre son los supuestos naturales y culturales del hecho económico.

Posteriormente se conoció la concepción del **Homo-economicus**, de la cual se requiere profundizar en su definición y el nuevo concepto de racionalidad, tratando de integrar en una unidad que sea algo más que la suma de dos enteros, el viejo homo-económicus movido por el interés propio, al que se le adiciona la parte contemporánea la demanda del bien que depende de una recompensa fundada en el amor y la espiritualidad. En donde, el nuevo **homo-economicus** aparece como dual ².

Se puede ensayar una reflexión acerca de la relación entre las teorías económicas dominantes en un momento y circunstancias históricas dadas, y la realidad objetiva dominante (grupos de poder económico dominante) y esto presupondría una concepción del hombre y del mundo (antropología, valores, creencias, etc.) que se infiltra tácitamente en los fundamentos de las teorías económicas, y así, dicha concepción del mundo y el hombre es la coadyuva al mantenimiento y fortalecimiento de los intereses económicos, políticos, etc., que prevalecen en un momento dado. Así, los presupuestos que fundamentan las teorías económicas de Adam Smith, por citar un autor relevante, en adelante, son los mismos que fundan el comportamiento objetivo de los hombres que dirigen la economía real: el capitalismo con sus distintas etapas históricas. Con posterioridad Keynes pone en tela de juicio la previa concepción del hombre y del mundo subyacente en las teorías económicas, incluso la idea de racionalidad (**animal spirits**).

² SZYCHOWSKI, Mario Luis. Un nuevo hombre económico. Buenos Aires. Universidad Nacional de la Plata. 2004.

Siguiendo esta misma línea de pensamiento, posteriormente, Marx y Engels se constituyen en pilares de la cultura del razonamiento, al revolucionar con sus concepciones toda la antropología hasta ahora conocida. En su intento por establecer una visión que comprendiera todos los aspectos de la naturaleza humana, destacan ante todo, el trabajo que este desarrolla, como medio de transformar y dominar la naturaleza. “Si el hombre ha conquistado un puesto privilegiado ha sido gracias al trabajo, este le ha permitido evolucionar y dominar su medio”. El hombre es entonces, según esta concepción, un ser concreto en la medida que por medio de su trabajo establece las bases de su existencia, logrando poseer los medios materiales que le garanticen la satisfacción de sus necesidades básicas. Marx por su parte, contempla la idea del **Homo Faber**, la cual nace de la acepción del hombre como un producto completo de la naturaleza y afirma que las características propias del hombre (razón, voluntad y emociones) no son más que el producto de la relación del hombre con su medio natural y como tal relación se da por medio del trabajo.

Posteriormente, aparecen en el panorama Nietzsche y Freud, quienes presentan uno de los más grandes esfuerzos por construir una verdadera idea del hombre a partir de nuevas fuentes de aproximación, Nietzsche con la “voluntad del poder” el despliegue de las capacidades humanas en busca de la satisfacción de sus necesidades y Freud con una nueva idea del inconsciente como determinante de sus actos.

En la contemporaneidad, Henry Fayol fue uno de los primeros autores que empezó a trabajar sobre los problemas administrativos, insistió en que el éxito dependía más que de las capacidades personales, de los métodos que se empleaban para llegar a él; aseguraba que con: “Previsión científica y métodos adecuados de administración los resultados satisfactorios son inevitables”.³

Siguiendo con el enfoque racionalista, la Escuela Cuantitativa percibe al ser humano como un sujeto que tiene la capacidad de pensar, pero fundamentalmente como un individuo que toma decisiones.

Para el caso de la teoría moderna los sistemas el hombre es un organismo que interactúa con el medio ambiente cambiante, donde se da una visión integrada de los factores que intervienen en los procesos productivos y administrativos, como alternativa funcional para tomar decisiones estructuradas y eficaces, es una unidad que forma parte de un sistema social y económico.⁴

En virtud de las anteriores concepciones del ser humano, para la presente investigación el hombre es un ser racional, capaz de decidir su propio destino a través del trabajo, inmerso en un medio ambiente económico y social agreste y cambiante, en el cual, debe utilizar todo su potencial intelectual y el desarrollo de sus capacidades para obtener un máximo beneficio, a través del diseño y

³ Kliskberg, Bernardo. El Pensamiento organizativo del Taylorismo a la Teoría de la Organización. Madrid. Paidós .1989. p. 232-233.

⁴ Valencia, J. Fernando. Teoría General de la Administración. Manizales. ESAP. 1996. p 180.

utilización de herramientas de trabajo que propendan por el desarrollo de mejores métodos en la obtención de una máxima ganancia.

4.2 MARCO TEÓRICO

Con el propósito de fundamentar la presente investigación, a continuación se muestran las principales ideas que hoy en día existen sobre el tema objeto de estudio partiendo de lo general hasta llegar a lo particular.

4.2.1 Concepciones históricas de la tecnología y la economía.

Desde la primera revolución industrial, la tecnología ha sido un elemento crítico en el crecimiento de las naciones. Una parte significativa del crecimiento de la productividad está relacionado con el progreso técnico y aunque no existe demasiada claridad sobre esta vinculación, los límites que en su momento establecieron Marx y Schumpeter siguen siendo válidos.

Posteriormente, el conocimiento cambió de significado, cuando en 1881 Frederick Taylor aplicó por primera vez el conocimiento al estudio, análisis e ingeniería del trabajo, es decir a las herramientas. Sin embargo, solamente en las últimas décadas y de manera paulatina, se observa un interés creciente en la tecnología y en la innovación como una herramienta fundamental en la búsqueda de la

competitividad. Por lo tanto, la estrategia no puede ignorar más a la tecnología como una variable crucial.⁵

Anteriormente, el desarrollo dependía de la cantidad de energía, de recursos naturales, de trabajo y de capital; pero, tal como lo expone uno de los principales autores de la administración moderna Peter Drucker en **The future that has already happened**, hoy en día ese desarrollo depende sobre todo de la capacidad de conocimiento y de la información disponibles. Es así como, en el área de las ciencias de la gerencia y de la economía se ha venido señalando la tecnología como un factor competitivo primordial de las empresas.⁶ Es aquí, precisamente donde se revisten de especial importancia las nuevas tecnologías de la información, siendo éstas una mezcla de informática y telecomunicación, lo que está permitiendo obtener la información necesaria para poder gestionar los nuevos modelos empresariales. Pero, las condiciones y el entorno han cambiado y en la actualidad el nuevo paradigma empresarial es la competitividad y sus necesidades se basan en la información para gestionar con anticipación, encaminando todos los esfuerzos para cumplir con los requerimientos que demanda una nueva era virtual.⁷

⁵ANSOFF, Igor, Declareck, Roger y Hayes, Robert. El Planteamiento Estratégico. Madrid. Trillas.1983. p. 65.

⁶ COLCIENCIAS: en Conocimiento y Competitividad 1993. p.58

⁷ CUESTA, Op cit. P.200.

4.2.2 Decision Support Systems (D.S.S).

Avanzando en las necesidades de información en las compañías y luego de encontrar las bases de datos estructuradas, con una serie de informaciones necesarias, se puede confirmar que se esta preparado para tomar las decisiones más correctas; en este punto, se encuentran los **Decisión Support Systems (D.S.S)**, los cuales se pueden definir como “un instrumento de ayuda a la gestión orientado al nivel táctico que simula diferentes escenarios que facilitan la toma de decisiones”⁸ de lo anteriormente expuesto, se concluye que a partir de esta herramienta se pueden dar respuestas a incógnitas tan variadas como ¿Qué pasaría si cambiaran una serie de circunstancias?, o ¿Qué pasaría si frente a un cambio reaccionamos de una forma u otra y todo ello presentado de forma tan sencilla que permite su entendimiento fácil y rápido?.

4.2.3 El método científico.

El método científico es uno de los temas que esta intrínsecamente ligado a cualquier trabajo de investigación, por esta razón, vale la pena referenciarlo en este apartado, pues es relevante su importancia en el desarrollo del presente estudio. Del método científico, se puede afirmar que en las ciencias sociales debe ser aplicado de modo positivo y no de modo normativo, así como en el presente trabajo de investigación, es decir, que la investigación positiva se debe preocupar por lo que es y no por lo que se piensa debe ser.

⁸ MENDEZ. Álvarez, Carlos Eduardo. Metodología. Santa Fé de Bogotá. Mc- Graw Hill Interamericana.1995. p. 209.

Toda investigación, nace de algún problema observado o sentido de tal forma que no puede avanzar a menos que se haga una selección de la materia que se va a tratar. Esta selección, presupone alguna hipótesis que guiará y al mismo tiempo delimitará el problema que se va a investigar. Además, el conjunto de procesos o etapas de que se sirve el método científico, tales como la observación y la recolección de datos posibles, la hipótesis que procura explicar provisionalmente, las observaciones en forma simple y viable, la experimentación que da al método científico también el nombre de método experimental, a la inducción de la ley que proporciona el resultado del trabajo de investigación.⁹

El método científico aprovecha también el análisis y la síntesis, los procesos mentales de la deducción y la inducción; procesos comunes a todo tipo de investigación. El método científico se puede definir como un procedimiento riguroso, formulado de una manera lógica para lograr la adquisición, organización o sistematización y expresión o exposición de conocimientos, tanto en su aspecto teórico como en su fase experimental.¹⁰

De acuerdo con lo anterior, el método lo constituye el conjunto de procesos que el hombre debe emprender en la investigación y la demostración de la verdad, así, el método permite organizar el procedimiento lógico por seguir en el conocimiento y llegar a la observación, descripción y explicación de la realidad. El objeto de

⁹ A.L. Cervo y P.A. Bervian, Metodología Científica. Norma. Santa Fé de Bogotá. 1998. p.19

¹⁰ DE LA TORRE, Ernesto y Ramiro Navarro, Metodología de la Investigación. Bogotá. Norma. 1998.p.3.

investigación determina el tipo de método que se ha de emplear. El enfoque de estudio que ocupa a la economía, a la administración y las ciencias contables puede percibirse por la experiencia, de allí que se puede hablar de método experimental, el cual se caracteriza por las diversas etapas o procesos que el investigador debe tener en cuenta en la búsqueda de respuestas a sus problemas de investigación.

Dejando de lado la parte tecnológica a la que se ha hecho referencia, se adentrará un poco más en el ámbito financiero que es la parte complementaria y no por ello menos trascendental de la presente investigación, la cual es más contemporánea y presenta criterios muy específicos de este campo.

4.2.4 El mercado de capitales.

El mercado de capitales es el conjunto de mecanismos a disposición de una economía para cumplir la función básica de la asignación y distribución, en el tiempo y el espacio, de los recursos de capital, los riesgos, el control y la información asociados con el proceso de transferencia del ahorro a la inversión. Dicho mercado, se constituye en el sitio donde convergen los empresarios en busca de recursos para financiar sus proyectos o sus necesidades de capital, y es ahí donde juega un papel importante el inversionista quien es el agente encargado de suministrar los recursos participando del mercado obteniendo una retribución que el interesado está dispuesto a ofrecer, ya sea mediante el pago de dividendos,

o intereses los cuales siempre estarán por encima de otras entidades financieras, para que sea atractivo para los inversionistas.

En la bolsa de **New York o Wall Street**, símbolo del mundo financiero, donde están inscritas 1.600 compañías se tiene como requisito de ingreso, el registro de utilidades antes de impuestos por US \$2.5 millones; mínimo un millón de acciones en circulación entre el público; activos netos tangibles de US \$16 millones y por lo menos 2.000 accionistas que tengan un máximo de 100 acciones cada uno. Es evidente la cultura que existe en los Estados Unidos, el centro de los negocios mundiales donde la inversión en acciones es altísima, al igual que en otros países vecinos como México, Brasil y Chile donde la participación accionaría alcanza el 15%.

Invertir en Bolsa en Estados Unidos a través de Internet se ha convertido en un pasa tiempo. La aparición de nuevos inversionistas es imparable. Los informes trimestrales de US Pipher Jaffra mejoran cada vez sus resultados y superan con creces todo tipo de previsiones. A finales de 1998 el número de cuentas para poder realizar transacciones en línea era de 7.3 millones, un 13% más que en el año anterior. Se estima que existen cuatro millones y medio de estadounidenses que invierten sus ahorros desde un computador personal situado en su casa o su trabajo, realizando un promedio de 336,700 operaciones diarias.

4.2.5 Principales indicadores bursátiles del mundo.

Los principales índices que miden el comportamiento de las principales bolsas del mundo son.¹¹

(NASDAQ Composite Index): mide todas las acciones comunes del mercado doméstico y de fuera de los Estados Unidos que están inscritas en el mercado de acciones NASDAQ. Este índice es ponderado por el valor de mercado.

Promedio Industrial Dow Jones – DJIA (**Dow Jones Industrial Average**): preparado y publicado por **Dow Jones & Co.**, es el más antiguo índice continuo del mercado de los Estados Unidos y el más utilizados de todos los indicadores del mercado.

Índice Compuesto de la Bolsa de **New York** (**NYSE Composite Index**): el índice comprende todas las acciones que se encuentran registradas en la Bolsa de **New York** y básicamente mide los cambios en el valor agregado del mercado de las acciones comunes de la Bolsa de **New York**, ajustado para eliminar los efectos de capitalizaciones, ingresos y salidas.

Índice Compuesto de la Bolsa Americana (**AMEX Composite**): refleja el valor agregado del mercado de todos sus componentes con referencia al valor agregado a diciembre 29 de 1995 y se desarrolló con una base de 550 en

¹¹ Publicación: Grupo de Investigación Financiera Universidad Tecnológica de Pereira, "Portafolios de inversión en acciones optimizado", 2004. p. 8-10

diciembre 29 de 1995. Los componentes de este índice incluyen emisiones comunes o ADR's de todas las compañías registradas en la Bolsa Americana (AMEX), REITs, asociaciones maestras limitadas y otros vehículos de inversión.

Índice NASDAQ 100 (NASDAQ 100 Index): este índice fue lanzado en enero de 1985 y representa las emisiones domésticas e internacionales no financieras más grandes y más activas listadas en Nasdaq.

NIKEY: es el índice general utilizado en la bolsa de Honk Kong F.T. **Financial Times**; utilizado en la bolsa de Londres. En Colombia la ley 527 de 1.999 referente al comercio electrónico los reconoce jurídicamente y los admite como prueba; da valor a las firmas digitales; permite la declaración de renta y de aduanas a través del ciberespacio y se compromete a masificar el Internet reduciendo las tarifas y creando incentivos para establecer **CALL CENTERS** y empresas dedicadas al diseño de Software de páginas WEB, al igual que nacen entidades como el DECEVAL (Deposito Central de Valores), la Bolsa de Valores de Colombia, y se le da más impulso a la Supervalores y otras entidades de control. De igual manera, el mercado accionario es administrado por las Bolsas de Medellín, Bogotá y Occidente, y mediante la Resolución 270 de 2001, la Supervalores autoriza la constitución de la Bolsa de Valores Colombia S.A, la cual administra el MEC (Mercado Electrónico Colombiano).

Dada su importancia a continuación se presentan algunos aspectos importantes de la Bolsa de Valores de Colombia la cual fue obtenida de su portal en el sitio web www.bvc.com.co.

4.2.6 El IGBC (Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia).

El Índice de la Bolsa de Valores de Colombia es el IGBC¹², el cual corresponde al indicador bursátil del mercado de la Bolsa de Valores de Colombia, refleja el comportamiento promedio de los precios de las acciones en el mercado, ocasionado por la interacción de las fluctuaciones que por efecto de oferta y demanda sufren los precios de las acciones.

Es el instrumento más representativo, ágil y oportuno para evaluar la evolución y tendencia del mercado accionario. Cualquier variación de su nivel, es el fiel sinónimo del comportamiento de este segmento del mercado, explicando con su aumento las tendencias alcistas en los precios de las acciones y, en forma contraria, con su reducción, la tendencia hacia la baja de los mismos.

El índice de la Bolsa de Valores de Colombia - IGBC mide de manera agregada la evolución de los precios de las acciones más representativas del mercado. El objetivo principal es reflejar la variación en el tiempo del precio de tal forma que cumpla el requisito de replicabilidad, es decir, que a partir del mismo se pueda

¹² Sitio Web Bolsa de Valores de Colombia "Acerca del IGBC" En: www.bvc.com.co

conformar un portafolio con las acciones del índice y así tener una base fundamental para la construcción de productos derivados.

Para la composición del Índice General se buscaron las acciones más representativas en función de su rotación y frecuencia, de esta forma el número de acciones que compone la canasta para el índice será variable y se calculará cada trimestre así: enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre, octubre-diciembre, el último día hábil del trimestre anterior por ejemplo: vigencia enero-marzo, se calcula el 28 de diciembre del 2000 y empieza a regir el 2 de enero del 2001.

El índice general se calculará en cada instante de las negociaciones, y el valor definitivo del día será calculado 30 minutos después del cierre del mercado.

Para completar la información del mercado accionario se calculan también algunos índices sectoriales los cuales inicialmente serán: Sector Industrial (INDC), Sector Financiero (FINC) y Sector Servicios Varios (VARC), sin embargo a corto plazo se proyecta la creación de índices sectoriales para: Sector Agrícola (AGRC), Sector Comercio (COMC), Sector Servicios Públicos (PUBC) y Sector Sociedades Inversoras (INVC), entre otros.

Invertir en acciones se constituye en una inversión en activos de renta variable, los cuales son títulos valores que por sus características solo permiten conocer la rentabilidad de la inversión en el momento de su redención, dependiendo del desempeño de la entidad emisora, con dicho título valor se pueden obtener dos tipos de rentabilidad, la que se obtiene por la valorización que la acción haya

adquirido en el mercado; es decir, cuánto está dispuesto a pagar el mercado de más por ella, y la otra los dividendos que la empresa emisora paga a sus propietarios al cabo de un tiempo, ésta última está relacionada con el desempeño económico de la empresa emisora.

Al ingresar a la Bolsa de Valores de Colombia se puede obtener los registros históricos de las acciones transadas en bolsa, sitio donde se llevan todas las estadísticas diarias de los precios de todas las acciones, al igual que las estadísticas de los índices de bursatilidad.

A través de los comisionistas se pueden adquirir acciones, con el fin de tener una rentabilidad en el corto plazo, fijando el precio de dicha acción en un futuro, sin importar la volatilidad de las acciones, es decir que se puede comprar acciones con una renta fija para ser vendidas en el corto plazo con una rentabilidad fija, éste mecanismo permite minimizar el riesgo de las inversiones, pero se puede perder rentabilidad debido a que los precios varían cada minuto mientras se esté en el horario de bolsa, momento en el cual se puede vender dicho paquete y así obtener muy buena rentabilidad.

Tanto el análisis fundamental como el análisis técnico, juegan un papel importante dentro del presente trabajo, ya que permiten depurar el grupo de acciones menos atractivas, es por ello que a continuación se presentan los aspectos más importantes de estas dos herramientas financieras, los cuales son tomados del

sitio web de la Supervalores en cartilla los comisionistas.¹³

4.2.7 Análisis fundamental.

El Análisis fundamental es el estudio de toda la información disponible en el mercado sobre el emisor del instrumento financiero y su entorno empresarial, financiero y económico con la finalidad de obtener su verdadero valor y así formular una recomendación de inversión. Este método recopila y analiza la información histórica pretendiendo anticipar el comportamiento futuro de un título que se cotiza y negocia en bolsa. En este análisis se consideran los factores que determinan el precio de una acción tienen relación con la capacidad de los activos subyacentes de generar utilidades. Los factores determinantes en el valor de una acción se relacionan con las perspectivas del sector productivo al que pertenece la empresa emisora, con la calidad de sus procesos de producción respecto a los de la competencia, con la competencia de su equipo directivo, etc. quienes determinan el nivel de utilidades que podrá generar la empresa.

Determinado este nivel, quien piense comprar acciones deberá evaluar, frente a su precio actual, cual es la relación precio/ganancia (la RPG, le indica cuanto tiempo se tardaría en recuperar la inversión realizada en una acción, dado el nivel actual de utilidades) que presenta esta acción, y como se sitúa dicha relación respecto de empresas similares; pero como la relación precio/ganancia, está calculada sobre las utilidades del pasado, y no sobre las proyectadas, se deberá

¹³ Sitio web Superintendencia de Valores; "Cartilla los Comisionistas", 2004 En: <http://www.supervalores.gov.co/comival.htm> p. 16-17.

comparar si ese valor histórico es mayor o menor que el estimado en sus cálculos. Si, por ejemplo, es menor, lo aconsejable es comprar, pues hay una distorsión que el mercado no tardará en corregir. También deberá considerar si la relación precio/utilidad esperada está por debajo de otras empresas del mismo sector, pues en tal caso también hay una distorsión que el mercado corregirá, premiando a los tenedores de esa acción con una ganancia. Ese tipo de análisis debe incorporar una serie de elementos que afectan la capacidad de generación de utilidades de las empresas, que no son del todo previsible, pero que tienen gran incidencia en esa capacidad; factor clave es el de las perspectivas de evolución de la tasa de interés, pues el costo de alquiler del dinero incide directamente sobre los costos de la empresa y sus utilidades, por la vía de los gastos financieros, e indirectamente, por el efecto que el nivel de la tasa de interés tiene sobre la actividad económica en general. De allí se sigue que en el análisis fundamental es necesaria una dosis adecuada de análisis macroeconómico.

También es posible calcular el Beta como una razón de la covarianza entre los rendimientos de la acción y del mercado y la varianza del mercado. El Beta se puede hallar aplicando un modelo de regresión en el que la variable dependiente es el rendimiento histórico de la acción y la variable independiente es el rendimiento histórico del mercado. Como complemento importante se tienen los coeficientes de determinación (R-cuadrado) que informan acerca del porcentaje del riesgo sistemático que está explicando el Beta dentro del riesgo total.

Hay aún otros factores que se deben tener en cuenta en el momento de comprar una acción: éstas no tienen solamente riesgo de precio; existe, por ejemplo, un riesgo de liquidez, que hace que, para dos acciones con iguales perspectivas de generación de utilidades, usted deba preferir aquella que se negocia con más frecuencia y en mayores volúmenes en el mercado, deba preferir la que tiene mayor "bursatilidad". Para ello, debe informarse sobre el índice que se calcula en los mercados. Pero acaso una mayor bursatilidad para un período dado sea producto de alguna circunstancia particular, y al tomar ese período como parámetro de evaluación, se esté formando un juicio sesgado sobre la liquidez a largo plazo de esa acción. Para evitar tales inconvenientes, debe recurrir, en su evaluación, a una comparación de los índices de "Gini" de las respectivas empresas, que le indican el grado de concentración de la propiedad de las acciones.

4.2.8 Análisis Técnico¹⁴.

El análisis técnico de acciones pretende pronosticar las variaciones futuras de un instrumento bursátil basándose exclusivamente en la evolución de las cotizaciones a lo largo de un período de tiempo. Este estudio se realiza mediante el manejo de indicadores y gráficos que reflejan el precio de una acción y su volumen a través del tiempo, con el fin de determinar las tendencias futuras de los precios mediante el análisis de factores claves: el precio, el tiempo y el volumen de acciones negociadas. A partir de la información histórica de las variables precio, volumen

¹⁴ Sitio web Superintendencia de Valores; p. 15-16

de acciones transadas se puede aplicar diferentes técnicas matemáticas y heurísticas para simular el comportamiento futuro de los títulos en el mercado y complementar el análisis fundamental y técnico básico. Esta es una herramienta de análisis desarrollada por quienes consideran que el valor de una acción se determina exclusivamente por lo que el mercado está dispuesto a pagar por ella. Obviamente, la cuestión no se reduce a saber cuánto se paga hoy por una acción; de lo que se trata es de saber cuánto se estará dispuesto a pagar mañana por esa misma acción, de prever la evolución de su precio, previsión posible, según los seguidores de esta escuela, porque los precios de las acciones tienen una inercia derivada de la inveterada costumbre de los inversionistas de acordarse cuánto pagaron o habrían podido pagar en el pasado por una acción en particular y de la propensión de actuar en función de ese recuerdo; así, una acción cuyo precio va en alza debe continuar subiendo, pues todos aquellos que no compraron al comienzo del alza y han visto a otros ganar tratarán de "subirse al tren de ganadores", ellos también, y demandarán la acción, alimentando el alza. Tal tendencia se ve contrarrestada por otras fuerzas estabilizadoras, derivadas también de la memoria que tienen los inversionistas; aquellos, por ejemplo, que habían comprado antes de que el alza se iniciara, y que acaso habían visto desvalorizarse su inversión, procederán acaso a ofrecer en venta sus acciones tan pronto el precio alcance el mismo nivel al que adquirieron sus acciones. ¿Cuál de estas fuerzas se impondrá en la fijación del precio? El analista técnico cree, armado de sus instrumentos, poder prever el resultado; ayudado, hoy en día, por las hojas de cálculo, en las que registra día a día en un gráfico los precios

máximos, mínimos y de cierre de una acción y los une con una franja; ese ejercicio, al cabo de varios días, le muestra la tendencia de precio de la acción; en el mismo gráfico, y para cada día, registra los volúmenes transados en esa acción. Un mercado con volúmenes de transacción similares a los habituales y con tendencia al alza de precios, indica que el movimiento hacia arriba debe continuar. Un precio por debajo de la franja, pero con poco volumen de transacciones, es un signo, poco alarmante, de un nivel de resistencia; pero ese mismo precio en un mercado más activo que de costumbre puede ser signo de un cambio de tendencia, del cual el inversionista debe estar enterado para adoptar su decisión. Este tipo de análisis conoce refinamientos que su comisionista puede poner a su disposición para invertir en acciones.

4.2.9 Análisis del comportamiento económico.

Con el fin de conocer las condiciones de inversión tanto al margen nacional como mundial, a continuación se presentan apartes del informe sobre el panorama económico, el cual fuera publicado por el grupo de investigaciones económicas de Suvalor.¹⁵

4.2.9.1 Panorama mundial. en lo corrido de 2005, las economías de la región andina han presentado un comportamiento positivo aunque con un menor dinamismo al registrado en 2004. La positiva evolución está asociada al

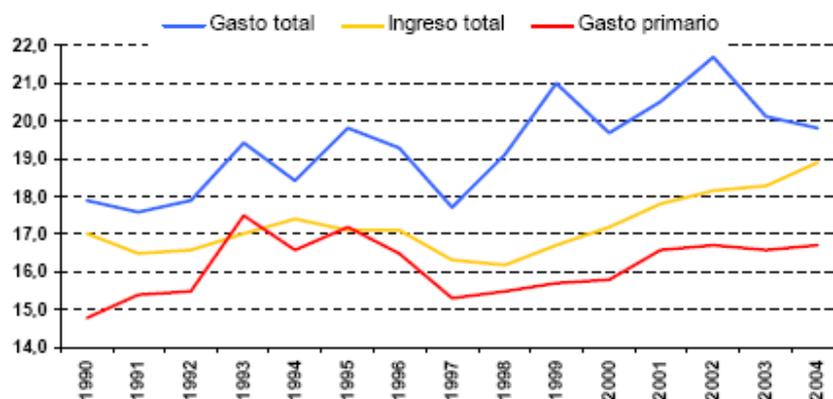
¹⁵ Sitio Web Corfinsura-Suvalor, "Informe Macro CORFINSURA-SUVALOR ene-05 a feb-05. "El Mundo en el 2005", 2004. En: [http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/\(pwoz3q55nvqmmm55f2mijout\)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=5165](http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/(pwoz3q55nvqmmm55f2mijout)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=5165) p. 1-2

incremento de los precios de los productos básicos y materias primas en el mercado mundial, lo que ha contribuido al mejoramiento de la relación comercial de estos países con el resto del mundo. Se estima que este escenario puede continuar en el 2006, si se tienen en cuenta las negociaciones que se adelantan actualmente sobre acuerdos comerciales y al posicionamiento como proveedores de materias primas de economías en expansión como China. Asimismo, la demanda interna y los flujos de inversión externos han impulsado el comportamiento positivo de la región. A pesar de los incrementos en los precios del petróleo, los precios de la región han experimentado un comportamiento descendente. Venezuela presenta la tasa más alta de inflación de la región. En noviembre la variación mensual fue de 1,06%, y así la variación acumulada en el año es de 13,5%. A pesar de todo esto es inferior a la inflación de 17,3% registrada un año atrás. La inflación peruana, por su parte, ha presentado un importante descenso. A noviembre, la variación mensual fue 0,07% y la variación a 12 meses de 1,06%. Entre tanto, Ecuador presenta hasta octubre una variación doce meses de 3,63%. El alto nivel de endeudamiento y la dependencia de los flujos externos, que han sido uno de los principales problemas hacia un mayor avance y desarrollo en este grupo de países, han presenciado un entorno menos hostil. Lo anterior se debe, en parte, a que en el año 2004 y lo corrido de 2005, éstos países han obtenido mayores recaudos tributarios y se han visto favorecidos por el buen comportamiento económico. Esto a su vez ha mejorado el desempeño de las cuentas fiscales y ha permitido un mayor cumplimiento de las metas propuestas. A su vez, esto se ha reflejado en la disminución de los porcentajes de

deuda pública como porcentaje del PIB. En el caso de Venezuela, los altos precios del petróleo han ocasionado una importante disminución en el déficit fiscal, el cual pasó de 5,9% del PIB en 2003 a 2,8% del PIB en 2004. Asimismo, los saldos de deuda pública interna y externa como porcentaje del PIB han presentado una tendencia decreciente. Las cuentas fiscales peruanas han mejorado, impulsadas por el mejor y mayor recaudo tributario, en especial del impuesto de renta, por el incremento en las exportaciones mineras y la reducción del saldo de la deuda pública similarmente, los ingresos por las exportaciones de petróleo y el recaudo tributario, en especial de renta e IVA de las importaciones, han contribuido a un buen comportamiento de las cuentas fiscales de Ecuador. El endeudamiento público ecuatoriano ha experimentado un cambio ya que las fuentes externas de financiamiento han disminuido mientras las fuentes internas han aumentado. Si bien en 2000 la deuda pública externa representaba el 69% del PIB, en 2004 ésta pasó a 38,6% del PIB. Según el Informe de la CEPAL para septiembre de 2005, el comportamiento ha sido similar para toda América Latina. La tendencia a la elevación del superávit primario en un contexto de tasas de interés internacionales bajas en términos históricos, también ha contribuido a reducir la vulnerabilidad. Aunque todavía se observan altos niveles de endeudamiento en relación con el PIB, en los últimos dos años la evolución de las cuentas públicas permitió revertir la tendencia creciente que presentaba este indicador desde 1997.

La evolución de las cuentas públicas es otro de los elementos que diferencian la coyuntura de 2005, de otros períodos de crecimiento. El sector público de la gran mayoría de los países de la región está aprovechando el contexto macroeconómico favorable para fortalecer las cuentas fiscales por la vía del incremento de los ingresos, mientras que el gasto primario, expresado como porcentaje del PIB permaneció constante en los últimos tres años. América Latina: Ingresos y Gastos del Gobierno Nacional Central como porcentaje del PIB (Promedio ponderado):

Figura 1. Gasto total Ingreso total Gasto primario.



Fuente: CEPAL. Estudio económico para América Latina y el Caribe septiembre 2005.

En 2006 la dinámica del crecimiento de la región presentará una desaceleración frente al comportamiento registrado en 2005, año en el que el crecimiento promedio fue de 9,3% gracias a los fuertes incrementos en el PIB venezolano

(17,9%) y ecuatoriano (6%). Las proyecciones de crecimiento para 2006 tienen en cuenta el posible impacto de los procesos electorales en la región, los cuales serán determinantes en el comportamiento de estas economías.

Figura 2. Perspectivas de la economía mundial septiembre 2005.

	Crecimiento del PIB			Inflación (promedio del periodo)			Cuenta corriente externa (porcentaje del PIB)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Colombia	41	40	40	59	52	48	-10	-1,8	-1,5
Ecuador	69	27	28	27	20	20	00	02	24
Peru	48	55	45	37	18	26	00	03	03
Venezuela	17,9	7,8	4,5	21,7	16,6	19,0	12,7	15,9	14,9

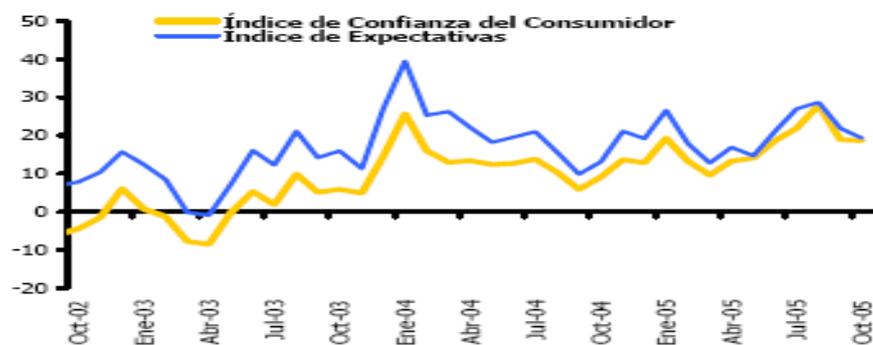
Fuente: CEPAL. Estudio económico para América Latina y el Caribe septiembre 2005.

Cada vez más evidencias de buen desempeño en 3T de 2005. Al compás de las bajas tasas de interés y la amplia liquidez del mercado, las nuevas cifras sectoriales y macroeconómicas continúan evidenciando un buen desempeño. Además éstas permiten pensar que muy posiblemente el crecimiento del PIB en el 3T de 2005 superó las expectativas. Al tiempo que en octubre las expectativas y confianza de los consumidores prosiguen en altos niveles, de 19,3 y 18,7, las importaciones hasta octubre continúan expandiéndose de forma satisfactoria en todos sus rubros, impulsadas por la activa demanda interna y por la revaluación cambiaria.

Las importaciones totales crecieron 18% frente al mismo mes del año anterior y 29,9% en el acumulado desde enero. Dentro de éstas, las que mayor expansión

mostraron fueron las importaciones de bienes de capital con un incremento anual de 27,4%, seguidas por las de bienes de consumo, con una expansión del 19,8% y por las de materias primas con 11%.¹⁶

Figura 3. Índices de expectativas y confianza de los consumidores.



Fuente: Fedesarrollo

Figura 4. Crecimiento anual de las importaciones.

	Octubre-05	Octubre-04	Variación
TOTAL IMPORTACIONES	1,714,078.10	1,452,476.50	18.0%
Bienes de consumo	368,764.11	307,851.12	19.8%
Bienes de consumo no duradero	171,557.20	144,803.32	18.5%
Bienes de consumo duradero	197,206.83	163,047.80	21.0%
Materias primas y productos intermedios	757,599.23	682,467.28	11.0%
Combustibles, lubricantes y conexos	34,638.37	10,052.53	244.6%
Para la agricultura	62,706.21	56,601.54	10.8%
Para la industria (excepto construcción)	660,254.66	615,813.22	7.2%
Bienes de capital y material de construcción	586,253.71	460,296.07	27.4%
Materiales de construcción	42,367.59	31,010.23	36.6%
Bienes de capital para la agricultura	4,596.44	4,486.67	2.4%
Bienes de capital para la industria	355,193.44	288,555.25	23.1%
Equipo de transporte	184,096.24	136,243.93	35.1%
Bienes no clasificados	1,461.05	1,862.02	-21.5%

Fuente: Dane, Cálculos Bancolombia y SUVALOR.

¹⁶ www.corfinsura.com/inveconomicas/cs505t55dnfxsp45pmg4qs45/informes/busqueda.aspx?c=c.

El amplio crecimiento de las importaciones de bienes de consumo corrobora al buen dinamismo en el consumo de los hogares; Igualmente, la expansión en las compras de bienes de capital y los altos niveles de uso de la capacidad instalada industrial (81,5%) permiten avizorar un buen panorama para la formación bruta de capital fijo. Entre tanto, la tasa de desempleo se ubicó en 10% para el total nacional y en 12,1% para las trece (13) principales ciudades del país. Así, no sólo se confirma una mayor expectativa de buen desempeño en el consumo futuro de los hogares sino también que la expansión del PIB está ya mejorando la situación laboral.

Por su parte, las exportaciones se mantienen dinámicas favorecidas por los todavía altos precios de los commodities. En septiembre de 2005 éstas presentaron una variación anual de 25,8% impulsadas por un crecimiento de 31,8% en las exportaciones tradicionales y de 20,5% en las no tradicionales. Parece ser que en el mediano plazo los determinantes de la expansión en el comercio exterior se conservan, dada la posibilidad de que los precios de los principales commodities se mantengan altos y que los más importantes socios comerciales ratifiquen las posibilidades de sostener su crecimiento en 2006.

Todo este buen dinamismo en las variables de demanda se ha reflejado también a nivel sectorial y ha irradiado a los mercados financieros locales al mantener el optimismo. Muestra de lo anterior son las cifras de demanda de energía y producción industrial, que han seguido evolucionando adecuadamente. Mientras

la primera de las anteriores evidenció un crecimiento anual de 3,43% en septiembre de 2005, datos más recientes de la demanda de energía no sólo corroboran el buen incremento sino que permiten prever buenos resultados para los últimos meses del año. En septiembre y octubre de 2005 la demanda de energía se expandió en 5,96% y 4,17% frente al año anterior respectivamente.

Figura 5. Crecimiento anual de las exportaciones en miles de US\$.

	Valores FOB miles de US\$		
	Agosto-05	Agosto-04	Variación
TOTAL EXPORTACIONES	1,875,969.19	1,512,789.41	24.0%
Exportaciones Tradicionales	946,522.14	633,229.14	49.5%
Café	108,518.12	66,333.91	63.6%
Petróleo	623,383.79	349,022.00	78.6%
Carbón	166,070.85	157,771.28	5.3%
Ferroniquel	48,549.38	60,101.96	-19.2%
Exportaciones No Tradicionales	929,447.05	879,560.26	5.7%
Sin oro ni Esmeraldas	884,883.38	825,375.92	7.2%

Fuente: DANE.

Figura 6. Crecimiento anual de las exportaciones en toneladas métricas.

	Toneladas métricas		
	Agosto-05	Agosto-04	Variación
TOTAL EXPORTACIONES	5,871,414.0	6,579,059.5	-10.8%
Exportaciones Tradicionales	5,097,939.7	5,654,210.6	-9.8%
Café	43,050.69	39,819.48	8.1%
Petróleo	1,609,525.77	1,371,072.09	17.4%
Carbón	3,436,154.35	4,231,607.95	-18.8%
Ferroniquel	9,208.89	11,711.04	-21.4%
Exportaciones No Tradicionales	773,474.4	924,848.9	-16.4%
Sin oro ni Esmeraldas	773,471.19	924,844.44	-16.4%

Fuente: DANE.

Finalmente, vale la pena destacar que el sistema financiero ha registrado positivos y altos niveles de utilidades gracias a la valorización de los activos locales. En

octubre las utilidades del sector ascendieron hasta \$2.928.373 millones; cifra \$621.614 millones mayor a la del mismo período del año anterior.

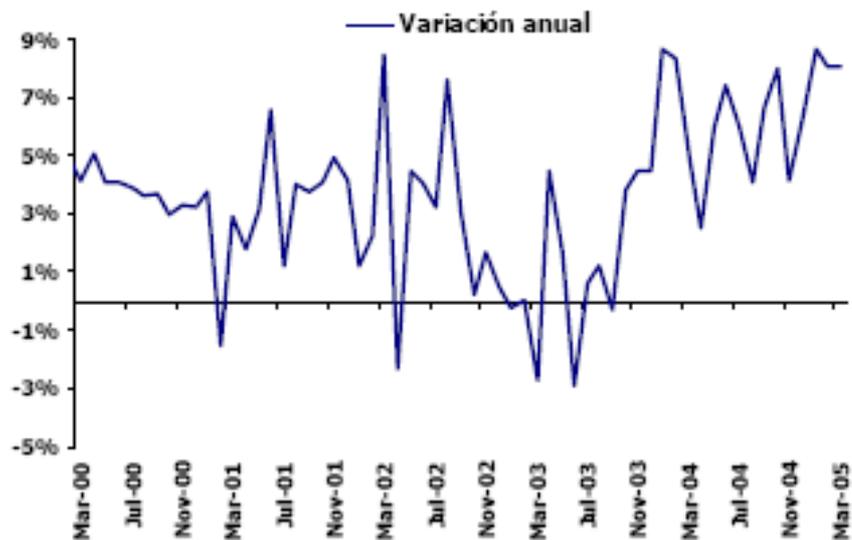
Expectativas con base en lo anterior, se podría concluir que la economía se encuentra en una etapa de auge caracterizada principalmente por una adecuada evolución de la demanda interna y del comercio internacional. Esta situación es bastante halagadora, pero asimismo hace que la brecha del producto sea más pequeña y por tanto, son cada vez menores las posibilidades de crecimiento no inflacionario. Mucha parte de ésta expansión se ha debido al alto estímulo monetario brindado por el Emisor, situación, que aunque no parece aún reflejarse claramente en la inflación, si sería insostenible en el mediano plazo.

Por lo tanto, Bancolombia y Suvalor esperan que los datos del 3T de 2005 sean bastante positivos y que el crecimiento anual en este período sea de 3,89%. Así el crecimiento consolidado de 2005 sería de 4,2% ante la expectativa de un también buen desempeño en el cuarto trimestre. Para 2006 se espera que la economía siga expandiéndose pero más que sorprender ésta deberá sostener el actual ritmo de crecimiento y consolidar la variación anual en 4,4%.

4.2.9.2 Panorama colombiano. moderado sería el crecimiento económico en el primer trimestre de 2006 resultados mixtos en los diferentes indicadores y variables relativas al crecimiento económico parecen mostrar que la economía en el primer trimestre de 2005 seguirá creciendo, sin consolidar un impulso

significativo que le permita mostrar resultados impactantes en el corto plazo. Mientras los resultados en el plano sectorial parecen mostrarse adecuados y la dinámica del empleo corrobora la percepción de un mayor dinamismo de la economía, el aumento en las importaciones se convierte cada día más en un factor erosionante de la demanda.

Figura 7. Crecimiento de las ventas en el comercio al por menor



Fuente: Dane, Cálculos CORFINSURA y SUVALOR

De esta forma, las ventas del comercio al por menor presentaron un crecimiento 8,08% anual nominal. El resultado se mantiene en línea con las variaciones anuales de los últimos meses, aunque es bastante positivo frente al 4,97% anual obtenido en el mismo período del año anterior. En la misma línea, aunque con una perspectiva más positiva, se mostraron los resultados de la industria manufacturera publicados por la ANDI. Esta agremiación afirmó que factores

como el clima favorable de los negocios y un uso de la capacidad instalada de 77,8% permitieron que durante el primer trimestre del año la industria tuviera crecimientos en su producción y ventas de 6,7% y 6,5% respectivamente. El resultado es considerado como positivo, a pesar de la desaceleración que se exhibe frente a los datos del año anterior cuando el crecimiento trimestral de la producción había sido de 8,7% y el de las ventas fuera de 7%.

En términos más desagregados los rubros que se destacaron por las más altas variaciones fueron: bienes de consumo duradero con 38,3%, materias primas para la industria con 25,8% materiales de construcción con 38,3% y bienes de capital para la industria con 36,5%.

Expectativas

El desempeño reciente de los indicadores sectoriales y de algunas otras variables macroeconómicas hace que las perspectivas sobre los resultados del crecimiento económico en el primer trimestre de 2006 continúen definiendo un panorama con variaciones moderadas pero consistentes en el PIB. CORFINSURA y SUVALOR esperan que el crecimiento económico en el primer trimestre de 2006 pueda consolidar una variación anual de 2,69% que va en consonancia con la expectativa de crecimiento de 3,5% para todo el 2005. Los anteriores pronósticos se sustentan en que los fundamentos macroeconómicos podrían lucir estables por el lado de la oferta a la vez de que en la demanda se espera un choque de

fuerzas. La perspectiva de estabilidad en la oferta surge dado que en el corto plazo es altamente improbable que pueda presentarse un fenómeno extraordinario que propicie a los sectores económicos un impulso o una caída significativa en la producción y ventas. Por el lado de la demanda, la estabilidad se espera dado que las expectativas del funcionamiento económico en los próximos meses señalan que la tendencia del mercado interno y la del comercio internacional se encontrarían en sentidos opuestos. De un lado el crecimiento interno se vería favorecido, ya que la continuación de la adecuada evolución en las tasas de interés y mejores expectativas de los consumidores harían que el consumo pueda consolidar resultados positivos en la primera cuarta parte de 2005, y en el corto y mediano plazo. Alzas también se presentarían en el gasto del gobierno por efecto de la iniciación del período preelectoral, aunque un menor dinamismo se daría en la inversión como consecuencia del deterioro reciente de las expectativas. Sin embargo, ésta última deberá mantenerse en niveles muy cercanos a los presentados en períodos anteriores sin que el desempeño de la demanda interna sea susceptible a deterioros de importancia. Finalmente se destaca que en materia comercial la expectativa no es tan positiva. La continuación de la revaluación y un esperado descenso en los precios de los commodities lograrían que en los próximos meses el déficit en balanza comercial siga apareciendo en el panorama impidiendo un mejor desempeño en el PIB.

4.2.10 IGBC.

En Diciembre, muchas movidas empresariales entraron en la recta final y fueron informados otros negocios que se desarrollarán durante 2006, lo cual, junto con la liquidez del mercado, impulsó una importante valorización de los precios de las acciones. En el último mes de 2005 el IGBC acumuló una variación de 10,61% tras cerrar en 9.513,25 puntos, con lo que en todo el año la valorización del índice fue de 118,91%. En diciembre las negociaciones en acciones totalizaron \$4,33 billones, entre los cuales se destacan los \$2,35 billones correspondientes a la OPA de Bavaria. En 2005 las operaciones en acciones sumaron \$16.63 billones, para un promedio diario de \$67.868 millones.

Figura 8. Evolución IGBC y volumen acciones último año.

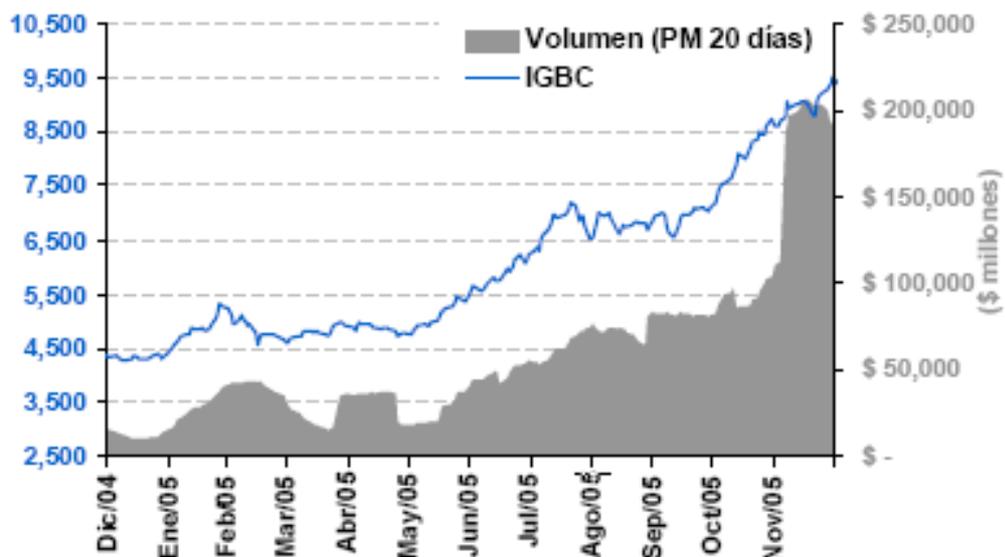
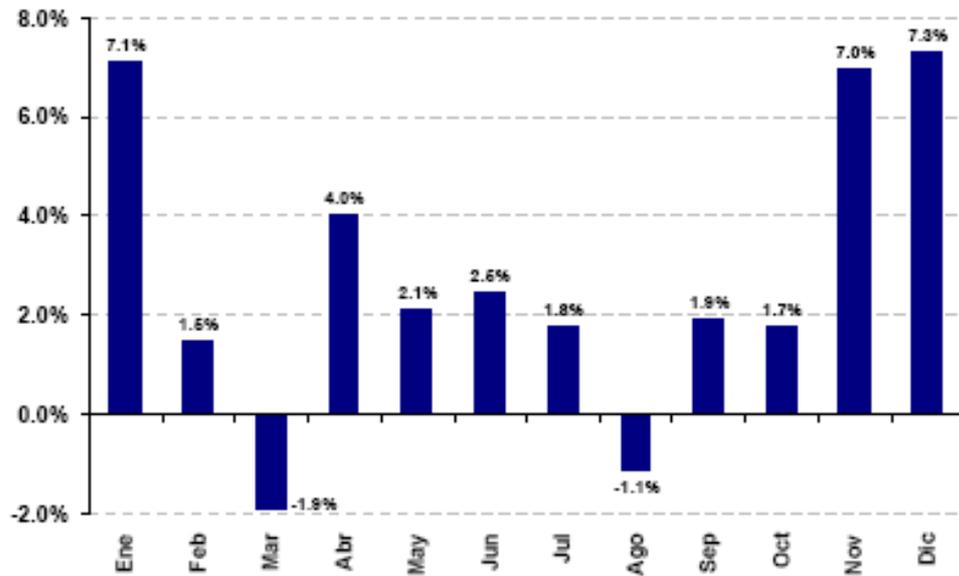


Figura 9. Promedio histórico de valorización mensual del IGBC (1990 – 2005).



Fuente: BVC, cálculos BANCOLOMBIA y SUVALOR.

Expectativas

Para 2007 en SUVALOR estima que el mercado accionario registre valorización sin dividendos cercana a 13,9%, y de 15,7% incluyendo dividendos. También esperamos que se mantenga la tendencia histórica, en la que los meses de enero, noviembre y diciembre sean los de mayores variaciones positivas mensuales; mientras que en febrero, marzo y agosto, se presenten bajas valorizaciones.

4.2.11 Análisis técnico de las acciones.

En este apartado, se relacionarán algunos de los aspectos técnicos más utilizados en el análisis de las diferentes compañías preseleccionadas. Algunos de los temas

álcidos para el desarrollo de este trabajo son tocados desde el punto de vista de la rentabilidad el riesgo y la liquidez de las diferentes acciones del portafolio.

4.2.11.1 Análisis de rentabilidad y riesgo de una acción. la materia prima para la conformación de acciones es la información de los precios diarios de las acciones y los índices del mercado bursátil. Las bolsas bien conformadas suministran este tipo de información, es el caso de la bolsa de **New York** y la Bolsa de Valores de Colombia. Las cotizaciones diarias vienen en formato Excel lo cual facilita el manejo para la conformación del portafolio, midiendo la rentabilidad y riesgo de cada una de ellas.

En el caso de Colombia, se pueden consultar dos páginas virtuales principalmente: Bolsa de valores de Colombia (bvc.com.co) y la página supervalores.gov.co.

En la pantalla principal de supervalores.gov.co, se toma la opción mercado accionario, y se podrá consultar las cotizaciones de los precios promedios ponderados diarios de las acciones en formato Excel.

Para este caso se seleccionaron los precios semanales (se puede tomar diario, quincenal, mensual), de la bolsa de acciones, se ha procurado tomar acciones de distintos sectores económicos para evitar coeficiente de correlación altos y por ende mayor concentración de riesgo.

Para el desarrollo del portafolio se preseleccionan cinco acciones (el número de acciones puede ser muy amplio, la hoja electrónica Excel lo permite), las Empresas preseleccionadas son: Cementos Argos, Bavaria, Banco de Bogotá, Bancolombia y Cementos Caribe.

Se seleccionaron cinco acciones porque un número mayor dificulta el proceso del D.S.S y del análisis de los datos. Para efecto del ejercicio se seleccionan las anteriores, pero dentro del trabajo de investigación se tomarán las que mayor rentabilidad ofrezcan en el mercado bursátil.

Figura 10. Precios promedios diarios de las acciones

	A	B	C	D	E	F
1	FECHA	CEMENTOS ARGOS	BAVARIA	BANCO BOGOTA	BANCOLOM BIA	CEM_CARIBE
2	02/01/2002	6260.78	7401.00	4400.00	1250.00	5500.00
3	08/01/2002	6250.33	7802.00	4399.96	1260.00	5500.00
4	14/01/2002	6400.00	8040.00	4300.40	1239.04	5399.52
5	21/01/2002	6952.08	8614.04	4709.21	1366.91	5900.00
6	28/01/2002	7100.95	8669.06	4724.45	1300.25	5817.17
7	05/02/2002	7110.78	8424.37	4521.01	1253.62	5799.00
8	12/02/2002	7003.46	8343.11	4792.02	1280.75	5735.19
9	19/02/2002	6576.00	7900.15	4688.86	1199.36	5500.00
10	26/02/2002	6600.67	7796.00	4695.74	1179.77	5234.21
11	04/03/2002	6310.22	7918.13	4649.73	1186.72	5250.00
12	11/03/2002	6550.00	7994.71	4815.02	1228.15	5399.66
13	18/03/2002	6718.90	8200.00	4750.04	1226.58	5399.72
14	26/03/2002	6505.86	8072.40	4927.83	1246.04	5350.00
15	04/04/2002	6500.00	8200.00	4917.08	1265.89	5350.00
16	.11/04/2002	6714.47	8320.31	5100.16	1309.86	5561.61
17						

4.2.11.2 La rentabilidad esperada de una acción. se calculan las variaciones de precios con respecto a los precios inmediatamente anteriores:

$$\text{Variación de Precio (rentabilidad o pérdida en el cambio de precio)} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Siendo: P_t : El precio semana Actual

P_{t-1} : El precio semana Anterior

La rentabilidad esperada de una acción se calcula con el valor promedio de las variaciones de los precios de la acción.

$$\text{RENTABILIDAD ESPERADA} = \frac{1}{N} \sum (\text{VARIACION DE PPP}_T)$$

$$\text{RENTABILIDAD ESPERADA} = \frac{1}{N} \sum ((\text{PPP}_T - \text{PPP}_{T-1}) / \text{PPP}_{T-1})$$

4.2.11.3 El riesgo de una acción. el riesgo en que se incurre con respecto a la rentabilidad esperada de una acción se determina por el método de Varianza / Covarianza.

La primera propiedad del promedio es que al sumar las desviaciones de una variable con respecto a su promedio daría cero.

La varianza como medida de dispersión de cada uno de los datos con respecto a su promedio para evitar la dificultad de la primera propiedad del promedio, se procede a elevar al cuadrado estas desviaciones y se suman, y se divide la suma

de los cuadrados de las diferencias por el número de valores tomados en la muestra.

$$\text{VARIANZA} = \frac{1}{N-1} \sum (X_i - X_{\text{promedio}})^2$$

$$\text{VARIANZA DE LOS PRECIOS DE LAS ACCIONES} = \frac{1}{N-1} \sum (\text{PPP}_i - \text{PRECIO}_{\text{promedio}})^2$$

Figura 11. Variación de los precios en términos porcentuales.

	G	H	I	J	K
1	arg	bav	bog	col	car
2					
3	-0.1669%	5.4182%	-0.0009%	0.8000%	0.0000%
4	2.3946%	3.0505%	-2.2627%	-1.6637%	-1.8270%
5	8.6263%	7.1398%	9.5063%	10.3205%	9.2691%
6	2.1413%	0.6387%	0.3236%	-4.8772%	-1.4040%
7	0.1384%	-2.8226%	-4.3061%	-3.5859%	-0.3123%
8	-1.5092%	-0.9646%	5.9945%	2.1638%	-1.1004%
9	-6.1036%	-5.3093%	-2.1527%	-6.3543%	-4.1008%
10	0.3751%	-1.3183%	0.1467%	-1.6336%	-4.8325%
11	-4.4003%	1.5666%	-0.9798%	0.5891%	0.3016%
12	3.7999%	0.9672%	3.5548%	3.4915%	2.8506%
13	2.5786%	2.5678%	-1.3495%	-0.1284%	0.0012%
14	-3.1707%	-1.5561%	3.7429%	1.5865%	-0.9208%
15	-0.0901%	1.5807%	-0.2181%	1.5936%	0.0000%
16	3.2995%	1.4672%	3.7233%	3.4732%	3.9553%
17					

Rango Car

La varianza se expresa en unidades tomadas al cuadrado, para solucionar el inconveniente se trabaja con la desviación estándar que mide la dispersión en términos lineales y se expresa matemáticamente como la raíz cuadrada de la varianza. La desviación estándar mide la dispersión de los valores de una variable con respecto a su promedio.

$$\text{DESV. ESTANDAR DE LOS PRECIOS DE LA ACCION} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (\text{PPP}_i - \text{PRECIO}_{\text{promedio}})^2}$$

Las variaciones se manejan en formato porcentual, y para facilitar el manejo de los rangos de datos en las fórmulas estadísticas se crean los rangos para cada grupo de datos de las variaciones:

4.2.11.4 Posibilidad de pérdida de una acción. para medir la posibilidad de pérdida de una acción o la posibilidad de alcanzar determinado nivel de rentabilidad, se aprovecha la relación existente entre el área bajo la curva y la probabilidad de los valores de la variable que sigue una distribución normal. El área total bajo la curva normal representa el 100% de la probabilidad relacionada con dicha variable. Adicionalmente, como la curva es simétrica con respecto a su media, la probabilidad de obtener un valor menor o igual a la media será de 50%, lo mismo que obtener un valor mayor o igual a la media 50%.

En términos generales, cualquiera que sea la configuración de la distribución normal, e independientemente del valor de su media y su desviación estándar, se puede determinar la proporción o área bajo la curva normal que se encuentren entre tantas veces la desviación estándar, con respecto a la media.⁵

4.2.11.5 La normalización. se utiliza la media como punto de referencia y la desviación estándar. Esto equivale a estandarizar o normalizar los valores de las acciones en otra escala o variable llamada "Z", la cual expresa el número de veces que se toma a cada lado del promedio la desviación estándar.

Valor experimental – Promedio

Desviación Estándar

La posibilidad de pérdida es la medida del área bajo la curva hasta el nivel "Z".

Rangos creados para facilitar los cálculos estadísticos en la hoja electrónica.

Acción	Nombre del rango	Celdas en Excel
Cementos Argos	arg	G3: G16
Bavaria	bav	H3: H16
Banco de Bogotá	bog	I3: I16
Bancolombia	Col	J3: J16
Cementos Caribe	car	K3: K16

Con base en los datos tomados, se calcula la rentabilidad esperada, la varianza, la desviación estándar, la normalización y la posibilidad de pérdida de cada acción:

Riesgo				
Acción	Rentabilidad	Varianza	desv. Estand	Normalización
Cementos Argos	=promedio(arg)	=Var(arg)	= raiz(E21)	= normalizacion(0,E20,E22)
Bavaria	=promedio(bav)	=Var(bav)	= raiz(F21)	=normalizacion(0,F20,F22)
Banco de Bogotá	=promedio(bog)	=Var(bog)	= raiz(G21)	=normalizacion(0,G20,G22)
Bancolombia	=promedio(Col)	=Var(col)	= raiz(H21)	=normalizacion(0,H20,H22)
Cementos Caribe	=promedio(car)	=Var(car)	= raiz(I21)	=normalizacion(0,I20,I22)

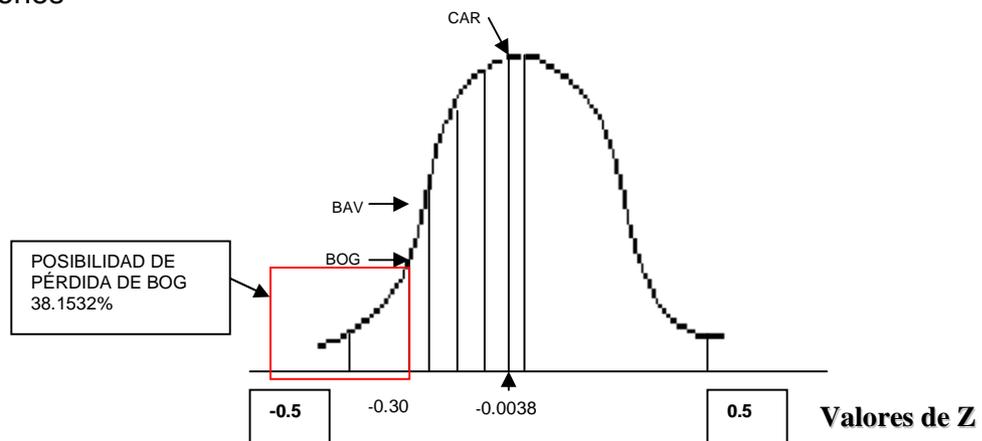
Figura 12. Rentabilidad, riesgo y probabilidad de pérdida de las acciones.

	D	E	F	G	H	I
19		ARG	BAV	BOG	COL	CAR
20	rentab	0.5652%	0.8876%	1.1230%	0.4125%	0.1343%
21	varianza	0.1395%	0.1038%	0.1388%	0.1705%	0.1209%
22	desv estan	3.7353%	3.2213%	3.7253%	4.1286%	3.4770%
23	z	-0.151318183	-0.27552613	-0.301459	-0.0999136	-0.0386232
24	pos perdida	43.9862%	39.1456%	38.1532%	46.0206%	48.4595%

Para poder comparar las acciones bajo los mismos parámetros se realiza la normalización para establecer la ubicación dentro de una función de distribución normal estándar, es decir, con media igual a cero y desviación estándar igual a uno. El valor zeta, se determina de acuerdo a un número experimental, en este caso es cero menos el promedio y dividido por la desviación estándar.

$$Z = \frac{\text{Valor experimental} - \text{promedio}}{\text{Desviación estándar}}$$

Figura 13. Distribución normal estándar con posibilidad de pérdida de las acciones



La posibilidad de pérdida permite considerar los dos factores rentabilidad y riesgo simultáneamente. La posibilidad de pérdida mide el área bajo la curva de una distribución normal estándar, partiendo del lado izquierdo hasta el límite marcado por el valor Zeta.

La estimación o pronóstico del comportamiento de los precios que tomarán las acciones durante los próximos días se constituyen en la fuente de vital importancia para el desarrollo del trabajo; es por eso, que a continuación se presenta una metodología desarrollada por el grupo de investigaciones financieras de la Universidad Tecnológica de Pereira en una de sus publicaciones ¹⁷

4.2.12 Pronósticos.

La actividad de pronosticar incluye el estudio de datos históricos para descubrir sus patrones y tendencias fundamentales. Este conocimiento se utiliza para proyectar los datos a períodos futuros como pronósticos. La modificación de resultados numéricos, mediante un juicio acertado, también representa un componente clave de pronóstico efectivo. Al hacerse más complejo el mundo de los negocios, ha aumentado la necesidad de asegurar sobre cierta base racional, el futuro, razón por la cual el proceso del pronóstico ha adquirido una posición prominente en el proceso de la administración. Es decir, el propósito del pronóstico es reducir el margen de incertidumbre dentro del que se deben efectuar juicios o tomar decisiones, este propósito sugiere dos reglas principales a las que debe adherirse el proceso de pronóstico; la primera de ella, es que el pronóstico debe ser técnicamente correcto y producir predicciones precisas y la segunda es que el procedimiento de pronóstico y sus resultados deben ser presentados con

¹⁷ Publicación: Grupo de Investigación Financiero Universidad Tecnológica de Pereira. "Simulación el precio esperado de las acciones", 2004. p. 1-10

efectividad de manera que puedan utilizarse en la toma de decisiones, también los resultados deben ser justificados con base en su costo beneficio.

4.2.12.1 Tipos de pronóstico. según el tiempo para el cual se determina el pronóstico, estos se clasifican en:

Pronósticos a largo plazo: son necesarios para establecer el curso general de la organización para un largo período, de ahí que se conviertan en el enfoque particular de la alta dirección.

Pronósticos a corto plazo: se utilizan para desarrollar estrategias inmediatas y que usan los administradores de rango medio y de primera línea para enfrentar las necesidades del futuro inmediato.

También se podría clasificar a los pronósticos en términos de su posición en el entorno micro-macro, es decir, el grado en el que intervienen pequeños detalles Vs grandes valores resumidos. Por ejemplo, el gerente de una planta pudiera estar interesado en pronosticar el número de trabajadores que requerirá en los próximos meses (un micro pronóstico), mientras que el gobierno federal esta pronosticando el número total de personal empleadas en toda la nación (un macro pronóstico).

No obstante los métodos de pronóstico, también pueden clasificarse de acuerdo con su tendencia a ser más cuantitativos o cualitativos. En uno de los extremos, una técnica puramente cualitativa es aquella que no requiere de una abierta manipulación de datos, sólo se utiliza el “juicio” de quien pronostica. Desde luego, el “juicio” del pronosticador es en realidad el resultado de la manipulación mental de datos históricos pasados. En el otro extremo las técnicas puramente cuantitativas, no requieren de elementos de juicio, son procedimientos mecánicos que producen resultados cuantitativos. Por su puesto, ciertos procesos cuantitativos requieren de una manipulación de datos mucho más compleja que otros.

4.2.12.2 Métodos de promedio. a menudo no es posible desarrollar técnicas sofisticadas de pronóstico para cada elemento. En ves de ello, para llevar a cabo esta tarea se necesita alguna herramienta de pronóstico rápido, barato muy sencillo y de corto plazo. Es probable que un administrador que enfrente tal situación, emplee una técnica de promedio o atenuación. Este tipo de técnicas utiliza una forma de promedio ponderado de observaciones anteriores para atenuar fluctuaciones de corto plazo. La suposición fundamental de estas técnicas, es que las fluctuaciones en los valores anteriores representan puntos de partida aleatorios de alguna curva atenuada. Una vez se identifica esta curva, se puede proyectar hacia el futuro para producir un pronóstico.

4.2.12.3 Promedios simples. los datos históricos se pueden atenuar en muchas formas. El objetivo consiste en usar datos anteriores para desarrollar un modelo de pronósticos para precios futuros. Al igual que en otros métodos no formales, se toma una decisión para utilizar los primeros “t” puntos de datos como la parte de inicialización y el resto como la parte de prueba. A continuación se muestra la ecuación para promediar (calcular la media de) la parte de inicialización de los datos para pronosticar el siguiente período.

$$\hat{Y}_{t+1} = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{n}$$

Por último se determinan errores de pronóstico y se toma una decisión con respecto a lo adecuado de la técnica de pronóstico. Un promedio simple se obtiene encontrando la media de todos los valores pertinentes y usando después esta media para pronosticar el siguiente período.

4.2.12.4 Promedios móviles. el método de promedio simple usa, para pronosticar, la media de todos los datos; pero ¿Qué sucede si el analista está más interesado en las observaciones recientes? Se puede especificar como conjunto un número de puntos de datos y calcular la media para las observaciones más recientes. Para describir este enfoque se emplea el término promedio móvil. Al estar disponible cada nueva observación, se puede calcular una nueva media eliminando el valor más antiguo e incluyendo el más reciente. Entonces se usa

este promedio móvil para pronosticar el siguiente período. La siguiente ecuación establece el modelo simple del promedio móvil.

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{(Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n+1})}{n}$$

En donde

M_t = promedio móvil en el período t

\hat{Y}_{t+1} = valor del pronostico para el siguiente período

Y_t = valor real en el período t

N = número de términos en el promedio móvil

El promedio móvil para el período “t” es la media aritmética de las “n” observaciones más recientes. Nótese que se asignan ponderaciones iguales a cada observación, al hacerse disponible, cada nuevo punto de datos se incluye en el promedio y se descarta el más antiguo. La proporción de respuesta a los cambios en el patrón subyacente de los datos depende del número de períodos, “n”, que se incluyen en el promedio móvil. Percíbese que la técnica de promedio móvil se refiere sólo a los últimos “n” períodos de datos conocidos; el número de puntos de datos en cada promedio no cambia al correr del tiempo.

El modelo de promedio móvil funciona mejor con datos estacionarios. No maneja muy bien la tendencia o la estacionalidad, aunque la hace mejor que el método de promedio simple. En un promedio móvil, el analista debe escoger el número de

períodos “n”. Un promedio móvil de orden uno (1) tomaría la última observación “yt” y la usaría para pronosticar el siguiente período. Esto es simplemente el enfoque de período no formal de la ecuación anterior. Para datos trimestrales, los datos en un promedio móvil de cuatro trimestres arrojan un promedio de los cuatro trimestres: y para datos mensuales, un promedio móvil de doce (12) meses elimina o promedia los efectos estacionales. Es frecuente que se utilicen los promedios móviles con datos trimestrales o mensuales para auxiliar en el examen de los componentes en una serie de tiempo. Entre mayor sea el orden del promedio móvil, mayor será el efecto de atenuación. Empleado como un pronóstico, un promedio móvil grande presta poca atención a las fluctuaciones en la serie de datos. Un promedio móvil se obtiene encontrando la media de un conjunto específico de valores y empleándolo después para pronosticar el siguiente período.

El analista debe emplear su juicio para determinar el número de semanas, meses o trimestres en los que basará el promedio móvil. Entre menor sea el número, se dará más peso a los períodos recientes. Inversamente, entre más grande sea el número, se dará menor peso a los períodos más recientes. Es más destacable un número pequeño cuando hay cambios súbitos en el nivel de la serie. Un número pequeño asigna mayor peso a la historia reciente, lo que permite que el pronóstico se ajuste con más rapidez al nivel actual. Cuando existen fluctuaciones amplias no frecuentes en la serie es deseable un número mayor.

4.2.12.5 Promedio móvil doble. una forma de pronosticar series de tiempo que tienen una tendencia lineal consiste en utilizar la técnica del promedio móvil doble. El método hace lo que su nombre implica. Se calcula un conjunto de promedios móviles y después se calcula un segundo conjunto como promedio móvil del primero. La técnica del promedio móvil doble se calcula se resume mediante las siguientes ecuaciones:

Ecuación para calcular el promedio móvil.

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n+1}}{n}$$

Dado que $M_1 = \hat{y}_{t+1}$. Entonces se usa la siguiente ecuación par calcular el segundo promedio:

$$M_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-n+1}}{n}$$

La ecuación siguiente se usa para calcular la diferencia entre ambos promedios móviles.

$$a_t = 2M_t - M_t$$

La siguiente ecuación es un factor de ajuste adicional, similar a la medición de una pendiente que cambia a través de la serie.

$$b_t = \frac{2}{n-1} (M_t - M_t)$$

Por último se utiliza la ecuación que se describe a continuación para realizar el pronóstico de períodos “m” en el futuro.

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

En donde

N = número de períodos en el promedio móvil.

Y_t = valor real de la serie en el período “t”.

P = número de períodos a pronosticar hacia el futuro.

4.2.12.6 Métodos de atenuación exponencial. La atenuación exponencial es un método utilizado para revisar constantemente una estimación a la luz de experiencias más recientes. El método está basado en el promedio (atenuación) de valores anteriores de una serie, haciendo esto de forma decreciente (exponencial). Las observaciones se ponderan, asignando mayor peso a las más recientes. Las ponderaciones empleadas se designan como “ α ” para la observación más reciente, “ $\alpha (1 - \alpha)$ ”, para la siguiente más reciente, “ $\alpha (1 - \alpha)^2$ ”, para la siguiente y así sucesivamente.

En una forma atenuada, se podría pensar en un nuevo pronóstico para el período (t+1), con el promedio ponderado de la nueva observación (en el período t), y el promedio anterior (para el período t). Se asigna la ponderación “ α ” al nuevo valor observado y “ $1 - \alpha$ ” al pronóstico anterior, suponiendo que “ $0 < \alpha < 1$ ”. De esta forma,

Nuevo pronóstico = α (nueva observación) + $(1-\alpha)$ x (pronóstico anterior)

De manera más formal, la ecuación de atenuación exponencial es:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$$

En donde

\hat{Y}_{t+1} = nuevo valor atenuado de pronóstico para el siguiente período

α = constante de atenuación ($0 < \alpha < 1$)

Y_t = nueva observación o valor real de la serie en el período "t".

\hat{Y}_t = valor atenuado anterior o experiencia promedio de la serie atenuada al período "t-1".

En un esfuerzo por interpretar mejor a alfa, la ecuación siguiente se escribe como:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{t+1} &= \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t \\ &= \alpha Y_t + \hat{Y}_t - \alpha \hat{Y}_t \\ &= \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t)\end{aligned}$$

La atenuación exponencial es simplemente el pronóstico anterior " (\hat{Y}_t) " más " α " veces el error " $(Y_t - \hat{Y}_t)$ " en el pronóstico anterior.

La atenuación exponencial es un procedimiento para revisar constantemente un pronóstico a la luz de la experiencia más reciente.

La constante de atenuación “ α ” sirve como el factor para ponderar. El valor real de “ α ” ofrece determinación del grado hasta el cual la observación más reciente puede influir en el valor del pronóstico. Cuando “ α ” es cercano a uno “1”, el nuevo pronóstico incluirá un ajuste sustancial de cualquier error ocurrido en el pronóstico anterior. Inversamente, cuando “ α ” esta cercana a cero “0”, el pronóstico es similar al anterior. Piense en “ \hat{Y}_t ” como un promedio ponderado de todas las observaciones anteriores con ponderaciones que disminuyen de manera exponencial al ir tomando los datos hacia atrás (en el tiempo).

La clave del análisis es el valor de “ α ”. Si se desea que los pronósticos sean estables y se atenúen las variaciones aleatorias, se requiere de un valor “ α ” pequeño. Si se desea una respuesta rápida al cambio real en el patrón de observaciones, resulta apropiado un mayor valor de “ α ”. Un método para estimar “ α ” consiste en un procedimiento iterativo que minimiza el error medio cuadrado (EMC), en donde se calculan los pronósticos para “ α ” igual a “1, 2, 3..., 9”, y para cada uno se calcula la suma de los errores cuadrados del pronóstico. Para generar pronósticos futuros se elige el valor de “ α ” que produce el error más pequeño.

$$EMC = \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

4.2.12.7 Atenuación Exponencial Doble. la técnica de atenuación exponencial doble, también conocida como método **Brown** se usa para pronosticar series de

tiempo que tienen una tendencia lineal. Los conceptos básicos son similares a los de los promedios móviles dobles. La técnica de atenuación exponencial doble se resume según las siguientes ecuaciones.

Debido a que los valores de las series no son pronósticos en sí mismos, las ecuaciones de actualización son más comprensibles si se adopta la siguiente notación.

A_t = valor atenuado exponencialmente de "Y_t" en el período "t".

A_t = valor doblemente atenuado exponencialmente de "Y_t" en el período "t".

El valor simple atenuado exponencialmente se calcula ahora mediante la siguiente ecuación:

$$A_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) A_{t-1}$$

La siguiente ecuación se usa para calcular el valor doblemente atenuado exponencialmente.

$$A_t = \alpha A_t + (1-\alpha) A_{t-1}$$

La siguiente ecuación se emplea para calcular la diferencia entre los valores atenuados exponencialmente.

$$a_t = 2A_t - A_t$$

La siguiente ecuación es un factor adicional de ajuste, similar a la medición de una pendiente que puede cambiar durante la serie.

$$b_t = \frac{\alpha (A_t - A_{t-1})}{1 - \alpha}$$

Por último la siguiente ecuación se usa para formular el pronóstico de “p” períodos en el futuro:

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_{tp}.$$

Al igual que en la atenuación exponencial simple, la elección de alfa es un problema. Alfa se selecciona minimizando el EMC entre los valores reales y los pronósticos de éstos valores utilizando el modelo. Algunos programas de computadora como el **Crystal Ball** determinan este Valor de forma automática. En caso contrario este se convierte en un proceso prueba error.

4.2.13 Simulación de montecarlo para precios esperados de las acciones.

Para determinar los precios futuros de una acción se parte de un precio real actual y se ajusta de acuerdo a la rentabilidad esperada de la acción.

$$\text{Variación de precio: } \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

La rentabilidad esperada es el promedio de las variaciones:

$$\text{Rentabilidad esperada} = \frac{1}{n} \sum \frac{(P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}}$$

Con base en lo anterior para el primer período el precio de la acción sería:

$$\text{PPP}_1 = \text{PPP}_0 + R \cdot \text{PPP}_0, \text{ donde } R = \text{rentabilidad esperada}$$

PPP_1 = precio esperado en el período uno

PPP_0 = último precio promedio ponderado

$$\text{Para el segundo período: } \text{PPP}_2 = \text{PPP}_1 + R \cdot \text{PPP}_1$$

$$= \text{PPP}_0 \cdot (1+R) + R \cdot \text{PPP}_0 \cdot (1+R)$$

$$= \text{PPP}_0 \cdot (1+R)^2$$

Para el período "t" se tendría:

$$\text{PPP}_t = \text{PPP}_0 \cdot (1+R)^t$$

Donde PPP_t es el precio promedio esperado en el período "t".

Como la variación se toma con respecto al precio anterior que incluye la variación, para "m" períodos de tiempo "t", el precio esperado estará dado por:

$$\text{PPP}_t = \text{PPP}_0 \cdot \left(1 + \frac{R}{m}\right)^{mt}$$

Sí el número de períodos es muy alto $m \rightarrow \infty$ (tiende a infinito)¹⁸

$$PPP_t = \lim_{m \rightarrow \infty} PPP_0 \left(1 + \frac{R}{m} \right)^{mt}$$

Aplicando el límite de constante por función y multiplicando el exponente por R/R,

$$PPP_t = PPP_0 \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{R}{m} \right)^{mt \cdot R/R}$$

Haciendo $m/R = n$ queda:

$$PPP_t = PPP_0 \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n} \right)^{ntR}$$

Por definición: la base empleada para las funciones exponenciales y logarítmicas es el número irracional "e", que se define como el límite cuando n tiende a infinito de $(1+1/n)^n$

Sustituyendo se tiene: $PPP_t = PPP_0 * e^{Rt}$

La rentabilidad esperada, está relacionada con la desviación que presentan los datos.

¹⁸ Dowling, Edward T, Cálculo para administración. Economía y ciencias sociales. Edit Mc Graw Hill. 1992.

El riesgo anual es la variación que puede presentar en un período de un año

$$\text{Varianza anual} = \delta^2$$

Para establecer la varianza mensual

$$\text{Varianza mensual} = \delta^2 \text{ anual} / 12$$

$$\text{Riesgo mensual} = \delta \text{ anual} / (12)^{0.5}$$

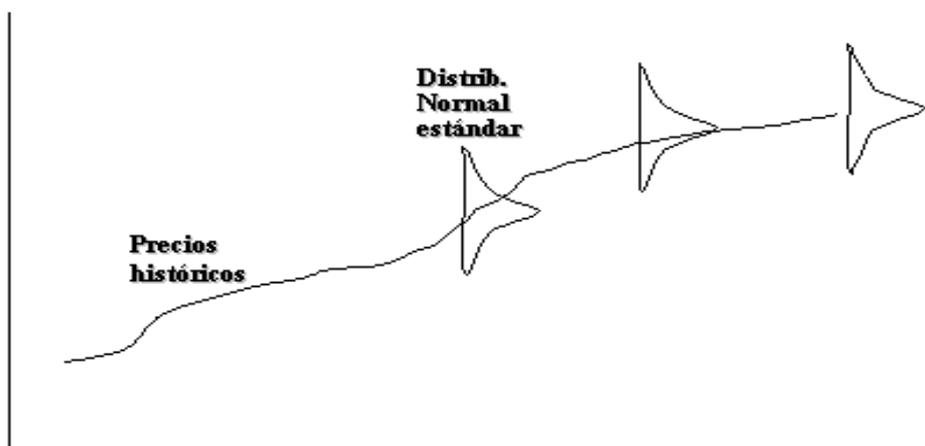
$$\text{Riesgo semanal} = \delta \text{ anual} / (52)^{0.5}$$

El precio esperado en función de la rentabilidad esperada relacionada con la volatilidad de los datos quedaría:

$$PPP_t = PPP_0 * e^{(R*t + \delta*v(t))}$$

Al realizar la simulación se debe considerar la volatilidad en el precio esperado, es decir, $R*t + \delta * (t)^{0.5}$, siendo "t" el tiempo considerado entre cada precio promedio considerado, además, se define una variable aleatoria que afecta a la volatilidad de la rentabilidad esperada, ésta variable se toma con un comportamiento similar a la función de distribución normal estandarizada con media = 0 y desviación estándar = 1.

Gráfica 1. Distribución Normal Estándar y precios históricos.



La rentabilidad esperada y el precio esperado varían de manera aleatoria y tiene una función de distribución de probabilidad con una media y una variación con respecto al valor central.

Al agregar el valor aleatorio a la variación la fórmula para calcular el precio promedio ponderado estimado de la acción se tiene:

$PPP_t = PPP_0 * e^{(R*t + \xi*\delta*v(t))}$ siendo ξ el número aleatorio que sigue la distribución normal estándar.

Figura 14. Precio promedio ponderado de la acción cementos caribe.

	A	B	C
1	fecha	precio	
2	02/01/1998	4.250,00	
3	05/01/1998	4.250,00	
4	06/01/1998	4.250,00	
5	07/01/1998	4.250,00	
6	08/01/1998	4.250,00	
7	09/01/1998	4.250,00	
8	13/01/1998	4.200,00	
9	14/01/1998	4.200,00	
1650	13/10/2004	13.400,00	
1651	14/10/2004	13.400,00	
1652	15/10/2004	13.400,00	
1653	19/10/2004	13.253,96	
1654	20/10/2004	13.253,96	
1655	21/10/2004	13.253,96	
1656	22/10/2004	13.400,00	
1657	25/10/2004	13.400,00	
1658	26/10/2004	13.400,00	
1659	27/10/2004	13.400,00	
1660	28/10/2004	13.383,76	
1661	29/10/2004	13.383,76	
1662	02/11/2004	13.400,00	
1663	03/11/2004	13.400,00	
1664	04/11/2004	13.844,03	
1665	05/11/2004	14.070,00	
1666	08/11/2004	14.181,84	
1667	09/11/2004	14.302,62	
1668	10/11/2004	14.559,84	
1669	11/11/2004	14.730,91	
1670	12/11/2004	15.000,00	
1671	16/11/2004	15.048,63	
1672	17/11/2004	15.059,58	
1673	18/11/2004	15.100,00	
1674	19/11/2004	15.120,00	
1675	22/11/2004	15.120,00	
1676	23/11/2004	15.345,45	
1677	24/11/2004	15.431,53	
1678	25/11/2004	15.951,40	

Cálculos:

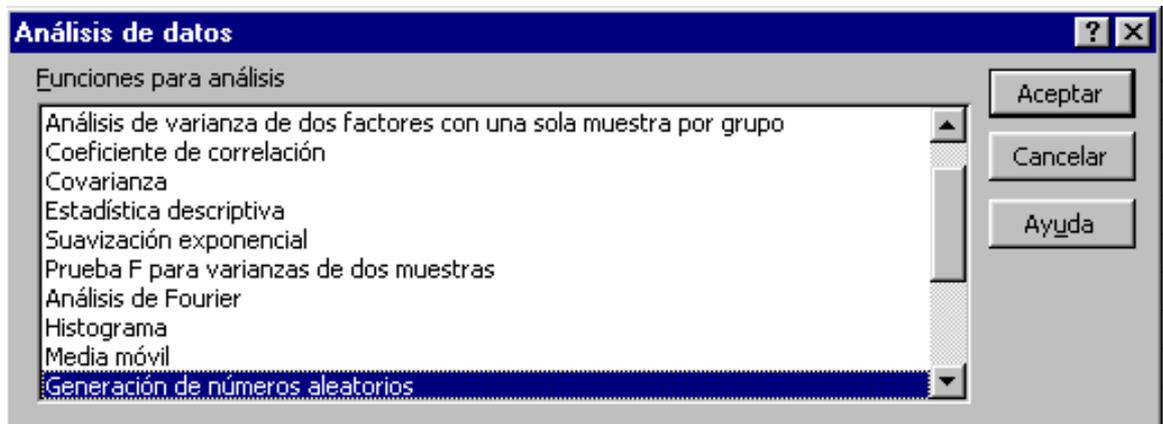
- La variación de los precios diarios
- La rentabilidad esperada diaria
- La varianza diaria de los precios frente a la rentabilidad diaria esperada
- La desviación estándar diaria.
- El precio promedio ponderado máximo y mínimo. De los datos considerados.

Figura 15. Variación porcentual en el precio de la acción cementos del caribe.

	A	B	C
1	fecha	precio	variacion precio
2	02/01/1998	4.250,00	
3	05/01/1998	4.250,00	0,0000%
4	06/01/1998	4.250,00	0,0000%
5	07/01/1998	4.250,00	0,0000%
6	08/01/1998	4.250,00	0,0000%
7	09/01/1998	4.250,00	0,0000%
8	13/01/1998	4.200,00	-1,1765%
9	14/01/1998	4.200,00	0,0000%
10	15/01/1998	4.200,00	0,0000%
11	16/01/1998	4.200,00	0,0000%
12	19/01/1998	4.130,07	-1,6650%
13	20/01/1998	4.100,00	-0,7281%
14	21/01/1998	3.900,00	-4,8780%
15	22/01/1998	3.900,00	0,0000%
16	23/01/1998	3.750,00	-3,8462%
17	26/01/1998	3.750,00	0,0000%
1661	29/10/2004	13.383,76	0,0000%
1662	02/11/2004	13.400,00	0,1213%
1663	03/11/2004	13.400,00	0,0000%
1664	04/11/2004	13.844,03	3,3137%
1665	05/11/2004	14.070,00	1,6322%
1666	08/11/2004	14.181,84	0,7949%
1667	09/11/2004	14.302,62	0,8517%
1668	10/11/2004	14.559,84	1,7984%
1669	11/11/2004	14.730,91	1,1749%
1670	12/11/2004	15.000,00	1,8267%
1671	16/11/2004	15.048,63	0,3242%
1672	17/11/2004	15.059,58	0,0727%
1673	18/11/2004	15.100,00	0,2684%
1674	19/11/2004	15.120,00	0,1325%
1675	22/11/2004	15.120,00	0,0000%
1676	23/11/2004	15.345,45	1,4911%
1677	24/11/2004	15.431,53	0,5609%
1678	25/11/2004	15.951,40	3,3689%
1679	precio maximo	15.951,40	
1680	precio minimo	1.850,00	
1681	rentabilidad esperada diaria		0,0969%
1682	varianza diaria		0,0363%
1683	riesgo diario		1,9042%

Generación de números aleatorios para la variable “ξ”, se realiza con las funciones de complementos para Excel ANALISIS DE DATOS.

Figura 16. Generación de números aleatorios en hoja de cálculo de Excel



Los parámetros para la generación de datos son:

En este caso se realizan cincuenta ensayos ya que es un punto intermedio, donde nos permite hacer un análisis de los datos con un cierto grado de confiabilidad; entre más números aleatorios se tomen se espera obtener resultados con mayor nivel de seguridad.

Figura 17. Ensayo para cincuenta (50) números aleatorios

	A	B
1	ENSAYO	ALEATORIO
2	1	-0,30023216
3	2	-1,27768317
4	3	0,244257308
5	4	1,27647354
6	5	1,198350219
7	6	1,733133104
8	7	-2,18358764
9	8	-0,23418124
10	9	1,095022526
11	10	-1,08670065
12	11	-0,69020416
13	12	-1,69043233
26	25	-0,18615765
27	26	-0,5132074
28	27	1,972211976
29	28	0,865672973
30	29	2,375654731
31	30	-0,65490667
32	31	1,661455826
33	32	-1,61239768
34	33	0,53894837
35	34	0,902191459
36	35	1,918915586
37	36	-0,08451707
38	37	-0,52379505
39	38	0,675138381
40	39	-0,38132384
41	40	0,75761136
42	41	-1,44418664
43	42	-0,84723752
44	43	-1,52157099
45	44	-0,36287702
46	45	-0,03247919
47	46	0,028117029
48	47	-0,32271601
49	48	2,194501576
50	49	-1,74248271
51	50	-0,73647698
52		

El cálculo para el precio esperado a un día, su procedimiento sería:

- La fórmula planteada para calcular el precio esperado por simulación PPP_t
 $= PPP_0 * e^{(R*t + \delta*v(t))}$
- El período tomado un día “t” = 1
- El último precio histórico es $PPP_0 = 15.951,40$
- La rentabilidad esperada diaria $R = 0.0969\%$
- La volatilidad de los precios es $\delta = 1,9042 \%$
- El número aleatorio $\xi = -0.30023216$
- $PPP_1 = 15.938,21$ es el resultado del promedio de los ensayos realizados, en éste caso, cincuenta ensayos.

Si el cálculo se extendiera para dos días, se cambiaría la variable tiempo por dos (2).

La siguiente tabla muestra el valor esperado de la acción.

Figura 18. Valor esperado de la acción mediante determinación del precio promedio ponderado.

	A	B	C
1	ENSAYO	ALEATORIO	PPPt
2	1	-0,30023216	15875,84
3	2	-1,27768317	15583,08
4	3	0,244257308	16041,30
5	4	1,27647354	16359,72
6	5	1,198350219	16335,40
7	6	1,733133104	16502,60
8	7	-2,18358764	15316,58
9	8	-0,23418124	15895,82
10	9	1,095022526	16303,29
11	10	-1,08670065	15639,86
12	11	-0,69020416	15758,39
13	12	-1,69043233	15461,09
14	13	-1,84691089	15415,09
15	14	-0,9776295	15672,37
16	15	-0,77350705	15733,41
17	16	-2,11793122	15335,74
18	17	-0,56792487	15795,12
19	18	-0,40404757	15844,49
36	35	1,918915586	16561,08
37	36	-0,08451707	15941,19
38	37	-0,52379505	15808,40
39	38	0,675138381	16173,46
40	39	-0,38132384	15851,35
41	40	0,75761136	16198,88
42	41	-1,44418664	15533,75
43	42	-0,84723752	15711,34
44	43	-1,52157099	15510,88
45	44	-0,36287702	15856,92
46	45	-0,03247919	15956,99
47	46	0,028117029	15975,42
48	47	-0,32271601	15869,05
49	48	2,194501576	16648,22
50	49	-1,74248271	15445,77
51	50	-0,73647698	15744,51
52		promedio	15938,21
53			

4.2.14 Modelo matemático de programación cuadrática propuesto por Markowitz – Tobon – Takayama Y Batterham.

Para el análisis de las acciones y su relación entre sí, se utiliza la regresión simple lo cual permite un análisis entre cada par de acciones; cómo se comportan las dos acciones una respecto a la otra.

- LA COVARIANZA

Indica la forma en que las variaciones de los precios de las acciones se comportan entre sí con respecto a la rentabilidad esperada de cada acción.

$$\text{Covarianza (A1, A2)} = (1 / (n-1)) * \sum (A1i - U1) (A2i - U2)$$

Donde: $A1i$ = Variación de precio de la acción 1

$A2i$ = Variación de precio de la acción 2

$A1$ = Acción 1

$A2$ = Acción 2

$U1$ = rentabilidad esperada de la acción 1

$U2$ = rentabilidad esperada de la acción 2

Si $(A1i - U1)$ es positivo y $(A2i - U2)$ positivo, o $(A1i - U1)$ es negativo y $(A2i - U2)$ es negativo, se dice que la relación entre las dos acciones es directa.

Si $(A1i - U1)$ es positivo y $(A2i - U2)$ negativo, o $(A1i - U1)$ es negativo y $(A2i - U2)$ es positivo, se dice que la relación entre las dos acciones es inversa, es decir, mientras una acción aumenta su variación de precio con respecto a la rentabilidad esperada, la otra acción disminuye su variación de precio frente a su rentabilidad esperada.

En Excel, para calcular la Covarianza entre Cementos Argos y Bavaria sería:

= COVAR (ARG, BAV) = 0.0774%, la variación de las acciones con respecto a sus valores esperados es directa.

COEFICIENTE DE CORRELACION (r)

$$R = \frac{\text{COVARIANZA (A1, A2)}}{\text{RIESGO A1 * RIESGO A2}}$$

Indica el grado de relación entre las dos acciones. Determina si la relación entre las dos acciones es directa o inversa incluyendo el riesgo (las desviaciones estándar) respectivamente.

R = -1, Si la correlación es perfecta e inversa

R = 1, si la correlación es perfecta y directa.

R = 0, quiere decir que las dos acciones no están correlacionadas

En Excel el coeficiente de correlación se calcula así:

= COEF.DE.CORREL (ARG, BAV) = 69.2660%, este es medio alto el grado de correlación en términos generales, es decir, en el 69% de los casos cuando una acción tiene incremento en su variación de precio la otra acción también.

Figura 19. Análisis de regresión simple.

	D	E	F	G	H	I
25	ANALISIS DE REGRESION SIMPLE					
26	I	J	COVARIANZA	CORRELAC	XI	XJ
27	ARG	BAV	0.0774%	69.2660%	0.0000%	0.0000%
28	ARG	BOG	0.0619%	47.9406%	0.0000%	0.0000%
29	ARG	COL	0.0873%	60.9757%	0.0000%	0.0000%
30	ARG	CAR	0.0870%	72.1570%	0.0000%	0.0000%
31	BAV	BOG	0.0447%	40.1007%	0.0000%	0.0000%
32	BAV	COL	0.0841%	68.1040%	0.0000%	0.0000%
33	BAV	CAR	0.0704%	67.7146%	0.0000%	0.0000%
34	BOG	COL	0.1187%	83.1207%	0.0000%	0.0000%
35	BOG	CAR	0.0812%	67.5049%	0.0000%	0.0000%
36	COL	CAR	0.1142%	85.6699%	0.0000%	0.0000%

El valor “XI” y el valor “XJ” son los porcentajes de inversión en cada una de las acciones del portafolio.

Figura 20. Ponderación de la Inversión.

	D	E	F	G	H
37	PONDERACION DE LA INVERSION				
38	I	X	RENTAB	VARI	XX
39	ARG		0.5652%	0.1395%	0.0000%
40	BAV		0.8876%	0.1038%	0.0000%
41	BOG		1.1230%	0.1388%	0.0000%
42	COL		0.4125%	0.1705%	0.0000%
43	CAR		0.1343%	0.1209%	0.0000%
44		0%			

La suma de los porcentajes de inversión debe ser igual al 100% de los recursos disponibles

En el cuadro anterior debe aparecer el porcentaje de inversión en cada una de las acciones, la columna “H” muestra la inversión en cada acción elevada al cuadrado.

- RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO

Es la sumatoria ponderada de las rentabilidades esperadas de cada una de las acciones.

$$RP = \sum a_{RJ} * AJ$$

Donde: RP = La rentabilidad esperada del portafolio

RJ = Es el rendimiento esperado de la acción "J"

AJ = Es la proporción del total de fondos invertidos en el título "J"

La ecuación anterior expresa, que el rendimiento esperado del portafolio es un promedio ponderado de los rendimientos esperados para los valores que comprenden ese portafolio.

En Excel se calcula de la siguiente forma:

$$= \text{SUMAPRODUCTO} (E39:E43, F39:F43)$$

- RIESGO DEL PORTAFOLIO

Depende del riesgo de los valores individuales que constituyen el portafolio y de la relación existente entre los mismos. Al seleccionar títulos que tienen poca relación unos con otros, el inversionista puede reducir el riesgo relativo.

Ejemplo con dos acciones:

Cuadro 1. Riesgo de dos acciones

ACCION	A1	A2
A1	VARA1A1	COVARA1A2
A2	COVARA2A1	VARA2A2

Donde: $COVARA2A1 = COVARA1A2$

La varianza es la forma de medir el riesgo en términos cuadráticos de la rentabilidad esperada del portafolio.

$$\begin{aligned} \text{VARIANZA DEL PORTAFOLIO} &= \text{VARA1A1} + \text{VARA2A2} + \text{COVARA2A1} + \text{COVARA1A2} \\ &= \text{VARA1A1} + \text{VARA2A2} + 2 \text{COVARA2A1} \end{aligned}$$

La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza y muestra el riesgo del portafolio en términos lineales.

$$\text{RIESGO DEL PORTAFOLIO} = \sqrt{\text{VARA1A1} + \text{VARA2A2} + 2 \text{COVARA2A1}}$$

En términos generales:

$$\text{RIESGO DEL PORTAFOLIO} = \sqrt{\sum \sum A_J A_K \text{COVAR}_{JK}}$$

Para la elaboración de dicho modelo de negociación de acciones, se utilizará la metaheurística de Método R, la cual se concibe como una estrategia general de diseño de procedimientos heurísticos para la resolución de problemas con alto rendimiento.

De igual manera y dada su relevante importancia dentro de la presente investigación, a continuación se presenta un resumen general sobre el procedimiento estadístico de metaheurística con fin de ir introduciendo este concepto en el trabajo.

4.2.15 Las metaheurísticas.

Antes de entrar a expresar qué son las metaheurísticas se tratará un poco acerca del término heurístico¹⁹. La idea más genérica del término heurístico está relacionada con la idea de resolver inteligentemente problemas reales usando el conocimiento disponible.

¹⁹ Monografía: Metaheurística, Revista Iberoamericana de Inteligencia artificial. Número 19 volumen 2, Primavera-Verano 2003.

Heurístico es el calificativo más apropiado para los procedimientos que empleando conocimientos acerca de un problema y de las técnicas aplicables; tratan de aportar soluciones (o acercarse a ellas) usando una cantidad de recursos (generalmente tiempo) razonable. En un problema de optimización, aparte de la condición que deben cumplir las soluciones factibles del problema, se busca la que es óptima según algún criterio de comparación entre ellas.

Las Heurísticas para resolver un problema de optimización pueden ser más generales o específicas que otras; los métodos heurísticos específicos deben ser diseñados a propósito para cada problema utilizando toda la información disponible y el análisis teórico del modelo, los procedimientos específicos bien diseñados suelen tener un rendimiento significativamente más alto que las heurísticas generales. Las Heurísticas más generales por el contrario, presentan otro tipo de ventajas, como la sencillez, adaptabilidad y robustez de los procedimientos. En problemas de optimización se busca la que es óptima y factible, según diferentes criterios de comparación, es decir la solución que satisfaga los requerimientos.

En la resolución de problemas específicos han surgido procedimientos heurísticos exitosos, de los que se ha tratado de extraer lo que es esencial en su éxito para aplicarlo a otros problemas o en contextos más extensos en especial con los sistemas expertos, esta línea de investigación ha contribuido al desarrollo científico del campo de las heurísticas y a extender la aplicación de sus

resultados. De esta forma se ha obtenido, tanto técnicas y recursos computacionales específicos, como estrategias de diseño generales para procedimientos heurísticos de resolución de problemas. Estas estrategias generales para construir algoritmos, que quedan por encima de las heurísticas, y que van “más allá” se denominan metaheurísticas. Entonces el término metaheurística se obtiene de anteponer al término Heurística el sufijo meta que significa “más allá”, o “a un nivel superior”.

Los conceptos actuales de lo que es una metaheurística están basados en las diferentes interpretaciones de lo que es una forma inteligente de resolver un problema. Las metaheurísticas, son estrategias inteligentes para diseñar o mejorar procedimientos heurísticos muy generales con un alto rendimiento. Este término apareció por primera vez en el artículo semanal de Fred Glover en 1986²⁰. A partir de entonces han surgido propuestas de pautas para diseñar buenos procedimientos para resolver ciertos problemas que, al ampliar su campo de aplicación, han adoptado la denominación de Metaheurística.

Algunas Metaheurísticas surgen, combinando metaheurísticas de diferentes tipo, que combinan una fase constructiva con una fase de búsqueda de mejora. Otras metaheurísticas se centran en el uso de algún tipo de recurso computacional o formal especial como las redes neuronales, los sistemas de hormigas o la

²⁰ F. Glover. Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. Computers and Operations Research, 5: 533-549,1986.

programación con restricciones que no se incluyen en ninguno de los cuatro tipos anteriores, a continuación veremos algunos conceptos de los diferentes tipos de metaheurísticas.

4.2.15.1 Tipos de Metaheurísticas. Los tipos de Metaheurísticas se establecen en primer lugar en función del tipo de procedimientos a los que se refiere; algunos de los tipos fundamentales son las metaheurísticas para los métodos de Relajación, para los procesos constructivos, para las búsquedas por entornos y las metaheurísticas para los procedimientos evolutivos.

- *Las metaheurísticas de Relajación:* estas son estrategias para el empleo de relajaciones del problema en el diseño de heurísticas. Es decir; una relajación de un problema es un modelo simplificado obtenido al eliminar, debilitar, o modificar restricciones (u objetos) del problema real; en cualquier formulación siempre existe algún grado de simplificación lo que puede afectar en mayor o menor medida el ajuste a la realidad de los procedimientos de resolución y de las soluciones del problema propuestas. Los modelos muy ajustados a la realidad suelen ser muy difíciles de implementar exactamente, razón por la cual se acude a los modelos de relajación. En éstas Metaheurísticas, se encuentran los métodos de relación lagrangiana o de restricciones subordinadas.

- *Las metaheurísticas Constructivas:* estas aportan soluciones del problema por medio de un procedimiento que incorpora iterativamente elementos a una estructura, inicialmente vacía que representa la solución. Estas metaheurísticas establecen estrategias para seleccionar las componentes con las que se construye una buena solución del problema. Entre las metaheurísticas primitivas en este contexto se encuentra la popular estrategia Voraz o **Greedy**. De igual manera, se destaca la aportación del Método GRASP que en la primera de sus dos fases incorpora a la estrategia greedy pasos aleatorios con criterios adaptativos para la selección de los elementos a incluir en la solución.

- *Las metaheurísticas Evolutivas:* estas metaheurísticas, establecen estrategias para conducir la evolución en el espacio de búsqueda de conjunto de soluciones (usualmente llamadas poblaciones), esto con la intención de acercarse a la solución óptima con sus elementos. El aspecto fundamental de las heurísticas evolutivas consiste en la interacción entre los miembros de la población frente a las búsquedas que se guían por la información de soluciones individuales. Entre estas están los algoritmos Genéticos, Meméticos y los de estimación de distribuciones, como la Búsqueda Dispersa, la cual tiene incidencia en la aplicación de la metaheurística de Método R al problema de optimización de activos financieros.

- *Las metaheurísticas de Búsqueda:* este tipo de metaheurística es la más importante porque en ella se establecen estrategias para recorrer el espacio de soluciones del problema transformando de forma iterativa soluciones de partida. Las búsquedas evolutivas se distinguen de estas, en que es un conjunto de soluciones, generalmente llamado población de búsqueda el que evoluciona sobre el espacio de búsqueda.

Las metaheurísticas de búsqueda aportan estrategias para afrontar la solución de un problema realizando una búsqueda sobre un espacio cuyos elementos representan las soluciones candidatas alternativas. Un procedimiento de búsqueda para resolver un problema de optimización realiza recorridos sobre el espacio de las soluciones alternativas y selecciona la mejor solución encontrada en el recorrido. Las metaheurísticas de soluciones proporcionan pautas para obtener recorridos que con alto rendimiento, y soluciones de alta calidad. Dentro de estas metaheurísticas de búsqueda están:

Búsqueda Local: una búsqueda local es un proceso que, dada la solución actual en la que se encuentra el recorrido, selecciona iterativamente una solución de su entorno. Las metaheurísticas de búsqueda local establecen pautas de selección de una solución del entorno, de la solución actual dando lugar a búsquedas locales heurísticas con alto rendimiento. Sin embargo, se suele asumir que las búsquedas locales solo modifican la solución que realiza el recorrido mediante una mejora en su propio entorno. El principal inconveniente de estas búsquedas es

que quedan atrapadas en un óptimo local, una solución que no puede ser mejorada por un análisis local.

Búsqueda Global: estas incorporan pautas para tres formas básicas de escapar de los óptimos locales de baja calidad: volver a iniciar la búsqueda desde otra solución de arranque, modificar la estructura de entornos que se está aplicando y permitir movimientos o transformaciones de la solución de búsqueda que no sean de mejora. Surgen así respectivamente las metaheurísticas de arranque múltiple las cuales establecen pautas para reiniciar de forma inteligente las búsquedas descendentes. Las metaheurísticas de entorno variable que modifican de forma sistemática el tipo de movimiento con el objeto de evitar que la búsqueda se quede atrapada por una estructura de entornos rígida. Y las metaheurísticas de búsqueda no monótonas estas también aplican movimientos de no mejora durante el recorrido de búsqueda. En este también se encuentran las metaheurísticas de búsqueda estocásticas, las cuales establecen pautas para regular la probabilidad de aceptar transformaciones que no mejoren la solución. De otro lado, están las metaheurísticas de Búsqueda con memoria, en las cuales se utiliza información sobre el recorrido realizado para evitar que la búsqueda se concentre en una misma zona del espacio de soluciones, de este grupo la más representativa es la Método R, cuya propuesta original prohíbe temporalmente soluciones muy parecidas a las últimas soluciones del recorrido.

Otras metaheurísticas de búsqueda:

Se han propuesto otras metaheurísticas de cierta relevancia, algunas de las cuales presentan como novedad el estar inspiradas en distintos fenómenos de la naturaleza. Entre ellas se destacan las redes neuronales, las colonias de hormigas, las bandadas de aves o bancos de peces. De igual manera, existen otros tipos de Metaheurísticas como las de descomposición las cuales establecen pautas para resolver un problema determinando en subproblemas y las de memoria a largo plazo.

Desde que se publicaron los primeros escritos sobre el concepto de metaheurística se han desarrollado muchas investigaciones y aplicaciones en los distintos campos de la ciencia y toda clase de publicaciones sobre los resultados de dichas investigaciones, a continuación se presentan las teorías publicadas sobre el Algoritmo del Recocido Simulado y Búsqueda Dispersa los cuales hacen parte de la implementación de la Método R aplicado al problema de optimización en negociación de acciones, partiendo de las teorías que le dio origen.

4.2.16 Método R.

Éste nace del deseo de explorar otro método que permita encontrar una solución al problema de la entrega de pedidos en una Empresa.

Este algoritmo toma algunos eventos y elementos que intervienen en un partido de fútbol (campo de juego, balón, jugadores). El campo de juego es el espacio de soluciones posibles, las posiciones del balón y de un grupo de jugadores son soluciones buenas y malas del problema.

Lo que se puede mencionar acerca de este algoritmo es poco, ya que no se cuenta con el suficiente sustento teórico, ni documentos que hagan referencia sobre este método por ser un tema que se encuentra en proceso de incubación, y surge de la inquietud del Mg. En Investigación de Operaciones y Estadística Jorge Hernán Restrepo, profesor de la Universidad Tecnológica de Pereira. Por ende, el presente trabajo de investigación pretende ser un aporte para quienes deseen continuar, profundizar, mejorar y perfeccionar el método; y sea una gran contribución en la investigación del complejo mundo de las metaheurísticas.

4.2.17 Excel de Microsoft.

Excel o las hojas electrónicas, es quizás una de las herramientas más utilizadas por empresas y estudiantes por su fácil manejo y por su gran popularidad, donde se han desarrollado múltiples tareas para lograr los objetivos de las empresas, al igual que poder presentar su información oportuna, Excel cuenta con una herramienta de programación, el **Visual Basic**, donde se puede desarrollar toda clase de aplicaciones de manera práctica que se adapten a las necesidades específicas de cada empresa o usuario, el modelo del algoritmo de Método R se podrá crear con dicha herramienta, complementaria con los otros análisis sin tener

que recurrir a otros tipos de lenguajes de programación, es decir, que se podrán realizar todos los análisis de la información suministrada por el algoritmo en un solo paquete, al igual que se podrán mostrar gráficas de los resultados de manera práctica y fácil de entender para los distintos usuarios del modelo.

4.2.17.1 Crystal Ball para excell. esta es una herramienta de complemento para hoja de electrónica de Excel tradicional, la cual permite realizar el pronóstico de series en el tiempo, la determinación de métodos de proyección de pronósticos mediante pruebas de hipótesis y cálculo del margen de error, utilizando diferentes métodos de simulación como el de Montecarlo entre otros, además compara diferentes métodos como el MAD, RMSE y el MAPE, los promedios móviles simples y dobles, los promedios exponenciales simples y dobles, los promedios exponenciales suavizados simples y dobles. Asimismo, proporciona herramientas para ilustrar gráficamente tales funciones y permite la realización de un número deseado de ensayos, bajo criterios de las diferentes formas de distribución estadísticas y la presentación de los resultados a través de percentiles con una serie de reportes para cada grupo de datos. Esta herramienta como sistema de pronóstico, parte de la alimentación de una serie de datos (precios históricos). Seguidamente se evalúan las respuestas con los diferentes tipos de pronósticos (promedio simple, promedio móvil simple, promedio móvil doble, promedio exponencial simple, promedio exponencial doble, y los métodos de atenuación exponencial simple o doble. El sistema realiza pruebas de hipótesis y determina porcentualmente los márgenes de error de cada método y desde luego revela el

mejor método de evaluación. El programa indica una alternativa en la cual se definen parámetros para calificar el margen de error estimado (entre 0% y 100%), para cada pronóstico, el programa realiza un número que el usuario determina de ensayos gráficamente, en la cual se encuentran diferentes alternativas, la más utilizada es la distribución normal y finalmente muestra los reportes de percentiles encontrados (Ver Anexo G).

4.3 MARCO CONTEXTUAL

La presente investigación se enmarca dentro del sistema financiero colombiano, más concretamente en el mercado bursátil, en lo que se refiere a renta variable, ahí, precisamente se delimita la investigación puesto que el campo de acción en el que se establece el presente estudio se restringe a las operaciones bursátiles en la Bolsa de Valores de Colombia, éste sustenta sus bases en el desarrollo de un portafolio de acciones que diariamente son transadas en la Bolsa Pública de Valores, mediante el sistema electrónico MEC. A continuación se presenta cada uno de estos aspectos, sus características y la relación directa que mantienen con el tema de investigación.

4.3.1 Bolsa de valores de Colombia.

La Bolsa de Valores de Colombia S. A. es un establecimiento mercantil de carácter privado, constituido como sociedad anónima de la cual puede ser

accionista cualquier persona natural o jurídica, salvo que las normas que rigen a dicha persona no se lo permitan. Cada una de las sociedades comisionistas miembros debe poseer un número de acciones no inferior al que establezca el reglamento de la bolsa, y en ningún caso un mismo beneficiario real podrá tener una participación superior al diez por ciento (10%) del capital suscrito de la bolsa.

La Bolsa de Valores de Colombia S.A. pone en contacto a oferentes y demandantes de títulos valores mediante la intervención de instituciones especializadas y autorizadas para ello, las sociedades comisionistas de bolsa.

Dicha entidad es vigilada por la Superintendencia de Valores, entidad adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, quien suministra el marco conceptual, normativo y regulatorio dentro del cual pueden realizarse las transacciones en el mercado público de valores, así como las pautas de actuación de la bolsa, de las sociedades comisionistas y de sus funcionarios.

La Bolsa de Valores de Colombia S.A. es una institución clave para el desarrollo de la economía puesto que facilita el financiamiento de diversas actividades económicas, como las que desarrolla el sector real, conformado por empresas industriales, comerciales y de servicios, las cuales permanentemente requieren recursos para adelantar su tarea productiva.

4.3.1.1 Reseña histórica de la bolsa de valores de Colombia. la aparición de las bolsas de valores se remonta a finales del siglo XVI, época en que comenzaron las sociedades anónimas a emitir acciones y valores en masa, actividad que las identificó como la razón de ser del mercado bursátil. Las sociedades anónimas surgieron como consecuencia del dinámico crecimiento de la producción y el comercio en el ámbito mundial. Con ellas aparecieron otras clases de bienes objeto de comercio conocidos como los valores mobiliarios o títulos valores entre los cuales inicialmente surgieron las acciones y para facilitar su negociación, se formarían las bolsas de valores.

En Colombia la evolución del mercado de capitales ha estado ligada al desarrollo de la economía del país. El proceso de industrialización ocurrido en Colombia en las primeras dos décadas del siglo XX, fruto del desarrollo del sector cafetero, intensificó el progreso en la tecnificación de sectores importantes para la economía colombiana, movilizandó una corriente de capitales de gran importancia en regiones como Antioquia y Cundinamarca.

Sin embargo, la transformación de una economía basada principalmente en el comercio y la agricultura hacia un proceso de industrialización, hizo necesaria la acumulación de capitales para crear empresas que se convirtieran en pioneras del desarrollo nacional. Paralelamente, el crecimiento vertiginoso del sector financiero llevó a que algunos ciudadanos, vinculados al mercado, pensarán en la creación de una bolsa de valores, dando vida a un organismo adecuado para la transacción

controlada y pública de los valores que empezaban a representar las nuevas expresiones de la riqueza nacional.

El surgimiento de la primera Bolsa de Valores ocurrió en un momento oportuno de la vida económica nacional. La institución cumplió un importante papel a favor del desarrollo industrial en Colombia, en instantes en que el mundo vivía duras restricciones comerciales por efectos de la guerra.

Por la misma época, el sistema financiero empezaba a adquirir una organización moderna, con la creación del Banco de la República, la Superintendencia Bancaria y la constitución de varios bancos comerciales, se sentaron las bases de un período de consolidación de actividades crediticias.

El 28 de noviembre de 1928 se firmó la escritura pública mediante la cual se constituyó la sociedad anónima Bolsa de Bogotá, bajo la vigilancia de la Superintendencia Bancaria. La consecución de la sede, la elección del primer consejo directivo, el remate de los 17 puestos a los comisionistas y la inclusión de las empresas cuyas acciones se negociaron en el mercado, permitieron que finalmente, el día 2 de abril de 1929 a las 3 de la tarde, se registrara la primera rueda de la Bolsa de Bogotá.

En 1982 la vigilancia y el control de las Bolsas de Valores dejó de asumirlo la Superintendencia Bancaria y la función pasó a la Comisión Nacional de Valores, hoy Superintendencia de Valores.

Intentar narrar la historia de las Bolsas de Valores en Colombia exige un mayor registro de acontecimientos. Sin embargo, la misma historia confirma que el comienzo del siglo XXI coincidió con la necesidad para las Bolsas de Valores del país de imponerse un gran reto, consolidar el mercado de capitales colombiano.

Este escenario que exigió concretar el actual proceso de modernización, internacionalización y democratización a través de la integración de las Bolsas de Bogotá, Medellín y Occidente, para darle paso a la nueva y única Bolsa de Valores de Colombia.

4.3.1.2 Estado actual de la Bolsa de Valores de Colombia. hoy en día la Bolsa de Valores de Colombia a implementado un moderno sistema para realizar transacciones de títulos o valores llamada rueda, en la cual las ofertas, las demandas, las posturas y las adjudicaciones o calces, se efectúan a través de estaciones de trabajo conectadas a la red computacional de la Bolsa y a través del cual se permite consultar la información disponible en el mismo.

El Sistema permite la transacción de títulos, valores o activos negociables a través de las siguientes metodologías de negociación:

- a. Sistema de Remate Electrónico Serializado.
- b. Sistema de Transacción de Deuda Pública.
- c. Rueda Electrónica de Acciones.
- d. Sistema de Transacción de Operaciones a Plazo de Cumplimiento Financiero.
- e. Sistema de Registro de Divisas.

Al ser éste no solo un sistema transaccional sino también un sistema de información, permite tanto a los comisionistas miembros como a los inversionistas que poseen suscripción a pantallas de información, consultar en tiempo real ofertas y operaciones de cada uno de los mercados.

Colombia se encuentra dividido en cinco módulos de transacción e información denominados: Renta Variable, Renta Fija, Deuda Pública, Divisas y Operaciones a Plazo de Cumplimiento Financiero - OPCF.

Asimismo, la Bolsa de Valores de Colombia pone a su disposición el sistema: MEC, diseñado con el apoyo de los principales actores del mercado de valores de Renta Fija del país.

4.3.1.3 Las Divisas en el mercado público de valores. a partir de la Resolución 08 de 2000, expedida por el Banco de la República, las firmas comisionistas quedaron autorizadas para ser intermediarios cambiarios; de esta forma a partir

del primero de julio estas entidades podían comprar y vender las divisas provenientes de algunas operaciones específicas.

El valor agregado para los usuarios finales del mercado de divisas es poder acceder a un nuevo grupo de intermediarios, para efectos de hacer sus negociaciones con divisas, bajo dos modalidades: directamente comprarle los dólares a la firma comisionista, u ordenarle que compra o venda por cuenta suya una cantidad determinada en el mercado cambiario nacional. A través de este mecanismo, el beneficio de un mejor precio en la divisa se le traduciría enteramente al usuario final.

Puntualmente las firmas comisionistas efectúan:

- Compra y venta de divisas a los intermediarios del mercado cambiario y de saldos de cuentas corrientes de compensación.

Envío o recepción de giros y remesas de divisas que no deban canalizarse.

- Compra y venta de divisas o títulos representativos de las mismas que correspondan a operaciones que no deben canalizarse.

A través de esta facultad, las firmas comisionistas podrán vender y comprar divisas del mercado que comúnmente se llama libre es decir, divisas que sean

utilizadas para diferentes conceptos, entre los que se puede mencionar, turismo, pago de seguro y fletes o simplemente tenencia de dólares.

- Realización de inversiones de capital en el exterior de conformidad con las normas aplicables, inversiones financieras temporales e inversiones en activos financieros emitidos por entidades bancarias del exterior.
- Envío o recepción de giros y remesas de divisas que no deban canalizarse.
- Compra y venta de divisas o títulos representativos de las mismas que correspondan a operaciones que no deben canalizarse.
- Realización de inversiones de capital en el exterior de conformidad con las normas aplicables, inversiones financieras temporales e inversiones en activos financieros emitidos por entidades bancarias del exterior.

4.3.2 Mercado Electrónico Colombiano (MEC).

La Bolsa de Valores de Colombia pone a su disposición el sistema: MEC, diseñado con el apoyo de los principales actores del mercado de valores de Renta Fija del país.

Este sistema reúne un conjunto inmejorable de herramientas que le permiten negociar títulos de renta fija inscritos en la Bolsa de Valores de Colombia, obtener completa y oportuna información del mercado y acceder al sistema de registro y complementación de operaciones INVERLACE.

El MEC ofrece:

- Sistema Transaccional bajo tres modalidades de negociación.
- Completa y oportuna información del mercado.
- Acceso a los módulos de Registro y Complementación Deceval del Sistema INVERLACE.
- Cumplimiento de operaciones entrega contra pago.
- Atención y soporte permanentes.

4.3.2.1 Sistema Transaccional. la red transaccional del MEC es un eficiente canal de distribución para transar electrónicamente cualquier título valor inscrito en la Bolsa de Valores de Colombia.

El MEC le ofrece tres modalidades de Negociación:

- CONTINUA para cotizaciones de compra y/o venta de títulos estandarizados.
- SERIALIZADA para cotizaciones de venta de títulos no estandarizados.
- SUBASTAS para operaciones en el mercado primario.

4.3.3 El mercado de renta variable.

El mercado de renta variable es aquel en donde la rentabilidad de la inversión, esta ligada a las utilidades obtenidas por la empresa en la cual se invirtió y por las ganancias de capital obtenidas por la diferencia entre el precio de compra y venta. Este mercado esta compuesto por acciones, bonos convertibles en acciones-

bocas, derechos de suscripción y títulos provenientes de procesos de titularización donde la rentabilidad no esta asociada a una tasa de interés específica.

El sistema electrónico de negociación se basa en la generación de operaciones a través de “pujas” de ofertas compatibles de compra y venta. Se calzarán las ofertas compatibles siempre y cuando no exista una mejor oferta, sea por compra o venta, después de transcurrido el tiempo de asimilación.

4.4 MARCO LEGAL

La Superintendencia de Valores es una entidad pública de carácter técnico que tiene como fin especial, estimular, organizar, desarrollar y regular el mercado público de valores, así como ejercer las funciones de inspección y vigilancia sobre los intermediarios del mercado de valores y el control sobre los emisores de valores, por delegación del Presidente de la República, con el fin de proteger los intereses de los inversionistas.

En Colombia el único establecimiento encargado del manejo del mercado de capitales es la Bolsa de Valores de Colombia el cual se encarga de la organización, reglamentación y explotación de los establecimientos mercantiles y sistemas electrónicos destinados a la negociación de toda clase de valores, divisas y demás bienes susceptibles de ser transados conforme a las leyes y a los

reglamentos que regulan el mercado de capitales; regidos por unos estatutos los cuales pueden ser consultados en:

<http://www.bvc.com.co/Normatividad/Estatutos-V2004FEB27.pdf>

Las normas que dicte la Bolsa en ejercicio de la facultad de autorregulación deberán articularse a través de Reglamentos, Circulares e Instructivos Operativos, los cuales se expedirán y pondrán en conocimiento público tomando en consideración las disposiciones establecidas en su reglamentación interna el cual puede ser consultado en el siguiente sitio web:

<http://www.bvc.com.co/Normatividad/ReglamentoGeneral-BVC-V2004MYO28.pdf>

La Bolsa de Valores de Colombia es la entidad encargada de la Administración del MEC (Mercado Electrónico Colombiano) bajo una reglamentación la cual puede ser consultada en el siguiente sitio web:

<http://www.bvc.com.co/bvcweb/administracion/editor/homeFiles/Normatividad/ReglamentoGeneralMEC-V2005AGT25.pdf>

Las entidades que prestan sus servicios en el mercado público de valores, tales como: Las bolsas, los comisionistas de bolsa, las calificadoras de valores, el depósito central de valores DECEVAL, entre otras entidades, se encuentran reglamentadas y vigiladas.

Otro sistema para dirimir los problemas que puedan suscitarse es el Arbitraje Regulatorio. El Arbitraje Regulatorio se presenta por las diferencias existentes en las leyes que regulan actividades financieras similares, pero dejando diferencias que pueden generar fisuras en el desarrollo de determinada actividad financiera. El arbitraje regulatorio se da generalmente en cinco vehículos diferentes, pero que a su vez efectúan misma actividad: administración de carteras colectivas.

Diferencias en regulación: a continuación se presenta una diferenciación de requisitos dependiendo del administrador del fondo con respecto a:

- Apalancamiento
- Fondos Comunes Ordinarios: 48 veces el monto del capital pagado y reserva, ambos saneados.
- Fondo de Valores: 24 veces el monto de su patrimonio técnico.
- Sociedades Administradoras de Fondos de Pensiones y Cesantías Obligatorias: 48 veces su capital técnico.

Cuadro 2. Diferenciación en la regulación legal.

Tipo de Fondo	Administrador del Fondo	Vigilado por	Marco Legal
Fondos de Valores	Firmas Corredoras	Superintendencia de Valores	Res. 70/2001 y Res. 1200 Título 7
Fondos de Inversión	Firmas Administradoras	Superintendencia de Valores	Res. 70 2001 y Res. 1200 Título 7
Fondos Comunes Ordinarios y Especiales	Fiduciarias	Superintendencia Bancaria	Estatuto Orgánico del Sistema Financiero – Título V capítulo 1 y 3
Fondos de Pensiones Obligatorias, Voluntarios y de Cesantías	Administradoras de Pensiones y Cesantías	Superintendencia Bancaria	Estatuto Orgánico del Sistema Financiero – Título V capítulo 5 y 6
Fondos Mutuos de Inversión (equivalente a los fondos de empleados pero con un 50% de inversión por la empresa)	Compañía	Superintendencia de Valores	Decreto 2968 de 1960 y sus modificaciones.

- Capital Mínimo Requerido para crear una Compañía.
- Sociedades Administradoras de Pensiones y Cesantías: COL \$ 10.964 mil millones (AF Pensiones: 7.308 y AF Cesantías: 3.656)
- Sociedades Fiduciarias: COL \$3.656 millones
- Firmas Comisionistas: COL \$ 600 millones
- Administradoras de Fondos: COL \$ 1,400 millones
- Fondos Mutuos: No hay límite mínimo
- Tipos de fondos que pueden crear cada entidad.
- Sociedades AFP's: FPO, FPV, Fondos de Cesantías
- Sociedades Fiduciarias: FCO, FCE, FPV
- Firmas Comisionistas: Fondo de Valores (FV)

- Administradoras de Fondos: Fondos de Inversión (FI)
- Manera de hacerse efectivos los derechos de los inversionistas dentro de las carteras colectivas:
- Inversionistas de FCO's y FCE's no tienen voto sobre las decisiones que se toman respecto al fondo.
- Inversionistas de Fondos de Valores y de Inversión tienen la facultad de votar sobre decisiones del fondo.

Para concluir, uno de los retos más importantes es fortalecer y modernizar las bases del marco legal y regulatorio, puesto que el marco legal vigente, se encuentra desactualizado observándose un énfasis bancario, además del incremento de prácticas inadecuadas de mercado, las cuales en la actualidad no tienen sanción ni penalización alguna. Asimismo, la deficiente capacidad institucional del supervisor y autorregulado son en este momento de la historia notables. Además los bajos estándares de la industria colombiana y la proliferación de Pymes y Mipymes, merecen un replanteamiento de las cuotas de integración y creación de compañías.

Algunos importantes analistas financieros y tratadistas del derecho comercial han planteado un proyecto de Ley del Mercado de Valores, en la cual se incluyen aspectos tan vitales en la vida moderna como: la flexibilidad y eficiencia del marco regulatorio, el mejoramiento de la transparencia e integridad, la elevación de estándares de la industria: profesionalismo, controles internos y gobierno

corporativo, mayor protección a inversionistas, fortalecimiento de la supervisión del mercado, modernización en la organización de la industria de Fondos y la adopción de estándares internacionales de contabilidad y supervisión a la industria de auditoría. De igual manera, otras reformas a la ley proponen: Desarrollar una agenda para la reactivación del mercado accionario, impulsar los fondos de capital privado y de riesgo, facilitar la integración de los mercados de valores en la región, simplificar trámites y estandarización de procesos de oferta pública (papeles comerciales y bonos), fortalecimiento del gobierno de la BVC y del brazo autorregulador, el fortalecimiento institucional de la Superintendencia de Valores.

4.5 MARCO CONCEPTUAL

Con el propósito de unificar significados de algunos términos utilizados en el presente estudio de investigación, a continuación se presenta la definición correcta de éstos términos:

Acción: título de propiedad de carácter negociable representativo de una parte alícuota del patrimonio de una sociedad o empresa. Otorga a sus titulares derechos que pueden ser ejercidos colectivamente y/o individualmente²¹.

²¹ Sitio Web Corfinsura, "Glosario de Términos Económicos" en: <http://www.corfinsura.com.co/espanol/glosario/dl/glosarioterminoseconomico.pdf>, 2006 p. 1.

Acción Ordinaria: acción que tiene la característica de conceder a su titular ciertos derechos de participación en la sociedad emisora entre los cuales está el de percibir dividendos, y el voto en la Asamblea²².

Acción inactiva: son las acciones que no han registrado cotizaciones que marquen precio en la Bolsa de Valores de Colombia en los últimos 30 días²³.

Acción preferencial: son acciones que tienen prioridad en el pago de dividendos o en el reembolso del capital en caso de liquidación. A cambio de ello, no poseen voto en las asambleas de accionistas²⁴.

Acción privilegiada: tiene un beneficio económico adicional por un período determinado que se materializa en el pago de dividendos.

Acciones en circulación: número de acciones emitidas por una sociedad que pueden ser libremente transadas en el mercado.

Análisis Fundamental: es el estudio de toda la información disponible en el mercado sobre el emisor del instrumento financiero y su entorno empresarial, financiero y económico con la finalidad de obtener su verdadero valor y así formular una recomendación de inversión. Este método recopila y analiza la información histórica pretendiendo anticipar el comportamiento futuro de un título que se cotiza y negocia en bolsa.

²² Ibid, p.1

²³ Ibid. P. 1

²⁴ Sitio Web de la Bolsa de Valores de Colombia, "Manual de Mercado Accionario Colombiano"

Análisis Técnico: el análisis técnico de acciones pretende pronosticar las variaciones futuras de un instrumento bursátil basándose exclusivamente en la evolución de las cotizaciones a lo largo de un período de tiempo. Este estudio se realiza mediante el manejo de indicadores y gráficos que reflejan el precio de una acción y su volumen a través del tiempo, con el fin de determinar las tendencias futuras de los precios mediante el análisis de factores claves: el precio, el tiempo y el volumen de acciones negociadas. A partir de la información histórica de las variables precio, volumen de acciones transadas se pueden aplicar diferentes técnicas matemáticas y heurísticas para simular el comportamiento futuro de los títulos en el mercado y complementar el análisis fundamental y técnico básico.

Bolsa de Valores: establecimiento público o privado, donde personas calificadas realizan operaciones de compraventa de títulos valores. Es un mercado centralizado y regulado.

Bursatilidad: índice de acciones determinado según la frecuencia de transacción y el volumen promedio de transacciones realizadas en el mercado de acciones. Este índice es calculado mensualmente por la Superintendencia de Valores.

Capital de Trabajo: indica la disponibilidad de recursos para operar normalmente.

Se halla de la siguiente manera: Activo Corriente - Pasivo Corriente.

Covarianza (m_{xy} , m_{yx} ó cov): estadígrafo de dispersión que cuantifica el grado de variabilidad conjunta de “ X_i y Y_i ”. Se define como la media del producto de las desviaciones respecto de las medias aritméticas²⁵.

$$\begin{aligned} \text{cov} = m_{xy} &= \frac{\sum Z_x Z_y}{n} \\ &= \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n} \end{aligned}$$

Desviación típica o estándar: es la medida de dispersión más conocida y por tal motivo la más utilizada, desempeña un papel muy importante en el análisis de datos estadísticos. Al igual que la varianza, permite la comparación de dos o más distribuciones, cuando están dadas en las mismas unidades de medida, con el fin de determinar cuál de ellas presenta un mayor o menor grado de variabilidad absoluta. Se define como la raíz cuadrada de la varianza tomada siempre con signo positivo. También se puede definir como la raíz cuadrada de las desviaciones respecto de la media. $s = \sqrt{s^2}$

Endeudamiento: mide la proporción de activos totales financiados por los acreedores de la empresa. Se calcula de la siguiente forma: Pasivo Total / Activo Total.

²⁵ Bencardino, Martínez Ciro. Estadística Básica Aplicada. Santa Fé de Bogotá. Eco ediciones. 2002.p157.

Excel: es un programa del tipo Hoja de Cálculo que permite realizar operaciones con números organizados en una cuadrícula.

Es útil para realizar desde simples sumas hasta cálculos de préstamos hipotecarios.

Heurística: la heurística se refiere a una técnica, método o procedimiento inteligente de realizar una tarea que no es producto de un riguroso análisis formal, sino de conocimiento experto sobre la tarea. En especial, se usa el término heurístico para referirse a un procedimiento que trata de aportar soluciones a un problema con un buen rendimiento, en lo referente a la calidad de las soluciones y a los recursos empleados

IGBC: el Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia, mide de manera agregada la variación de los precios de las acciones más representativas del mercado. El objetivo principal es representar las variaciones del conjunto de acciones más transadas de una manera fiel, de tal forma que cumpla el requisito de replicabilidad, es decir que a partir del mismo se pueda conformar un portafolio con las acciones del índice, base fundamental para la construcción de productos derivados.

Margen Neto: mide el porcentaje de cada peso de ventas que queda después de que se han deducido todos los costos y gastos, incluyendo intereses, impuestos, y dividendos de acciones preferentes. Su cálculo se hace de la siguiente manera:

$$\text{Utilidad Neta} / \text{Ingresos totales.}$$

Margen Operacional: mide el porcentaje de cada peso de ventas que queda después de deducir todos los costos y gastos que no son intereses, impuestos y dividendos en acciones preferentes.

Se calcula con la siguiente fórmula: $\text{utilidad Operativa} / \text{Ingresos Totales}$
Mercado de renta variable: el mercado de renta variable es aquel en donde la rentabilidad de la inversión, esta ligada a las utilidades obtenidas por la empresa en la cual se invirtió y por las ganancias de capital obtenidas por la diferencia entre el precio de compra y venta.

Este mercado esta compuesto por acciones, bonos convertibles en acciones, BOCAS, derechos de suscripción y títulos provenientes de procesos de titularización donde la rentabilidad no esta asociada a una tasa de interés específica.

Metaheurística: las metaheurísticas son estrategias inteligentes para diseñar o mejorar procedimientos heurísticos muy generales con un alto rendimiento.

Modelo de Markowitz: es un modelo de programación cuadrática, el cual tenía como condiciones de primer orden el aumento marginal en la varianza de invertir un poco más en un activo dado y debería ser proporcional al retorno dado. Esta variación depende tanto de la varianza del retorno del activo, como de la Covarianza del retorno de todos los demás activos del portafolio. Este modelo consiste en buscar aquella composición de la cartera que haga máxima la

rentabilidad para un determinado nivel de riesgo, o bien, un mínimo de riesgo para una rentabilidad dada.

Oferta: ofrecimiento de venta y/o compra de un determinado valor o activo negociable que contiene la información necesaria para identificarlo, divulgarlo y valorizarlo.

OPA: Oferta Pública de Adquisición de Acciones inscritas en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios, realizada a través de la Bolsa de Valores de Colombia S.A. en una sesión de negociación por fuera del mercado normal de acciones. Las sesiones de negociación son a viva voz. De acuerdo con lo establecido por la normatividad del mercado público de valores, toda persona o grupo de personas que conformen un mismo beneficiario real, directamente o por interpuesta persona, solo podrá convertirse en beneficiario real de más del 10% de las acciones ordinarias en circulación de una sociedad, cuyas acciones se encuentren inscritas en una bolsa de valores, adquiriendo las acciones con las cuales se supere dicho porcentaje a través de una OPA dirigida a todos los titulares de tales acciones. De igual forma, toda persona o grupo de personas que sea beneficiario real de mas del 10% de las acciones ordinarias en circulación solo podrá incrementar, directamente o por Interpuesta persona, su participación en un porcentaje superior al 5% de las acciones ordinarias en circulación a través de una OPA dirigida a todos los titulares de dichas acciones.

Período Exdividendo: lapso entre el primer día hábil de pago de dividendos de acciones y los diez (10) días hábiles bursátiles inmediatamente anteriores a tal fecha. Excepcionalmente el período ex-dividendo será menor cuando entre la fecha en que se decretan y se hacen exigibles los dividendos hubiere menos de once (11) días hábiles. En este evento, el período ex-dividendo será calculado entre el día hábil siguiente a la fecha en que fueron decretados los dividendos y el primer día hábil de pago de los mismos. Las transacciones que se realicen dentro del período ex-dividendo no transfieren el derecho a percibir los dividendos pendientes.

Portafolio: un portafolio en términos formales, es una colección de activos, tanto financieros (por ejemplo. dinero, bonos, acciones) como reales (por ejemplo, tierras, metales preciosos, edificaciones, obras de arte, energéticos) con características propias de plazo, rentabilidad y riesgo.

Portafolio de inversión: es una combinación de activos financieros poseídos por una misma persona, natural o jurídica. Un portafolio de inversión es diversificado cuando en el conjunto de activos se combinan especies con rentabilidades, emisores, modalidades de pago de intereses y riesgos diferentes.

Promotor de liquidez: sociedad Comisionista obligada a intervenir en el mercado de acciones, sobre una especie determinada con el fin de proveerle liquidez. Son Sociedades Comisionistas de Bolsa que se han comprometido (por medio de un

contrato) con un emisor de acciones a dar liquidez a los títulos de manera tal que quien esté interesado en transarlos, encuentre siempre una punta contraria a precio de mercado. Es decir, ellos deben asegurar la continuidad de las operaciones, considerando las condiciones del mercado con el fin de preservar la eficiente formación de precios.

Q-TOBIN: modelo desarrollado por James Tobin. Es la relación entre el Precio en Bolsa de una Compañía y su Valor en Libros (o contable) y se calcula mediante la siguiente división: Valor en Bolsa / Valor en Libros. Cuando la relación es mayor que uno (1), se dice que la compañía está sobrevalorada en Bolsa; y cuando la relación es menor que uno (1), la compañía está subvalorada en Bolsa.

Razón Corriente: mide la capacidad de la empresa para cumplir con sus deudas a corto plazo. Se halla de la siguiente manera: (Activo Corriente / Pasivo Corriente)

R.P.G: indicador que resulta de dividir el precio de mercado de una acción entre la utilidad por acción reportada por el emisor. Representa el número de períodos que se requieren, a este nivel de utilidades, para recuperar lo invertido.

Riesgo: es el grado de variabilidad o contingencia del retorno de una inversión. En términos generales se puede esperar que, a mayor riesgo, mayor rentabilidad

de la inversión. Existen varias clases de riesgos: de mercado, solvencia, jurídico, de liquidez, de tasa de cambio, riesgo de tasa de interés.

Rentabilidad: es la relación entre la utilidad proporcionada por un título y el capital invertido en su adquisición.

Rentabilidad del Activo: también conocido como rendimiento sobre la inversión, mide la efectividad total de la administración en la generación de utilidades. Se calcula así: $(\text{Utilidad disponible para los accionistas} / \text{Activos totales})$.

Rentabilidad del Patrimonio: Es decir la relación entre las utilidades y el patrimonio de la Compañía.

Se calcula mediante la siguiente fórmula así: $(\text{Utilidades netas} / \text{Patrimonio})$.

Superintendencia de Valores: es una entidad de servicio que tiene como fin especial organizar, regular y promover las actividades realizadas a través del Mercado Público de Valores, así como efectuar el seguimiento y supervisión de los agentes que actúan en dicho mercado, con el fin de proteger los intereses de los inversionistas y velar por la transparencia del mercado.

Las entidades que prestan sus servicios en el mercado público de valores, tales como las bolsas de valores, las firmas comisionistas de bolsa, los comisionistas

independientes, los depósitos centralizados de valores, las sociedades administradoras de fondos de inversión, los fondos de garantía que se constituyen en el Mercado Público de Valores, las Sociedades Administradoras de los depósitos centralizados de valores y las calificadoras de valores, se encuentran debidamente reglamentadas y vigiladas por esta Superintendencia.

Utilidad por Acción: representan la cantidad monetaria obtenida durante el período por cada acción ordinaria en circulación. Se calcula así: (Utilidades disponibles para los accionistas / N°. Acciones en circulación)

Valor Presente Neto - VPN: mide en pesos de hoy, el valor del retorno de un proyecto descontando la inversión total realizada y la tasa de interés (rendimiento esperado por el inversionista).

Se halla con la siguiente fórmula:
$$V.P.N = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - CF_0$$

Varianza (S², V_x, V_y): la varianza es una medida muy conocida y usada, su importancia radica especialmente en que da origen a otra medida de dispersión mucho más significativa, denominada desviación típica o estándar. Se define como la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones respecto a la media aritmética.

5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se fijará la atención en lo que constituye, talvez, el factor más importante en la planeación de la investigación, la hipótesis, en este punto se define que rumbo toma la investigación, y se establece de manera clara la forma en la que se comprueba la misma a través de variables.

H₁: con la aplicación de una herramienta que incluya la consecución de precios esperados, la ponderación del riesgo, la rentabilidad y la posibilidad de pérdida, y la determinación del volumen adecuado de inversión en un portafolio de acciones, se puede encontrar la inversión de mejor calidad en negociación de acciones en el corto plazo seis (6) días, para obtener una máxima rentabilidad, mayor liquidez y mínimo riesgo.

5.1 VARIABLES

Independientes. volumen, precio y diversificación de las acciones que conforman el portafolio de inversión.

Dependientes. rentabilidad, riesgo y liquidez.

Intervinientes: comisión, tasa de oportunidad, desviación estándar

5.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

Precio: valor en que se estima algo.

Precio de Cierre (Acciones). precio promedio que determinada acción en la Bolsa de Valores de Colombia tiene al momento de terminar la jornada.

Volumen: cantidad de componentes en un espacio dado.

Volumen Transado. cantidad de acciones compradas y vendidas en un día, ya sean de una compañía determinada o de todo un mercado.

Diversificación: hacer algo de distinta naturaleza, especie, número y figura.

Diversificación del Riesgo. maniobra que pretende disminuir el riesgo total de un portafolio ya existente o recién creado, a través de la adquisición de diversos títulos valores emitidos por diferentes empresas, los cuales tengan variados comportamientos y riesgos.

Rentabilidad: es la relación entre la utilidad proporcionada por un título y el capital invertido en su adquisición.

Liquidez: es la mayor o menor facilidad que tiene el tenedor de un título o un activo para transformarlo en dinero en cualquier momento.

Riesgo: es el grado de variabilidad o contingencia del retorno de una inversión. En términos generales se puede esperar que, a mayor riesgo, mayor rentabilidad de la inversión. Existen varias clases de riesgos: de mercado, solvencia, jurídico, de liquidez, de tasa de cambio, riesgo de tasa de interés.

Comisión: retribución que da un inversionista a un comisionista por ejecutar una orden de compra o venta de los valores negociables en Bolsa, por asesorarlo en la misma o por administrar los valores del cliente, según sea la solicitud del mismo.

Tasa del Costo de Oportunidad: tasa de rendimiento sobre la mejor alternativa de inversión disponible de igual riesgo; es decir la tasa de rendimiento que un inversionista podría obtener sobre inversiones alternativas de riesgo similar. Es el porcentaje de utilidad que dejaría de recibir en el caso de invertir el capital disponible en otro tipo de proyecto o método de inversión.

Desviación típica o estándar: es la medida de dispersión más conocida y por tal motivo la más utilizada, desempeña un papel muy importante en el análisis de datos estadísticos. Al igual que la varianza permite la comparación de dos o más distribuciones, cuando están dadas en las mismas unidades de medida, con el fin

determinar cual de ellas presenta un mayor o menor grado de variabilidad absoluta. Se define como la raíz cuadrada de la varianza tomada siempre en signo positivo.

5.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Rentabilidad:

Indicadores.

- VPN (VALOR PRESENTE NETO): toma en cuenta de manera explícita el valor del dinero en el tiempo, se considera una técnica refinada para preparar presupuestos de capital.

$$VPN = \frac{FE_0}{(1+k)^0} + \frac{FE_1}{(1+k)^1} + \frac{FE_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FE_n}{(1+k)^n}$$

$$V.P.N = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - CF_0$$

- U.P.A: es la cantidad monetaria obtenida durante el período por cada acción ordinaria en circulación.

$$\text{U.P.A} = \frac{\text{Utilidades disponibles para los accionistas comunes}}{\text{Número de acciones ordinarias en circulación}}$$

- ROA: (RENTABILIDAD SOBRE EL ACTIVO - INDICE FINANCIERO): indica el nivel de utilidades (en pesos) que genera cada peso invertido en los activos de la empresa. Se obtiene al dividir la utilidad neta por los activos totales, mide la efectividad total de la administración en la generación de utilidades con sus activos disponibles.

$$\text{ROA} = \frac{\text{Utilidad disponible para los accionistas comunes}}{\text{Activos totales}}$$

- ROE: (RENTABILIDAD SOBRE EL PATRIMONIO - INDICE FINANCIERO): indica el nivel de utilidades (en pesos) que genera cada peso de propiedad de los accionistas. Se obtiene al dividir la utilidad neta por el patrimonio. Mide el rendimiento obtenido sobre la inversión de los accionistas de la empresa.

$$\text{ROE} = \frac{\text{Utilidad disponible para los accionistas comunes}}{\text{Capital en acciones ordinarias}}$$

- RPG: valor que se obtiene al dividir el precio de cierre de una acción sobre y entre la utilidad por acción reportada por el emisor y representa el número de períodos que se requieren, según sea el nivel de utilidades, para recuperar lo

invertido. A mayor RPG, mayor será la valoración que el mercado le asigne a una acción.

$$\text{R.P.G} = \frac{\text{Precio Promedio Ponderado}}{\text{Utilidades/ Número de acciones en circulación}}$$

- Margen de utilidad bruta: indicador de rentabilidad que se define como la utilidad bruta sobre las ventas netas, y nos expresa el porcentaje determinado de utilidad bruta (Ventas Netas - Costos de Ventas) que se está generando por cada peso vendido.

Mide el porcentaje de cada peso de ventas que queda después de que la empresa ha pagado todos sus productos.

$$\text{Margen de utilidad Bruta} = \frac{\text{Utilidad bruta}}{\text{Ventas}}$$

- Margen de utilidad operativo: indicador de rentabilidad que se define como la utilidad operacional sobre las ventas netas y nos indica, si el negocio es o no lucrativo, en sí mismo, independientemente de la forma como ha sido financiado.

Mide el porcentaje de cada peso de ventas que queda después de deducir todos los costos y gastos que no son intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes.

$$\text{Margen de utilidad operativo} = \frac{\text{Utilidad operativa}}{\text{Ventas}}$$

- Margen de utilidad neta: .indicador de rentabilidad que se define como la utilidad neta sobre las ventas netas. La utilidad neta es igual a las ventas netas menos el costo de ventas, menos los gastos operacionales, menos la provisión para impuesto de Renta, más otros ingresos menos otros gastos. Esta razón por sí sola no refleja la rentabilidad del negocio.

Mide el porcentaje de cada peso de ventas que quedan después de que se han deducido todos los costos y gastos incluyendo intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes.

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{\text{Utilidades disponibles para los accionistas comunes}}{\text{Ventas}}$$

- Valor Intrínseco: corresponde al valor patrimonial de la acción.

- PVL: relaciona el valor de la acción v.s el valor patrimonial. Cuando es menor que 1 se dice que la acción está subvaluada, cuando es mayor a 1 se considera sobrevalorada.
- Yield: hace referencia al rendimiento de la acción generado por los dividendos anuales.
- % de Reparto de Utilidades: relaciona el valor del dividendo v.s la utilidad por acción.
- Índice de Fuerza Relativa: determina el grado de sobrevaloración ó subvaluación en el precio de una acción. El indicador oscila entre 0 y 100, pero los niveles críticos suelen ser entre 30 y 70.

$$IFR = 100 - (100/(1+RS))$$

R.S = Promedio de los cambios positivos en los precios durante un período "n" dividido por el promedio de los cambios negativos de los precios del mismo período.

- Índice de riqueza (Wealth): determina la capacidad que tiene una acción de generar riqueza con el paso del tiempo.

$$Wealth = 1x (1+R1) x (1+R2) x (1+R3)...(1+Rn)$$

R1 = Rentabilidad Período 1

R2 = Rentabilidad Período 2

Rn = Rentabilidad Período n

Liquidez:

Indicadores.

- Índice de Liquidez Bursátil Diaria: clasifica una acción como de alta, media, baja o mínima bursatilidad. Mide la comerciabilidad o liquidez de una acción determinada por la frecuencia, número de operaciones y volúmenes negociados mensualmente en el mercado secundario.

Se da en porcentaje y representa la facilidad de transformación en efectivo de la acción.

$$\text{I.L.B.D} = \frac{\text{Número de acciones transadas en el día}}{\text{Número de acciones en circulación}}$$

- Prueba Ácida: se conoce también con el nombre de prueba del ácido o liquidez seca. Es un test más riguroso, el cual pretende verificar la capacidad de la empresa para cancelar sus obligaciones corrientes pero sin depender de la venta de sus existencias es decir, básicamente con sus saldos de efectivos, el producido de sus cuentas por cobrar, sus inversiones temporales y algún activo de fácil liquidación que puede haber, diferente a los inventarios.

Mide la capacidad de la empresa para cumplir con sus deudas a corto plazo.

$$\text{Prueba ácida} = \frac{\text{Activos Corrientes} - \text{Inventario}}{\text{Pasivos Corrientes}}$$

$$\text{Razón Circulante: } \frac{\text{Activos Corrientes}}{\text{Pasivos Corrientes}}$$

Riesgo:

Indicadores.

- Desviación estándar (σ_k): es el indicador estadística más común del riesgo es la desviación estándar, que mide la dispersión en torno al valor esperado. La desviación estándar mide la dispersión de los valores de una variable con respecto a su promedio.

$$K = \sum_{j=1}^n k_j \times Pr_j$$

k_j = rendimiento resultado j ésimo.

Pr_j = Probabilidad de ocurrencia del resultado j ésimo

n = número de resultados considerados

- Coeficiente de Variación (cv): es una medida de dispersión relativa que es útil

- al comparar los riesgos de activos con diferentes rendimientos esperados.

$$C.V = \frac{\delta_k}{K}$$

Cuanto más alto el coeficiente de variación mayor es el riesgo

- Coeficiente beta: es la medida de relación entre el rendimiento de un activo y el rendimiento del mercado durante un período determinado. Muestra qué variación tiene el activo por cada punto que varía el mercado.
- Coeficiente de determinación R2: determina en qué nivel porcentual la variación del precio de una acción se encuentra explicada por el mercado.

Precio:

Indicadores:

- Precio de la acción: se calcula a través del precio promedio ponderado diario, utilizando la información de cantidad y volumen del mercado al contado transmitidos por la bolsa al momento de terminar la jornada.

$$PPP = \frac{\sum V_i P_i}{N \sum V_i}$$

6. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se muestra el procedimiento que se llevó a cabo para realizar la investigación, el nivel de profundidad del conocimiento propuesto, así como el método y técnicas utilizadas en la recolección de la información.

6.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de investigación corresponde al nivel de conocimiento científico, que es precisamente al que aspira llegar el investigador, aquí se señala el tipo de información necesaria para el desarrollo de la investigación y el nivel de análisis que conlleva el estudio.

La tipología de la investigación se logra desde diferentes puntos de vista, a continuación se presentan algunos de ellos:

Según el propósito y finalidades perseguidas con el presente estudio, la investigación es de naturaleza mixta puesto que es básica y aplicada a la vez, esto quiere decir, que el estudio parte de un marco teórico (parte básica) que busca incrementar los conocimientos científicos y el aumento en la densidad de una información conceptual determinada, aspectos que entran a sustentar una parte

práctica, en la cual se da aplicación a los conocimientos adquiridos por el investigador a través de su vida ya sea de manera formal o empírica con el ánimo de obtener nuevo conocimiento técnico de aplicación inmediata al problema objeto de estudio, y así llegar a una serie de consecuencias y resultados prácticos.

Según la clase de medios utilizados en el desarrollo de la presente investigación, ésta es documental, puesto que se basó en fuentes de carácter del mismo género, partiendo de los subtipos bibliográficos e igualmente se apoyó en algunas consultas de libros, sin embargo, también pertenece a la categoría hemerográfica, porque se consultaron diferentes revistas y artículos, no obstante la presente investigación también es de tipo experimental dado que se obtiene información de la actividad intencional realizada por el investigador y se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga, y así poder observarlo.

Así pues, se tiene que la investigación a la que hoy se tiene lugar es del tipo experimental, documental bibliográfica - hemerográfica e histórica, ya que el proceso de recolección de la información para el diagnóstico implicó hacer seguimiento en el tiempo de la información relacionada. Además se soportó en datos reales publicados por la Bolsa de Valores de Colombia y otras entidades que publican información financiera del mercado bursátil no solo colombiano sino en el ámbito mundial, así como de investigaciones de otros autores relacionadas con el tema de las metaheurísticas.

Atendiendo el nivel de conocimientos que se adquieren, la Investigación es de carácter exploratorio, ya que se realiza con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada como lo es la minimización del riesgo y la maximización de la rentabilidad y liquidez de las inversiones en renta variable en el corto plazo y así, encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior. Además, se parte de la formulación de un problema para posibilitar una investigación más precisa o el desarrollo de una hipótesis, pero también como se trata de aumentar la familiaridad del investigador con el fenómeno que se investiga y con esto, aclarar conceptos y establecer preferencias para posteriores investigaciones. El propósito de especificar o no el carácter exploratorio en el diseño que se formula es, principalmente tener claridad del conocimiento científico desarrollado previamente por otros autores. Cuando se construye un marco de referencia teórico y práctico puede decirse que este primer nivel de conocimiento es exploratorio, el cual puede complementarse con el explicativo según las necesidades del estudio, como lo es el presente caso, en el cual se parte de un estudio exploratorio pero que lleva inmerso en su desarrollo una parte explicativa. Los estudios explicativos, son aquellos que se orientan a la comprobación de una hipótesis causal que puede definirse en el nivel explicativo y su realización supone el ánimo de contribuir al desarrollo del conocimiento científico, razón por la cual, el rigor científico se constituye en pilar fundamental para la elaboración de la investigación. En este punto, se identifican y analizan las causales (Variables independientes) y sus resultados (Variables dependientes), los que se expresan en hechos verificables; como muestra de esto,

se presenta una manipulación directa de variables como riesgo, rentabilidad y liquidez, con lo cual se busca una repercusión en variables dependientes. Por ello, se hace importante el establecimiento de variables en las cuales exista un grado de complejidad cuya ocurrencia y resultados determinen explicaciones que contribuyan al conocimiento científico.

Los estudios de este tipo implican esfuerzos del investigador y una gran capacidad de análisis, síntesis e interpretación, tienen un conocimiento profundo del marco de referencia teórico, al igual que una excelente formulación y operacionalización de la hipótesis del trabajo, tal como es el caso del presente estudio en el cual se pretende explicar la incidencia que tiene un modelo metaheurístico de búsqueda (Método R) en la manipulación de variables independientes para lograr cambios benéficos en las variables dependientes.

El campo de conocimiento en el que se enmarca la presente investigación es el científico.

De conformidad con el tipo de razonamiento empleado la investigación es racional, puesto que se emplean conocimientos adquiridos a través de la educación y la ciencia; y según el número de personas que realizan la investigación es individual.

6.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Como se dijo en el capítulo anterior, la presente investigación se enmarca dentro el denominado campo científico el cual exige el empleo de un método científico que permita demostrar la hipótesis, cumplir con los objetivos y dar una respuesta concreta al problema financiero motivo de investigación. Por ello a continuación se muestra el método utilizado para el desarrollo del estudio.

Para el presente estudio se utiliza el método del análisis por cuanto se inicia un proceso de conocimiento con la identificación de cada una de las partes que caracterizan el problema financiero de optimización de activos en negociación de acciones, para así establecer una relación de causa – efecto entre los elementos que componen el objeto de la investigación, es decir, primero se tiene una concepción global del problema y se parte de la incidencia de variables como el precio y el volumen de la acciones, justamente como de la diversidad de las mismas dentro del comportamiento en bolsa, de un portafolio determinado y previamente manipulado con la metaheurística de Método R para obtener efectos en variables como la rentabilidad, el riesgo y la liquidez del mismo portafolio de acciones. De igual manera, este estudio también emplea el método deductivo, puesto que para la resolución del problema se parte de situaciones generales explicadas por un marco teórico general, las cuales se aplican a una realidad concreta, para este caso en particular, se parte de acepciones generales del comportamiento de la Bolsa de Valores en el Mundo y en Colombia de sus

características y aspectos fundamentales, así como de métodos para la el análisis técnico y fundamental de las acciones, del método científico y de teorías heurísticas utilizadas en la resolución de problemas, para aplicarlas a un problema específico y concreto, la optimización de activos financieros en las negociación de las acciones que conforman un portafolio de inversión a corto plazo, haciendo un análisis de la Bolsa de Valores de Colombia y siguiendo sus parámetros de comportamiento, precisamente como utilizando métodos para analizar las diversas acciones que se transan en este mercado bursátil, haciendo un pronóstico de precios, volumen, rentabilidad, riesgo, posibilidad de pérdida del portafolio seleccionado y por último adaptando la teoría metaheurística de Método R a esta problemática.

6.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación corresponde al carácter experimental transversal - transaccional porque, tiene una etapa preliminar de obtención de información y un proceso para el análisis de la misma, a partir de la cual se aplican conceptos adaptados con el fin de encontrar nuevo conocimiento científico. Asimismo, se definieron unas etapas a seguir las cuales llevaron a diseñar una serie de conceptos e implementaciones y emitir unos conceptos con el objeto de solucionar la problemática planteada, las cuales partieron de:

- Diseñar una estrategia para dar tratamiento a la información de tal manera que sus resultados permitieran hacer una interpretación y teorización del problema.
- Determinar variables tales como: Volumen, Precio y Diversificación de las acciones que conforman el portafolio de inversión, así como Rentabilidad, Riesgo, Liquidez y Comisión, las cuales permitieron justificar la propuesta de la investigación.
- Comprobar el comportamiento obtenido de las variables con la información real.
- Concluir las bondades del modelo con respecto a las variables anteriormente citadas.

Además se dió aplicación a unos requisitos o reglas para el desarrollo del estudio como son:

- Conciencia y tenacidad en la investigación.
- No arriesgar en juicios “a priori”.
- Ir a las fuentes.
- Utilizar adecuadamente la observación y la experimentación.
- Conocimiento basto de la literatura sobre el tema.
- Destacar los hechos esenciales de los secundarios y discernirlos correctamente.
- Actualización en los avances de la ciencia y la técnica.

6.4 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En este subapartado se definen las técnicas utilizadas para la recolección de la información, del mismo modo se identifica el tipo de información utilizada y las diferentes fuentes a las que se recurrió en el desarrollo del presente estudio.

6.4.1 Fuentes Primarias.

Dado el carácter de la presente investigación no se utilizó este tipo de fuente, ya que no era necesario recoger información de forma directa, por ello no se utilizaron técnicas como la observación, entrevistas, encuestas o cuestionarios entre otros.

6.4.2 Fuentes Secundarias.

Este tipo de fuentes suministran información básica necesaria en cualquier tipo de estudio, ésta hace referencia a la información escrita que ha sido transcrita por variados autores conocedores del tema o bien sea por otras fuentes escritas o por un participante en un suceso o acontecimiento. Por ello, esta investigación se cimentó en este tipo de información, ya que dada la naturaleza del estudio, la búsqueda de ayuda bibliográfica fue significativa, puesto que fue mucha la información extractada no sólo de libros, sino también de revistas, trabajos realizados por grupos de investigación, etc, contando también con la inigualable

ayuda del Internet. La información a la que se hace referencia en su mayoría corresponde a información financiera de un lado y del otro, a información relacionada con las heurísticas, metaheurísticas y el Método R.

El proceso de búsqueda de información llevó un tiempo considerable de consecución, pues por la poca divulgación de temas especializados como lo es el tema de las heurísticas y sus ramas, el proceso de búsqueda de tal información se tornó un poco engorrosa y difícil, pero la información no es sólo lo que respecta a su obtención, dicha información también requiere de un análisis cuidadoso y disciplinado, además de un buen sistema de discernimiento para lograr un buen estudio, información ajustada al problema planteado y que permitiera la resolución del mismo de una manera práctica y eficiente.

6.5 METODOLOGÍA

El método propuesto en este trabajo busca estructurar un proceso de decisión para la selección de portafolios en el corto plazo (cinco días de decisión). Para ello se realiza una combinación de simulación y técnica heurística para maximizar la rentabilidad de la inversión en condiciones de bajo nivel de riesgo.

Inicialmente se obtendrá información de la Superintendencia de Valores de Colombia, y BVC (Bolsa de Valores de Colombia) sobre las acciones de alta

bursatilidad, al igual que la información económica y financiera la cual esta a disposición de todos los usuarios del mercado público de valores. Puesto que el problema de negociación de acciones está sometido a las prácticas que se realizan en la bolsa de valores, se tiene que:

- El volumen de instrumentos financieros que se está dispuesto a comprar no es ofertado en el mercado.
- El lote de acciones que se pretende vender solo sea demandado parcialmente en el mercado.
- El precio del activo a adquirir sea más alto que el proyectado.
- El precio de venta de las acciones incluidas en el portafolio sea más bajo.

En la realidad no se conoce la evolución del valor futuro del precio de la acción, se debe contar con diferentes escenarios de precios, el cual lo convierte en un problema de optimización bajo incertidumbre, donde la función objetivo es establecer el valor presente neto esperado del portafolio de inversión. La principal característica de la solución obtenida es la representación de una posición robusta para el inversionista, es decir, que represente una buena inversión en la mayoría de los posibles precios que tomarían las acciones consideradas.

6.5.1 Proceso de selección de acciones.

Para seleccionar el grupo de acciones con el cual se pretendía desarrollar la investigación, se obtuvo el listado de acciones de alta bursatilidad del sitio web de

la superintendencia de valores de Colombia en www.supervalores.gov.co, las cuales fueron publicadas mediante carta circular externa No 001 de enero 5 de 2005. Seguidamente se tomaron las acciones de alta bursatilidad, diecisiete (17) acciones en total. También fue necesario indagar en los informes publicados por los grupos de investigación financiera de Suvalor y Corfinsura, con el fin de conocer el comportamiento del mercado de capitales y accionario de Colombia.

6.5.1.1 Análisis fundamental. En este punto se analizó toda la información referente a las diecisiete (17) acciones seleccionadas, información financiera, bursátil y económica recolectada y organizada en un cuadro comparativo, para acercarse a una idea más acertada de cada una de las empresas emisoras del título, su solidez en el mercado y sus proyecciones.

Recolección de información financiera del emisor del título. Para recolectar dicha información se ingresó al sitio web de la Supervalores y en su sección emisores y otros agentes se encontraron los reportes de los principales estados financieros e indicadores financieros y bursátiles, información que es reportada trimestralmente por las empresas adscritas a la Supervalores, esta información fue sometida a un análisis minucioso mediante el uso de indicadores financieros y bursátiles.

Análisis de la información financiera. Al tener la información financiera de las empresas emisoras se procedió a analizarla a través de indicadores financieros, bursátiles (RPG, Q- Tobin, Valor Patrimonial, IBA, Beta, Rentabilidad esperada,

riesgo posibilidad de pérdida, etc) y posteriormente haciendo un comparativo de las acciones, utilizando la bibliografía citada. (Ver anexo A y B).

- Indicadores financieros: para este análisis se tuvo en cuenta la estructura financiera de la empresa, la conformación de sus activos, pasivos y patrimonio; Asimismo, se utilizaron indicadores como la razón corriente, margen neto, margen operacional, razón corriente, capital de trabajo y endeudamiento. (Ver anexo A).
- Indicadores financieros bursátiles: como la bursatilidad es fundamental en este estudio, se analizaron cuidadosamente indicadores como la Q-Tobín, RPG, la liquidez bursátil, el valor patrimonial y el IBA (Índice de Bursatilidad Accionaria). (Ver anexo A y B).

Análisis comparativo de las acciones. Los resultados del anterior análisis, se organizaron en un cuadro comparativo, del cual se infirió que algunas de las empresas presentaban problemas de endeudamiento, de baja liquidez o rentabilidad, que sus valorizaciones en bolsa no son representativas o que tienen un capital de trabajo muy bajo, con estos argumentos, se descartaron 12 acciones, quedando un grupo definitivo de 5 acciones.

6.5.1.2 Análisis técnico básico. En este punto, se analizaron las diferentes acciones a través del móvil **average**, el análisis gráfico y el promedio móvil exponencial (EMA) además del análisis de otros indicadores.

Recolección de la información histórica de los precios y volúmenes de las acciones: esta información fue obtenida del sitio web de la Supervalores en la sección mercado accionario y evolución de los precios promedios diarios de cotización.

Análisis de Rentabilidad: se realizó a través un modelo desarrollado por el grupo de investigación financiera de la UTP, el cual parte de la variación porcentual en el precio esperado de las acciones (Ver Anexo C y D).

Análisis de Riesgo: este punto se analizó hallando la raíz cuadrada de la varianza (Ver Anexo C) y haciendo uso de las desviaciones estándar de los precios esperados, utilizando para ello metodología desarrollada por el grupo de investigación Financiera de la UTP. En este punto se buscaron acciones con mayor rentabilidad y menor riesgo, así como con el Beta del mercado.

Análisis de posibilidad de pérdida: ésta, aunque también hace parte del riesgo, se analizó en un punto aparte ya que es de vital importancia resaltarla a manera de estudio, y como cada acción tiene una distribución diferente, se hizo necesario llevar a cada una de las acciones a una distribución normal mediante una normalización para compararlas, asimismo se trabajó con las variaciones de los precios esperados y con la rentabilidad esperada. Esta parte del estudio se llevó a cabo utilizando como base una metodología desarrollada por el grupo de Investigaciones Financieras de la UTP.

Preselección de acciones para conformar el portafolio: aquí se descartaron 12 de las 17 acciones, confirmando un portafolio de cinco (Banco de Bogotá, Corfinsura, Suramericana, Coltabaco y Bancolombia) partiendo del análisis fundamental, y del análisis de los diferentes indicadores financieros y bursátiles y soportados en las acciones que generaran mejor rentabilidad y bajo riesgo.

Análisis de tendencia: para este punto se utilizó metodología utilizada en la bolsa de valores de **New York**, móvil **average**, una de las más potentes herramientas utilizadas para analizar la tendencia de las acciones al corto, mediano y largo plazo, basado en el promedio móvil de los precios de las acciones publicados por la Supervalores, en este punto, se analizaron tópicos como el impacto, el tiempo de la tendencia, etapas de **trading**, uso de osciladores, tendencias de soporte y de resistencia.

- Análisis tendencia primaria: con los precios de las acciones publicados por la supervalores, se calcula el promedio de los primeros cinco días para cada una de las acciones seleccionadas y se presenta en un gráfico lineal, elaborado en hoja de Excel.
- Análisis tendencia secundaria: con los precios de las acciones publicados por la supervalores, se calcula el promedio de los primeros 20 días para cada una de las acciones seleccionadas y se presenta en un gráfico lineal, elaborado en hoja de Excel.

- **Análisis tendencia terciaria:** con los precios de las acciones publicados por la supervalores, se calcula el promedio de los primeros 60 días para cada una de las acciones seleccionadas y se presenta en un gráfico lineal, elaborado en hoja de Excel.
- **Análisis de osciladores:** se tuvieron en cuenta los osciladores derivados del análisis de tendencia del promedio móvil y el exponencial para soportar decisiones sobre todo en etapas de **trading**, en donde se hace más difícil la negociación, en este punto se hizo uso de el MACD, el ROC (**Real or Change**), el RSI (Índice de Fuerza Relativa) los cuales son de gran ayuda para aclarar la tendencia del mercado y confirmar situaciones de compra o de venta así como para determinar puntos de reventa.

Selección de las mejores acciones: con el análisis gráfico se perfilaron las mejores acciones teniendo como base sus tendencias hacia el futuro.

6.5.2 Cálculo de la Ponderación adecuada de volumen del portafolio.

El cálculo porcentual de volumen adecuado de cada acción en la negociación, direccionada a obtener la máxima rentabilidad y el menor riesgo se realizó a través del modelo matemático de programación cuadrática propuesto por Markowitz – Tobon – Takayama y Batterham en este proceso se determinó el porcentaje del volumen óptimo de negociación de cada acción que conforma el portafolio.

6.5.3 Proceso de pronóstico de precios para las acciones seleccionadas para los próximos cinco días.

En este punto se utilizó una metodología desarrollada por el grupo de investigaciones financieras de la Universidad Tecnológica de Pereira aplicada en hoja de cálculo de Excel, la cual se basó en el modelo original de Montecarlo y utilizando adicionalmente el complemento para hoja electrónica de excell **Cristal Ball**.

6.5.3.1 Simulación de montecarlo para mil ensayos de precios esperados. Para determinar los precios futuros de una acción se parte de un precio real actual y se ajusta de acuerdo a la rentabilidad esperada de la acción, al realizar la simulación se debe considerar la volatilidad en el precio esperado, es decir, " $R \cdot t + \delta \cdot (t) 0.5$ ", siendo "t" el tiempo considerado entre cada precio promedio considerado, además, se define una variable aleatoria que afecta a la volatilidad de la rentabilidad esperada, ésta variable se toma con un comportamiento similar a la función de distribución normal estandarizada con media " $= 0$ " y desviación estándar " $= 1$ ". Después, utilizando hoja cálculo de Excel se utilizó la herramienta de análisis de datos para lograr el número de ensayos deseados para los precios esperados y el complemento de **crystal Ball**. (Ver Anexo E y G)

Establecimiento de precios a través de los cuartiles para cada día. Después de realizados los mil ensayos, se determina a través de cuartiles qué precios se repiten con más frecuencia y que porcentaje del universo de ensayos alcanzan. (Ver anexo G). Además, las proyecciones corresponden a posibles evoluciones

del precio de cada acción en el futuro, esto implica, que debe entregarse al modelo una muestra representativa de las posibles evoluciones de precios obtenidos, en este caso se hizo a través de los cuartiles de los datos arrojados en la simulación.

Conformación de la matriz de precios para cada acción los cinco días de negociación: éste paso, se realizó con la ayuda de un complemento para excel denominado **Cristal Ball**, con la que finalmente se determinó la matriz de precios esperados. (Ver anexo G)

Optimización del Portafolio: en esta parte se aplica el modelo matemático de programación cuadrática propuesto por Markowitz – Tobón – Takayama y Batterham, adaptado en hoja electrónica excel. Para el análisis de las acciones y su relación entre sí, se utiliza la regresión simple lo que permite un análisis entre cada par de acciones; y cómo se comportan las dos acciones una respecto a la otra. (Ver Anexo D).

6.5.4 Aplicar la Metaheurística del método R.

En este punto se adapto la metaheurística indicada al problema negociación de acciones, teniendo como base la matriz de precios esperados, volumen de negociación, tasa de oportunidad del inversionista, capital y el disponible de caja. (Ver anexo I).

6.4.2.1 Desarrollo del modelo de negociación de acciones con el método R. En este punto se desarrollaron todos los pasos de la metaheurística con la información financiera obtenida anteriormente y se implementó en Hoja de Excel para facilitar el entendimiento del funcionamiento del Algoritmo.

- Implementar una solución robusta. Con el fin de implementar un sistema que permitiera manejar un buen grupo de acciones y cuatro posibles precios esperados, además, de que era preciso tener en cuenta el capital del inversionista y la tasa de oportunidad; fue necesario su desarrollo en un lenguaje de programación capaz de soportar el algoritmo y a su vez dar una respuesta confiable.

Dicho programa fue desarrollado en **Visual Basic** para Excel, en el cual se usa un lenguaje de alto nivel, además obtiene los datos de la misma hoja electrónica, lo que facilita la presentación y análisis de los datos, puesto que dicho programa puede ser ejecutado las veces que sea necesario para dar al inversionista plena confiabilidad de lo que será su inversión.

- Validación del modelo en forma manual. Todo el procedimiento inicialmente se desarrolló de forma manual para poder detectar posibles limitaciones o errores y así poderlos subsanar, y una vez fraccionando el algoritmo se implementó en Hoja de Excel para facilitar el entendimiento del funcionamiento del algoritmo, y su posteriormente se desarrollo en **Visual Basic** para aplicarlo a la negociación de acciones.

- Desarrollo del algoritmo (programa en Visual Basic para excel). Teniendo el algoritmo adaptado, después de ensayarlo y verificar las respuestas, se procedió a sistematizarlo usando el **Visual Basic** para Excel en donde se introdujo en el lenguaje especificado paso por paso todo el procedimiento metaheurístico adaptado financieramente.

6.5.5 Ejecución del modelo de acuerdo al flujo de caja simulado.

Al tener la implementación del sistema, se introdujo una adaptación de la posible negociación en la cual se da cuenta de la compra y venta de las acciones y del disponible sobrante de caja, así como del porcentaje de comisión, de acuerdo a los resultados de la aplicación del modelo. (Ver Anexo J).

6.5.5.1 Optimizar el flujo de caja maximizando el valor presente neto de la inversión. con la matriz de precios obtenida de las posibles evoluciones de los precios de las acciones para cada uno de los próximos cinco días, se pretende encontrar una solución rentable para la mayoría de las posibles evoluciones del mercado, asumiendo que cada una es equiprobable. La solución óptima buscada es el vector de volumen de cada acción para cada día del horizonte del portafolio que multiplicada por uno de los posibles precios, maximice el valor para el inversionista.

La evaluación se realiza a través del Valor Presente Neto (VPN) sujeta a una tasa de oportunidad. Al tener todos estos elementos especificados, adaptados y

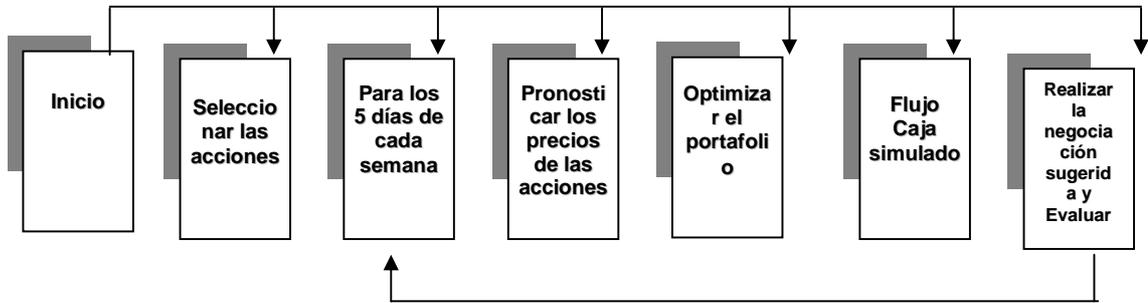
sistematizados utilizando el D.S.S se hacen varias corridas del programa con el fin de verificar la mejor respuesta en la negociación, que cantidad de acciones se deben vender y que otro tanto se deben comprar para maximizar el VPN.

6.5.6 Evaluar el VPN de los resultados obtenidos de los volúmenes de acciones negociadas con precios reales.

De la pagina Web de la Supervalores se obtuvieron los precios reales que tuvieron las acciones durante la semana siguiente.

Para finalizar se confrontaron los resultados de la simulación con los precios reales para las acciones especificados en los días indicados para evaluar la eficiencia del sistema, con los indicadores indispensables para este tipo de evaluación, observando que la respuesta obtenida al final del proceso soportaba la negociación con buena rentabilidad y buen valor presente neto.

Figura 21. Diagrama de flujo de la metodología propuesta.



7. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se presentan todos los resultados de la investigación, al igual que los resultados obtenidos en la aplicación de cada de las etapas del proceso tal como se planteo en la investigación, también se muestra sistemáticamente el estudio de la propuesta y los resultados obtenidos con la aplicación del modelo desarrollado durante el proceso de investigación.

7.1 SELECCIÓN DE ACCIONES

7.1.1 El análisis fundamental de las acciones.

Antes de empezar con el análisis de las acciones se obtuvo el listado de la Supervalores de las acciones de alta Bursatilidad, y se inició el trabajo de campo para la recolección de la información como indicadores financieros e indicadores bursátiles entre otra información importante para la realización del estudio, (dicha información puede ser consultada en la página de la Supervalores: en (www.supervalores.gov.co) y se organizó en un cuadro comparativo (Ver Anexo A). Dicha información fue analizada detenidamente con el fin de ir conociendo el primer grupo de acciones y de esta manera descartar las acciones menos atractivas.

Es de anotar, que de los datos encontrados en la Supervalores y la Superbancaria no se encontró información reportada sobre indicadores del sector Financiero, lo mismo ocurrió con la información de empresas como: I.S.A, E.T.B y Corporación Financiera antes Corfivalle.

Para preseleccionar las acciones se tuvo en cuenta diferentes criterios determinados como las acciones de alta bursatilidad accionaria; es decir, se tomaron las acciones que mostraban los indicadores bursátiles más favorables desde el punto de vista de rentabilidad, liquidez y riesgo, lo cual se realizó con los precios promedios ponderados diarios desde Enero 03 de 2005, hasta 06 de Marzo de 2006. Dicha información fue obtenida a través de una fuente secundaria www.supervalores.

En el caso del sector financiero no se diferencia el activo corriente y pasivo corriente del total, lo que impide calcular el capital de trabajo y otros indicadores, y hasta la fecha no se encuentran reportados dichos indicadores.

7.1.1.1 Indicadores financieros. A continuación se hará un análisis detallado de los indicadores financieros (Ver Anexo A), con el fin de ir descartando empresas e ir seleccionando las acciones que serán objeto del análisis técnico.

Ganancias y Pérdidas: sin lugar a dudas las empresas que presentan mayores utilidades, son Bancolombia, Suramericana, Grupo Aval, I.S.A. aunque hay que

resaltar que todas las empresas presentan utilidades menos Bavaria; quien registra pérdidas en el período, en este punto es importante indicar que dentro de la información recolectada, pese a los múltiples esfuerzos no se dispone de otros indicadores que permitan un análisis más detallado.

Tabla 1. Ganancias y pérdidas

Suramericana	Bancolombiana	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
949.629.18	554.449.70	446.998.46	224.545.08	169.410.86	141.401.57	127.282.27

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversiones	Textiles Fabricato
106.252.12	72.244.25	67.847.70	60.033.73	35.017.12	32.101.36

Tablemac	Bavaria	ETB
4.746.81	-110.577.51	0

Rentabilidad del Activo: .las empresas que presentan mejor indicador en este aspecto son Suramericana 10.79%, Grupo Aval 5.55%%, Acerias Paz del Rio 5.42%, y Bavaria nuevamente registra un indicador negativo con un -1.04%. En este punto hay que tener en cuenta que ISA, Bancolombiana, ETB, Banco de Bogotá y Corfivalle no presentan datos para entrar en una comparación mas completa.

Tabla 2. Rentabilidad del Activo o Dupont

Suramericana	Bancolombia	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
10.79%	0	5.55%	2.86%	4.52%	0	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversiones	Textiles Fabricato
0	3.25%	2.23%	5.42%	3.33%	3.36%

Tablemac	Bavaria	ETB
3.49%	-1.04%	0

Rentabilidad del Patrimonio: la relación entre las utilidades y el patrimonio de las empresas emisoras son obtenidos mediante el uso de este indicador, con el cual se puede inferir que las empresas que presentan una mayor rentabilidad del patrimonio son: Suramericana con un 11.07%, Acerias Paz del Rio 8.68%, Grupo Aval con un 6.36%, y continua arrojando los más bajos resultados, Bavaria 2.42%. Aquí las entidades como ETB, Bancolombia, Banco de Bogotá, Corfivalle e ISA no presentan datos para comparar y realizar el análisis correspondiente.

Tabla 3. Rentabilidad del Patrimonio

Suramerica na	Bancolombi a	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
11.07%	0	6.36%	3.41%	4.57%	0	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversiones	Textiles Fabricato
0	3.38%	3.38%	8.68%	3.78%	5.08%

Tablemac	Bavaria	ETB
4.12%	-2.42%	0

Margen Operacional: indicador que corresponde al cociente resultante de dividir la utilidad operativa entre la utilidad neta, en este punto las empresas con mejores resultados son Corfinversiones 99.80%, Suramericana 97.52%, Grupo Aval 91.48%, Compañía Colombiana de Inversiones 88.94%. La compañía Argos registra un margen operacional menor que 1 con un 0.85%. Al igual que en otros indicadores empresas como Bancolombia, Corfivalle, ISA, ETB y Banco de Bogotá no registran datos en este aspecto.

Tabla 4. Margen operacional

Suramericana	Bancolombia	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
97.52	0	91.48	0.85	54.13	0	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversiones	Textiles Fabricato
0	88.94	3.39	11.76	99.80	6.94

Tablemac	Bavaria	ETB
12.94	21.05	0

Margen Neto: corresponde a la relación existente entre la utilidad Neta y el ingreso operacional, en general las dieciseis (16) empresas seleccionadas para el análisis presentan un margen neto positivo y aceptable, a excepción de Éxito con un 1.92%, Tablemac con un 8.29% y Fabricato con un 5.90%; quienes registran un margen neto bajo, mientras que Bavaria arroja un dato negativo de 4.17%.

Tabla 5. Margen Neto

Suramerica na	Bancolombi a	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
91.69%	0	94.02%	25.82%	54.32%	0	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversion es	Textiles Fabricato
0	79.02%	1.92%	14.95%	81.17%	5.90%

Tablemac	Bavaria	ETB
8.29%	-4.27%	0

Razón Corriente: éste indicador determina que por cada peso que el emisor debe a sus acreedores, de cuánto dispone para hacerle frente a esta obligación en el corto plazo, Asimismo; califica el grado de liquidez de la compañía. De las dieciseis (16) empresas seleccionadas las que presentan problemas de liquidez son: Nacional de Chocolates con 0.50 pesos, Corfinversiones con 0.43 pesos,

Grupo Aval con un 0.87 pesos y Éxito con 0.70 pesos, de las doce (12) empresas restantes se puede decir que en el mediano plazo no manifestaran problemas de liquidez. Nuevamente no se cuenta con datos de ISA, Corfivalle, ETB, Bancolombia y Banco de Bogotá.

Tabla 6. Razón Corriente

Suramericana	Bancolombia	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
2.48	0	0.87	1.35	0.50	0	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversiones	Textiles Fabricato
0	4.59	0.70	2.20	0.43	2.57

Tablemac	Bavaria	ETB
5.66	1.03	0

Capital de Trabajo: este, indica la disponibilidad de recursos que tiene la compañía emisora para operar normalmente e invertir en nuevos proyectos sin necesidad de la intervención de terceros, para este caso, las empresas que presentan bajo indicador, lo que las obliga a endeudarse para poder suplir sus necesidades de recursos incrementando sus costos financieros son: Nacional de Chocolates, Corfinsura y Grupo Aval, las demás empresas presentan capital de

trabajo positivo y las de mayor son: Suramericana, Éxito, Fabricato y Compañía Colombiana de Inversiones.

Tabla 7. Capital de Trabajo

Suramericana	Bancolombia	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos
338.334.152.752	0	-21.786.585.088	200.282.161.152

Nal. De Chocolates	ISA
-9.617.395.712	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio
0	233.220.407.296	275.049.021.440	205.944.750.080

Corfinversiones	Textiles Fabricato
-70.779.887.616	264.574.795.776

Tablemac	Bavaria	ETB
22.200.403.93	42.896.871.424	0

Endeudamiento: hace referencia a la participación de terceros en las empresas, aunque en este caso, de los datos registrados para las dieciseis (16) compañías no superan el 50% de endeudamiento, se puede asegurar que poseen un nivel de deuda moderado; sin embargo la empresa con mayor riesgo y costo financiero es: Bavaria con un 57.07% empresa cuyo nivel de deuda supera el 50%, por el contrario, las empresas de mas bajo endeudamiento son: Suramericana 2.58%,

Nacional de Chocolates 1.15%, Compañía Colombiana de Inversiones con el 3.73%.

Tabla 8. Endeudamiento total.

Suramericana	Bancolombia	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
2.58%	0	12.73%	15.89%	1.15%	0	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversiones	Textiles Fabricato
0	3.73%	34%	37.47%	12%	33.81%

Tablemac	Bavaria	ETB
15.11%	57.07%	0

Utilidad por Acción: según la información obtenida las empresas emisoras, las que distribuyen mejor su Utilidad x acción son: Suramericana con \$2.076.15 pesos por acción, Cementos Argos \$974.87 pesos por acción y Colombiana de Inversiones \$866.50 pesos por acción nuevamente Bavaria y Tablemac, encabezan la lista de las empresas con una desvalorización por acción de \$ 446.67 y \$ 0.19 respectivamente, las demás empresas presentan una utilidad por acción moderada.

Tabla 9. Utilidad o pérdida por acción

Suramerica na	Bancolomb ia	Grupo Aval	Cia. Cementos Argos	Nal. De Chocolates	ISA	Banco de Bogotá
2.076.15	0	18.66	974.87	389.33	0	0

Corfivalle	Cia. Colombiana De Inversiones	Éxito	Acerias Paz del Rio	Corfinversion es	Textiles Fabricato
0	866.50	324.66	3.79	242.74	4.13

Tablemac	Bavaria	ETB
0.19	-446.67	0

7.1.1.2 Indicadores financieros bursátiles. Para dar un verdadero sustento a este análisis, se obtuvo el precio de las acciones transadas en el mercado de renta variable, en la Bolsa de Valores de Colombia desde Enero 03 de 2005, hasta 06 de Marzo de 2006 y adicional a ello, datos de algunos indicadores bursátiles como RPG, Q-Tobin, Valor patrimonial de las acciones, IBA (Índice de Bursatilidad Accionaria) (Ver Anexo B); información extractada de la página web de la Superintendencia de Valores. Con dicha información, se realizo un análisis comparativo exhaustivo y minucioso, lo que permitió determinar la rentabilidad esperada, el riesgo y la posibilidad de pérdida, así como los posibles precios esperados para cada acción, lo cual constituye el punto de partida en la construcción de un portafolio maximizando rentabilidad y liquidez, y minimizando

el riesgo. A continuación se presenta un breve comentario de cada uno de los indicadores financieros de las acciones objeto de estudio; posteriormente se procederá a seleccionar solo las cinco acciones que conformaran el portafolio de inversión.

BANCOLOMBIA: esta acción presenta un RPG de 22.18, su Q-Tobin indica que su valor en el mercado se encuentra muy por encima del valor en libros con un 4.4, asimismo se puede resaltar que el valor patrimonial (\$4.196) se encuentra por debajo del precio comercial de la acción el cual es de (\$18.472,26) si se mira esta cifra detenidamente se puede apreciar que casi triplica dicho valor patrimonial, lo cual demuestra que esta acción se encuentra muy valorizada en el mercado. En cuanto al índice de bursatilidad accionario la cataloga como la acción que encabeza la lista de las más bursátiles con un 10%. En el caso de la rentabilidad esperada, ésta es buena y se encuentra en un 0.5163%, de igual modo, el riesgo es proporcional a la rentabilidad esperada con un 2.1735%, cuando se lleva a una distribución normal encontramos que el valor es negativo y alejado de cero (0) lo que da a entender que su rentabilidad es positiva y que tiene menor riesgo, de igual manera la posibilidad de pérdida figura entre las más bajas con un 40.61%.

Tabla 10. Indicadores Bursátiles Bancolombia

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo	Z	Posib. Pérdida
22.18	4.4	\$4.196	10%	0.5163%	0.0472	2.1735%	- 0.23753255	40.61%

CEMENTOS ARGOS: presenta un alto RPG de 12.83%, el valor de mercado de la acción es decir su Q -Tobin es menor dado que este es menor que 1, que el valor en libras \$0.48 por acción, dicha acción presenta uno de los mejores índices de bursatilidad accionario (IBA) de 9.9340%, pero hay que resaltar que el valor patrimonial es de \$29.709.99, mientras que el precio comercial esta por debajo de este con un \$14.146.37; de lo que se puede concluir que esta acción esta muy desvalorizada. La rentabilidad esperada es de un aceptable 0.5138% y el riesgo es demasiado alto con un 3.0559%. Asimismo, presenta una posibilidad de pérdida alta 43.32%. Igualmente, el margen operacional es muy bajo 0.85% en general los indicadores de esta acción son muy bajos lo que hacen que esta sea poco atractiva a la hora de invertir en renta variable.

Tabla 11. Indicadores Bursátiles Cementos Argos

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo	Z
12.83	0.48	\$29.709,99	9.9340%	0.5138%	0.0934%	3.0559%	-0.168133133

Posib. Pérdida
43.32%

SURAMERICANA: al analizar los diferentes indicadores de esta acción, se observa que presenta tal vez uno de los mejores con un (RPG) 18.68 representativo, una Q – Tobin de 1.70 es bueno dado que se sitúa por encima de la unidad; con un valor patrimonial de \$14.420.89 y su precio comercial de \$24.532.79 datos estos en los que se puede apreciar esta acción esta muy valorizada; porque el precio se ubica por encima del valor libros. De igual modo esta tiene un buen IBA de 9.8910%. La rentabilidad esperada es la tercera más alta, el riesgo es moderado con 2.2965% y la posibilidad de pérdida entre los más bajos con 39.50%.

Tabla 12. Indicadores Bursátiles Suramericana

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
10.56	1.37	7182.00	9.463%	0.4136%	0.0576%	2.4006%

Z	Posib. Pérdida
-0.172298443	43.16%

COMPAÑÍA COLOMBIANA DE INVERSIONES: esta tiene una relación / Precio Ganancia de (RPG) la Q-Tobin es \$1.17 por acción, la rentabilidad esperada es de 0.5770%, y el nivel de riesgo es aceptable de 2.1815% así como su posibilidad de pérdida la cual asciende a tan solo un 39.57%, además posee un valor patrimonial de \$22.759.80 el cual esta por debajo del precio en el mercado lo que indica que esta acción presenta un valor en libros menor que el comercial lo que es bueno (precio comercial de 26.683.11).

Tabla 13. Indicadores Bursátiles Compañía Colombiana de Inversiones

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza
31.84%	\$1.17	\$22.759.80	9.7800%	0.5770	0.0476

Riesgo	Z
2.1815%	-0.26451136

ACERIAS PAZ DEL RIO: su relación Precio/Ganancia (RPG) es de 14.84% es representativo y aceptable, en cuanto al valor patrimonial de la acción esta por debajo del valor en libros lo que permite afirmar que el valor que dichas acciones tienen en el mercado es mucho mayor; su Q-Tobin cuantifica los \$1.34/acción, la rentabilidad esperada es negativa lo que la hace poco atractiva a la hora de invertir en renta variable -0.4174% , además presenta un alto riesgo de 5.1449 %, no se justifica invertir no hay rentabilidad y a cambio se corre un alto riesgo. De igual modo la posibilidad de pérdida es la más alta de las dieciseis (16) acciones con 53.23%. Se puede afirmar que esta no es una buena acción y por obvias razones no hará parte de las acciones que conformaran el portafolio de inversión en el corto plazo.

Tabla 14. Indicadores Bursátiles Acerías Paz del Río.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
14.84	1.34	39.77	9.2960%	- 0.4174%	0.2647%	5.1449%

Z	Posib. Pérdida
0.08113728	53.23%

CORFIVALLE: el valor en el mercado de la acción Q-Tobin esta por encima del valor patrimonial con un \$2.01/acción, con una relación precio ganancia representativa del 14.65, el precio promedio de ésta acción es de \$18.097.59 mayor que el valor en libros \$9.010, es la sexta acción más bursátil con un 9.4340%. En cuanto a la rentabilidad esperada esta es positiva con un 0.7939%, en cuanto al riesgo es proporcional a la rentabilidad 2.8456%, la posibilidad de pérdida es la más baja con un 39.01%.

Tabla 15. Indicadores Bursátiles Corfivalle.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
14.65	2.01	9.010	9.4340%	0.7939%	0.0810%	2.8456%

Z	Posib. Pérdida
-0.27899227	31.01%

ISA. su relación precio ganancia es el segundo más alto entre las dieciseis (16) acciones seleccionadas con un 94.24, su Q-Tobin es del \$2.22/acción, el precio

promedio de esta acción en el mercado es de \$6.193.13 el cual está por encima del valor en libros de \$2.790.48. Se puede resaltar que su riesgo es muy alto de 2.5746% teniendo en cuenta que se obtendrá una rentabilidad esperada del 0.2650%; asimismo su posibilidad de pérdida es del 45.90%

Tabla 16. Indicadores Bursátiles ISA.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
94.24	2.22	2.790.48	9.3250%	0.2650%	0.0663%	2.5746%

Z	Posib. Pérdida
-0.10293096	45.90%

FABRICATO: presenta una Q-Tobin menor que uno \$79/acción, lo que significa que el valor patrimonial es mayor que el valor en el mercado; por tanto, es una acción desvalorizada, su RPG es del 24.71. En cuanto a la rentabilidad esperada es la más alta entre el grupo de las dieciseis (16) empresas seleccionadas con el 1.0015%, pero hay que resaltar que su riesgo es demasiado alto con un 6.4584%. La posibilidad de pérdida es del 43.84%.

Tabla 17. Indicadores Bursátiles Fabricato.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
24.71	0.79	90.22	9.6960%	1.0015	0.4171%	6.4584%

Z	Posib. Pérdida
-0.15507236	43.84%

BAVARIA: tanto su RPG como su Q-Tobin es de cero. Es una acción que está muy desvalorizada en el mercado, mientras que el precio promedio es de uno (1), su valor patrimonial es de \$18.796.15, es la acción que presenta el índice de bursatilidad más bajo del 0.0010%. Es de anotar que su rentabilidad esperada es la más baja de todas las acciones del 0.0010%, mientras que el riesgo es muy alto con un 6.5776%; no se recomienda invertir en ésta acción en el corto plazo; por lo tanto, no clasificará entre el grupo de las 5 acciones que conformarán el portafolio de inversiones.

Tabla 18. Indicadores Bursátiles Bavaria.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
0	0	18.796.15	0.0010%	0.1002%	0.4326%	6.5776%

Z	Posib. Pérdida
-0.001523653	49.39%

ETB: de esta empresa se puede empezar comentando que presenta un RPG del 43.43; su Q de Tobin es aceptable dado que esta se encuentra por encima de la unidad; del \$1.01/acción; Asimismo el valor patrimonial está por debajo del precio promedio de la acción en el mercado con un 550.18 y 556.36 pesos respectivamente. Para resaltar esta acción muestra una rentabilidad esperada negativa del - 0.1342%; es demasiado el riesgo 2.4475% para obtener una rentabilidad negativa; además tiene una posibilidad de pérdida mayor del 5%, lo que no es bueno; por lo tanto esta acción no ingresará en el grupo de las cinco acciones objeto de análisis final.

Tabla 19. Indicadores Bursátiles ETB

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
43.43	1.01	550.18	0%	-0.1342%	0.0599%	2.4475%

Z	Posib. Pérdida
0.05481532	52.19%

NACIONAL DE CHOCOLATES: con una relación precio ganancia del 26.45 relativamente alto. Su Q-Tobin es aceptable de \$1.49/acción. El valor en libros de 10.210.12, está por debajo del precio de la acción en el mercado lo que es positivo. Tiene una rentabilidad esperada del 0.53.70% y el riesgo es el más bajo de todas las acciones seleccionadas del 1.9605% y con posibilidad de pérdida del 39.21%. Se puede afirmar que es una buena acción para invertir en el corto plazo,

posee unos indicadores financieros aceptables al igual que sus cifras que presenta en el balance general.

Tabla 20. Indicadores Bursátiles Nacional de Chocolates.

RPG	Q-TOBIN	Valor Ptrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
26.45	1.49	10.210.12	8.96.50%	0.5370%	0.0384%	1.9605%

Z	Posib. Pérdida
-0.27390788	39.21%

CONFINVERSIONES: la posibilidad de pérdida es la más baja con un 39.01% al igual que Corfivalle. Tiene una rentabilidad esperada positiva del 0.7939% y su riesgo es proporcional con un 2.8456%. El precio promedio de la acción está por encima del valor patrimonial con un \$9.214.38 y \$6.408.27 respectivamente. Su RPG es relativamente alto con un 37.96%. Luego de analizar sus diferentes indicadores se confirma que es una acción que promete ser rentable en el corto plazo.

Tabla 21. Indicadores Bursátiles Corfinversiones.

RPG	Q-TOBIN	Valor Ptrimonial	IBA%	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
37.96	1.44	6.408.27	8.5240	0.7939%	0.0810%	2.8456%

Z	Posib. Pérdida
-0.278992266	39.01%

GRUPO AVAL: es la acción que presenta el tercer RPG (Relación Precio Ganancia) más alto del 81.74 y una buena Q-Tobin del 2.85, el precio promedio está por encima del valor en libros. Su rentabilidad esperada es positiva del 0.4952% y un moderado riesgo del 2.4688%. En general, presenta unos indicadores aceptables.

Tabla 22. Indicadores Bursátiles Grupo Aval.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
81.74	2.85	276.74	8.8840%	0.4952%	0.0411%	2.0272%

Z	Posib. Pérdida
-0.20059611	42.05%

BANCO DE BOGOTÁ: con un RPG del 57.71%, tiene la Q-Tobin más alto de las demás empresas con un \$4.64/acción, su precio promedio es cuatro veces mayor que el valor en libros \$32.604.84 y \$7.020 respectivamente; lo que significa que es una acción muy valorizada en el mercado. La rentabilidad esperada es positiva con un 0.2328% y un riesgo proporcional a la rentabilidad del 2.0272%, aunque su posibilidad de pérdida es un poco alta con 45.43% se puede afirmar que ésta acción hará parte de las cinco acciones finales objeto de estudio.

Tabla 23. Indicadores Bursátiles Banco de Bogotá.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
57.71	4.64	7.020	8.1710%	0.2328%	0.0411%	2.0272%

Z	Posib. Pérdida
-0.11483661	45.43%

ALMACENES ÉXITO: esta acción posee el RPG más alto de todas las empresas seleccionadas con el 100.99 y una Q-Tobin aceptable del 1.17. Tiene una buena rentabilidad esperada del 0.7110% y un riesgo moderado del 2.8102%. La posibilidad de pérdida clasifica entre las más bajas con el 40.01%.

Tabla 24. Indicadores Bursátiles Almacenes Éxito.

RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
100.99	1.17	8.874.80	8.6790%	0.7110%	0.0790%	2.8102%

Z	Posib. Pérdida
-0.252991026	40.01%

TABLEMAC: posee un Q-Tobin menor que la unidad del 0.88 lo que significa que su valor en libros está por debajo del precio de la acción en el mercado, a pesar de que posee una rentabilidad esperada positiva ésta es muy baja, del tan solo

0.1002%, mientras que su riesgo es demasiado elevado con un 6.5776% y la posibilidad de pérdida es del 49.39%. No se justifica invertir en el corto plazo en ésta acción para obtener una baja rentabilidad a tan grande riesgo. Además, es la acción menos bursátil de las dieciseis (16) empresas seleccionadas.

Tabla 25. Indicadores Bursátiles Tablemac.

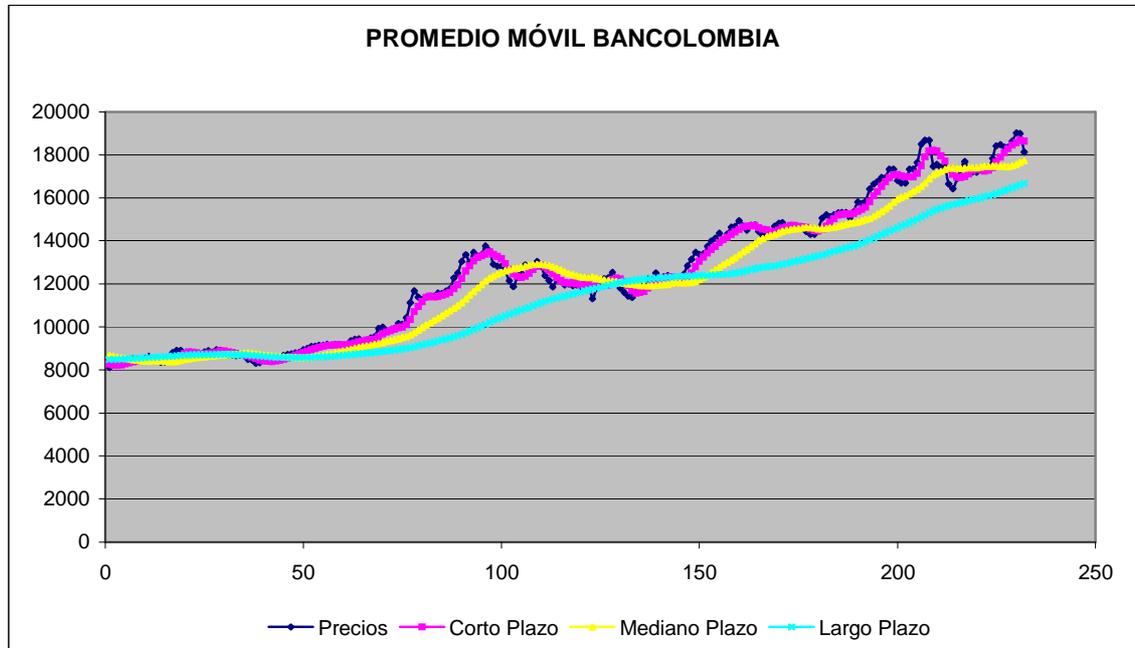
RPG	Q-TOBIN	Valor Patrimonial	IBA	Rentab. Esperada	Varianza	Riesgo
20.19	0.88	5.28	8.6020%	0.1002%	0.4326%	6.5776%

Z	Posib. Pérdida
0.01523653	49.39%

7.1.1.3 Análisis comparativo. Tomando como referencia el análisis de los diversos indicadores financieros y bursátiles; último con el que se perfilaron las mejores opciones de inversión, se puede concluir; que las mejores alternativas para tomar la decisión de conformar un portafolio de inversión en acciones, de acuerdo a los preceptos de rentabilidad y un relativo bajo riesgo, puntos que se han resaltado desde el inicio de este trabajo y factores claves a la hora de invertir, son: BANCOLOMBIA, SURAMERICANA, BANCO DE BOGOTÁ, ALMACENES ÉXITO Y COLOMBIANA DE INVERSIONES. Esta decisión es tomada después de hacer un análisis comparativo entre las diferentes acciones (Ver anexo A y B) y de lo discurrido en los análisis anteriores; lo que significa que de las 16 empresas inicialmente elegidas para realizar los análisis y cálculos

correspondientes; y de éstas, luego de realizar el análisis fundamental se descartaron seis (6): Cementos Argos, Acerías Paz del Río, Bavaria, ETB, Grupo Aval y Tablemac, seguidamente a las 10 restantes se les realizó el análisis técnico que al final solo clasificaron las cinco (5) mejores: BANCOLOMBIA, SURAMERICANA, BANCO DE BOGOTÁ, ALMACENES ÉXITO Y COLOMBIANA DE INVERSIONES, a quienes se les aplicará el Algoritmo del Método R, dependiendo de los resultados obtenidos al realizar el análisis financiero global y comparativo. Es de anotar, que a continuación se pasará a desarrollar un análisis técnico más profundo con el fin de confirmar que en realidad las cinco (5) empresas seleccionadas son las candidatas perfectas a la hora de invertir en acciones; si se tiene en cuenta su rentabilidad, riesgo y posibilidad de pérdida.

Gráfica 2. Promedio móvil Bancolombia sobre precios promedio de negociación último año.

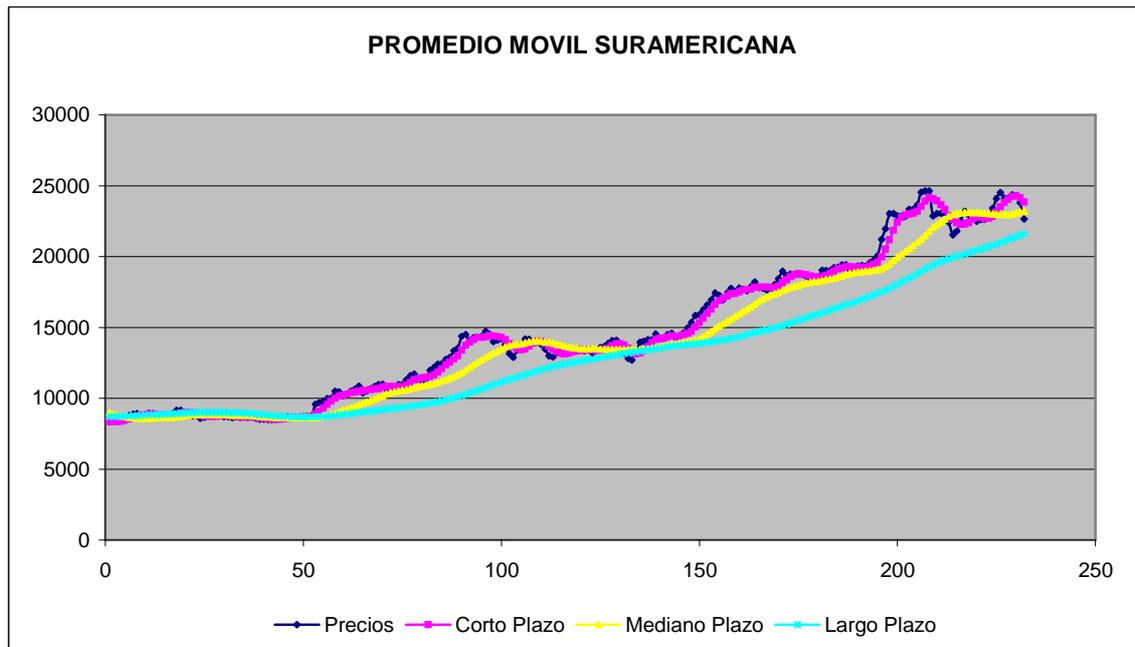


Análisis:

En el largo plazo se muestra una tendencia al alza claramente definida. En el mediano plazo se aprecia una tendencia al alza, pero al final aparece un cambio de tendencia al pasar de la tendencia alcista a un comportamiento de trading (horizontal), lo cual es una señal de cambio de tendencia y se convierte en la advertencia. En el corto plazo que es el caso a estudiar con más detenimiento ya que, la negociación de acciones es en el corto plazo cinco (5) días. Hay que tener en cuenta varios aspectos:

1. Hay una mayor cantidad de rebotes, es decir, las veces que los precios tocan la tendencia en el corto plazo, en la medida en que aumentan, el cambio es inminente; es otra advertencia de cambio de tendencia.
2. Cada vez se mantienen más tiempo vigente.
3. Cada vez el soporte es mayor; es decir, que el potencial a la baja tendrá mayor impacto (mayor el valor de cotización a la baja sí consigue quebrarlo).
4. Al quebrarse un soporte la cotización suele tener una caída corta, recuperándose luego hasta la zona de soporte.
4. En el momento en el que se alcance la línea de resistencia, se debe vender la acción porque seguramente seguirá bajando el precio, es recomendable vender en los pullback (confirmación del cambio de tendencia).
5. Se considera que el soporte ha sido vulnerado cuando la variación del activo ha sido significativa (4% caída del precio).

Gráfica 3. Promedio móvil Suramericana sobre precios promedio de negociación último año.



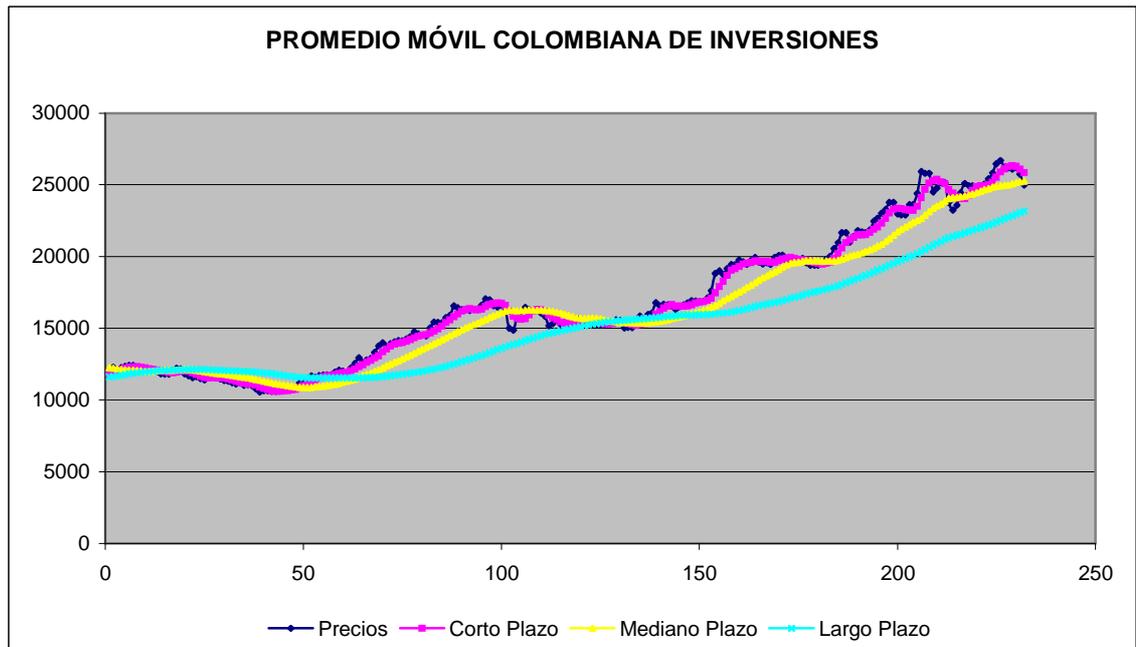
Análisis:

En cuanto a la línea de largo plazo se aprecia la tendencia al alza bien definida, ya que no se nota en ninguno de sus períodos se presenta una caída o un crecimiento horizontal.

En el mediano plazo presenta una tendencia alcista, pero en el último período ostenta un cambio de crecimiento horizontal, lo que significa que se presentará un cambio de tendencia el cual puede ser al alza o la caída.

Se aprecia en el corto plazo que esta acción presenta muchos rebotes, lo cual es otra advertencia de cambio de tendencia como se puede observar al final del período la línea de corto plazo tiende a la baja, lo que significa una caída precipitada; por ello, se recomienda vender antes de que la línea de corto plazo corte a la de soporte.

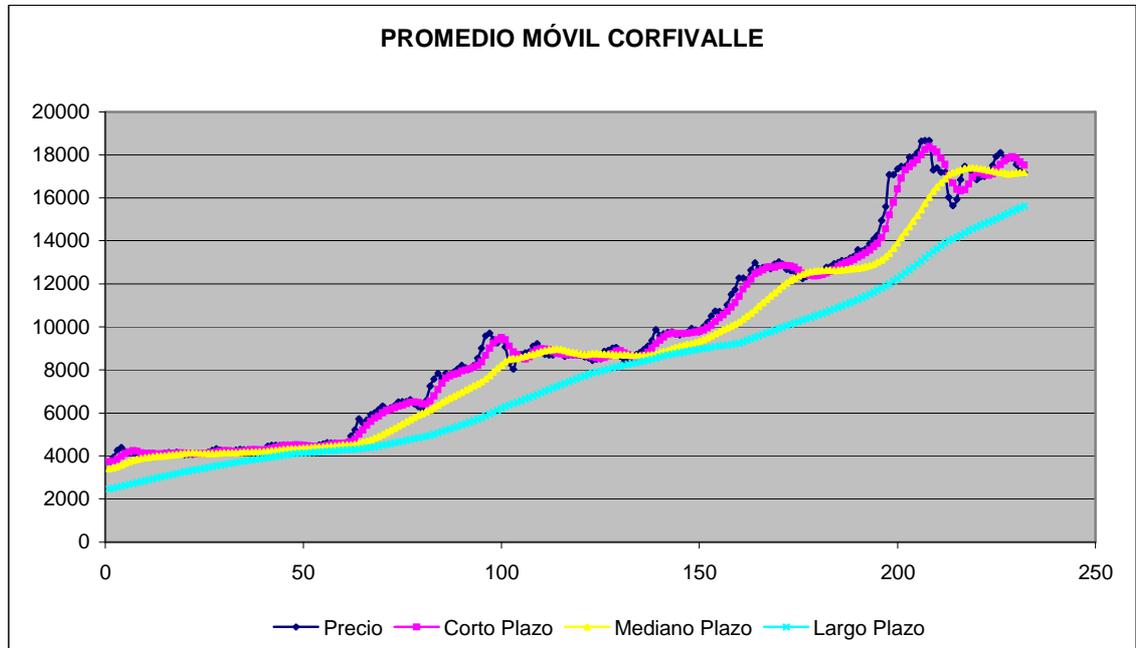
Gráfica 4. Promedio móvil Colombiana de Inversiones sobre precios promedio de negociación último año.



Análisis:

En el largo plazo esta acción presenta una tendencia alcista no muy bien definida. Por el contrario; en el mediano plazo se muestra una tendencia al alza muy bien definida; pero en el corto plazo se puede notar que esta acción presentó caída de sus precios; además, tiene demasiados rebotes; y al final de la línea ésta advierte sobre un posible declive de sus precios. Al igual que la acción anterior se recomienda vender en el **pullback** antes de que la línea de corto plazo atraviese la línea de soporte.

Gráfica 5. Promedio móvil Corfivalle sobre precios promedio de negociación último año.

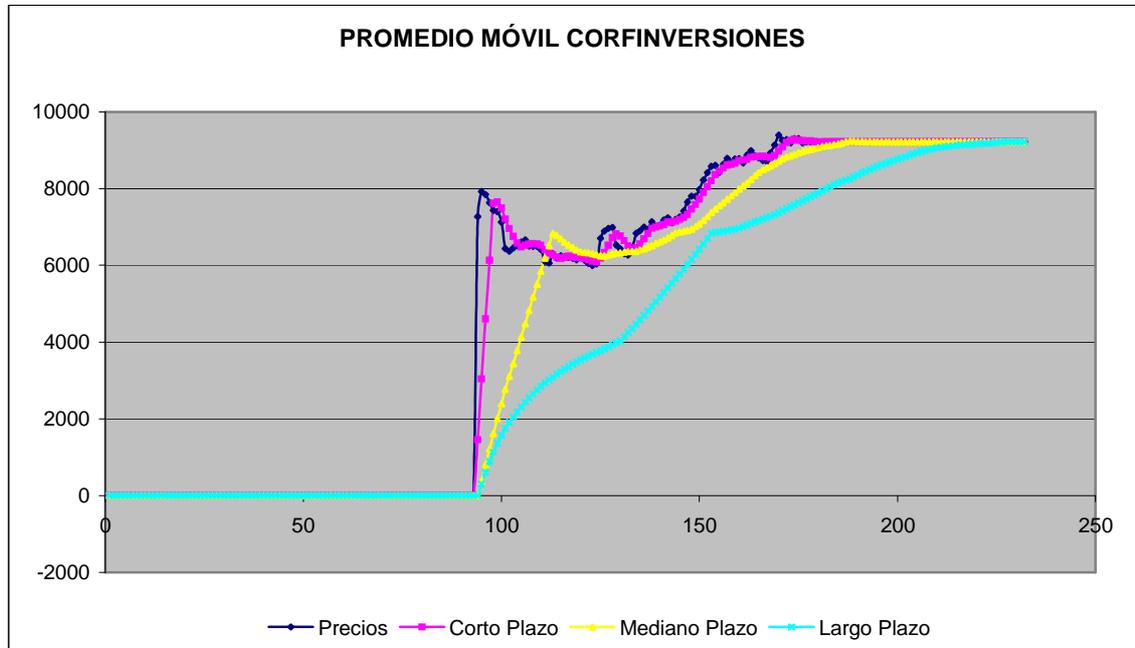


Análisis:

En el largo plazo esta acción muestra una propensión al incremento. En cuanto al mediano plazo, hay períodos de crecimiento horizontal y otros verticales, al final del mismo se presenta un cambio de directriz hacia el decremento, lo que es una señal de advertencia de un cambio positivo o negativo.

En el corto plazo se pueden apreciar algunos rebotes, pero al final del período se confirma lo que se había determinado con la línea de mediano plazo. Los precios de esta acción bajan según el comportamiento de estas dos líneas antes mencionadas tendientes a seguir bajando, lo que sugiere observarla continuamente para saber en qué momento se puede negociar.

Gráfica 6. Promedio móvil Corfinversiones sobre precios promedio de negociación último año.

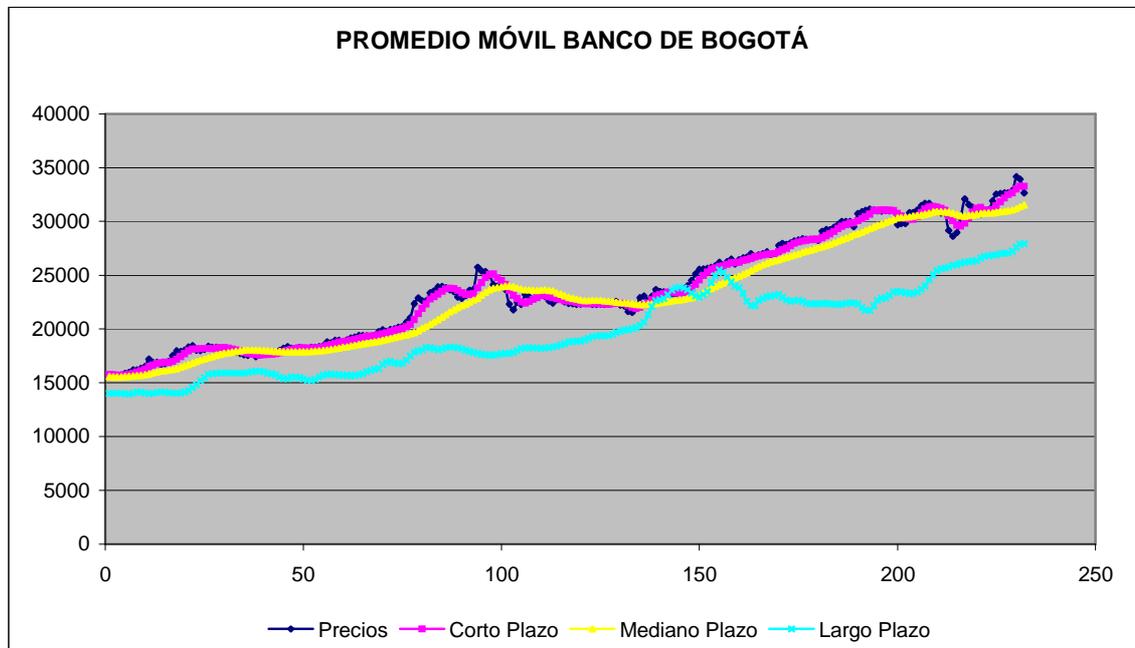


Análisis:

Se aprecia en la empresa Corfinversiones que en sus primeros períodos no se registran transacciones o negociaciones. Por tal motivo, la tendencia de las líneas en sus primeros períodos es nula; sin embargo, cuando se contaron con los datos respectivos se pudo apreciar una indudable tendencia alcista, la cual se ha estabilizado en razón a la invariabilidad de sus precios, por lo cual y al no presentarse ni pico, ni rebotes es apresurado hacer una tendencia al alza o a la baja.

Como podemos apreciar desde el momento en que se comienza a registrar negociaciones de esta acción. Las líneas de mediano y largo plazo no tienen un crecimiento al alza definido, por el contrario toman un comportamiento horizontal lo cual significa que habrá un cambio. En cuanto al corto plazo, es una acción muy inestable, con muchos rebotes y en el momento atraviesa la línea de soporte, lo que significa que si se desea vender se registrarán pérdidas; es por ello, que no es una acción para invertir.

Gráfica 7. Promedio móvil Banco de Bogotá sobre precios promedio de negociación último año.

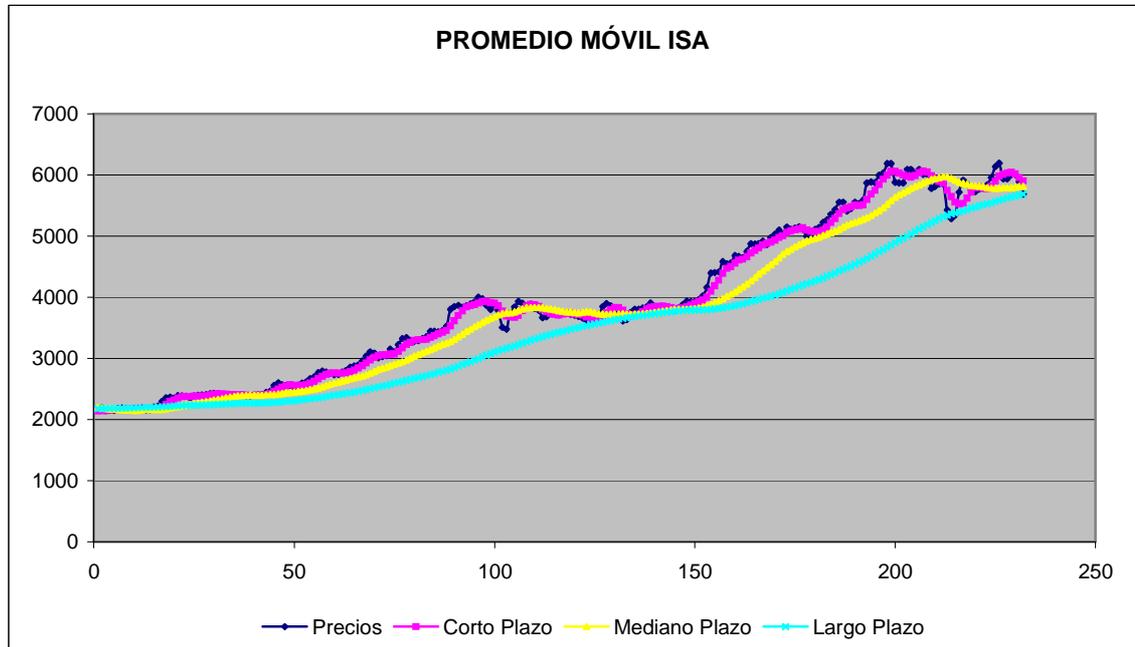


Análisis:

Banco de Bogotá es una acción con tendencia alcista y aunque se podrían avizorar ciertos cortes que constaten la ya nombrada tendencia alcista, es importante analizar la serie de rebotes que presentan las líneas, y los cuales hacen un poco riesgoso la toma de una decisión; sin embargo, y a pesar de que la línea de largo plazo se encuentra por debajo de las demás, a grades rasgos se podría decir que es una acción que tiende al alza en el corto plazo.

Se observa en el largo plazo que presenta períodos de incremento y decremento, acompañado de comportamientos horizontales, lo cual deja en duda lo que pueda suceder con los precios de largo plazo. En cuanto a la línea de mediano plazo denota movimiento constante con disposición al alza. En el corto plazo se aprecian pocos rebotes que tienden al crecimiento al final del período. Por consiguiente, se puede determinar como una acción aceptable para conformar el portafolio de inversión.

Gráfica 8. Promedio móvil ISA sobre precios promedio de negociación último año.

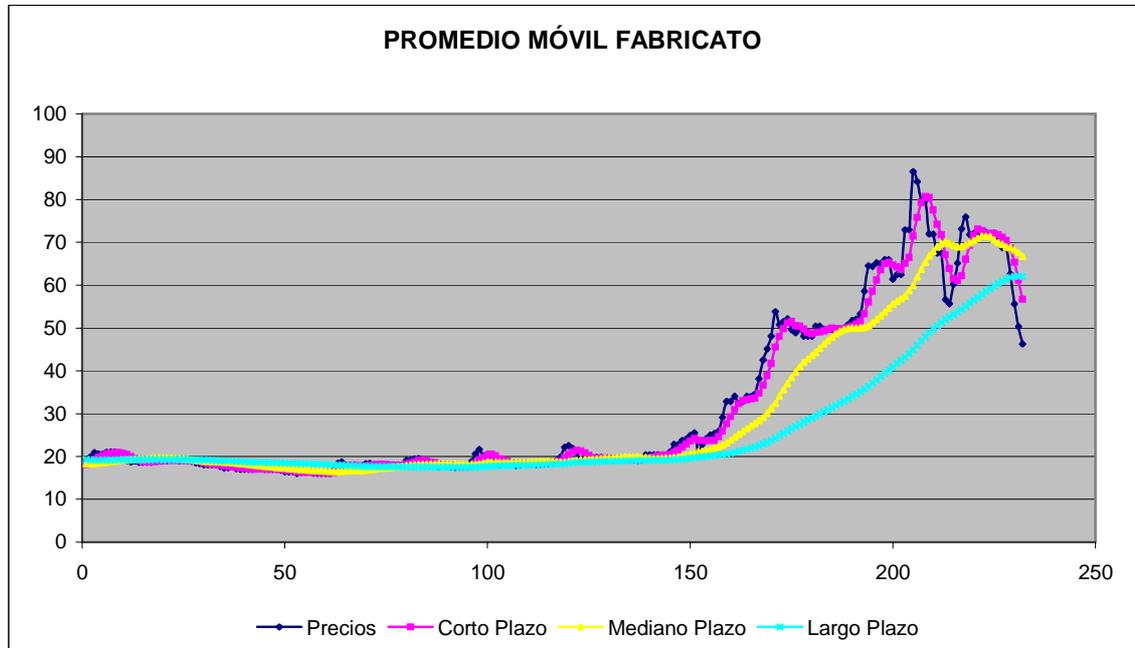


Análisis:

De la observación de la anterior gráfica, se puede deducir con facilidad la estabilidad de esta acción; aunque con una leve tendencia alcista al prever cortes ascendentes suscitados por las líneas de largo y mediano plazo; no obstante, es de destacar la gran cantidad de rebotes que presenta sobre todo la línea de referencia que se encuentra a la resistencia, lo cual da a entender que de haber una tendencia a la baja esta se daría de manera más acentuada.

A pesar de que la línea de largo plazo muestra un crecimiento marcado, la línea de mediano plazo al final del período está siendo cortada por la línea de corto plazo, lo que se prevé un cambio drástico posiblemente a la baja dada la cantidad de rebotes a corto plazo.

Gráfica 9. Promedio móvil Fabricato sobre precios promedio de negociación último año.

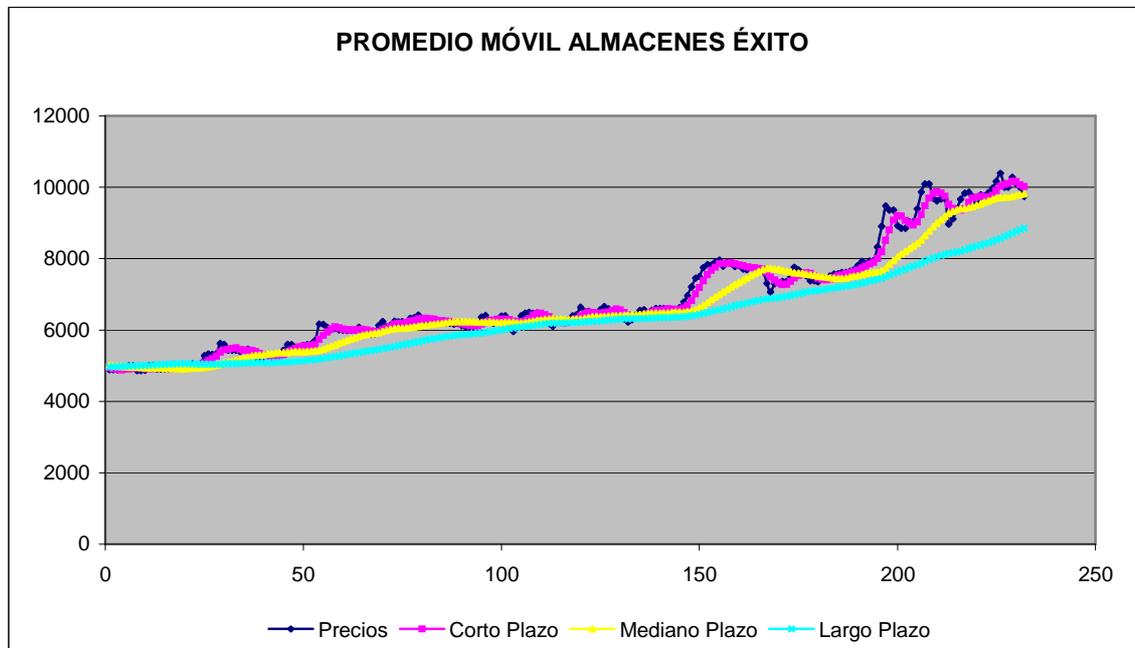


Análisis:

De la acción de la empresa textil Fabricato se puede apreciar una notable tendencia a la baja, ya que el comportamiento de la línea de corto plazo atraviesa tajantemente las líneas de mediano y largo plazo, es muy predecible hacia el futuro con una tendencia a la baja, tal como se había dicho anteriormente. Asimismo, es importante resaltar la gran cantidad de rebotes picos y caídas de las líneas, sobre todo en lo que respecta a la línea de soporte en la cual este comportamiento se ve más pronunciado.

Como se aprecia es una acción que en su línea de corto plazo tiene muchos rebotes, muchos picos y caídas marcadas. Además, atraviesa las líneas de mediano y largo plazo con lo que se puede determinar que los precios de esta acción van en declive. Por lo tanto, en el momento no es una buena opción de inversión.

Gráfica 10. Promedio móvil Almacenes Éxito sobre precios promedio de negociación último año.

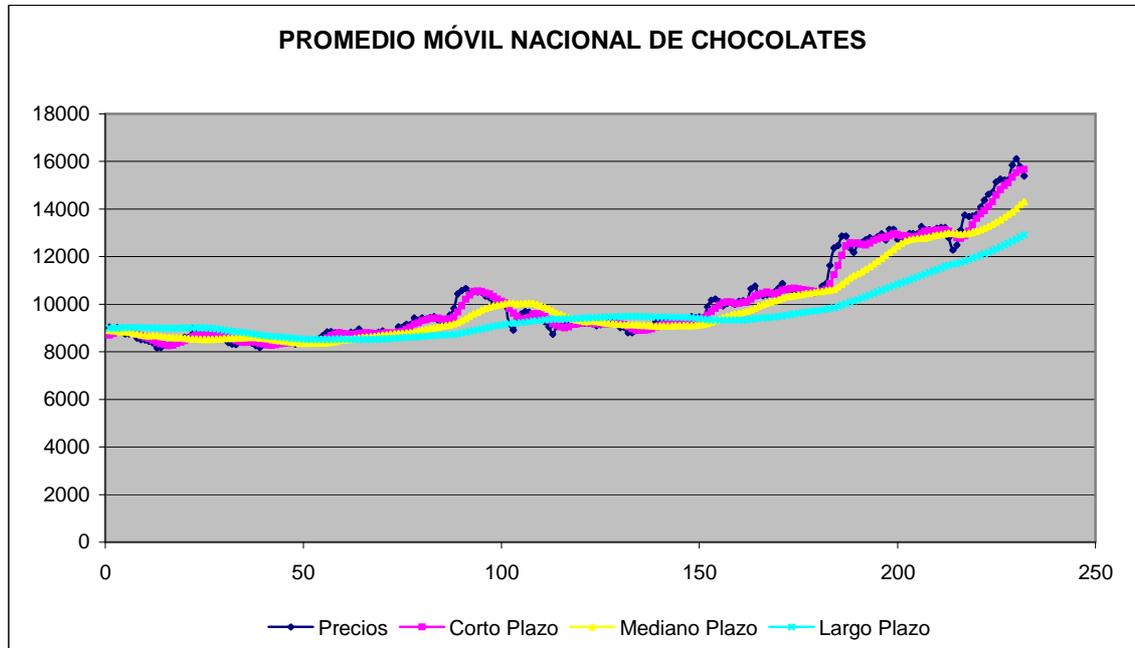


Análisis:

De la acción de Almacenes Éxito, se puede deducir del análisis gráfico de las acciones de esta compañía, que tienen una tendencia al alza, aunque es importante resaltar la gran cantidad y prolongación de los rebotes sobre todo de la línea de referencia la cual probablemente pase a ser de soporte en el corto plazo.

Se muestra una línea de largo plazo constante con comportamiento al alza al igual que la línea de mediano plazo, con una pequeña variabilidad horizontal, lo que permite entrever un cambio de tendencia. En el corto plazo es una acción con rebotes y picos, pero el cambio que se ve puede ser al alza.

Gráfica 11. Promedio móvil Nacional de Chocolates sobre precios promedio de negociación último año.



Análisis:

De la compañía industrial dedicada al segmento de los alimentos Nacional de Chocolates se puede decir que aunque a simple vista se observó una tendencia al alza, es importante analizar la gran cantidad y continuidad de rebotes en lo que respecta el análisis gráfico.

Tanto la línea de largo y mediano plazo muestran un marcado incremento. En cuanto al corto plazo, como lo determinan las líneas antes mencionadas, es un acción que en el corto plazo tiende al alza.

Después de realizar los diferentes análisis con la información extractada de las diferentes fuentes secundarias, se determina que las cinco (5) acciones que conformaran el portafolio de inversión en el corto plazo son: BANCOLOMBIA, SURAMERICANA, BANCO DE BOGOTÁ, ALMACENES ÉXITO Y COLOMBIANA DE INVERSIONES. A continuación se hará un breve comentario de cada una de las acciones antes mencionadas:

BANCOLOMBIA: es una empresa que en su balance general presenta solidez financiera. Dada la poca información que se obtuvo acerca de este establecimiento de crédito, se tomó otra fuente secundaria como Cambio Portafolio Edición 2006 y las 1.001 Compañías del Año en Colombia; en la cual se consignan los siguientes datos importantes. En el año 2005 se posiciona como la número uno en lo relacionado a establecimientos de crédito, con unos ingresos operacionales de \$6.204.801 millones de pesos, con una variación porcentual de 27.6% con respecto al año 2004 y una utilidad de \$737.389 millones de pesos y una rentabilidad sobre el patrimonio del 22.9%. En cuanto a los indicadores bursátiles esta empresa presenta buenos índices (ver Anexo B), es la acción de mayor bursatilidad accionaria; asimismo, el análisis técnico confirma que es una acción interesante a la hora de invertir en renta variable en el corto plazo.

BANCO DE BOGOTA: como en el caso de Bancolombia se recurrió a la misma fuente secundaria en donde reposan los siguientes datos, ocupa el segundo lugar de los establecimientos de crédito en el año de 2005, registra ingresos

operacionales de \$2.853.807 mil millones de pesos con una variación del 20.8% con respecto al año 2004. Asimismo, obtuvo una utilidad neta por \$392.779 millones de pesos. Con una variación del 33.1% con respecto al año 2004. Una rentabilidad sobre el patrimonio del 20.04%. En cuanto a los indicadores bursátiles es la acción entre las dieciseis (16) empresas que se analizaron que registra la mayor Q-Tobin con un 4.64 pesos/acción; lo que significa que está muy valorizada en el mercado (ver anexo B). Además, el análisis gráfico se determina como una acción aceptable para conformar el portafolio de inversiones.

SURAMERICANA: es una empresa con buena solidez financiera (Ver Anexo A) las cifras que allí se registran son positivas para resaltar, presenta ganancias en el período del 2005 de \$949.629.18; una rentabilidad sobre el patrimonio de 11.07% y una utilidad por acción de \$2.076.15. Haciendo énfasis en sus indicadores bursátiles, sus acciones están valorizadas en el mercado, con una rentabilidad esperada positiva a un riesgo moderado y con una posibilidad de pérdida que se ubica entre las más bajas. Además, es la acción que mayor utilidad por acción registra con \$2.076.15 del grupo de las dieciseis (16) empresas objeto de análisis. Durante el año 2005 ésta acción se encuentre entre las de mayor negociación en la bolsa de valores de Colombia, y como se puede apreciar en el análisis técnico es una buena acción para invertir.

ALMACENES ÉXITO: de ésta empresa se puede resaltar que posee un capital de trabajo positivo \$275.049.021.440, con una valorización de sus acciones \$9.601.12. Asimismo, registró ganancias en el período 2005 de \$67.847.70 y una rentabilidad sobre el patrimonio del 3.38%. Igualmente, una utilidad/acción de \$324.63. En cuanto a los indicadores bursátiles es la acción que presenta mayor RPG de 100.99 y una rentabilidad esperada positiva a un riesgo aceptable. (Ver anexo B). Por otro lado, cabe destacar que por ser una empresa comercializadora el impacto del Tratado de Libre Comercio (TLC) sobre ésta, no será muy alto. Por consiguiente, en el análisis técnico se puede observar que el precio de ésta acción en el corto plazo tiende al alza.

COLOMBIANA DE INVERSIONES: es una empresa que no presenta problemas de liquidez en el corto plazo con un indicador de 4.59%, un capital de trabajo positivo de \$233.220.407.296. En su inversión nacional posee un 99.78%, una utilidad por acción del \$866.50 y una valorización de \$25.592.93 (Ver Anexo A). También ostenta una aceptabilidad en los indicadores bursátiles y son un buen sustento a la hora de invertir (ver anexo B); aunque, en el análisis gráfico se advierte sobre un posible declive de los precios, en el corto plazo es una buena opción y se recomienda hacer un seguimiento para disminuir el grado de incertidumbre y tomar una decisión acertada de inversión.

7.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN ÓPTIMO DE NEGOCIACIÓN

Del análisis gráfico se infirió que las acciones con mejor tendencia en el corto plazo son Banco de Bogotá, Banco de Colombia, Suramericana, Almacenes Éxito y Compañía Colombiana de Inversiones; sin embargo para el cálculo del volumen óptimo de negociación se tendrá en cuenta el grupo de las últimas cinco (5) acciones para observar cuáles son las acciones que nos permitirán conformar un portafolio que nos ofrezca mejor rentabilidad y bajo riesgo. Para estas acciones, es necesario, en primer lugar determinar el porcentaje máximo de negociación de cada acción con el fin de obtener la máxima rentabilidad y el mínimo riesgo. Para lograr este cometido, se desarrollará el modelo de Markowitz el cual como resultado de su desarrollo indica el volumen porcentual necesario para cada una de las acciones que conforman el portafolio. Al final se determina el porcentaje ideal de inversión para cada una de las acciones seleccionadas; como al comienzo, los datos se tienen en porcentaje, basta realizar una operación matemática para obtener el resultado en número de acciones. Este punto es vital, y se puede afirmar que es la piedra angular para la implementación del algoritmo del Método R en la negociación de acciones.

Para obtener dicho portafolio, se utilizó como soporte un documento desarrollado por el grupo de Investigaciones Financieras de la Universidad Tecnológica de

Pereira, el cual se encuentra referenciado en el Marco teórico con el fin de determinar el volumen óptimo de negociación.

Siguiendo el Modelo matemático de programación cuadrática propuesto por Markowitz – Tobon – Takayama y Batterham, después de hacer el análisis gráfico se prosigue haciendo un análisis de las acciones y su relación entre sí, para ello, se utiliza la regresión simple lo cual permite un análisis entre cada par de acciones y de cómo se comportan las dos acciones una respecto a la otra. (Ver Anexo D)

Figura 22. Covarianza y correlación entre las acciones.

8	Analisis de correlaciones					
9	ai	aj	covar	correl	xi	xj
10	BanColombia	BanBogota	0,0127%	50,2476%	0,0000%	20,8973%
11	BanColombia	Coltabaco	0,0083%	18,3218%	0,0000%	41,6153%
12	BanColombia	Corfinsura	0,0259%	57,0874%	0,0000%	37,4875%
13	BanColombia	suramericana	0,0261%	64,6023%	0,0000%	0,0000%
14	BanBogota	Coltabaco	0,0058%	18,3283%	20,8973%	41,6153%
15	BanBogota	Corfinsura	0,0166%	52,1083%	20,8973%	37,4875%
16	BanBogota	suramericana	0,0163%	57,2574%	20,8973%	0,0000%
17	Coltabaco	Corfinsura	0,0138%	24,0557%	41,6153%	37,4875%
18	Coltabaco	suramericana	0,0178%	34,8746%	41,6153%	0,0000%
19	Corfinsura	suramericana	0,0397%	77,6905%	37,4875%	0,0000%

En la figura 22, el valor X_i y el valor X_j son los porcentajes de inversión en cada una de las acciones del portafolio a ser calculados de manera óptima en la sección de acuerdo con el modelo.

7.2.1 Análisis de Covarianza.

- En la columna “ai” se encuentra la primera acción que se analiza junto con la segunda acción que está en la columna “aj”. La covarianza que presenta la acción de Bancolombia en relación con Banbogotá es baja pero directa, es decir, en general cuando aumenta el precio de la acción de Bancolombia con respecto al valor promedio, también aumenta el precio de la acción de Banbogotá con respecto al valor promedio o viceversa.
- La covarianza entre las diferentes acciones es directa en general.

7.2.2 Análisis de Correlación.

- La cuarta columna de izquierda a derecha, muestra la correlación entre las acciones, es decir mide el grado de relación entre las acciones. Las acciones que están por encima del 75% están altamente relacionadas, las que están entre 25% y 50% están medianamente relacionadas, y las acciones que están en menos de 25% están poco relacionadas.
- Las acciones que están cerca de 0% están incorrelacionadas, y las que están cercanas al 100% tienen correlación perfecta.
- En las acciones altamente relacionadas se puede predecir más acertadamente qué pasará con la acción “aj” conociendo lo que pasa con la acción “ai”.

- Las acciones que más alta relación tienen son Corfinsura y Suramericana con un 77.6905%, lo cual quiere decir que presentaron un comportamiento más similar que el presentado por el resto de las acciones analizadas.
- Las acciones de Bancolombia y Suramericana se encuentran en un nivel de correlación medio alto en términos generales, lo cual nos da a entender que un 65% (aprox.) de los casos cuando la acción de Bancolombia tiene incremento en su variación de precio la otra acción, la de Suramericana también tendrá este mismo incremento.
- Las acciones de Bancolombia y Coltabaco presentaron menos correlación 18.3218%, seguidas por las acciones de Banco de Bogotá y Coltabaco con un nivel de correlación del 18.3283% y sus variaciones incluyendo el riesgo fueron más dispares.
- Las columnas “ x_i y x_j ” deben mostrar el porcentaje de inversión en cada acción de acuerdo a la decisión que se tome con el portafolio ya sea orientado a la rentabilidad máxima, minimizar el riesgo o aceptar determinado nivel de riesgo.

7.2.3 Máxima rentabilidad del portafolio.

Figura 23. Conformación del portafolio desde el punto de vista de la rentabilidad del portafolio.

21	Ponderacion de la inversion					
22	Accion	Inversion	Rentab espe	Varianza	Riesgo	Inversion cuadaa
23	Bancolombia	0%	0,2855%	0,0360%	1,8971%	0,0000%
24	BanBogota	21%	0,2042%	0,0178%	1,3353%	4,3670%
25	Coltabaco	42%	0,3668%	0,0573%	2,3927%	17,3183%
26	Corfinsura	37%	0,3967%	0,0575%	2,3985%	14,0531%
27	Suramericana	0%	0,2724%	0,0458%	2,1410%	0,0000%
28		1				
29	% Maxima Rentabilidad					
30	Portafolio					
31	Rentabilidad	0,3440%				
32	Var	0,0267%				
33	Riesgo	1,6337%				

En la figura 23, la celda objetivo es la “E31” que contiene la sumatoria de la rentabilidad ponderada de las acciones. Las celdas a cambiar son el vector “E23:E27”, son las celdas que contienen la inversión porcentual en cada una de las acciones cuando se busca maximizar la rentabilidad. La celda “E28” debe ser igual a uno (1), es decir, exigirle al modelo que la sumatoria de las inversiones en cada una de las acciones debe ser igual al 100% de la inversión. Los valores determinados en el modelo obviamente deben ser mayores o iguales a cero para que no se presenten inversiones con valores negativos.

Al solucionar el modelo planteado, ver Figura 24, los resultados obtenidos se presentan en la Figura 25, en la cual se aprecia que la inversión sugerida se

concentra en la acción de Coltabaco con el 42%, seguido de corfinsura con el 37% y El Banco de Bogotá con el 21%, lo cual quiere decir que este último es el menos rentable por tener menos riesgo, a continuación se presenta la solución del modelo teniendo en cuenta el riesgo de la inversión.

7.2.4 Mínimo riesgo del portafolio.

El enfoque del siguiente portafolio, tomando el mismo paquete de acciones es minimizar el riesgo, este tipo de inversión se debe sugerir a los inversionistas que prefieren inversiones estables o de bajo riesgo así sea que se sacrifique parte de la rentabilidad.

Figura 24. Resultados obtenidos al solucionar el modelo mínimo riesgo.

21	Ponderacion de la inversion					
22	Accion	Inversion	Rentab espe	Varianza	Riesgo	Inversion cuadaa
23	Bancolombia	0%	0,2855%	0,0360%	1,8971%	0,0000%
24	BanBogota	0%	0,2042%	0,0178%	1,3353%	0,0000%
25	Coltabaco	49%	0,3668%	0,0573%	2,3927%	24,1403%
26	Corfinsura	45%	0,3967%	0,0575%	2,3985%	20,4688%
27	Suramericana	6%	0,2724%	0,0458%	2,1410%	0,3164%
28		1				
29	% Maxima Rentabilidad					
30	Portafolio					
31	Rentabilidad	0,3750%				
32	Var	0,0349%				
33	Riesgo	1,8671%				

Las condiciones del modelo cambian, ver figura 24, la función objetivo es la celda "E33", porque contiene la fórmula del riesgo de acuerdo con la ecuación correspondiente, que debe determinar su valor mínimo. Las celdas a cambiar

siguen siendo las mismas “E23:E27”, las restricciones son: inversión total 100%, celda “E28” y la segunda condición, es que los valores obtenidos para las inversiones en las diferentes acciones sean mayores o iguales a cero.

Al solucionar el modelo planteado los resultados obtenidos se presentan en la Figura 23; bajo este parámetro el portafolio debería conformarse con las acciones de Coltabaco, Corfinsura y Suramericana, por tener mayor rentabilidad.

7.3 PRONÓSTICO DE PRECIOS ESPERADOS

Después de obtener el volumen más cercano al óptimo y el cual maximiza la inversión con un mínimo riesgo. Pero, nos resta diseñar la matriz de precios esperados por cada acción, esta es la segunda parte básica para la construcción del algoritmo de Método R, con el cual se obtiene la mejor combinación volumen – precio que maximiza las utilidades del inversionista, y para lograr este acometido se utilizó el Crystal ball; para un mejor entendimiento de cómo funciona se ilustrará un poco con la acción de Bancolombia, es de anotar que este mismo procedimiento se empleó para las cuatro (4), acciones restantes. Para realizar la simulación de precios esperados basado en la Simulación de Montecarlo para 1000 ensayos para este caso.

Se empieza por analizar el comportamiento de los precios de cada una de las acciones para este caso Bancolombia, acción que muestra un comportamiento de alta volatilidad con alzas y bajas profundas durante el período de Enero y Febrero de 2006. La tendencia en el mediano plazo (entre una semana y 20 días) es alcista. Ver Anexo H grafico de precios.

Para el pronóstico de los precios, con base en los precios de Enero y parte de Febrero de 2006, se pronostican los precios con un nivel de confianza del 95%. Luego de realizar lo anterior se analiza el comportamiento entre los precios reales y la línea de tendencia incluida la proyección para los cinco días siguientes entre una banda de oscilación de precios con niveles de confianza del 95%. De igual modo; se someten estos precios a diferentes métodos de evaluación de la serie pronosticada, se comparan algunos de los diferentes métodos de las series de tiempo utilizados en la elaboración de los pronósticos y se evalúa su margen de error y se ordenan de acuerdo a su confiabilidad, el mejor pronóstico en este caso lo presenta el método de Holt- Winters'

Se determina la función de distribución. Para determinar esta función de distribución se realizan las pruebas de la Chi cuadrado, Kolmogorov- Smirnov y Andersen Darling, la función de distribución que mejor se ajusta es la función de distribución Logística entre 16 funciones de distribución consideradas. Luego se

desarrolla la distribución acumulada de la función de distribución logística y esta establece una media de 17.205,17.

Tomando como base la Función de distribución Logística se efectúa una simulación de los precios por el método de Montecarlo con 10.000 ensayos con un nivel de confianza del 95% y obtener los posibles precios para cada día a partir de los precios pronosticados, según parámetros de Crystal Ball.

Con base en la función de distribución logística, se establece la simulación, según. Para cada día se simulan los precios posibles agrupándolos según los intervalos de clase de los cuartiles y así adquiere los precios esperados para los cinco (5) días, de negociación de cada una de las acciones y conseguir la matriz de precios.

7.3.1 Simulación de montecarlo para mil ensayos de precios esperados.

En el desarrollo del procedimiento de simulación como se dijo anteriormente, partió de... 4.2 Marco teórico... cuya aplicación permitió la obtención de la siguiente matriz de precios esperados para cada acción (Ver Cuadro 3), para el antes mencionado caso específico de acciones que nos ocupa.

Cuadro 3. Matriz de precios esperados para seis días de negociación

Acciones/\$	Día 1			
	1	2	3	4
Bancolombia	16.693,26	16.693,26	16.693,26	16.693,26
Suramericana	21.489,38	21.489,38	21.489,38	21.489,38
Cia. de inversiones	24.395,82	24.395,82	24.395,82	24.395,82
Banco de Bogotá	32.243,34	32.243,34	32.243,34	32.243,34
Almacenes Éxito	9.898,71	9.898,71	9.898,71	9.898,71
Acciones/\$	Día 2			
	1	2	3	4
Bancolombia	18.215,34	18.215,34	18.215,34	18.215,34
Suramericana	21.518,91	21.518,91	21.518,91	21.518,91
Cia. de inversiones	24.391,96	24.391,96	24.391,96	24.391,96
Banco de Bogotá	32.235,84	32.235,84	32.235,84	32.235,84
Almacenes Éxito	9.974,18	9.974,18	9.974,18	9.974,18

Acciones/\$	Día 3			
	1	2	3	4
Bancolombia	18.373,57	18.373,57	18.373,57	18.373,57
Suramericana	21.451,20	21.451,20	21.451,20	21.451,20
Cia. de inversiones	26.339,40	26.339,40	26.339,40	26.339,40
Banco de Bogotá	32.230,16	32.230,16	32.230,16	32.230,16
Almacenes Éxito	10.044,72	10.044,72	10.044,72	10.044,72

Acciones/\$	Día 4			
	1	2	3	4
Bancolombia	18.426,41	18.426,41	18.426,41	18.426,41
Suramericana	21.455,40	21.455,40	21.455,40	21.455,40
Cia. de inversiones	26.398,20	26.398,20	26.398,20	26.398,20
Banco de Bogotá	32.205,11	32.205,11	32.205,11	32.205,11
Almacenes Éxito	10.119,10	10.119,10	10.119,10	10.119,10

Acciones/\$	Día 5			
	1	2	3	4
Bancolombia	18.444,81	18.444,81	18.444,81	18.444,81
Suramericana	21.486,59	21.486,59	21.486,59	21.486,59
Cia. de inversiones	26.416,64	26.416,64	26.416,64	26.416,64
Banco de Bogotá	32.200,68	32.200,68	32.200,68	32.200,68
Almacenes Éxito	10.186,52	10.186,52	10.186,52	10.186,52

Una vez obtenida la segunda parte de la información requerida para implementar el algoritmo de Método R, como lo es la simulación de precios esperados, se podrá dar inicio al desarrollo de dicho algoritmo, después de haber recolectado y analizado la totalidad de la información necesaria.

7.4 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO DEL MÉTODO R.

Para dar solución a la optimización de los activos financieros; es decir, a la inversión en renta variable en el corto plazo teniendo en cuenta factores claves como lo es maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo, se requiere encontrar un conjunto de soluciones alternativas y seleccionar la opción más próxima al punto óptimo. Por esta razón, se aplicará la metaheurística del Método R y éste algoritmo es formulado por el mg. en Investigación de Operaciones y Estadística Jorge Hernan Restrepo, inicialmente este algoritmo surgió de la necesidad de explorar un método que permita encontrar una solución al problema de la entrega de pedidos en la empresa superpollo. A continuación se profundizará sobre qué aspectos acompañan la metaheurística y para una mejor comprensión se hace una breve analogía.

7.4.1 Analogía.

Este algoritmo toma algunos eventos y elementos que intervienen en un partido de fútbol (campo de juego, balón, jugadores). El campo de juego es el espacio de soluciones posibles, las posiciones del balón y de un grupo de jugadores son soluciones buenas y malas del problema.

Cuando se inicia el partido de fútbol la primera posición del balón se toma como primera solución del problema y se guarda como la mejor solución hasta el momento. Ahora las posiciones que tienen los jugadores que están cerca o lejos

del balón, son también posibles soluciones candidatas del problema, las cuales se deben comparar con la mejor solución hasta el momento. Si alguna de ellas la supera, pasa temporalmente a ser la mejor hasta ahora. Seguidamente los jugadores tratan de apoderarse del balón, y para lograr este objetivo se tienen que desplazar (cambiar de posición). Estas nuevas posiciones son comparadas con la mejor solución calculada hasta el momento. En caso de ser superada, será reemplazada. Es posible que algunos de los jugadores tengan que realizar más movimientos para buscar el balón.

El escenario anterior, se repite continuamente durante el partido, con la particularidad que el balón va ocupando nuevas posiciones en el campo de juego e inclusive se puede dar el evento que se repitan algunas. Y para cada una de estas nuevas posiciones del balón aparecen los mismos y/o nuevos jugadores.

Después de correr todos los escenarios, se presenta como solución del problema la mejor explorada hasta ese momento. El número de iteraciones depende del número de posiciones del balón que el investigador define previamente. El tiempo entre iteraciones depende del número de jugadores y de las posiciones que éstos toman con respecto a la posición del balón.

En conclusión, el número de posiciones del balón y el número de jugadores depende del tiempo que tenga el investigador de esperar la respuesta.

7.4.2 Presentación formal del Algoritmo Restrepo.

1. Definir el número de posiciones del balón y número de jugadores
2. Generar una solución inicial como primera posición del balón
3. Guardar esta secuencia como la mejor hasta el momento
4. Si el número de posiciones del balón no se han agotado hacer lo siguiente:
 - Generar los jugadores a partir de la posición del balón
 - Hacer que cada jugador se mueva hacia el balón y evaluar cada movimiento:
 - Si el movimiento supera al mejor, hacer éste como el mejor .

7.4.3 Generar una nueva posición del balón a partir de la mejor secuencia y evaluar:

- Si la posición supera la mejor, hacer ésta como la mejor
- Retornar al paso 4.

7.4.4 Mecanismos de perturbación del algoritmo restrepo:

- 1 Generación de la nueva posición del balón: para generar la nueva posición del balón se perturba la mejor solución que se lleva hasta el momento,

seleccionando de manera aleatoria dos elementos de esta secuencia y se intercambia de posición.

- 2 Generación de las nuevas posiciones de los jugadores: se genera la nueva posición para cada jugador perturbando la posición del balón, seleccionando de manera aleatoria dos elementos de esta secuencia y se intercambia de posición.
- 3 Movimiento de los jugadores: cada movimiento de los jugadores se hace perturbando de manera sistemática un elemento a la vez de la secuencia que representa la posición actual, buscando calcar la secuencia de la posición del balón.

Se observa que se utilizan dos mecanismos de perturbación aleatorio y uno sistemático.

En la Figura 25, explica la representación gráfica del algoritmo y el cuadro 5, muestra las convenciones respectivas.

Figura 25 Representación gráfica del Algoritmo Restrepo

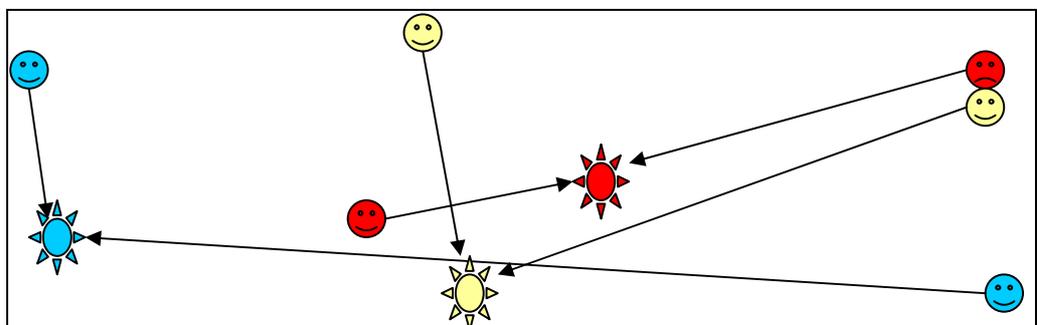


Figura 26. Convenciones del gráfico del Algoritmo Restrepo.

Posición del balón	
Posición del jugador	

7.4.5 Funcionamiento del Algoritmo Restrepo.

Para efectos de comparación entre el Restrepo y el Recocido Simulado, en el cuadro 5 aparece un problema de cuatro pedidos cuya resolución se hace exhaustivamente, utilizando los mismos datos del cuadro 4. En éste se presenta el procesamiento de cada una de las 24 posibles secuencias que resultan para la entrega de estos pedidos con su respectiva medida de desempeño (tr). 1441 metros, corresponde a la distancia que hay del nodo origen 78 al nodo 1. Seguidamente la distancia de 1 a 2 es 110 m, de 2 a 3 es 110 m, de 3 a 4 es 110 m. La distancia (tr=1771) corresponde a la distancia total de la secuencia (78_1), (1_2), (2_3), (3_4).

La secuencia 1, 2, 4, 3, resulta con el mismo criterio y procedimiento anterior, siendo su medida de desempeño igual a 2321 metros. Después de procesar las demás secuencias, se ve claramente en la Cuadro 4 que la de mejor desempeño es la conformada por los nodos 1, 2, 3, 4.

Cuadro 4. Secuencias posibles para entregar pedidos en los nodos 1,2,3,4

Secuencias posibles (24)				tr
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	
1441	110	110	110	1771
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	.
1441	110	220	550	2321
<i>1</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	.
1441	220	110	220	1991
<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	.
1441	220	110	440	2211
<i>1</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	.
1441	330	440	110	2321
<i>1</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	.
1441	330	550	110	2431
<i>2</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	.
1430	110	220	110	1870
<i>2</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	.
1430	110	330	550	2420
<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	.
1430	110	110	451	2101
<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	.
1430	110	220	330	2090
<i>2</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	.
1430	220	550	220	2420
<i>2</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	.
1430	220	451	220	2321
<i>3</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	.
1540	220	330	440	2530
<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	.
1540	220	110	220	2090
<i>3</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	.
1540	110	220	451	2321
<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	.
1540	110	110	330	2090
<i>3</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	.
1540	110	440	110	2200
<i>3</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	.
1540	110	451	110	2211
<i>4</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	.
1210	451	220	110	1991
<i>4</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	.
1210	451	110	110	1881
<i>4</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	.
1210	440	110	220	1980
<i>4</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	.
1210	440	110	220	1980
<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	.
1210	550	110	110	1980
<i>4</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	.
1210	550	220	110	2090

7.5 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO DEL MÉTODO R EN HOJA ELECTRÓNICA DE EXCEL CON EJEMPLO MANUAL.

Para la implementación del algoritmo con un ejemplo manual se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- a. Cuatro (4) posibles precios.
- b. Tres (3) acciones Acc_1 , Acc_2 , Acc_3 .
- c. Capital a invertir de \$100.
- d. Una tasa de oportunidad del 0.02%.
- e. Cinco (5) días de negociación.
- f. Número de interacciones diez (10).
- g. Un (1) jugador.
- h. Dos (2) posiciones del balón.
- i. Una (1) comisión del tres (3) por mil.

Para iniciar se debe partir de una matriz de precios esperados realizada con precios reales de las acciones que conformarán el portafolio de inversión; para este ejemplo se trabajará con supuestos que no superan las dos (2) cifras, para una mayor comprensión del algoritmo a desarrollar. No sobra; explicar en este punto, qué se debe tener en cuenta un volumen máximo de negociación así como un mínimo para cada una de las acciones en mención. Para este caso; en

particular se tendrá un volumen que oscila entre 0 y 10, pero para el caso real se obtiene este volumen de la aplicación de métodos de simulación como el de Markowitz, de igual manera, se utilizará el **Cristal Ball** para simular los precios esperados de cada una de las cinco (5) acciones que conformarán el portafolio de inversión en renta variable.

Figura 27. Matriz de precios esperados

Volumen	Acciones	Dia 1		Dia 2		Dia 3	
		1	2	1	2	1	2
0-10	A	5	4	6	8	3	3
0-10	B	6	8	5	4	5	5
0-10	C	3	2	3	3	4	2

Combinación	1,1,1	5	6	3	1
	1,1,2	5	6	2	2
	1,2,1	5	8	3	3
	1,2,2	5	8	2	4
	2,1,1	4	6	3	5
	2,1,2	4	6	2	6
	2,2,1	4	8	3	7
	2,2,2	4	8	2	8

- Posición del Balón
- Jugador
- Función objetivo óptima
- Caminata

Como se puede observar en la figura 27 aparecen todas las posibles combinaciones de precios, es importante; tener en cuenta que la respuesta del algoritmo no podrá superar la restricción de capital máximo a invertir que para el caso práctico es de \$100. Asimismo, la tasa interna de oportunidad del 0.02% diario constituye la tasa a la cual el capitalista puede invertir.

1. Definir el número de posiciones del balón y número de jugadores

Para el ejemplo solo se tomará una (1), posición del balón y dos (2) jugadores, siguiendo las directrices básicas del algoritmo, pero como es obvio, entre mayor sea el número de jugadores y posiciones del balón la búsqueda será más exhaustiva; y por ende, la respuesta será más acertada.

2. Generar una solución inicial como primera posición del balón.

Figura 28. Posición inicial del balón

1) Generar Solución Inicial So (Posición del Balón)

		Volumen So								
		a1	a2	a3	m1	m2	m3	Total(Inv)	VPN	
Mejor Volumen		6	4	8	30	24	24	78	76,47	1
Mejores precios		5	8	3	30	24	16	70	68,63	2
					30	32	24	86	84,31	3
					30	32	16	78	76,47	4
					24	24	24	72	70,59	5
					24	24	16	64	62,75	6
					24	32	24	80	78,43	7
					24	32	16	72	70,59	8

Para generar la primera posición del balón se hace en forma aleatoria para las tres acciones y se evalúa con cada una de las diferentes combinaciones de precios; así se obtiene un volumen inicial que corresponde a la mejor combinación de

precios sin sobrepasar el límite de capital establecido que es de \$100 y se determina el mejor VPN dado que es la función objetivo.

3. Guardar ésta secuencia como la mejor hasta el momento dado que posteriormente surgirán nuevas soluciones que podrán reemplazar a la inicial.

En este punto, es importante resaltar la memoria que se aplica durante el proceso para proveer al final del desarrollo del algoritmo, la respuesta que optimice la aplicación del portafolio teniendo como producto una máxima utilidad y decrezcan los riesgos al operar este sistema. Esta memoria, reemplaza la solución inicial cada vez que se presenta una solución mejor hasta hallar una inmejorable durante el recorrido.

4. Generar una posición para un jugador a partir de la posición actual del balón y evaluar la medida de desempeño para esta secuencia dada.

Figura 29. Generación de jugadores utilizando Intercambio de pares

Intercambio de pares (2,3)

		Volumen So								
		A1	a2	A3	m1	m2	m3	Total(Inv)	VPN	
Mejor Volumen		6	8	4	30	48	12	90	88,24	1
Mejores precios		4	8	3	30	48	8	86	84,31	2
					30	64	12	106	103,92	3
					30	64	8	102	100,00	4
					24	48	12	84	82,35	5
					24	48	8	80	78,43	6
					24	64	12	100	98,04	7 Mejor Óptimo
					24	64	8	96	94,12	8

Como se puede observar en la figura 29, para generar una posición del balón se utiliza un intercambio de pares, en este caso en la posición 2,3, nuevamente se evalúa con cada una de las combinaciones de precios para establecer cuál ofrece mayor VPN.

5. Si la medida de desempeño de la primera posición del jugador es mayor que la mejor actual, entonces ésta reemplaza a la mejor, de lo contrario no hace nada. $T_{mejor}(84.31) < t_{jugador}(98.04)$, verdadero, si hay reemplazo de secuencia.

6. Hacer que cada jugador se mueva hacía el balón y evaluar cada movimiento:

Figura 30. Caminata uno (1)

Parte Sistemática: Cambiar sobre el espacio de soluciones

	a1	a2	a3					
Posición del balón	6	4	8					
Posición del jugador	6	8	4	m1	m2	m3	Total(Inv)	VPN
	6	4	4	30	24	12	66	64,71
				30	24	8	62	60,78
				30	32	12	74	72,55
				30	32	8	70	68,63
				24	24	12	60	58,82
				24	24	8	56	54,90
				24	32	12	68	66,67
				24	32	8	64	62,75

En este punto como se menciona al comienzo y siguiendo estrictamente los preceptos teóricos del algoritmo, que en esencia lo que busca, es que el jugador se mueva hacia el balón, para esto se hace un cambio a la vez; es decir, se realiza una caminata que para el ejemplo se realiza de la siguiente forma: Del cuatro (4) para llegar al ocho (8) existe una distancia de cuatro (4), mientras que la posición uno (1) y dos (2) no se realiza caminata, de ésta se obtiene el vector seis (6) cuatro (4) el cual se evalúa con las diferentes combinaciones de precios para verificar si la solución obtenida superó a la anterior.

- Sí el movimiento supera al mejor, hacer éste como el mejor.

Partiendo de la base de que se cuenta con una memoria basada en la calidad de la respuesta, se obtiene un cambio en ésta cada vez que se encuentra una respuesta mejor a la última así: “Xmejor < Xactual”; entonces se reemplaza “Xmejor” por “Xactual” obteniendo que “Xactual = Xmejor”. Al tener el nuevo “Xmejor” esta es la referencia para las evaluaciones posteriores.

Figura 31. Caminata dos (2)

Parte Sistemática: Cambiar sobre el espacio de soluciones

	a1	a2	a3				Total(Inv)	VPN
Posición del balón	6	4	8					
Posición del jugador	6	4	4	m1	m2	m3		
	6	4	4	30	24	12	66	64,71
				30	24	8	62	60,78
				30	32	12	74	72,55
				30	32	8	70	68,63
				24	24	12	60	58,82
				24	24	8	56	54,90
				24	32	12	68	66,67
				24	32	8	64	62,75

Figura 32. Segunda posición del balón

- Generar una nueva posición del balón a partir de la mejor secuencia y evaluar:

Segunda posición del balón de la mejor que encontró

	a1	A2	a3
Posición Balón (vol)	6	8	4
Precios	4	8	3

Al tener un nuevo “Xmejor” se toma ésta como una nueva posición del balón y se cambia el volumen de uno de estos elementos, es decir uno de los volúmenes determinados por el vector “Vm” de forma aleatoria.

Figura 33. Generar segunda solución “s1” (posición del balón)

SEGUNDA POSICION DEL BALON								
a1	a2	a3	m1	m2	M3	Total	VPN	
9	8	4	45	48	12	105	102,94	1
4	6	3	45	48	8	101	99,02	2
			45	64	12	121	118,63	3
			45	64	8	117	114,71	4
			36	48	12	96	94,12	5
			36	48	8	92	90,20	6
			36	64	12	112	109,80	7
			36	64	8	108	105,88	8

Para el ejemplo práctico que se está desarrollando en la posición uno (1), se cambia el volumen del vector y seguidamente se evalúa para cada una de las combinaciones de precios hasta hallar el mejor VPN (función objetivo).

- Sí la posición supera la mejor, hacer ésta como la mejor.

De esta manera, la memoria adaptativa del algoritmo evalúa las soluciones encontradas de manera que si encuentra una solución actual mejor que la solución almacenada en la memoria la reemplaza, utilizando el mismo procedimiento mencionado anteriormente.

- Retornar al paso 4.

De esta manera se realiza el mismo ciclo ya comentado ampliamente en los acápites que anteceden determinando una nueva posición del balón y fijando nuevos jugadores y caminatas.

Para finalizar el algoritmo tiene como criterio de parada cuando se agota el número de posiciones de balón predeterminadas con las subsecuentes caminatas realizadas por los diferentes jugadores previamente determinados por el usuario del algoritmo.

Figura 34. Generar jugadores usando intercambio de pares (1,2)

		Volumen So			m1	m2	m3	Total(Inv)	VPN	
		a1	a2	a3						
Mejor Volumen		8	9	4	40	54	12	106	103,92	1
Mejores precios		4	6	3	40	54	8	102	100,00	2
					40	72	12	124	121,57	3
					40	72	8	120	117,65	4
					32	54	12	98	96,08	5
					32	54	8	94	92,16	6
					32	72	12	116	113,73	7
					32	72	8	112	109,80	8

Figura 35. Caminata uno (1)

Parte Sistemática: Cambiar sobre el espacio de soluciones

	A1	a2	a3					
Posición del balón	9	8	4					
Posición del jugador	8	9	4	m1	m2	m3	Total	VPN
	1	9	4	5	54	12	71	69,61
				5	54	8	67	65,69
				5	72	12	89	87,25
				5	72	8	85	83,33
				4	54	12	70	68,63
				4	54	8	66	64,71
				4	72	12	88	86,27
				4	72	8	84	82,35

Figura 36. Caminata dos (2)

Parte Sistemática: Cambiar sobre el espacio de soluciones

	a1	A2	a3					
Posición del balón	9	8	4					
Posición del jugador	1	9	4	m1	m2	m3	Total(Inv)	VPN
	8	9	4	40	54	12	106	103,92
				40	54	8	102	100,00
				40	72	12	124	121,57
				40	72	8	120	117,65
				32	54	12	98	96,08
				32	54	8	94	92,16
				32	72	12	116	113,73
				32	72	8	112	109,80

Este procedimiento se repite hasta que la posición del jugador sea igual a la posición del balón, obteniendo así el criterio de parada del Método R.

Figura 37. Número de posiciones del balón que se agotan

Comprar o Vender
Vector Inicial y Vector Final

VM =

M Precios

INV

VPN

Disponible

	A1	a2	a3
VM =	6	8	4
M Precios	4	8	3
INV	100		
VPN	98,04		
Disponible	0,00		

Después de esto y con la aplicación del algoritmo al problema de optimización financiera se vende el volumen de acciones determinado en el desarrollo de la heurística en mención al menor precio del mercado ya que, se tiene un escenario netamente pesimista, obviamente después de realizadas las operaciones de comisión tanto en la venta como en la compra.

7.6 SIMULACIÓN DE LA NEGOCIACIÓN DE ACCIONES Y EL FLUJO DE CAJA.

En el transcurso de la ejecución del D.S.S. se debe realizar una simulación de negociación y un posible flujo de caja (ver Anexo J), para las posibles ventas y compras y para el último día la venta total del portafolio, incorporando cada una de la restricciones así como el descuento de la comisión correspondiente en cada

transacción. A continuación se muestra la forma en que se lleva a cabo este proceso:

1. Definir días de negociación.
2. Aplicar algoritmo de Búsqueda Tabú, la cual lleva implícito un sistema de búsqueda local (Búsqueda Dispersa) y estrategias de diversificación e intensificación (Path Relinking) así como algunos criterios básicos del Recocido Simulado para buscar la relación de volumen-precio que maximiza el Valor Presente Neto (VPN).
3. Determinar el tipo de negociación (compra o venta).
4. Sí hay ventas, hacerlas primero para generar recursos (disponible). Calcular el disponible restando a la venta la comisión.
5. Sí hay compra, calcular el valor de la compra y la comisión y comparar con el disponible. Si el disponible cubre la compra y la comisión, comprar, de lo contrario determinar el número de acciones a comprar de tal manera que la negociación no supere el disponible.
6. Sí los días de negociación no se han agotado repetir los pasos 2 y 3, de lo contrario ir al paso 5.
7. Vender todo, calcular el disponible y determinar VPN.

7.7 ANALISIS DE RESULTADOS

Después de realizar un completo análisis de la totalidad de la información recolectada, así como de armar el soporte de datos para la implementación del algoritmo en el D.S.S. para obtener el plan de negociación para los cinco días presupuestados inicialmente, se diseño y elaboro finalmente el programa construido en Visual Basic para Excel, adaptado a la negociación incluyendo el desarrollo de la metaheurística de Metodo "R".

Hecho lo anterior, se procedió a validar el modelo y a optimizar el VPN obtenido con la ejecución del programa, para lo cual, se corrió en varias ocasiones, para de esta manera poder detectar cualquier falla inmersa en el código del programa o en su planteamiento, y determinar estrategias de mejora, además de comparar los resultados obtenidos a fin de observar el comportamiento de las acciones y sacar conclusiones.

En el Cuadro 6 se exponen los resultados de quinto ensayo para cada uno de los cinco días de negociación. Es de anotar, que el programa tiene un tiempo de ejecución corto lo cual es un punto a favor por cuanto nos permite tener un mayor número de corridas y un poco mas de actividad según el modelo.

Cuadro 5. Resultados de negociación con la implementación del algoritmo del Método R.

Día 1	Volumen de Acciones		
	Saldo Inicial	Saldo Final	Precio Simulado
Acciones			
Bancolombia	0	0	16.693
Suramericana	0	146	21.489
Cia. de inversiones	0	0	24.396
Banco de Bogotá	0	0	32.243
Almacenes Éxito	0	9.708	9.899

Día 2	Volumen de Acciones		
	Saldo Inicial	Saldo Final	Precio Simulado
Acciones			
Bancolombia	0	4.836	18.215
Suramericana	146	560	21.519
Cia. de inversiones	0	0	24.392
Banco de Bogotá	0	0	32.236
Almacenes Éxito	9.708	0	9.974

Día 3	Volumen de Acciones		
	Saldo Inicial	Saldo Final	Precio Simulado
Acciones			
Bancolombia	4.836	0	18.374
Suramericana	560	0	21.451
Cia. de inversiones	0	713	26.339
Banco de Bogotá	0	0	32.230
Almacenes Éxito	0	7.893	10.045

Día 4	Volumen de Acciones		
	Saldo Inicial	Saldo Final	Precio Simulado
Acciones			
Bancolombia	0	0	18.426
Suramericana	0	1.310	21.455
Cia. de inversiones	713	209	26.398
Banco de Bogotá	0	0	32.205
Almacenes Éxito	7.893	6.350	10.119

Día 5	Volumen de Acciones		
	Saldo Inicial	Saldo Final	Precio Simulado
Acciones			
Bancolombia	0	0	18.445
Suramericana	1.310	1.315	21.487
Cia. de inversiones	209	56	26.417
Banco de Bogotá	0	190	32.201
Almacenes Éxito	6.350	6.386	10.187

Negociación			
Acciones	Precio Neg Min	Saldo Final	Precio Simulado
Bancolombia	18.444,81	0	0
Suramericana	21.486,59	1.315	28.254.866
Cia. de inversiones	26.416,64	56	1.479.332
Banco de Bogotá	32.200,68	190	6.118.129
Almacenes Éxito	10.186,52	6.386	65.051.117

Parametros			
posición	100	Inv Vta Fin	100.903.444
jugadores	4	Comisión	302.710
0	0	VPN	101.023.588
CAPITAL	100.000.000	Disponible	675.666
INTERES	0,0005	Rentabilidad	1,02%

7.8 EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA EN EL MODELO.

Cuadro 6. Evaluación de la solución con precios reales

	va	vb	vc	P	Pr	Venta	Compra	Capital Inicial	100.000.000
1								disponible	
Bancolombia	0	0	0	16693,26	16.000		0		
Suramericana	0	0	0	21489,38	19.660		0		
Cia de Inversiones	0	3871	3871	24395,82	23.540		91.123.340		
Banbogotá	0	0	0	32243,34	30.000		0		
Éxito	0	311	311	9898,71	14.600		4.540.600		
							95.663.940		4.049.068
2									
Bancolombia	0	3211	3211	18215,34	15.998	0	51.369.578		
Suramericana	0	0	0	21518,91	19.660	0	0		
Cia de Inversiones	3871	0	-3871	24391,96	24.560	95.071.760	0		
Banbogotá	0	0	0	32235,84	30.000	0	0		
Éxito	311	3804	3493	9974,18	14.525	0	50.735.825		
						99.120.828	102.105.403		-3.576.106
3									
Bancolombia	3211	606	-2605	18373,57	16.020	41.732.100	0		
Suramericana	0	4042	4042	21451,2	19.660	0	79.465.720		
Cia de Inversiones	0	0	0	26339,4	24.560	0	0		
Banbogotá	0	0	0	32230,16	30.000	0	0		
Éxito	3804	201	-3603	10044,72	14.600	52.603.800	0		
						90.759.794	79.465.720		10.772.669
4									
Bancolombia	606	0	-606	18426,41	16.021	9.708.726	0		
Suramericana	4042	0	-4042	21455,4	19.662	79.473.804	0		
Cia de Inversiones	0	0	0	26398,2	23.540	0	0		
Banbogotá	0	2209	2209	32205,11	29.995	0	66.258.955		
Éxito	201	2546	2345	10119,1	14.597	0	34.229.965		
						99.955.199	100.488.920		-1.102.736
5									
Bancolombia	0	0	0	18444,81	16.000	0	0		
Suramericana	0	417	417	21486,59	19.959	0	8.322.903		
Cia de Inversiones	0	0	0	26416,64	23.540	0	0		
Banbogotá	2209	347	-1862	32200,68	30.011	55.880.482	0		
Éxito	2546	7811	5265	10186,52	14.597	0	76.853.205		
						54.777.746	85.176.108		-30.821.531
<i>Negociación</i>									
Bancolombia	0	0	0	18444,81	16.000	0			
Suramericana	0	417	417	21486,59	19.663	8.199.471			
Cia de Inversiones	0	0	0	26416,64	23.540	0			
Banbogotá	2209	347	-1862	32200,68	30.011	10.413.817			
Éxito	2546	7811	5265	10186,52	14.601	114.048.411			
									101.442.183
					VPN	101.188.957			
					RENTABILIDAD	1,4422%			

Para evaluar la propuesta de negociación concretada con la ayuda del D.S.S. y la implementación conjunta del algoritmo, se toman los precios reales de cotización de las acciones en el mercado bursátil conjuntamente con los volúmenes de compra - venta resultado de la simulación y el costo por comisión del 0.3% para cada operación, y se ejecuta nuevamente el D.S.S, para comprobar lo que hubiese ocurrido si se hubiera invertido el volumen simulado con el D.S.S. En el cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos con este ejercicio. Es decir, con el ánimo de confrontar los resultados (posible escenario) con la ejecución del D.S.S. y la realidad, se tomaron los precios reales extractados de la página web de la Supervalores, delimitando obviamente, las restricciones a las que hubo lugar, es decir, se determino un capital inicial de 100 millones de pesos colombianos, destinados a la inversión en renta variable, más concretamente en las cinco acciones establecidas con antelación, las cuales fueron el producto final de un exhaustivo análisis técnico y el fundamental y se delimitaron las demás restricciones a las que se tiene lugar. Posteriormente, se confrontan ambos resultados, los obtenidos mediante el desarrollo del D.S.S y los reales, consecencialmente, se determinó, que el modelo desarrollado con el presente estudio de conjugación entre simulación y realidad, arrojó un VPN final de \$101.023.588, con una inversión de capital (100 millones de pesos) en el transcurso de cinco días, la cual se realizo de manera intermitente (unos días se compro hasta el límite del capital disponible y otros días, por el contrario quedo un valor remanente sin invertir, aunado a que las acciones que no presentaron variación en su precio no se negociaron), así pues para el último día se tiene que

el nivel de rentabilidad llegó a un 1.02%, rentabilidad que aunque moderada resulta ser mas tentador que una inversion en renta fija.

De igual manera se puede observar (Ver figura 38) que los precios de las acciones seleccionadas (Banco de Bogota, Bancolombia, Compañía Colombiana de Inversiones, Exito y Suramericana), tuvieron una leve desviación tanto positiva como negtiva, lo cual equilibrio en gran medida el portafolio debido en gran parte a que el D.S.S. esta diseñado para ofrecer un panorama, por decirlo así ,pesimista, puesto que se compra a los mejores precios y se vende a los peores, con esto, se pudo establecer que la rentabilidad real obtenida hubiese sido mucho mayor de haber invertido el monto de capital establecido en la vida real, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 38: Precios promedio reales de las acciones.

ACCION	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
Bancolombia	16693,26	18215,34	18373,57	18426,41	18444,81
Suramericana	21489,38	21518,91	21451,2	21455,4	21486,59
Cia de Inversiones	24395,82	24391,96	26339,4	26398,2	26416,64
Banbogotá	32243,34	32235,84	32230,16	32205,11	32200,68
Éxito	9898,71	9974,18	10044,72	10119,1	10186,52

Fuente: www.supervalores.gov.co

De la tabla anterior se puede resaltar que; la acción de Bancolombia inicio semana con un buen precio y este aumento hasta alcanzar un precio al final de \$18444,81, para el caso de Suramericana la acción perdio precio, para Cia Colombiana de Inversiones el precio de la acción presento cambios notorios aunque al final de la semana fue positivo, la acción que tuvo un comportamiento negativo fue la del Banco de Bogota.

Cuadro 7. Análisis de rentabilidad, riesgo y posibilidad de pérdida sobre precios reales.

ACCION	BANCOLOMBIA	SURAMERICANA	CIA COLOMBIANA DE INVERSIONES	BAN BOGOTA	ÉXITO
RENTABILIDAD ESPERADA	0,5163%	0,6114%	0,5770%	0,2328%	0,7110%
VARIANZA	0,0472%	0,0527%	0,0476%	0,0411%	0,0790%
RIESGO	2,1735%	2,2965%	2,1815%	2,0272%	2,8102%
Z	-0,2375325	-0,26622105	-0,264511363	-	-
POSIBILIDAD DE PERDIDA	40,61%	39,50%	39,57%	45,43%	40,01%

Análisis de rentabilidad.

- Las cinco acciones aunque presentan rentabilidad menor del 1% esta es positiva. Según el cuadro la acción que muestra una rentabilidad más baja es la de Banco de Bogota con el 0.2328%.
- La acción que presenta mayor rentabilidad esperada es Exito con 0.7110% seguida por Suramericana con el 0.6114%

Análisis del riesgo.

- En cuanto a este aspecto se puede apreciar que el riesgo es proporcional a la rentabilidad y como se puede observar en el cuadro anterior, las acciones que le representan un mayor riesgo al inversionista son Éxito y Suramericana pero como se menciona con anterioridad son estas las acciones más rentables. De igual manera la acción de menor riesgo es Banco de Bogotá con 2.0272%, aunque en general todas poseen cierto grado de riesgo por ser las acciones más rentables que conforman el portafolio de inversión.

Análisis de la posibilidad de pérdida.

- La acción con mayor posibilidad de pérdida es Banco de Bogotá con 45.43% ya que tiene la rentabilidad más baja. Para las demás acciones su posibilidad de pérdida es muy similar y está entre el 39% y el 41%.

CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas realizadas al D.S.S. son muy satisfactorias y colmaron totalmente las expectativas de diseño en cuanto rentabilidad, puesto que de una inversión inicial de \$100.000.000 evaluado con precios reales se obtuvo un Valor Presente Neto de \$101.023.588, sujeto a una tasa de oportunidad del inversionista del 0.005% diaria, lo cual indudablemente es muy favorable, teniendo en cuenta que se logró un porcentaje de rentabilidad del 1.02%.

La mezcla entre inteligencia artificial y manejo financiero (optimización de inversiones) surte buenos efectos, entre ellos el desarrollo de herramientas como la planteada en el presente trabajo de investigación, pues se comprobó que con una buena mezcla de volumen y precios, acompañado de un software de optimización ajustado a un sistema metaheurístico del Método R y partiendo de un buen trabajo de selección de acciones, se puede obtener una importante herramienta de inversión, lo cual contribuye indudablemente a la optimización en el proceso de toma de decisiones financieras, sin embargo es recomendable explorar otras metodologías y así continuar esta línea de investigación tan prometedora en el área financiera.

De igual manera, la metodología propuesta, se convierte en una guía para el inversionista ya que puede entrar en comparaciones de sus costos de oportunidad frente a otras inversiones y decidir cual es la mejor.

Es importante resaltar, que la herramienta que se presenta como alternativa al problema de optimización de activos financieros en la negociación de acciones, muestra al inversionista diferentes escenarios de precios, en donde la solución final obtenida, es la representación de una posición robusta para el inversionista, es decir, representa una buena inversión en la mayoría de los posibles precios que tomarían las acciones consideradas, lo cual disminuye el nivel de incertidumbre al que generalmente están expuestas este tipo de decisiones.

RECOMENDACIONES

Sería interesante aplicar otros tipos de estrategias de búsqueda, como las de filtros sucesivos o las de cambio acotado, por mencionar algunas, al algoritmo de Método R, creando variantes del esquema original, así mismo, se pueden intentar otros tipos de enfoque dentro de los criterios de aspiración utilizados como el de aspiración Plus.

Así mismo, se pueden utilizar otras metodologías en la simulación de precios esperados o volúmenes óptimos de negociación, actualmente existen otras herramientas como la de Crystal Ball que conforma un complemento para el Excell, con estos nuevos diseños se puede obtener otra matriz de precios con la cual desarrollar el programa y evaluar de nuevo su efectividad.

Para resaltar algunas corridas del programa dieron como resultado rentabilidad negativa al final de la ejecución, lo cual responde a que en el proceso de negociación no se invirtió hasta el límite del disponible o el 100% del capital, como consecuencia, se debe robustecer el diseño con número significativo corridas para de esta manera garantizar la confiabilidad del modelo. Sería oportuno evaluar el modelo dado que en la mayoría de las corridas a pesar de haber conformado el portafolio con las mejores acciones, en muchas de ellas no se realiza ningún tipo de transacción y esto se debe reevaluar para mejorar.

Cabe anotar, que el modelo realizado en el presente trabajo es una primera aproximación para una metodología que incluya otros factores que inciden en el mercado como son la tasa de interés libre de riesgo y el mercado de divisas entre otros.

Ante los grandes cambios que presenta el mercado bursátil no sólo en Colombia sino en el mundo entero, es importante continuar monitoreando a diario el comportamiento accionario, ya que se pudo comprobar que el I.G.B.C, índice que mide las acciones en Colombia ha tenido importantes cambios durante el presente año, esto aunado al comportamiento del PIB en Colombia el cual ha presentado incrementos representativos par el mercado local, lo que obliga indiscutiblemente a realizar estudios constantes al comportamiento macroeconómico colombiano, lo que así mismo demanda un alto nivel de atención en cuanto al comportamiento económico de los distintos sectores del país. Para ello, es importante el apoyo de los informes publicados por las principales firmas comisionistas de bolsa y de las entidades de supervisión, las cuales tienen todo un grupo de analistas financieros y económicos especializados que se encargan de recopilar los hechos mas importantes de la economía para ponerlos a disposición de los interesados. De igual manera, es aconsejable estar muy atentos a los cambios del mercado y analizar detenidamente el medio ambiente que rodea a las empresas emisoras, así como sus resultados económicos y financieros, ya que de un buen análisis inicial depende el éxito de la propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMSON, D. Constructing School Timetables Using Simulated Annealing: Sequential and Parallel Algorithms. *Management Science*. Jan 1991. v 37, N°1.
- ANSOFF, Igor; DECLARECK Roger y HAYES Robert. *El Planteamiento Estratégico*. Madrid: Trillas.1983. 354 p.
- ARISTOTELES. *Obras*. Madrid: Aguilar. 1995. 370 p.
- ASH, Walter. *Marx y su concepto del Hombre*. Mexico. Era.1985. 110 p.
- BENCARDINO, Ciro. *Estadística Básica Aplicada*. Bogotá: ECOE. 2003. p.302.
- BERNAL TORRES, César Augusto. *Metodología de la Investigación para Administración y Economía*. Santa Fé de Bogotá: Prentice Hall. 2000. 259 p.
- BESLEY, Scout y BRIGHAM Eugene F. *Fundamentos de Administración Financiera*. México: McGRAW HILL. 2003. 919 p.
- CARVAJAL, Lizardo. *Metodología de la Investigación*. Cali: FAID. 1995.138 p.
- COLCIENCIAS. *Conocimiento y Competitividad*. Santa Fé de Bogota. El autor. 1993.
- CONGRESO DE PRODUCCIÓN. (2 : 2002 : Cali). Universidad Autónoma de Occidente. Cali. Agosto 2002.
- CUESTA FERNANDEZ, Felix. *La Empresa Virtual*. Bogotá: Mc Graw Hill.1998.343p.
- DÍAZ FERNÁNDEZ, Adenso *et al.* *Optimización Heurística y Redes Neuronales*. Madrid: Paraninfo. 1997. 375.

DOWLING, Edgard. Cálculo para administración, Economía y Ciencias Sociales. Mexico: Mc Graw Hill. 1992. 215 p.

GUITMAN, Lawrence J. Principios de Administración Financiera. México: Pearson Educación. 2003. 676 p.

HANKE, John Eduard, REITSCH, Arthur. Pronósticos en los negocios. México: Prentice Hall. 1996. 605 p.

HEGEL, G. La Fenomenología del Espíritu. Mexico: FCE. 1992.

IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part B: Cybernetics. P. 686-691. Vol 32 n5

IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Vol. 25, n°7. Julio de 1995. 1102-1109

IEEE. Transactions on Power Systems. Vol 6 n°2. Maintenance Scheduling by Using Simulated Annealing Method.

INTERNACIONAL JOURNAL OF SYSTEMS AUTOMATION: Research and Applications. Vol 2 n3. 1992.

KLISKBERG, Bernardo. El Pensamiento organizativo del Taylorismo a la Teoría de la Organización, Madrid: Paidós .1989. 312 p.

MARKOWITZ, Harry. Portfolio Selection. The Journal of Finance vol 1, Marzo 1.952 Págs: 77-91

MENDEZ ÁLVAREZ, Carlos Eduardo. Metodología. Santa Fé de Bogotá: Mc Graw Hill Interamericana.1998. 169 p.

Monografía: Metaheurísticas, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. Número 19, Volumen 2, Primavera- Verano 2003. En <http://sensei.ieec.es/cgi-bin/aepia/contenidoNum.pl?numero=19>

NIETZSCHE. F. El origen de la Tragedia: Así hablo Saratustra. Madrid: Espasa-Calpe.1988.

OSMAN, I. H. y POTTS, C. N. "Simulated annealing for flow-shop scheduling". Omega. 1989. Vol. 17, N°6.

Publicación: Grupo de Investigación Financiero Universidad Tecnológica de Pereira, "Portafolios de inversión en acciones optimizado", 2004.

Publicación: Grupo de Investigación Financiero Universidad Tecnológica de Pereira, "Simulación del precio esperado de las acciones", 2004.

POPPER, Karl. La Lógica de la Investigación Científica. Madrid: Tecnos. 1995.

RODRIGUEZ, Mariano. ABC de acciones y bonos con Excel: Omicron System, 2002. 190 p.

Sitio Web Bolsa de Valores de Colombia, "Acerca de la BVC", 2004 En: www.bvc.com.co/bvcweb/mostrarpagina.jsp.

Sitio Web Bolsa de Valores de Colombia, "Estatutos de la Bolsa de Valores de Colombia" En: <http://www.bvc.com.co/Normatividad/Estatutos-2004FEB27.pdf>

Sitio Web Corfinsura, "Glosario de Términos Económicos" En: <http://www.corfinsura.com.co/espanol/glosario/dl/Glosarioterminoseconomicos.pdf>, 2005.

Sitio Web Corfinsura, Grupo de Investigaciones Económicas. “Manual de Inversión Financiera” 2004 En:

<http://www.corfinsura.com.co/espanol/formacion/invfinanciera2.asp>

Sitio Web Corfinsura-Suvalor, “Informe Macro CORFINSURA-SUVALOR ene-05 a feb-05. “El Mundo en el 2005”, 2004. En:

[http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/\(pwoz3q55nvqmmm55f2mijout\)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=5165](http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/(pwoz3q55nvqmmm55f2mijout)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=5165)

Sitio Web Corfinsura-Suvalor, “Proyecciones económicas 2005 suvalor-corfinsura”, 2004. En:

[http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/\(dfo3eeexxflrihfdcxqkl45\)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=5440](http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/(dfo3eeexxflrihfdcxqkl45)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=5440).

Sitio Web de la Bolsa de Valores de Colombia, “Manual de Mercado Accionario Colombiano”, 2004 En:

http://www.bvc.com.co/bvcweb/homeFiles/Normatividad/Manuales/MANUAL_SISTEMA_%20ACCIONES%20_JUN_2005.doc.

Sitio Web Superintendencia de Valores, “Cartilla su Oportunidad de Inversión”, 2002, En: [http://www.supervalores.gov.co/alternativa\(sep-19-02\).pdf](http://www.supervalores.gov.co/alternativa(sep-19-02).pdf).

Sitio Web Superintendencia de Valores, “Cartilla-El mercado publico de valores su gran oportunidad”, 2002 En:

<http://www.supervalores.gov.co/Gran%20Opor%20Ags%2002-02.pdf>.

Sitio web Superintendencia de Valores; “Cartilla los Comisionistas”, 2004 En: <http://www.supervalores.gov.co/comival.htm>.

Sitio Web Suvalor, Colombia Análisis de Acciones, “El IGBC cierra el año demostrando su naturaleza”, 2005 En:

[http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/\(xzbs2455ph0syn45syshb055\)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=4842](http://www.corfinsura.com/InvEconomicas/(xzbs2455ph0syn45syshb055)/Informes/PDF.aspx?C=S&IdDoc=4842)

Software Microsoft Excel de Office 2000.

SZYCHOWSKI, Mario Luis. Un nuevo hombre económico. Buenos Aires, Universidad Nacional de la Plata. 2004.

TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El proceso de Investigación científica. Cali: Limosa, 3ra ed, 9na reimp, 1998. 229 p.

VALENCIA, José Fernando. Teoría General de la Administración. Santafé de Bogotá: Central de Publicaciones de la ESAP. 1993. 191 p.

ANEXOS

ANEXO A

CUADRO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN FINANCIERA DE LAS ACCIONES DE ALTA BURSATILIDAD

ACCIONES DE ALTA BURSATILIDAD	1. BANCOLOMBIA	2. COMPAÑÍA DE CEMENTOS ARGOS S.A.	3. SURAMERICANA	4. COLOMBIANA DE INVERSIONES	5. ACERIAS PAZ DEL RIO EN REESTRUCTURACION	6. CORPORACIÓN FINANCIERA ANTES CORFIVALLE	7. INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A.	8. TEXTILES FABRICATO TEJICONDOR S.A.
Principales Cifras del Balance General								
Activo	22.019878.98	22019.878.98	8.798.673.58	2.216.561.80	1.105.835.98	2.843.504.76	4.540.381.166	954.139.150
Activo Corriente		756.926.26	565.768.55	298.096.25	318.504.35		500.775.391	361.344.33
Pasivo Corriente		556.644.09	227.434.38	64.875.84	112.559.59		616.395.705	96.769.54
Total Pasivo		7.826.384.23	227.434.38	82.757.68	414.361.80	2.068.461.09	1.784.263.147	322.644.31
Patrimonio		6.582.084.34	8.571.239.19	2.133.804.12	691.474.17	775.043.57	2.756.118.019	631.495.18
Ganancias y Perdidas		224545.08	949.629.18	72.244.25	60.033.73	106.252.12	141.401.570	32.101.36
Indicadores Financieros								
Rentabilidad del Activo o Dupont		2.86	10.79	3.25	5.42			3.36
Rentabilidad del patrimonio		3.41	11.07	3.38	8.68			5.08
Margen operacional		0.85	97.52	88.94	11.76			6.94
Margen Neto		25.82	91.69	79.02	14.95			5.90
Razón corriente		1.35	2.48	4.59	2.20			2.57
Capital de trabajo \$		200.282.161.152	338.334.154.752	233.220.407.296	205.944.750.080			264.574.795.776
Concentración endeudamiento a corto plazo		44.73	100	78.39	27.16			29.99
Endeudamiento total		15.89	2.58	3.73	37.47			33.81
Leverage total		18.90	2.65	3.87	59.92			51.09
Rotación de activos totales		0.11	0.11	0.04	0.36			0.57
Rotación de cartera		2.84	0	0	28.97			3.15
Rotación de inventarios		10.42	0	0	2.20			2.96
Rotación cuentas por pagar		4.98	0	0	2.55			7.78
Información Económica General								
Acciones Ordinarias		6.376	11.576	9.939	412.665			47549
Acciones Privilegiadas		0	0	0	0			0
Acciones con Dividendo Pref.sin Voto		0	0	0	0			0
TOTAL		6.376	11.576	9.939	412.665			47.549
% Inversionistas Extranjeros		0.19	0.14	0.22	0.33			0
% Inversionistas Nacionales		99.81	99.85	99.78	99.67			95
Valor Nominal de la Acción		30	187.50	2.50	10			4
Valor Patrimonial por Acción con Valorización		28.576.37	18.739.18	25.592.93	43.84			81.46
Utilidad o Perdida por Acción		974.87	2.076.15	866.50	3.79			4.13
Numero Total de Empleados		2.520	13	17	2.831			3.144
% De Utilización Capacidad Instalada		85.90	0	0	61			95
Pago de Dividendos								

Fuente: www.supervalores.gov.co

ANEXO B

CUADRO DE INFORMACION RECOLECTADA PARA ANALISIS TECNICO DE LAS ACCIONES

Indicadores	1. BANCOLOMBIA	2. CEMENTOS ARGOS	3. SURAMERICANA	4. CIA COL. INVERSIONES	5. ACERIAS PAZ DEL RIO	6. COF. COLOMBIANA	7. ISA	8. FABRICATO	9. BAVARIA
RPG	22.18	12.83	18.98	31.84	14.84	14.65	94.24	24.71	0
Q TOBIN	4.4	0.48	1.70	1.17	1.34	2.01	2.22	0.79	0
VR PATRIMONIAL	4.196	29.709.99	14.420.89	22.759.80	39.77	9.010	2.790.48	90.22	18.796.15
IBA	10	9.9340	8.8910	9.7800	9.2960	9.4340	9.3250	9.6960	0.0010
PRECIO PROMEDIO	18.472.26	14.146.37	24.532.79	26.683.11	53.26	18.097.59	6.193.13	70.93	1
LIQUIDEZ BURSATIL	0.18935277%	0.60522228%	0.9060966%	0.6795269%	0.5935006%	0.451659%	0.1582151%	1.7005497%	0%
Rentabilidad Esperada	0,5163%	0,5138%	0,6114%	0,5770%	-0,4174%	0,7939%	0,2650%	1,0015%	0,1002%
Varianza	0,0472%	0,0934%	0,0527%	0,0476%	0,2647%	0,0810%	0,0663%	0,4171%	0,4326%
Riesgo	2,1735%	3,0559%	2,2965%	2,1815%	5,1449%	2,8456%	2,5746%	6,4584%	6,5776%
Z	-0,23753255	-0,168133133	-0,26622105	-0,26451136	0,08113728	-0,27899227	-0,10293096	-0,15507236	-0,01523653
Posibilidad Pérdida	40,61%	43,32%	39,50%	39,57%	53,23%	39,01%	45,90%	43,84%	49,39%

CONTINUACION...

Indicadores	10. ETB	11. NAL CHOCOLATE S	12. CORFINVERS IONES	13. GRUPO AVAL	14. BAN BOGOTA	15. EXITO	16. TABLEMAC
RPG	43.43	26.45	37.96	81.74	57.71	100.99	20.19
Q TOBIN	1.01	1.49	1.44	2.85	4.64	1.17	0.88
VR PATRIMONIAL	550.18	10.210.12	6.408.27	276.34	7.020	8.874.80	5.28
IBA	0	8.96.50	8.5240	8.8840	8.1710	8.6790	8.6020
PRECIO PROMEDIO	556.36	15.261.89	9.214.38	786.38	32.604.84	10.396.26	4.64
LIQUIDEZ BURSATIL	0%	0.062398%	0%	0.0132042%	0.0432177%	0.4737665%	0.3168652%
Rent. Esperada	-0,1342%	0,5370%	0,7939%	0,4952%	0,2328%	0,7110%	0,1002%
Varianza	0,0599%	0,0384%	0,0810%	0,0609%	0,0411%	0,0790%	0,4326%
Riesgo	2,4475%	1,9605%	2,8456%	2,4688%	2,0272%	2,8102%	6,5776%
Z	0,05481532	-0,27390788	-0,278992266	-0,20059611	-0,11483661	-0,252991026	-0,01523653
Posibilidad Pérdida	52,19%	39,21%	39,01%	42,05%	45,43%	40,01%	49,39%

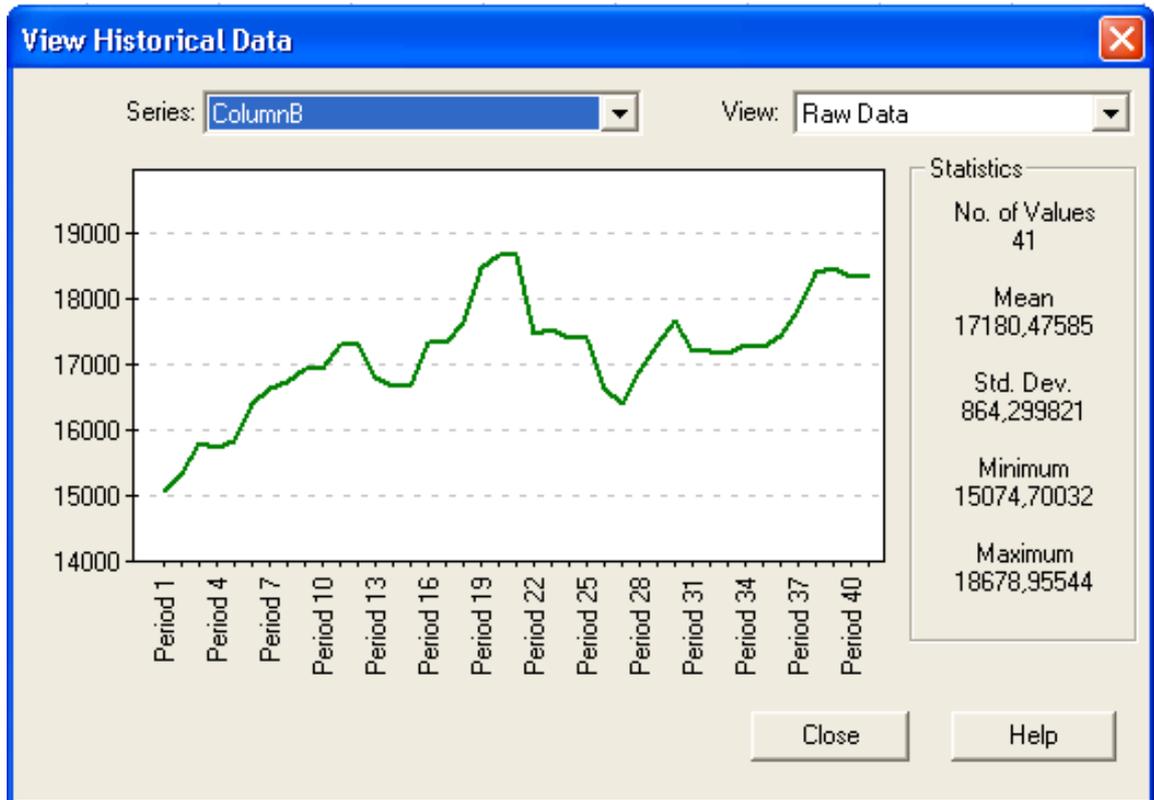
ANEXO C

VARIACIÓN EN EL PRECIO DE LAS ACCIONES SELECCIONADAS

<u>FECHA</u>	<u>BANCOLOMBIA</u>	<u>SURAMERICANA</u>	<u>CIA DE INVER.</u>	<u>BAN BOGOTA</u>	<u>ÉXITO</u>
02/01/2006					
03/01/2006	1,7667%	-0,2264%	1,8956%	-1,6000%	0,4713%
04/01/2006	3,0389%	1,6091%	1,8900%	4,1099%	1,6022%
05/01/2006	-0,4587%	0,1998%	-0,3938%	0,5530%	1,5301%
06/01/2006	0,6739%	-0,3871%	-0,1669%	0,3132%	-0,7405%
10/01/2006	3,6457%	1,2892%	0,7500%	0,4590%	0,8330%
11/01/2006	1,4082%	0,8499%	2,8569%	-0,2531%	0,2646%
12/01/2006	0,6788%	1,6829%	0,9429%	-0,2572%	4,6507%
13/01/2006	1,0874%	5,7961%	1,5056%	-0,1321%	6,9603%
16/01/2006	-0,0384%	3,5328%	1,1321%	0,1670%	6,4515%
17/01/2006	2,3025%	4,8191%	2,0900%	-0,0065%	-1,3144%
18/01/2006	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
19/01/2006	-3,0289%	-0,6722%	-3,2892%	-4,2078%	-4,5616%
20/01/2006	-0,6900%	-0,1727%	-0,3447%	0,3694%	-0,7976%
23/01/2006	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
24/01/2006	3,8855%	2,2075%	3,1585%	3,3478%	1,9238%
25/01/2006	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
26/01/2006	1,7518%	1,2725%	3,2415%	0,8290%	4,0405%
27/01/2006	4,8459%	3,8668%	6,2935%	1,3397%	5,0903%
30/01/2006	0,9982%	0,3368%	-0,4367%	0,6459%	2,3269%
31/01/2006	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
01/02/2006	-6,4768%	-7,1960%	-5,0885%	-2,1558%	-4,0342%
02/02/2006	0,4311%	0,7274%	1,0873%	-0,2724%	-0,7925%
03/02/2006	-0,6694%	0,0781%	1,5130%	-0,4073%	0,5911%
06/02/2006	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%
07/02/2006	-4,4835%	-2,6672%	-5,4241%	-5,2656%	-7,3112%
08/02/2006	-1,3444%	-4,0473%	-2,2519%	-1,8124%	1,7167%
09/02/2006	2,9457%	1,2482%	1,4242%	1,1869%	2,9957%
10/02/2006	2,3925%	3,2943%	3,6781%	4,6003%	2,8571%
13/02/2006	2,1119%	2,9861%	2,6911%	5,8121%	1,8228%
14/02/2006	-2,5576%	-1,1453%	-0,6714%	-1,5842%	0,2304%
15/02/2006	-0,0780%	-0,8997%	0,0229%	-0,7474%	-1,0860%
16/02/2006	-0,1498%	-0,9854%	-0,4567%	-1,6505%	-2,4381%
17/02/2006	0,6795%	0,4895%	0,0727%	-0,3619%	2,8891%
20/02/2006	-0,1108%	0,1472%	0,8377%	0,9216%	-0,3354%
21/02/2006	0,8808%	1,5023%	1,4437%	0,2986%	0,9993%
22/02/2006	2,3240%	1,8552%	1,6279%	2,6504%	1,2456%
23/02/2006	3,2027%	2,9899%	2,4266%	2,0043%	1,9051%
24/02/2006	0,3343%	1,7844%	0,8729%	0,2391%	2,2605%
27/02/2006	-0,6488%	-1,7110%	-1,8492%	0,1787%	-3,8090%
28/02/2006	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%

Anexo D

PRECIOS PROMEDIOS PONDERADOS DIARIOS DE LA ACCIÓN ORDINARIA DE BANCOLOMBIA.



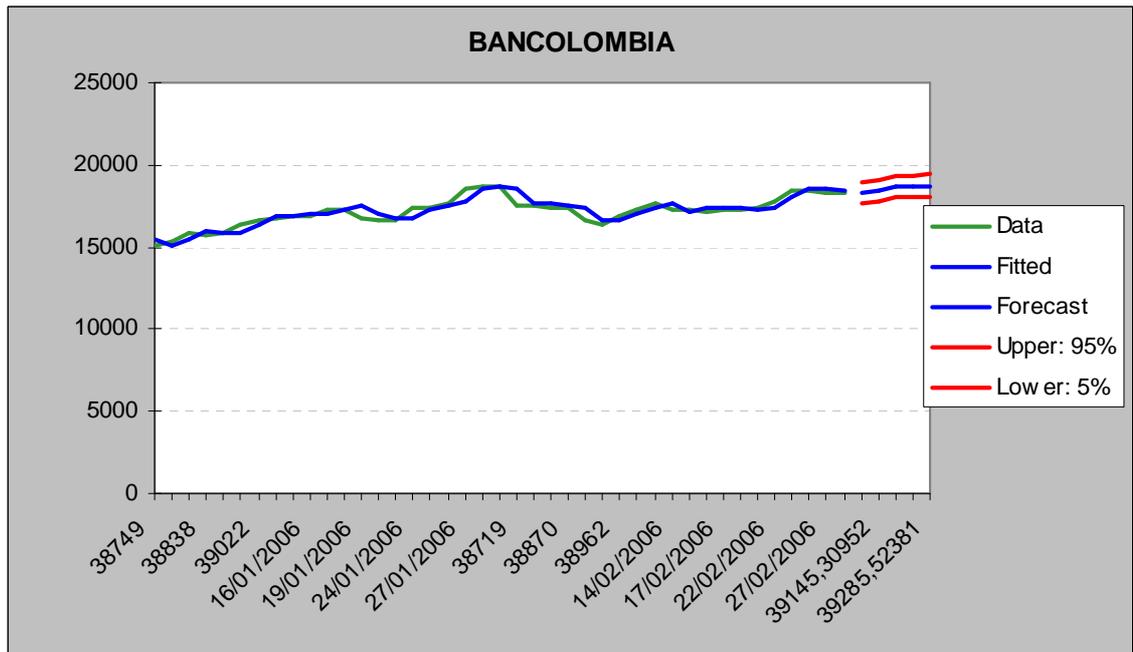
Anexo E

PRONÓSTICO DE LOS PRECIOS DE LA ACCIÓN DE BANCOLOMBIA PARA CINCO DÍAS

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
39098,57143	17666,44735	18279,66702	18892,88668
39145,30952	17842,59503	18471,53827	19100,48152
39192,04762	17992,36295	18637,85733	19283,35172
39238,78571	18039,58981	18702,52998	19365,47016
39285,52381	18034,29856	18715,65374	19397,00892

Anexo F

GRÁFICO COMPARATIVO DE LOS PRECIOS REALES Y LOS PRECIOS PRONOSTICADOS.



Anexo G

MÉTODOS DE MEDICIÓN DEL MARGEN DE ERROR DE LAS SERIES DE TIEMPO.

Method Errors:

	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Holt-Winters' Multiplicative	363,69	267	1,56%
	Double Exponential			
2 nd :	Smoothing	370,86	260,17	1,51%
	Single Exponential			
3rd:	Smoothing	378,85	259,7	1,51%
4th:	Single Moving Average	383,48	266,07	1,55%
5th:	Seasonal Multiplicative	399,41	306,25	1,79%
6th:	Holt-Winters' Additive	403,19	294,96	1,74%
7th:	Seasonal Additive	406,69	298,44	1,76%
8th:	Double Moving Average	500,63	377,91	2,18%

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Con la evaluación de los métodos estadísticos se confirma que el método de **Holt-Winter's Multiplicative** es el más confiable:

Pruebas de los Métodos estadísticos de las series de tiempo.

Method Statistics:

		Durbin-	
	Method	Watson	Theil's U
Best:	Holt-Winters' Multiplicative	1,633	0,946
	Double Exponential		
2nd:	Smoothing	1,639	0,969
	Single Exponential		
3rd:	Smoothing	1,569	1
4th:	Single Moving Average	1,559	1
5th:	Seasonal Multiplicative	1,613	1,058
6th:	Holt-Winters' Additive	1,631	0,974
7th:	Seasonal Additive	1,602	0,997
8th:	Double Moving Average	1,637	1,298

METODO DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS

Tomando en cuenta la evaluación de los parámetros Alfa, Beta y Gama se sostiene el método de pronóstico de Holt-Winters' como el mejor dentro de las series de tiempo consideradas según la tabla N° 4

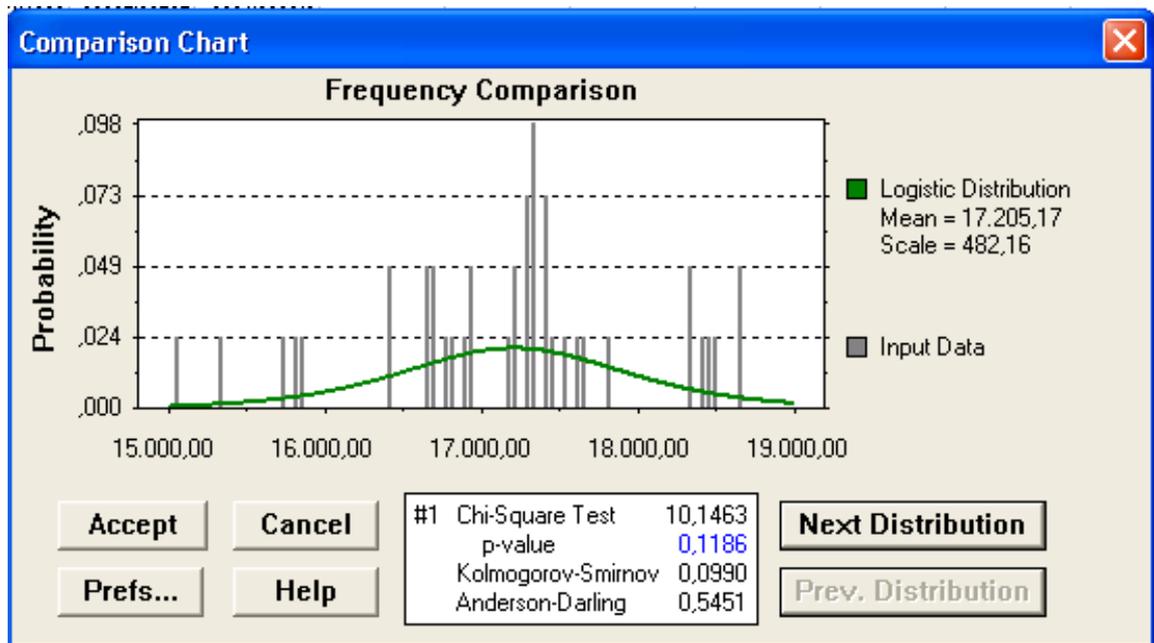
Método de evaluación de parámetros de las series de tiempos

Method Parameters:

	Method	Parameter	Value
Best:	Holt-Winters' Multiplicative	Alpha	0,999
		Beta	0,001
		Gamma	0,001
	Double Exponential		
2nd:	Smoothing	Alpha	0,999
		Beta	0,001
	Single Exponential		
3rd:	Smoothing	Alpha	0,999
4th:	Single Moving Average	Periods	1
5th:	Seasonal Multiplicative	Alpha	0,934
		Gamma	0,999
6th:	Holt-Winters' Additive	Alpha	0,999
		Beta	0,001
		Gamma	0,001
7th:	Seasonal Additive	Alpha	0,999
		Gamma	0,001
8th:	Double Moving Average	Periods	2

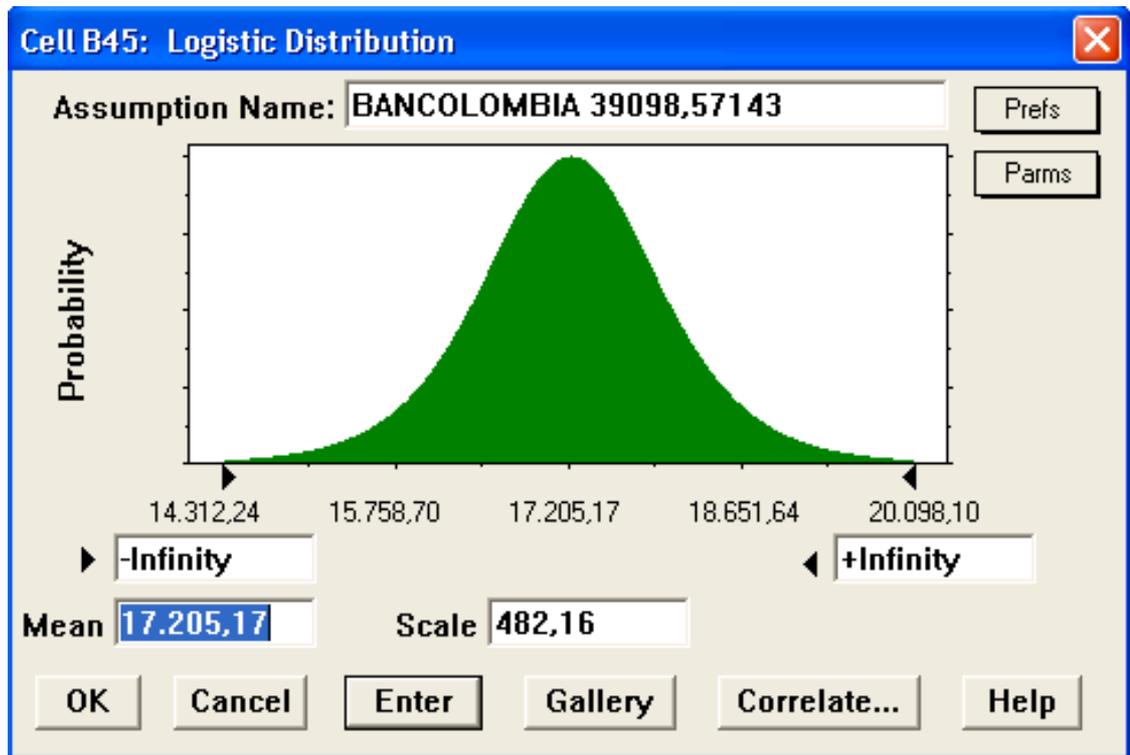
Anexo H

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LOS PRECIOS DE LA ACCIÓN DE BANCOLOMBIA.

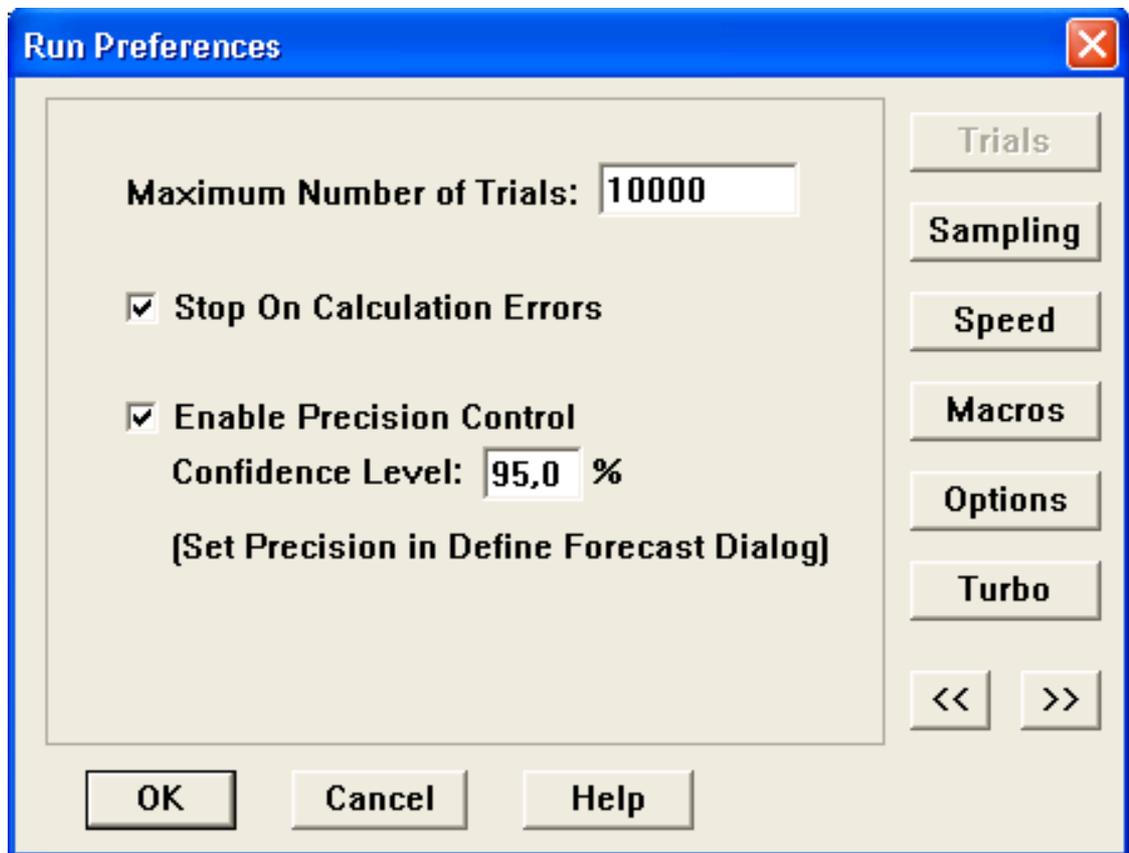


Anexo I

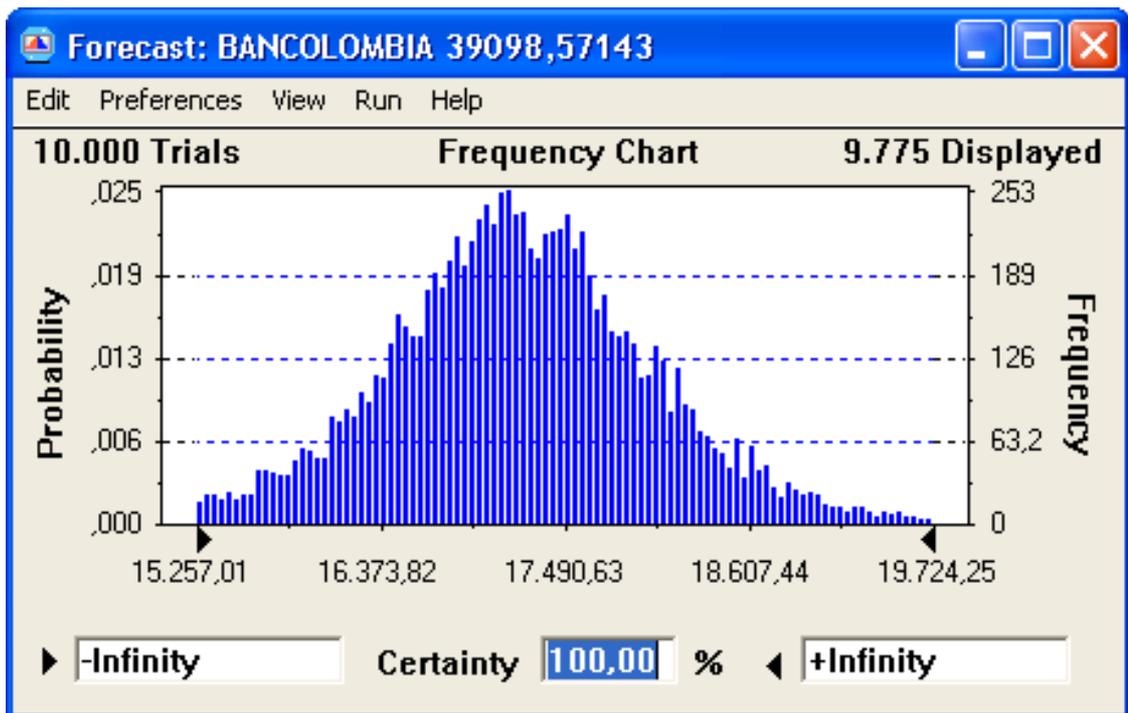
DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA



Parámetros de la simulación Montecarlo.



GRÁFICA DE LOS PRECIOS SIMULADOS PARA CADA DÍA DE LA ACCIÓN DE BANCOLOMBIA.



Simulación de precios para el primer día pronosticado.

DATOS DE SIMULACIÓN DE BANCOLOMBIA EN EXCEL

Precios simulados para cada día pronosticado.

BANCOLOMBIA

PRONOSTICO

DIA 1	<u>Percentile</u>	<u>Value</u>
	0%	13.235,74
	25%	16.693,26
	50%	17.222,30
	75%	17.743,29
	100%	21.576,92

DIA 2	<u>Percentile</u>	<u>Value</u>
	0%	16.751,79
	25%	18.215,34
	50%	18.472,67
	75%	18.733,53
	100%	19.983,19

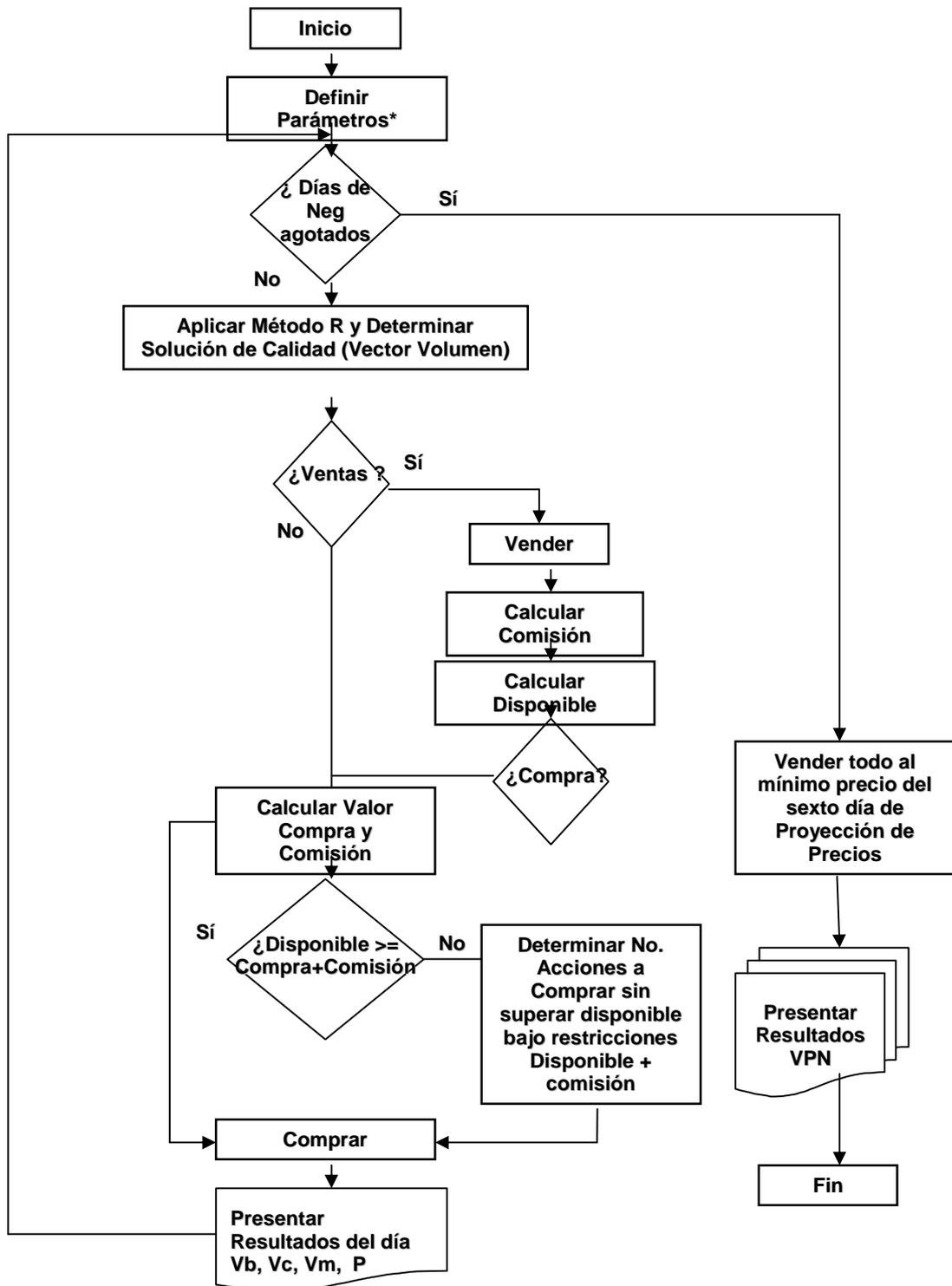
DIA 3	<u>Percentile</u>	<u>Value</u>
	0%	17.299,09
	25%	18.373,57
	50%	18.640,60
	75%	18.906,46
	100%	20.255,71

DIA 4	<u>Percentile</u>	<u>Value</u>
	0%	17.244,20
	25%	18.426,41
	50%	18.704,38
	75%	18.975,04
	100%	20.242,67

DIA 5	<u>Percentile</u>	<u>Value</u>
	0%	17.106,73
	25%	18.444,81
	50%	18.721,51
	75%	19.001,23
	100%	20.317,30

Anexo J

DIAGRAMA DE PROCESO SIMULACIÓN DE LA NEGOCIACIÓN DE ACCIONES Y EL FLUJO DE CAJA





AUTOR

FRANCISCO ANDRÉS
RAMÍREZ RAMÍREZ

Asesor

ING. JORGE HERNÁNÁN RESTREPO



TEMA

2

“NEGOCIACIÓN DE ACCIONES EN LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA EN EL CORTO PLAZO APLICANDO EL MÉTODO R”



Presentación

- ✓ **Formulación del problema** ▶
- ✓ **Objetivo General** ▶
- ✓ **Objetivos Específicos** ▶
- ✓ **Análisis Fundamental** ▶
- ✓ **Análisis Técnico** ▶
- ✓ **Análisis Gráfico** ▶

Presentación

- ✓ **Cálculo del volumen óptimo de negociación** ▲
- ✓ **Simulación de precios esperados** ▲
- ✓ **Definición**
 - **Metaheurística** ▲
 - **Método R** ▲
- ✓ **Implementación en la hoja electrónica** ▲

Presentación

- ✓ **Desarrollo del algoritmo Método R** ▶
- ✓ **Diagrama de proceso simulación de la negociación de acciones y flujo de caja** ▶
- ✓ **Análisis de los resultados.** ▶
- ✓ **Conclusiones y recomendaciones** ▶

Formulación del problema

6

¿Cómo negociar acciones (comprar y vender) en el corto plazo en La Bolsa de Valores de Colombia, adaptando la Metaheurística del Método R?



Objetivo General



Desarrollar un modelo que facilite la toma de decisiones para la inversión en acciones de la Bolsa de Valores de Colombia adoptando el Método R



Objetivos Específicos

- ✓ Realizar una guía sobre las diferentes inversiones en activos financieros
- ✓ Seleccionar las acciones de alta bursatilidad
- ✓ Aplicar un método de simulación accionaria
- ✓ Elaborar una herramienta, que soporte la toma de decisiones



Objetivos Específicos



- ✓ Validar el Modelo desarrollado con los precios reales de las acciones
- ✓ Desarrollar el algoritmo del Método R ajustado a la negociación de acciones
- ✓ Evaluar día a día el movimiento de las acciones
- ✓ Utilizar el modelo de Markowitz.

Análisis Fundamental

10

Es el estudio de toda la información disponible en el mercado sobre el emisor del instrumento financiero y su entorno empresarial.



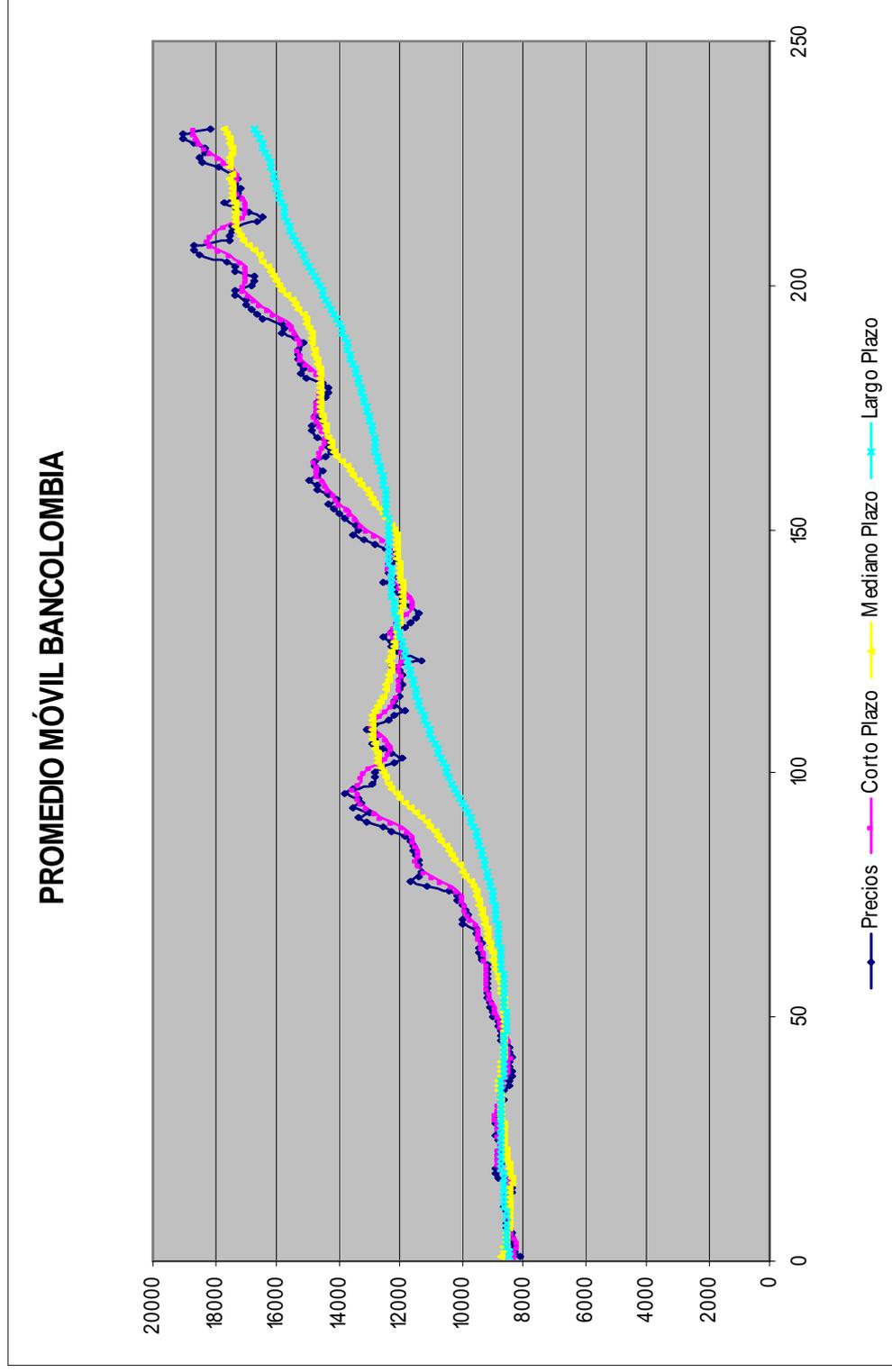
Análisis Técnico



El análisis técnico de acciones pretende pronosticar las variaciones futuras de un instrumento bursátil basándose exclusivamente en la evolución de las cotizaciones.



Análisis Gráfico



Cálculo del volumen óptimo de negociación



13

Determinar el porcentaje máximo de negociación de cada acción con el fin de obtener la máxima rentabilidad y el mínimo riesgo, teniendo en cuenta los parámetros de restricción.

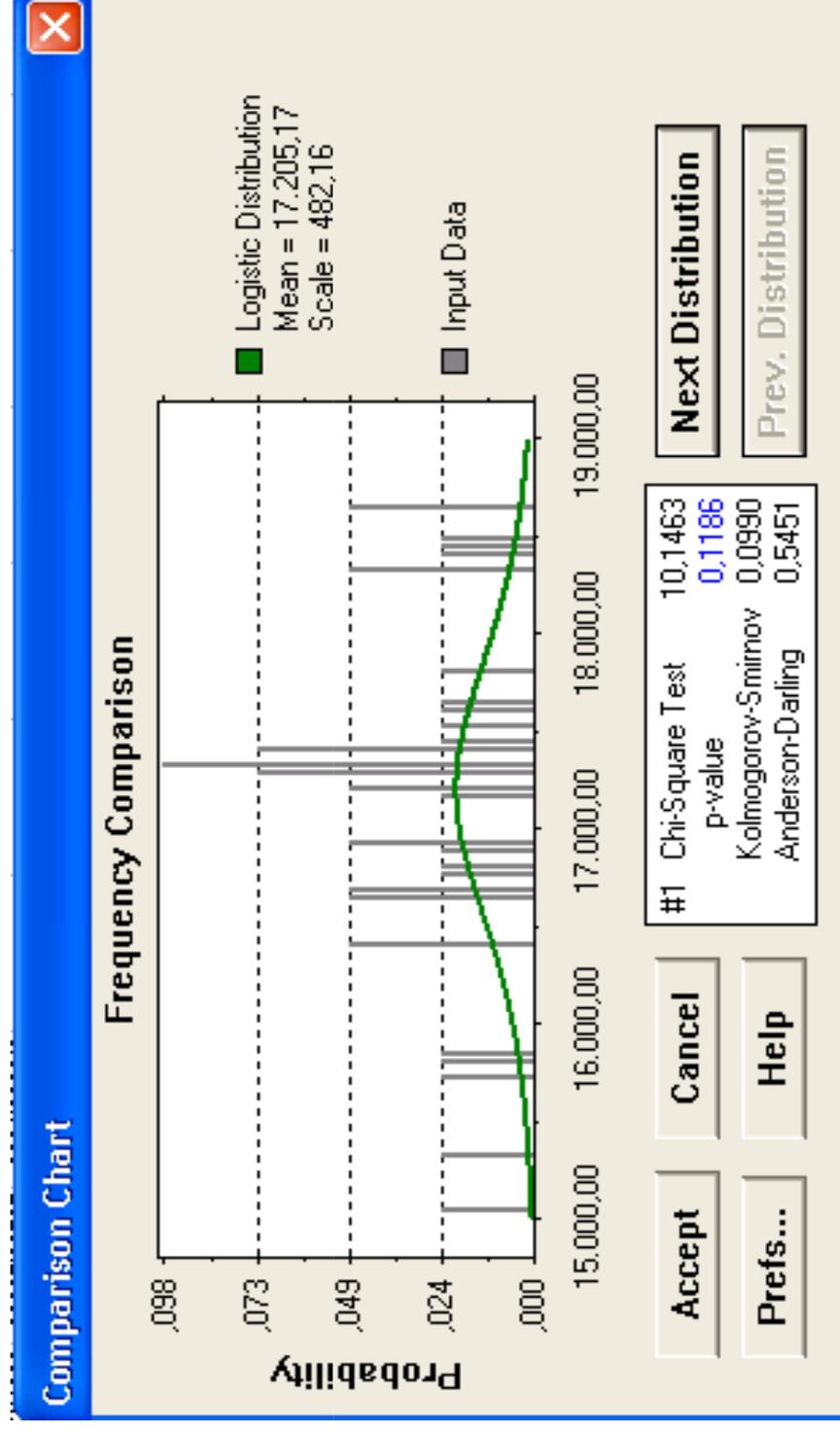
Simulación de Precios esperados

14

Se diseña la matriz de precios esperados por cada acción, con la cual se obtiene la mejor combinación volumen – precio que maximiza las utilidades del inversionista.

Distribución de frecuencia

15



Matriz de Precios Esperados

16



Acciones/\$	Día 5			
	1	2	3	4
Bancolombia	18.444,81	17.210,02	17.623,41	18.365,11
Suramericana	21.486,59	21.932,43	20.386,18	20.274,24
Cia. de inversiones	26.416,64	26.523,09	26.785,01	26.200,98
Banco de Bogotá	32.200,68	32.213,37	32.548,53	31.994,08
Almacenes Éxito	10.186,52	10.342,11	10.627,86	10.757,01

Definiciones

17

 **METAHEURÍSTICA:** son estrategias inteligentes para diseñar o mejorar procedimientos heurísticos muy generales con un alto grado de rendimiento.

 **Meta:** ir más allá

 **Heurística:** resolver inteligentemente problemas reales usando el conocimiento disponible.



Definiciones



18



Método R: es un algoritmo que toma algunos eventos y elementos que intervienen en un espacio dado.

- **Analogía:** este algoritmo se asemeja a un partido de fútbol donde hay un campo de juego, balón y jugadores.

Implementación en la hoja electrónica



- Dos (2) posibles precios
- Tres (3) acciones: Acc_1 ; Acc_2 ; Acc_3
- Capital a invertir de \$100
- Una tasa de oportunidad del 0.02%
- Seis (6) días de negociación
- Número de interacciones; diez (10)
- Un jugador
- Dos (2) posiciones del balón
- Una comisión del 3%

• Ver presentación en ploter
• Representación gráfica

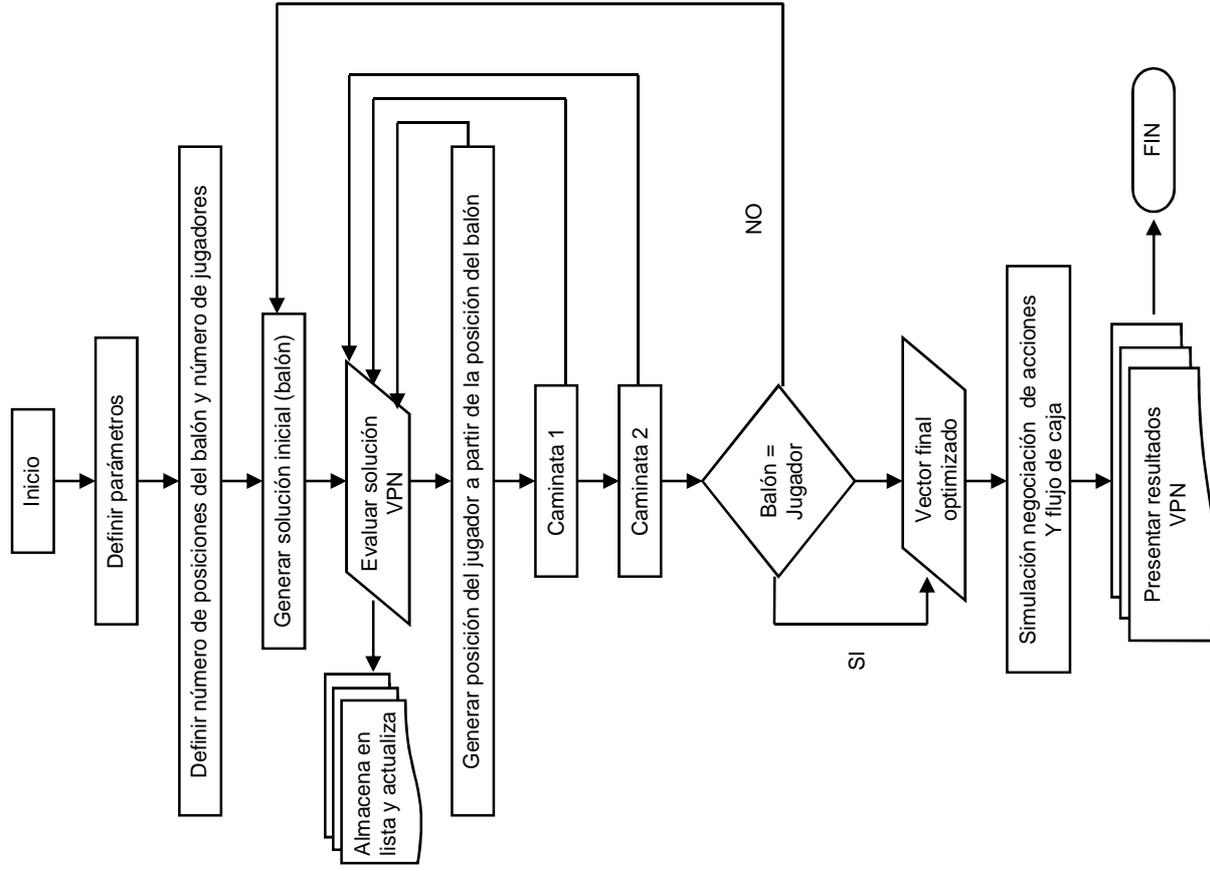




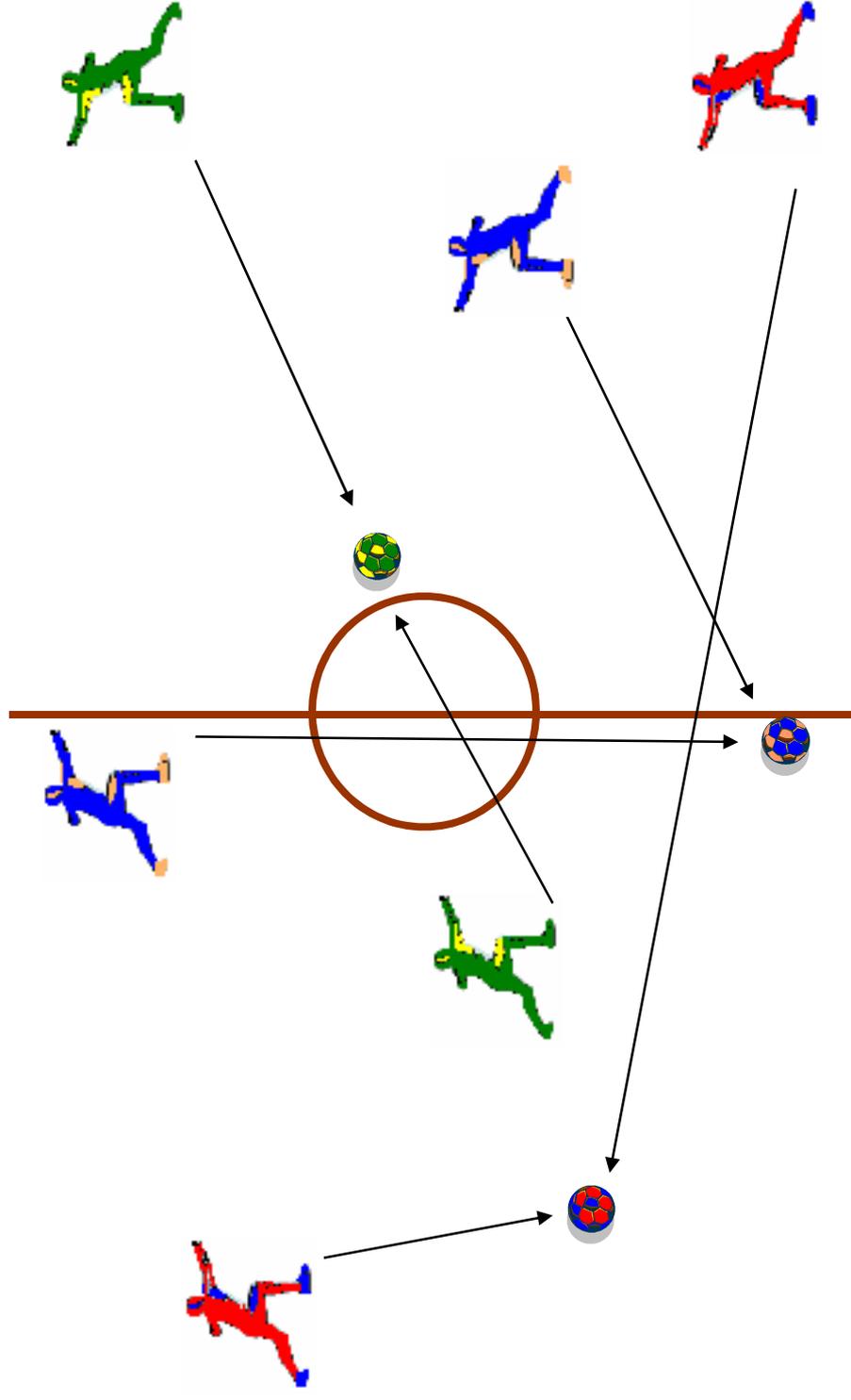
Desarrollo del Algoritmo Método R

20

(Ver Diagrama)



Representación gráfica del algoritmo Restrepo



Resultados precios simulados

Negociación			
Acciones	Precio	Saldo	Precio
	Neg Min	Final	Simulado
Bancolombia	18.444,81	0	0
Suramericana	21.486,59	1.315	28.254.866
Cia. de inversiones	26.416,64	56	1.479.332
Banco de Bogotá	32.200,68	190	6.118.129
Almacenes Éxito	10.186,52	6.386	65.051.117

Parámetros

Posición	100	Inv Vta Fin	100.903.444
jugadores	4	Comisión	302.710
0	0	VPN	101.023.588
CAPITAL	100.000.000	Disponible	675.666
INTERES	0,0005	Rentabilidad	1,02%

Resultados precios reales

24

<i>Negociación</i>									
Bancolombia	0	0	0	18444,81	16.000	0			
Suramericana	0	417	417	21486,59	19.663	8.199.471			
Cia de Inversiones	0	0	0	26416,64	23.540	0			
Banbogotá	2209	347	-1862	32200,68	30.011	10.413.817			
Éxito	2546	7811	5265	10186,52	14.601	114.048.411			
									101.442.183
							VPN	101.188.957	
							RENTABILIDAD	1,4422%	

Comparación de los resultados



posición	100	Inv Vta Fin	100.903.444
jugadores	4	Comisión	302.710
0	0	VPN	101.023.588
CAPITAL	100.000.000	Disponible	675.666
INTERES	0,0005	Rentabilidad	1,02%

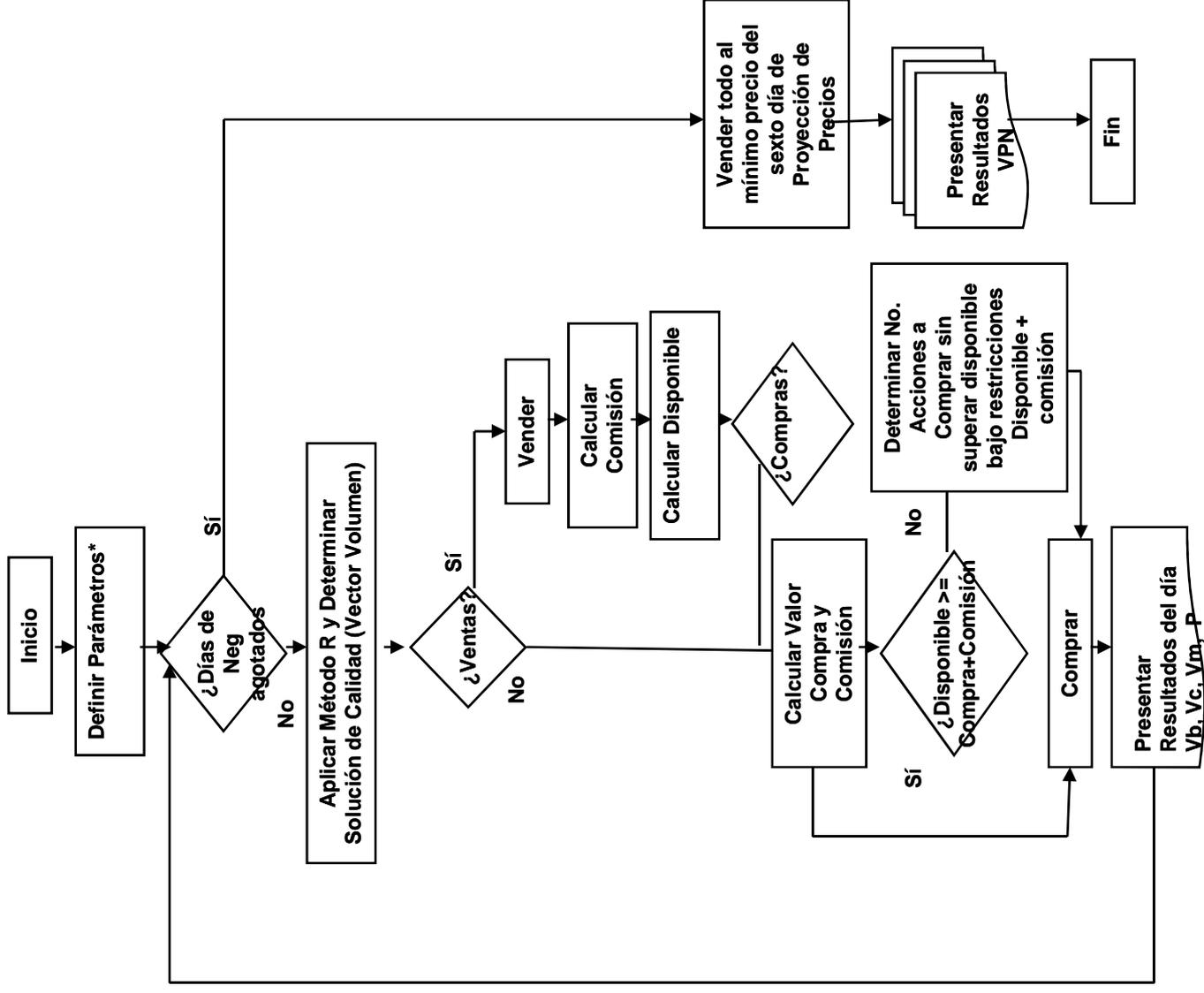
VPN	101.188.957
Rentabilidad	1.4422%

0.4222% diferencia entre los resultados simulados y reales.



Diagrama de proceso simulación de la negociación de acciones y flujo de caja





Conclusiones

- ✓ Se obtuvieron resultados satisfactorios en cuanto a rentabilidad
- ✓ La mezcla entre inteligencia artificial y manejo financiero tiene buenos efectos
- ✓ La metodología propuesta se convierte en la guía para el inversionista
- ✓ Es una herramienta alternativa al problemas de optimización de activos financieros

Recomendaciones

29

- ✓ Utilizar otras metodologías en la simulación de precios esperados y volumen óptimo de negociación
- ✓ Evaluar el modelo del Método R
- ✓ Monitorear a diario el comportamiento accionario
- ✓ Desarrollar investigaciones en torno al Método R





... FIN DE LA PRESENTACIÓN

